Diskutera fysik i grupp!

Utgå från kontextrika problem

Sylvia Benckert, Umeå universitet
Margareta Enghag, Mälardalens högskola
Peter Gustafsson, Mälardalens högskola
Ove Johansson, Balderskolan i Skellefteå
Gunnar Jonsson, Mälardalens högskola
Robert Norman, Grans naturbruksgymnasium
Sune Pettersson, Umeå universitet

Institutionen för fysik, Umeå universitet
Institutionen för fysik och matematik, Mälardalens högskola

Förord

I denna bok berättar vi om våra erfarenheter från undervisning i form av gruppdiskussioner runt kontextrika (verklighetsanknutna) problem, vi ger tips på hur sådana problem kan konstrueras och vi delar med oss av exempel på kontextrika problem. Vi som skrivit denna bok har använt gruppdiskussioner runt kontextrika problem under några år i vår egen undervisning och vi tycker oss se att denna undervisning ofta fungerar bra. Vi har också deltagit i ett gemensamt forskningsprojekt med syftet att förstå hur användningen av gruppdiskussioner med kontextrika problem påverkar studenternas/elevernas förståelse av fysikaliska begrepp. Vi undersökte även hur problemen bör utformas för att intressera gymnasieeleverna. Resultaten från detta projekt utgör en bakgrund för boken.

Vi hoppas att boken kan användas av lärare i fysik på universitets- och gymnasienivå, då de vill ha tips om hur man kan införa diskussioner om fysik bland eleverna, mer av verklighetsanknytning i fysik-problemen och hur man kan få elevgrupperna att fungera bra. Vi tror också att fysikstudenter kan ha glädje av boken då de ofta arbetar tillsammans utanför lektionstid. De kan då behöva en introduktion till hur de kan få sin grupp att fungera bra och hur de kan använda en problemlösningsstrategi för att klara problemlösningen bättre. Inte minst får studenterna här tillgång till en mängd kontextrika problem att öva på.

Umeå 2007 (Reviderad 2011)

Författarna

1 Inledning 6

2 Vad är svårt i fysik? 9

3 Att lära genom gruppdiskussioner 13

4 Väl fungerande gruppdiskussioner – hur? 16
Att bilda grupper 16
Att få med alla i diskussionen 18
Att följa upp gruppernas arbete 19

5 Att konstruera kontextrika problem 21
Vad menar vi med ett kontextrikt problem 21
Vilka problem intresserar studenterna? 24
Att konstruera genusinkluderande problem 27
Några kontextrika problem med kommentarer 29
Goda råd vid konstruktion av kontextrika problem 35

6 Problemlösningsstrategi 36

7 Hur vi har använt gruppdiskussioner 39
Gruppdiskussioner kring kontextrika problem i Umeå 39
Gruppdiskussioner vid Mälardalens högskola 43
Kontextrika problem på Balderskolan 46
Hur kontextrika problem introducerades för eleverna i Piteå 50

Referenser 54

44 kontextrika problem i fysik 56
Problem i mekanik 56
Problem i termodynamik 63
Problem i optik och vågrörelselära 65
Problem i ellära 67
Problem i kvantfysik 70

1 Inledning

Vi lär oss mest då vi har möjlighet att diskutera våra uppfattningar och idéer med andra. Att lyssna till en aldrig så välformulerad föreläsning leder inte automatiskt till förståelse. Ämnet måste vidarebearbetas genom att frågor ställs och begrepp ifrågasätts och tillämpas. Det görs bäst i små grupper där det är tillåtet att tveka, fråga och omtolka idéer. Många, såväl elever i gymnasieskolan som studenter i högskolan, vill ha mer verklighetsanknytning i fysiken. Att införa gruppdiskussioner runt mer verklighetsanknutna, kontextrika, problem är ett relativt enkelt sätt att förändra undervisningen så att både verklighetsanknytning och diskussioner kommer in. En sådan förändring kräver inga stora omläggningar av schemat och den ger också en möjlighet för eleverna/studenterna att lära mera om verklig problemlösning.

Att lösa problem är ett viktigt inslag i fysikundervisningen och studenter löser ofta mängder av problem/uppgifter som finns i slutet av kapitlen i läroböckerna. Denna typ av problemlösning har dock kritiserats för att eleverna inte lär sig så mycket fysik. Problemen i läroböckerna är ofta idealiserade och har liten anknytning till elevernas vardag/omgivning. Det gör att studenten inte behöver fatta just några beslut om vad som är viktigt eller om hur problemet ska lösas utan de kan se det hela som en övning i att hitta rätt "formel". Det är därför viktigt att förändra problemen så att de blir mer verkliga och därmed något mer komplicerade. Samtidigt är det viktigt att öva en bättre problemlösningsstrategi än ”formelsökande”. En möjlighet att få in en mer stimulerande och lärorik problemlösning är att förändra problemen och sätta in fysiken i ett sammanhang, att konstruera kontextrika problem.

Gruppdiskussioner runt kontextrika problem har utvecklats och använts vid University of Minnesota (Heller, Keith & Anderson, 1992, Heller & Hollabaugh, 1992). De införde gruppdiskussioner för att studenterna skulle prata fysik med varandra och på detta sätt dels lära sig fysikaliska begrepp och samband bättre och dels lära sig att lösa problem. De undersökte hur problemlösning bäst lärs ut och formulerade en problemlösningsstrategi som steg för steg beskriver hur man bör gå tillväga för att lösa fysikproblem på bästa sätt. För att det skulle kännas meningsfullt för studenterna att följa den formulerade problemlösningsstrategin utvecklade de kontextrika problem (Heller

& Hollabaugh, 1992) och studenterna tränade problemlösning genom att lösa dessa problem i grupp. Alla studenter förbättrade sin problemlösningsförmåga under kursens gång och gruppernas problemlösningar var signifikant bättre än individuella lösningar från de bästa studenterna.

De kontextrika problem, som används vid University of Minnesota, är korta berättelser med studenten som huvudperson. I berättelsen används därför det personliga pronomenet ”du” genomgående och problemet ska innehålla en rimlig motivering för att "du" ska vilja ta reda på svaret. De föremål som beskrivs är verkliga och idealiseringar sker vid problemlösningen. Genom att använda denna typ av problem så blir problemlösningen verkligare. Det blir verkligen problem att lösa, inte bara uppgifter där det gäller att sätta in värden i vissa formler. Samtidigt ger dessa problem en möjlighet för eleverna att diskutera vilken fysik som bör användas och hur de ska gå tillväga. De blir då ofta mycket intresserade av att hitta lösningen på problemet.

Vi, som är författare till denna skrift, har använt gruppdiskussioner kring kontextrika problem i fysik dels på universitetsnivå och dels på gymnasienivå. Vid Umeå universitet har vi använt denna metod på de första kurserna i fysikutbildningen. Vid Mälardalens högskola har gruppdiskussioner med kontextrika problem använts på fysikkurser inom ett par högskoleingenjörsutbildningar. Vid Balderskolan i Skellefteå och likaså vid Naturbruksgymnasiet i Öjebyn har metoden använts inom fysikkurser på gymnasienivå.

Gruppdiskussioner kring kontextrika problem omfattar i allmänhet 1-2 timmar och används för att studenterna ska få möjlighet att diskutera, tolka och tillämpa fysikbegrepp och samband som tidigare tagits upp på föreläsningar eller lektioner. Avsikten är inte att studenterna i gruppdiskussionerna ska lära sig helt nya begrepp utifrån problemlösningen som t.ex. vid problembaserat lärande. Det betyder att eleverna måste ha en viss kunskap om det aktuella fysikområdet när de börjar problemlösningen. Denna kunskap utvecklas och fördjupas förhoppningsvis sedan under gruppdiskussionen.

Som en bakgrund till området tar vi i kapitel 2 upp något om vad som kan vara svårt i fysiken och i kapitel 3 något om att lära genom gruppdiskussioner. I kapitel 4 ges goda råd för hur grupperna kan sättas samman, hur grupparbetet kan organiseras och hur gruppernas

arbete kan följas upp. I kapitel 5 beskriver vi vad vi menar med ett kontextrikt problem och vad man ska tänka på då man konstruerar sådana problem, samtidigt ger vi exempel på problem från olika områden av fysiken för olika nivåer i skolsystemet. I kapitel 6 beskrivs en problemlösningsstrategi som kan hjälpa studenterna att lösa problem, komma ifrån ett enkelt sökande efter formler och ge en god grund för hur problemlösningen bör redovisas. I kapitel 7 berättar vi författare, hur vi har använt gruppdiskussioner runt kontextrika problem på universitets- och gymnasienivå. I del II av boken ger vi ett antal exempel på kontextrika problem från olika områden av fysiken.

2 Vad är svårt i fysik?

Varför är himlen blå? Varför attraherar massor varandra? Varför flyter en tung båt? De till synes enkla frågorna är många, men svaren är för det mesta ganska komplicerade. De elever som är intresserade arbetar sig successivt framåt i fysikens underbara värld, men för många blir det för tungt och tidskrävande att förstå allt stoff och lära sig alla nya termer. Dessa elever tappar intresset för fysiken och satsar på annat istället. För dem får frågorna stå obesvarade.

Vad är det som gör att många tycker att fysik är svårt? Att lära sig fysik innebär att förstå och kunna använda en mängd nya ord och begrepp och att använda skarpare definitioner av begrepp än vad vi är vana vid i vardagsspråket. Resonemang och logik kan också ha en annan karaktär än vardagens sunda förnuft. Som ett exempel på skillnader mellan det naturvetenskapliga och det vardagliga sättet att se på världen tar Sjøberg (2005, s 338) upp att i vardagslivet beskriver vi det okända utifrån det kända medan vi många gånger i det naturvetenskapliga klassrummet beskriver det kända med det okända. Vi förklarar t.ex. elektricitet och magnetism med elektroner som rör sig i fält som vi inte kan se eller ta på. Förklaringarna ges dessutom ofta i form av matematiska formler. Som fysiker har vi gått ungefär samma utbildning och lärt oss ungefär samma saker. Vi delar ett visst sätt att se på världen. För oss är det självklart varför elektronerna är intressanta. Sammantaget kan vi beskriva detta som en del av fysikens subkultur (Sjøberg 2005). För vissa elever framstår denna kultur som intressant och spännande medan den för andra framstår som främmande och inte alls inbjudande. Fysiken blir då svår. Låt oss belysa några aspekter på detta.

Mortimer och Scott (2003) menar att naturvetenskap är svårt eftersom vardagens språk och skolans naturvetenskapliga språk är så olika. De tar som exempel svårigheten att förstå hur fysiken svarar på frågan: Varför faller bollen till marken? I vardagen ser vi inget behov av en förklaring. Vi bara konstaterar att allt faller till marken. För att svara på frågan från fysikens utgångspunkt krävs för det första att man anser att händelsen kräver en förklaring och för det andra en förståelse av begreppet gravitationskraft. Man måste också inse att det är centralt för detta begrepp att det finns en avståndspåverkan. En annan fundamental egenskap hos gravitationskraften är att den kan användas för

att förklara en mängd olika fenomen; inte bara bollen som faller till marken utan också t.ex. månens bana runt jorden. Gravitationskraften svarar inte heller på frågan varför massor attraherar varandra; den förklarar bara hur vi kan beskriva attraktionen.

Det är stora skillnader mellan den vardagliga synen på hur bollen faller till marken och skolfysikens syn på denna händelse. Dessa skillnader, menar Mortimer och Scott, leder till ett stort krav på lärande som är långt ifrån trivialt. Eleven måste lära sig att se och tala om världen på ett nytt sätt i skolfysiken. Det är ganska lätt att föreställa sig att t.ex. speciell relativitetsteori, där vardagliga uppfattningar om tid, rum och samtidighet inte längre gäller, är en stor lärandeutmaning. Även områden som ligger närmare våra vardagliga erfarenheter som gravitation eller elektrisk ström innehåller emellertid en större lärandeutmaning än vad vi vanligtvis, som fysiklärare, föreställer oss.

Ord har ofta delvis olika betydelser i vardagen och i fysiken. Ett exempel på detta är ordet arbete. Det vardagliga ordet arbete är för det första ett mycket vidare begrepp än fysikens arbete. Det kan t.ex. betyda anställning. För det andra finns nyansskillnader också när ordet används i ungefär samma betydelse som i fysiken. I fysiken måste vi precisera att arbete utförs på något; den preciseringen görs inte i vardagen. Detta kan leda till svårigheter för eleverna i fysikundervisningen. Ett exempel som brukar väcka förundran är då en person bär en väska. Enligt vår erfarenhet så utför denna person ett arbete. I mekaniken intresserar vi oss emellertid oftast för det arbete som utförs på väskan och om personen går på plan mark så utförs inget arbete på väskan. Däremot så utför personen även utifrån fysikens synvinkel ett arbete som består i att muskler dras samman, men det är inte det arbetet som intresserar oss i mekaniken. Andra ord och begrepp med något olika användning i fysiken och i det allmänna språkbruket är temperatur och värme. Det är viktigt att i fysikundervisningen diskutera dessa skillnader, inte för att få fysikens definitioner att införas allmänt, utan för att klargöra att skillnader finns, att fysikens begrepp utvecklats historiskt och att det finns svårigheter förknippade med användningen av orden.

De enkla frågorna, som vi inledde med, är verkligen inte så enkla. Det krävs att eleven går från den vardagliga bilden av världen till en vetenskaplig bild där många nya begrepp ska förstås och hanteras. För

att kunna svara på de enkla frågorna krävs också många gånger att vi förenklar och approximerar för att det ska bli möjligt att använda fysikens modeller. Vi bortser t.ex. ofta från luftmotstånd och andra typer av friktion. Det kan vara svårt för eleverna att veta när en approximation är lämplig och när den inte är det. När kan vi t.ex. försumma friktionen? Det är viktigt att diskutera detta. Det är också viktigt att låta studenterna öva sig i att själva göra approximationerna istället för att från början beskriva idealiserade situationer t.ex. i de problem de ska lösa. Förenklingar och approximationer kan medföra att eleverna tycker att verkligheten förenklas så mycket att svaren på frågorna egentligen handlar om något annat än de ursprungliga frågorna. Fysiken blir något som bara är användbart i skolan. Många elever tappar intresset, resignerar och försöker inte längre förstå utan letar bara efter den formel som ger rätt svar på det problem som för stunden ska lösas. För att förhindra detta är det viktigt att skapa ett intresse för fysiken.

Frågan om intresse knyter an till motivation och studenters ägande av lärandet. Milner-Bolontin (2001) anser att studentens ägande av lärandesituationen bygger på tre komponenter: kunskapen har ett personligt värde; studenten tar ansvar för lärprocessen och resultatet av lärandet; studenten är aktiv och kan kontrollera lärandet. Det personliga värdet med lärandet har en grund i studentens intresse och mål. Kursens genomförande, metodik och lärarinsats, kan också skapa ett intresse för uppgiften och ämnet. En möjlighet är att utnyttja ett intresse hos studenterna, till exempel för hästar eller flyg, för att skapa en kontext för fysiken och därmed anknyta fysiken till problem och frågor i studentens vardag. Det man har ett personligt intresse för blir lättare att lära. Studentens möjlighet att ta ansvar för lärandet och att ta kontroll över studierna är i stor utsträckning styrd av hur kursen är upplagd och genomförs.

Ett av de viktigaste sätten att lära är genom dialog med andra. När studenter talar med varandra får de möjlighet att formulera och omformulera sina egna idéer och de får ta del av andra perspektiv från sina kamrater. En ständig och öppen dialog med läraren och med andra studenter, där studenterna vågar ställa alla sina frågor, är en viktig grund för att skapa mening i fysikämnet, övervinna utmaningar och svårigheter och behålla intresset för fysiken. Gruppdiskussioner är en undervisningsform där studenterna har stora möjligheter att göra

detta. Studenterna kan i viss mån själva ta ansvar för lärandet, vara aktiva och kontrollera sitt lärande. Om gruppdiskussionerna sedan utgår från kontextrika problem där kontexten har relevans för studenterna så finns stora möjligheter att studenternas intresse väcks.

3 Att lära genom gruppdiskussioner

Att lära sig fysik innebär att ta till sig nya fakta och att inskolas i ett nytt sätt att uttrycka sig och att resonera. Mortimer och Scott (2003) anser att man socialiseras in i en ny kultur och att läraren vägleder denna resa genom ledning av en som vet mer. Dessa författare hävdar emellertid också att studenterna bör försättas i situationer där de måste testa, befästa och använda sina nya färdigheter. Deras syn på lärande är baserad på Vygotskys teorier om lärande[1]. Vygotsky lanserade idén om att barns utveckling i högre grad sker i samspel med dess omgivning än som en oberoende individuell process. Vi träffar först på idéer på ett socialt plan genom att en förälder förklarar något för ett barn; genom att en lärare förklarar något i en skolklass; genom att vänner pratar om något vid en middag. Individen har sedan möjlighet att fundera över dessa idéer och göra en egen tolkning av dem. De kan internalisera idéerna. Det betyder inte att idéerna överförs direkt från läraren till eleven. Det krävs att eleven arbetar med idéerna och skapar sin egen mening. Detta arbete kan ske genom en dialog med en lärare, med andra elever eller genom att eleven har en dialog med sig själv eller kanske med en lärobok. (Vygotsky, 1978)

Det finns många forskare som idag framhåller att vi utvecklar vår kunskap när vi diskuterar i grupp och tänker tillsammans (Se t.ex. Barnes och Todd, 1995; Mercer, 2000). Barnes och Todd visade att barn i åldern 12 -13 år, använder *sonderande samtal* när de arbetar i grupper på 3-5 elever runt en mindre projektuppgift. Med sonderande samtal menas att barnen ”spånar” och testar idéer och uppslag samt understödjer varandras tankar med motfrågor och uppmaningar om förtydliganden. När läraren kommer in i gruppen övergår de till *redigerat tal;* de försöker sammanfatta vad de tidigare fritt diskuterat till kortare mer konstaterande satser som de delger läraren. Det är emellertid under fasen med det sonderande samtalet som lärande framförallt äger rum. Då tänker deltagarna högt, talar i munnen på varandra, tvekar, byter spår, förklarar, frågar och reflekterar. Under gruppdiskussioner kan denna typ av dialog och diskussion äga rum och deltagarna har möjlighet att lära tillsammans.

[1] Vygotsky var en rysk psykolog (1896-1934).

Från våra undersökningar kan vi se att även studenter på gymnasie- och högskolenivå använder sonderande samtal i gruppdiskussioner. Studenterna vågar ställa frågor i kamratgruppen och reda ut oklarheter, som man kanske tycker det är förargligt att ta upp med läraren. Så här säger en student om detta:

> *Och det har jag varit med om att fysikläraren inte riktigt förstår vad jag frågar och så ibland när man ...halkar efter kan man tycka att det är lite pinsamt att fråga på vissa grejer som man gick igenom för en månad sedan....det frågar man ju hellre kompisar istället...eller dom som ligger lite före då....så har man ju känt ibland.*

Det har utvecklats en mängd olika grupparbetsmetoder som liknar varandra mer eller mindre. D. Johnson och R. Johnson är två amerikanska forskare som skrivit en mängd artiklar inom området. Gruppdiskussioner kring kontextrika problem som utvecklats av Heller et al. (1992) tar sin utgångspunkt i idéer utvecklade av Johnson och Johnson. Dessa forskare beskriver hur grupparbete kan utformas och användas i skolan (Johnson, Johnson och Holubec,1994). De grundpelare som grupparbetet vilar på enligt dem är att eleverna är beroende av varandras arbete; att de samarbetar; att de är personligt ansvariga för lärandet; att de lär sig färdigheter i och kunskaper om gruppsamarbete och att de får möjlighet att reflektera över och utvärdera gruppsamarbetet. Eleverna är beroende av varandras arbete genom att eleverna arbetar för att uppnå gemensamma mål. Eleverna har två uppgifter; att lära sig själva och att se till att gruppmedlemmarna lär sig. Samarbetet innebär att eleverna ska underlätta för varandra att lyckas i lärandet. De hjälper varandra, utbyter information, uppmuntrar men ifrågasätter även och utmanar de andras slutsatser och resonemang. Samarbetet kräver, för att det ska fungera bra, att studenterna har färdigheter och kunskaper om gruppsamarbete. Eleverna måste känna och lita på varandra; kommunicera på ett bra sätt; acceptera och stödja varandra och lösa konflikter på ett konstruktivt sätt.

Cohen (1994) konstaterar att det finns en mängd studier som visar att smågruppsundervisning är effektiv. Det visar sig dock att effektiviteten varierar mellan olika studier. Fördelarna finns bara under vissa

förutsättningar. Den viktigaste förutsättningen är att studenterna får ta itu med en ”verklig gruppuppgift”, dvs. en uppgift som kräver diskussioner för att kunna lösas. En ensam individ ska inte klara av att lösa den.

De lärdomar som vi kan dra av dessa studier är för det första att vi lär oss genom diskussioner och samtal med andra. Genom grupparbete kan eleverna lära sig fysik men de lär sig också att samarbeta, vilket också är ett viktigt mål i undervisningen. För det andra är gruppuppgiftens utformning viktig. Vi kan inte förvänta oss att eleverna ska diskutera och samarbeta om de lika gärna kan lösa uppgiften på egen hand. För det tredje behöver eleverna någon form av introduktion till gruppsamarbetet och de måste få tillfälle att reflektera över hur grupparbetet fungerat.

4 Väl fungerande gruppdiskussioner – hur?

Att lösa fysikproblem tillsammans i gruppdiskussioner är en möjlighet att lära sig ny fysik. Det viktigaste är då inte att grupperna snabbt kommer fram till en lösning på problemet. Det är förstås önskvärt att grupperna kommer fram till fysikaliskt acceptabla lösningar på problemen men det är inte huvudmålet med undervisningen. I så fall skulle en elev/student som är speciellt duktig i fysik kunna lösa problemet, visa det för gruppen och sedan redovisa. Det är diskussionen kring fysik och fysikbegrepp som är det centrala.

Ett diskussionstillfälle ska helst inte ligga direkt efter en genomgång av den fysik som behövs för att lösa problemet. Studenterna bör få möjlighet att titta igenom motsvarande fysikavsnitt innan det är dags för gruppdiskussionen och kanske också lösa några standardproblem. Studenterna bör ha ett hum om den fysik som behövs innan diskussionen börjar och under diskussionen ska detta ”hum” förhoppningsvis förvandlas till en större säkerhet i att använda aktuella samband och begrepp.

Att bilda grupper

Det finns flera saker som man bör tänka på när man bildar grupper: Hur många elever bör det vara i varje grupp? Hur ska grupperna sättas samman? Hur ofta ska grupperna förändras?

Det första rådet är att det inte får vara för många elever/studenter i grupperna. Det måste finnas möjlighet att komma med egna funderingar som de övriga i gruppen kan reagera på. Ett lämpligt antal i gruppen är tre personer. Detta har framförts av Heller et al. (1992) och vi har också funnit att tre är ett lämpligt antal. Om det är endast två i gruppen är det risk för att för få idéer kommer fram och om det är fyra studenter eller fler så hamnar någon lätt utanför. Det finns också en risk att gruppen splittras i två delar om det är fyra eller fler studenter. När det inte går jämt upp att dela i 3-grupper så är det bättre att bilda några 4-grupper istället för grupper med endast två studenter.

Enligt Heller et al. (1992) fungerade deras grupper bäst om de blandade studenter med olika förutsättningar. De delade in klassen i tre grupper efter hur bra de hade presterat i fysik. Därefter tog de en student från den högpresterande gruppen, en från mittengruppen och en student från dem som hade svårast med fysik. Det är enkelt att inse

att grupper som består av enbart studenter som har problem att förstå fysiken kommer att ha svårigheter att lösa problemen själva, men det är inte heller säkert att en grupp med enbart högpresterande studenter kommer att fungera bra. När Heller et al. (1992) bildade grupper med endast högpresterande studenter så kunde det resultera i snabba okritiska diskussioner som ledde till felaktiga resultat. En blandad sammansättning verkar därför vara en bra startpunkt. Den som kan en viss del av fysiken kan förklara för de andra i gruppen vilket stärker hans/hennes egen kunskap. Både starka och svaga elever kan komma med relevanta frågor och bidrar på så sätt till att diskussionen blir givande för gruppen. Vår erfarenhet säger dock att en alltför stor skillnad i kunskapsnivå mellan gruppmedlemmarna kan vara hämmande. Om den som är svagast upplever att diskussionen hela tiden är på alltför avancerad nivå för henne/honom så kan det kännas hopplöst att delta i diskussionen överhuvudtaget. Det kan också gälla för en student med dåligt självförtroende.

Män har en tendens att dominera diskussioner där kvinnor också finns med. Kvinnorna får ofta ingen chans att föra fram sina funderingar och förslag eller så ignoreras deras inlägg. En allmän regel är därför att inte placera en ensam tjej i en grupp. Detta är naturligtvis beroende av vilka individer som ingår i gruppen. Det finns tjejer som kan hävda sig ensamma i en grupp bland killar och det finns killar som inte kan hävda sig i någon grupp, men den allmänna regeln är att placera mer än en kvinna i gruppen. Denna grundregel gäller också etnicitet. Placera mer än en person tillhörig en viss minoritetsetnicitet i en grupp om det är möjligt.

Dessa råd är bra att använda när man första gången ska dela in en klass i grupper. När man lärt känna klassen så kan man ta hänsyn till andra faktorer som självförtroende, personkemi och annat. Nya grupper bör bildas med viss regelbundenhet så att eleverna får träna sig att samarbeta med nya kamrater. En annan anledning att göra nya grupper är om en grupp inte fungerar så bra. Å andra sidan ska inte grupperna bytas för ofta. Kom ihåg att en grundförutsättning är att gruppmedlemmarna ska känna sig trygga med varandra så att varje medlem känner sig fri att ta upp sina egna frågor. Det tar tid att bygga upp ett sådant förtroende för varandra.

Att få med alla i diskussionen

Studenterna måste introduceras i grupparbetet. De måste få veta vad målet med grupparbetet är och hur grupperna bör arbeta. Tala om att vi lär oss då vi får möjlighet att diskutera våra uppfattningar och idéer med andra och då vi har möjlighet att vrida och vända på begrepp och att målet är att alla gruppmedlemmar ska lära sig under gruppdiskussionerna. Det är viktigare att förstå fysiken i problemet än att få fram ett svar. Grupperna måste därför se till att alla deltar i diskussionen. Alla frågor, även de som ibland kallas dumma fast de oftast är väldigt fundamentala, bör få komma fram. Allas idéer och förslag är värdefulla och bör diskuteras. Gruppen har också ett ansvar för att alla är överens om den lösning som gruppen kommer fram till.

En möjlighet att få grupperna att fungera bra kan vara att dela ut grupproller. Lagledarens/ordförandens uppgift är att leda arbetet framåt, att se till att alla i gruppen deltar och att hålla koll på tiden. Nedtecknaren/sekreteraren skriver ner gruppens förslag och lösningar och kollar att alla i gruppen har förstått och är överens om det som görs. Skeptikerns/den kritiska röstens uppgift är att ifrågasätta, att se till att alla möjligheter provas och att föreslå alternativa idéer. Speciellt skeptikern eller den kritiska rösten är viktig att framhäva. En gymnasieelev säger så här om betydelsen av skeptikerrollen:

> *- Jag var sekreterare. Jag tog även lite rollen som skeptiker eftersom pojkarna var ganska lata. Då kunde jag fråga ”varför blir det så” och ”vad menar du med det”, utan att känna mig som dum eftersom jag ju är skeptiker och då kan man fråga hur mycket man vill utan att känna att man inte är lika smart som dom andra. ... Vi borde ha fler skeptiker, mer utrymme till det.*

Grupperna måste också få möjlighet att reflektera över och utvärdera samarbetet i grupperna t.ex. genom att ägna de sista fem minuterna av diskussionspasset åt att berätta för varandra hur var och en anser att dagens diskussion har fungerat. Känner alla att de har haft möjlighet att framföra sina frågor och synpunkter eller är det någon eller några som dominerar gruppen? Detta samtal bör avslutas med att gruppen bestämmer vad de ska försöka ändra på vid nästa gruppdiskussionstillfälle. Utvärdering av samarbetet kan ske genom att gruppen listar tre saker som de gjort bra och en sak som de borde förbättra. Ett alternativt sätt är att varje deltagare får fylla i en enkät när

gruppdiskussionen är klar och besvara frågor om hur samarbetet fungerat. Enkäterna kan besvaras anonymt men studenten bör ange vilken grupp hon/han har tillhört. Det finns då möjlighet för läraren att ta upp en diskussion med gruppen om eventuella samarbetsproblem och hur de kan lösas.

Klassrummet bör möbleras så att grupparbetet underlättas. Om alla i gruppen sitter i rad är det svårt för dem att få kontakt med alla i gruppen. Den bästa placeringen är att sitta runt ett bord så att alla kan ha ögonkontakt med varandra. Varje student bör få ett eget exemplar av problemtexten. Om gruppen endast får ett problemblad är det större risk att någon medlem inte kommer med i diskussionen. Ett annat praktiskt tips är att placera en whiteboardtavla på bordet i mitten av gruppen. Diskussionen kan då centreras kring det som skrivs på whiteboardtavlan och alla i gruppen kan följa med i diskussionen. Det går lättare på det sättet att följa med i diskussionen än om man ska titta i varandras anteckningsblock. Varje deltagare ska också helst ha en egen whiteboardpenna för att undvika att någon ”äger” rätten att rita och skriva på tavlan. Den enda nackdel vi kan se med att använda dessa tavlor är att det är större risk att deltagarna inte gör några egna anteckningar som de kan ta med sig hem.

Det är bra om läraren har möjlighet att gå runt bland grupperna, svara på frågor och stödja grupperna i deras arbete. Läraren kan också behöva hjälpa till att skapa en levande diskussion mellan alla gruppmedlemmar. Samtala med alla, inte bara den som själv tar kontakt med läraren och är mest aktiv. Läraren kan utnyttja vissa frågor från gruppen för att stimulera en diskussion om läraren har sett att gruppen inte har fungerat perfekt. I stället för att svara direkt på en fråga kan läraren ”gå varvet runt” och fråga vad var och en tror är svaret och varför. Detta kan förhoppningsvis leda till en diskussion där alla i gruppen delar sina funderingar. Läraren bör speciellt stödja den som varit mest tveksam att delta i diskussionen tidigare.

Att följa upp gruppernas arbete

Det är viktigt att gruppdiskussionerna följs upp. Även om diskussionen har varit livlig och alla grupper har kommit fram till en korrekt lösning så kan det finnas lösa trådar som måste knytas ihop. Läraren har oftast en känsla för vilka lärdomar som är viktiga att ta med sig från gruppdiskussionen, men det är också viktigt att behandla frågeställningar från eleverna som läraren inte har tänkt på. Uppföljningen

kan exempelvis ske med en gemensam redovisning i slutet av lektionen. Ofta tar gruppdiskussionerna längre tid än planerat och det kan då vara lämpligt med en genomgång vid nästa lektionstillfälle. Det är under alla förhållanden viktigt att diskussionen får någon slags sammanfattning och några gemensamma slutsatser.

En givande redovisningsform är när läraren kan välja ut två alternativa lösningsförslag som jämförs och diskuteras. Respektive grupp kan skiva upp sina lösningar bredvid varandra på tavlan. Dessa diskuteras sedan gemensamt i klassen. Det bör vara två lösningar som båda är korrekta men som har utnyttjat olika angreppssätt. Det är ingen bra idé att utsätta en grupp för att presentera sin felaktiga lösning även om det kan ha sitt pedagogiska värde att diskutera sådana lösningar. Om läraren finner det värdefullt att diskutera en felaktig lösning kan läraren själv skriva upp en sådan lösning bredvid en korrekt. På detta sätt kan klassen diskutera fallgropar i lösningarna utan att en viss grupp behöver bli utpekad. Om det finns tillräckligt med skrivtavlor i klassrummet kan alla grupper få skriva ner sina lösningar och läraren kan sedan leda en diskussion om de olika lösningsförslagen. Felaktiga lösningar måste kommenteras med varsamhet så att dessa grupper inte behöver känna sig utpekade som dåliga problemlösare.

En annan möjlighet är att grupperna redovisar skriftligt. Antingen genom en gemensam redovisning för varje grupp eller genom redovisningar från enskilda gruppmedlemmar. Det ger möjlighet att kontrollera både om gruppen förstår fysiken och om de kan redovisa sina lösningar på ett godtagbart sätt. Lösningarna kan sedan rättas, kommenteras och återlämnas med förhoppningen att redovisningarna blir ännu bättre nästa gång. Problemlösningsstrategin, som presenteras i kapitel 6, har visat sig vara ett bra hjälpmedel för att lära studenterna att göra utförliga och välmotiverade problemredovisningar.

5 Att konstruera kontextrika problem

Vad menar vi med ett kontextrikt problem

Kontextrika problem har utvecklats och använts vid University of Minnesota (Heller, Keith & Anderson, 1992, Heller & Hollabaugh, 1992). De problem, som de kallar för kontextrika är korta berättelser med studenten som huvudperson. I berättelsen används därför det personliga pronomenet ”du” genomgående och problemet ska innehålla en rimlig motivering för att "du" ska vilja ta reda på svaret. De föremål som beskrivs är verkliga och idealiseringar sker vid problemlösningen. Problemet kan inte lösas i ett enda steg genom att sätta in siffror i en formel och det som ska beräknas behöver inte explicit efterfrågas. Det får gärna finnas mer information i problemet än vad som krävs för att lösa problemet och man kan behöva göra antaganden och approximationer. De viktigaste egenskaperna hos de kontextrika problemen kan sammanfattas i följande punkter:

1. Problemet skrivs som en kort berättelse där studenten är huvudpersonen. Det personliga pronomenet "du" används genomgående.

2. Problemet ska innehålla en rimlig motivering för att "du" ska vilja ta reda på svaret.

3. De föremål som beskrivs är verkliga. Idealiseringar sker explicit vid problemlösningen.

4. Problemet kan inte lösas i ett enda steg genom att sätta in siffror i en formel.

5. Det får gärna finnas mer information i problemet än vad som krävs för att lösa problemet.

6. Det kan också saknas information som behövs för att lösa problemet. Eleverna måste då använda sin allmänna kunskap för att bestämma de värden som saknas, uppskatta dessa värden eller leta rätt på dem i tabeller eller från Internet.

7. Det som ska beräknas behöver inte explicit efterfrågas. T.ex. Kommer den här konstruktionen att hålla? Blir det böter för fortkörning?

8. Man kan behöva göra antaganden och approximationer för att kunna lösa problemet.

Kontextrika problem kan konstrueras utifrån traditionella läroboksproblem eller utifrån fantasi och erfarenhet eller som en kombination av läroboksproblem, fantasi och erfarenhet. Nedan ser du ett exempel på ett traditionellt fysikproblem, som man kan stöta på i en mekanikkurs, även om detta problem ser ovanligt trist ut. Det finns inte så stor motivering för en student att lösa en sådan uppgift annat än för att visa läraren att han/hon behärskar kursen.

Ett traditionellt fysikproblem

En kloss som väger 5,0 kg glider uppför ett lutande plan och stannar efter 0,5 m. Planet lutar 20° mot horisontalplanet och den kinetiska friktionskoefficienten mellan klossen och planet är 0,60. Hur stor var begynnelsehastigheten på klossen?

Låt oss formulera om detta problem till ett kontextrikt problem. Då kan det t.ex. se ut som i rutan på nästa sida. Ursprunget till det här problemet kommer från Heller och Hollabaugh (1992) men här är det omgjort till en svensk miljö och skrivet på svenska. Det är avsett som ett problem på en inledande mekanikkurs på högskolenivå.

Ett kontextrikt problem

Du är på bilsemester i Sollefteå som är en mycket backig stad. När du kör uppför en av dessa backar så springer plötsligt en pojke ut i vägen framför dig. Du trampar omedelbart på bromsen så hjulen låser sig och du får stopp på bilen. Pojken, som hade jagat en fotboll, springer iväg med bollen under armen. Nu visar det sig att en polisman råkade se hela olyckstillbudet. Han kommer fram till dig, påpekar att hastighetsbegränsningen är 50 km/h och skriver ut böter för fortkörning.

När du har hämtat dig något från den omskakande händelsen börjar du fundera på om du verkligen hade kört för fort. På gatan ser man bromsspåren och du mäter upp dem till 18,2 m. Du kommer också fram till att gatan lutar 20° mot horisontalplanet. I instruktionsboken står det att bilen väger 1570 kg och din egen vikt är 58 kg. En person som hade sett händelsen uppskattar att pojken vägde 30 kg och det tog ca 3 sekunder för pojken att korsa den 5 meter breda gatan. Du tar kontakt med en däcksfabrikant och får veta att den kinetiska friktionskoefficienten mellan dina däck och den gatubeläggning som fanns på platsen är ca 0,6. Den statiska friktionskoefficienten är 0,8. Du mäter själv upp att kontaktytan mellan ett däck och marken är ca 1,2 dm^2.

Kommer du att överklaga böterna för fortkörning?

Problemet har i den kontextrika formen blivit svårare eftersom det är mera text att läsa och mera information och siffror att ta ställning till. Här finns med information som inte behövs för att lösa problemet. Att pojkens vikt, gatans bredd och hur lång tid det tar för pojken att springa över gatan är ovidkommande upplysningar är förmodligen lätt att se för de flesta. Om det ska vara statisk eller kinetisk friktions-koefficient och om kontaktytan mellan däck och mark spelar någon roll kan behöva lite mer eftertanke. Problemet i den kontextrika formen har alltså blivit svårare, men det har på ett sätt också blivit lättare för det är lättare att föreställa sig vad det hela handlar om. I det kontextrika problemet finns det också en möjlighet för eleverna att reflektera över om svaret är rimligt eller inte genom att associera till

sina erfarenheter. Problemet med klossen som glider uppför planet är abstrakt och avskalat och därmed för de flesta rätt ointressant annat än som ren problemlösning. Det kontextrika problemet är mer verklighetsanknutet även om man naturligtvis kan ifrågasätta det verklighetsanknutna i att polisen så lättvindigt skriver ut böter för fortkörning.

Två australiensiska forskare Rennie och Parker (1996) undersökte effekterna av kontext i fysikproblem genom att jämföra hur åtta gymnasieelever löste två matchande problem, ett kontextrikt och ett abstrakt problem. De allra flesta eleverna hade bättre resultat på de kontextrika problemen. Eleverna berättade att förmågan att visualisera problemet var viktigt vid problemlösningen och en vardaglig kontext hjälpte till med det. Elevernas vanligaste kommentar om de kontextrika problemen var att de var ”intressanta” och att de kontextlösa var ”svåra att visualisera”.

Vilka problem intresserar studenterna?

Hur ska då kontexten se ut för att intressera elever och studenter? Vi lät vid tre tillfällen elevgrupper i en gymnasieklass välja ett av 4 – 5 problem. Grupperna fick först i en enkät motivera varför de valt just det problemet och efter att de löst problemet fick var och en i gruppen skriva ned vad de tyckte gjorde problemet intressant eller ointressant. Några av eleverna intervjuades också om sitt val och på vilket sätt det valda problemet var intressant. (Benckert et al., 2005) Grupperna valde ut ett problem för att det såg intressant eller roligt ut. När eleverna sedan svarade individuellt så framhöll de flesta vikten av att problemet var verklighetsbaserat. En elev skrev: ”Det är kul att räkna på saker som händer i det verkliga livet, sånt man kan ha nytta av.” Andra motiverade sitt val mer specifikt med anknytning till innehållet som till exempel. ”Kul med snabba bilar!” ”Kan vara kul att ta reda på hur mycket en trampolin håller.” Man kan naturligtvis fundera över vad eleverna egentligen menar med verklighetsanknytning. Verklighetsanknytning kan betyda olika saker för olika elever. En flicka sade t.ex. vid intervjun att de alltid räknar så mycket på bilar. ”Det är alltid en bil som kör hit eller dit.” Hon tyckte att det i allmänhet var för mycket bilar i fysikproblemen och att problemet som handlade om en trampolin var intressantare och mer anknutet till hennes verklighet. Ett problem som handlade om att köra på halkbana uppskattades emellertid av de eleverna som var i körkortsålder och

halkbanekörning var aktuellt. Det gäller alltså att tänka till och fundera över vilken verklighet som dina elever ser som sin verklighet.

Det största intresset för eleverna på ett naturbruksgymnasium var djur och vi försökte då göra fysikproblem med djuranknytning till dem. De uppskattade detta. En kommentar i enkäten såg ut så här. ”Det är alltid extra intressant när det handlar om djur, intressantare än att det är t.ex. Kalle som kör bil eller så.” Nedan finns ett exempel från våra djurproblem.

Ett problem med anknytning till djur

Du har nu äntligen fått upp dina nya elstängsel till både hästhagen och kohagen. Till transformatorn som omvandlar växelspänningen till likspänningen följer en tabell över vilka strömstyrkor som är lämpliga för att kor och hästar ska reagera på önskvärt sätt. Se bifogad tabell. Spänningen kan ställas in på jämna tusental volt. Från ett tusen volt till tolv tusen volt. Kor har en medel resistans på R_{Ko} = 0,3 MΩ och hästar en medel resistans på $R_{Häst}$ = 0,16 MΩ. Vilken likspänning är lämplig att välja till kor respektive hästar?

Ström mA	**Tid (s)**	**Verkan på Häst och Ko**
0-1	oväsentlig	Knappt märkbar
1-10	oväsentlig	Vissa djur ryggar tillbaka
10-40	sekunder-minuter	Alla djur ryggar tillbaka.
40-400	> 0,2	Möjlig skaderisk
> 400	< 0,2	Skador uppstår

Det visade sig också från vår undersökning av vilka problem som eleverna fann intressanta att det är viktigt hur frågan ställs. Det är inte så roligt att få i uppgift att beräkna en bestämd hastighet. Det blir intressantare om frågan är öppnare och det verkligen gäller att söka svar på ett problem som t.ex. att kontrollera om en bägare består av guld eller inte. Se problemet nedan. ”Det var intressant att se om han fått äkta guld eller inte”, sade en av eleverna vid intervjun.

Är det guld eller inte?

Din pappa har hört talas om Arkimedes och att han kunde bestämma om något var äkta guld. Han har en gammal bägare som han fått av sin farmor och han undrar om du kan bestämma om den är helt i guld. Du väger bägaren och får massan 501 g. Därefter sänker du ner bägaren i vatten och mäter tyngden med en dynamometer till 4,66 N. I din pålitliga formelsamling hittar du att densiteten för guld är 19 300 kg/m^3. Efter lite beräkningar ger du din far svaret att bägaren …

Det går även att göra problemet intressant om eleverna får räkna ut om något stämmer som i nedanstående problem där kontexten består av att två ubåtar ska mötas mitt på Atlanten. Kontexten är inte så utvecklad och kan tyckas vara lite konstruerad men frågan, där du får i uppgift att ta reda på om din kompis har rätt, stimulerar eleverna till att ta reda på svaret. En elev har följande kommentar till detta problem. ”Man blir frestad att kolla om det stämde.”

Har kompisen räknat rätt?

Du skall på engelskan skriva en kort spionhistoria där två ubåtar ska mötas i mitten av Atlanten vid samma tidpunkt. De startar samtidigt med samma avstånd till mötesplatsen, men färdas med olika hastigheter (raka vägen). Ubåt ett färdas med 20 km/h de första 500 km, 40 km/h de andra 500 km, 30 km/h de följande 500 km och 50 km/h de sista 500 km. I din intrig måste ubåt två hålla konstant hastighet, en kompis till dig säger att om ubåt två håller 35 km/h anländer de samtidigt. Har hon rätt?

Ett relativitetsproblem för universitetsnivån har också frågan ställd på samma sätt. Detta problem väckte mycket intensiva diskussioner vid gruppdiskussionerna. En orsak till engagemanget kan vara hur frågan ställs.

Ett relativitetsproblem

Två av dina kompisar har, då de varit ute och rest med ett mycket snabbt tåg, funderat över hur de skulle kunna bestämma längdkontraktionen. De tänkte sig att de skulle sitta i vardera änden på ett 100 m långt tåg och att de skulle ha synkroniserat sina klockor. Då deras klockor visade tiden t = 0 räknade de med att släppa varsin liten väska genom fönstret. Dessa väskor skulle fungera som markörer. När tåget sedan stannat på nästa station så kunde de gå tillbaka och mäta avståndet mellan väskorna. Borde då inte avståndet mellan väskorna vara just den längd på tåget som observatörer på banvallen mäter upp? De frågar dig om detta eftersom de vet att du är en hejare på Lorentztransformationen. Vi antog att tåget har hastigheten 0,7 c och att vi kan försumma den tid det tar för väskorna att nå marken, säger de, och då har vi räknat fram avståndet mellan väskorna till 71 m? Är det rätt?

En annan orsak till att detta problem leder till intensiva diskussioner är att studenterna kommer fram till en paradox. De beräknar tågets längd relativt banvallen till 71 m medan tågets längd i vilosystemet är 100 m och de tycker att avståndet mellan väskorna borde bli 100 m. Det kräver långa diskussioner och ibland hjälp från läraren innan de kommer fram till att väskorna släpps samtidigt sett från tåget, men att de inte släpps samtidigt sett från banvallen. Den skenbara paradoxen leder till intensiva diskussioner och studenterna tycker att problemet är roligt.

Att konstruera genusinkluderande problem

Det är viktigt att problemtexten och kontexten vänder sig lika mycket till flickor som till pojkar, dvs. är genusinkluderande. Rennie och Parker (1993) har med denna utgångspunkt undersökt provuppgifter i fysik. De har identifierat fyra aspekter som är viktiga att beakta då problemen konstrueras: språket, förekomst av könsstereotypier, relation till studenters bakgrundserfarenheter samt utformning av kontext. Rennie och Parker började med att ge översiktliga beskrivningar av vad som skulle ge en uppgift en maskulin prägel, en feminin eller en neutral prägel. De fann dock att den neutrala kategorin var för-

virrande. Trots att den skulle vara neutral så visade den sig vara mer orienterad mot erfarenheter och sätt att tänka hos män och ett bättre namn på denna kategori blev skenbart neutral. Erfarenheter visar t.ex. att pronomen som ”de” tolkas som män, likaså skenbart könlösa personer (t.ex. instruktören, simhopparen, ingenjören).

Vi vill ge följande råd för att problemen ska bli genusinkluderande:

- Använd du eller personnamn genomgående i problemtexterna. Ett ord som vetenskapsman ska naturligtvis inte användas. Det säger ju att alla forskare varit män. Forskare är bättre, men i en problemtext där en anonym forskare agerar så tolkas denne också som en man. Då är det bättre att använda ”du” eller att namnge forskaren. Fundera också över språkbruket. Är det personligt eller opersonligt? Inkluderande eller exkluderande?

- Hur framställs kvinnor och män? Se till att inte befästa traditionella könsroller, luckra istället upp dem. Beskriv både kvinnor och män i både aktiva och passiva roller. Beskriv inte utseendet hos kvinnor och handlandet hos män: absolut inte vackra kvinnor och starka män. Se till att kvinnor som är fysiker eller ingenjörer finns med emellanåt i problemen.

- Både kvinnor och män ska känna igen sig i de beskrivningar som ges och dessa ska kännas relevanta för både kvinnor och män. Vilka erfarenheter som kvinnor respektive män har är kanske inte så lätt att fastställa generellt och de förändras också över tiden. Det gäller att fundera över vilka intressen eleverna/studenterna egentligen har och inte tro att bakgrundserfarenheterna är könsstereotypa.

- Problemen bör innehålla en kontext där det finns med människor. Kontexten får gärna vara i anknytning till det dagliga livet och med anknytning till mänskliga behov och problemen får gärna knytas till människokroppen. Historisk utveckling av vetenskapen bör finnas med ibland. Konsekvenser av fysiken får också gärna problematiseras.

Några kontextrika problem med kommentarer

Kontextrika problem kan utformas på många olika sätt. Det kan finnas med för mycket information i problemet och det kan finnas för lite information. I det senare fallet måste studenterna göra egna antaganden. Det är viktigt att fundera över hur mycket information som bör ges. Vi kan vilja lära studenterna att själva hitta information från olika källor och därför inte sätta ut den i problemet eller vi vill att studenterna ska lära sig att göra uppskattningar och lösa problemet med hjälp av dessa. Specifika uppgifter med anknytning till ett problem går emellertid inte att ta reda på och utelämnas sådana uppgifter så leder det förmodligen till att studenterna antar att storheten kan försummas. Vi kan också göra kontextrika problem så att studenterna ägnar mycket tid åt att fundera över problem som inte egentligen har med fysik att göra. Om det är bra eller dåligt beror på vad vi vill med just den problemlösningen.

Här nedan finns två problem där eleverna/studenterna måste tänka ut hur det hela ska gå till i detalj. Det första problemet handlar om att hoppa långt med en skoter. Det här problemet har norrländska studenter fått i uppgift att lösa. De flesta av dem har erfarenhet av skoterkörning och har också någon gång sett skotertävlingar (där det hoppas mycket), vilket betyder att de har aktuell bakgrundserfarenhet.

Skoterhopp

Du arbetar som stuntkoordinator och ansvarar bland annat för att planera de stunttrick som skall genomföras i filmen Snövildarna från Piteå. Tanken är att du skall ersätta filmens hjälte, Ronny Eriksson, och hoppa över Piteälven på en plats där älven är cirka 14 meter bred och där avståndet ned till älvfåran är ungefär 5 meter. Du börjar direkt fundera på hur detta skall genomföras. Kommer du och ditt team att klara hoppet?

Hur det ser ut mer exakt där skoterhoppet ska äga rum är inte beskrivet i problemet. Gymnasisterna som löste detta problem kom snabbt fram till att de behövde bygga en ramp för att det skulle vara möjligt att klara hoppet.

I nästa problem sitter ett par studenter på en restaurang med varsin drink och undrar över hur många isbitar som behövs för att kyla drinken till lämplig temperatur.

Drinken

Du sitter med en kamrat på restaurang Gondolen i Stockholm. Ni har just beställt in en drink före maten. Medan ni dricker drinken och tittar ut över Stockholms ström filosoferar din kamrat: ”Du som är fysiker, kan du tala om för mig hur många isbitar som behövdes för att kyla den här drinken till lämplig temperatur?”

I detta problem finns inga siffror givna. Studenterna får själva lov att bestämma vad en lämplig temperatur är, hur varm drinken var från början, hur mycket vätska drinken kan tänkas innehålla, om isbitarna ska smälta ner helt och hållet innan den lämpliga temperaturen uppnås eller inte och om energiutbytet med omgivningen kan försummas. Viktig bakgrundserfarenhet för detta problem kan tänkas vara en vana att dricka drinkar. Det är dock enkelt att göra om problemet till att handla om en kyld läsk och därmed göra problemet anpassat även till gymnasienivå.

Nedan finns ett trevligt problem med tillämpning av Arkimedes princip. Man kan emellertid fundera över varför en storhet är noggrant angiven, en annan ungefärligt och en tredje inte alls finns med.

Nyckeln

Du knyter fast en träbit i kedjan till din nyckel för att den inte ska sjunka om du tappar den i vattnet när du jobbar på en liten båt under sommaren. När din kompis som läser på Chalmers ser det gapskrattar han och säger, att den där träbiten kan väl inte räcka till för att få nyckeln att flyta. Eftersom din nyckel väger 36 g och träskivans volym är ungefär en halv kaffekopp och du läser flygfysik på Mälardalens högskola, så utmanar du honom: ”Jag hämtar den om den sjunker, men du hämtar den om den flyter?” Ni släpper nyckeln – kedja - träkloss över relingen – och vad händer? Vem får rätt?

Nyckelns vikt finns noggrant angiven och träbitens storlek finns angiven som en halv kaffekopp, vilket väl är en något udda volymangivelse eftersom kaffekoppar kan ha mycket olika storlekar, från espresso till kaffe latte. Kedjans vikt är inte angiven. Då nyckelns vikt anges men inte kedjans, så uppfattar studenterna lätt att kedjans vikt kan försummas. Nu kanske problemkonstruktören tycker att

studenterna behöver lära sig, att det inte är självklart att man kan försumma något bara därför att det inte finns givet. Det är en god tanke, men i så fall bör inga vikter anges.

De kontextrika problemen som används vid gruppdiskussioner bör anpassas till det avsnitt som undervisningen handlar om. Det är viktigt att vara medveten om att anknytningen till verkligheten kan flytta fokus i problemlösningen från fysikbegrepp till andra aspekter av problemet. I ett optikproblem skulle studenterna uppskatta hur stora bokstäver de behövde ha på en OH-bild för att texten skulle synas bra i en given sal. Problemtexten ges nedan. Diskussionen i grupperna handlade i stor utsträckning om hur stora bokstäverna måste vara för att vi skulle se dem bra och inte om själva fysiken. Hur stora bokstäverna ska vara för att vi ska se dem är en viktig del i den verkliga problemlösningen och det är väsentligt att ta reda på detta. För att bli duktig i optikkursen är det kanske däremot inte så viktigt att veta detta. Här gäller det då att vid problemformuleringen fundera över vilka kunskaper vi värdesätter.

Hur stora ska bokstäverna vara?

Det är en stor ära för dig att ha blivit inbjuden till svenska vetenskapsakademin för att hålla en föreläsning om dina forskningsresultat. Du vill naturligtvis göra ett gott intryck och ägnar mycket tid åt förberedelser. Innan du skriver dina transparanger för OH tar du reda på hur lokalen ser ut så att du kan bedöma hur stor text du ska skriva för att alla ska kunna läsa den bra. Du ringer ner till Stockholm och får tag på en vaktmästare som berättar att lokalen är 20 m lång och 10 m bred. OH-bilderna projiceras direkt på den övre halvan av kortväggen som är 8 m hög. OH-projektorn kan inte placeras längre från kortväggen än 4 m eftersom bänkraderna börjar där. Du inser att du måste veta lite mer om OH-projektorn och efter lite övertalning letar vaktmästaren fram uppgifter. OH-apparaten har normalt utseende med en vridbar spegel som vinklar ljuset mot väggen. Enligt manualen finns det en fresnellins med 12 cm brännvidd och en bikonvex lins med brännvidden 35 cm. Hur stora bokstäver bör du skriva på dina OH-blad?

Problemet nedan handlar om glassbilens melodi. Det har getts på en kurs i vågrörelselära på universitetsnivå.

Glassbilens melodi

Du har lånat ut din bil till en av dina kompisar som ska bli lärare i engelska och musik. Han har varit med om något fashinerande som han berättar när han lämnar tillbaka bilen: ”Jag körde vägen mot Obbola som går förbi flygplatsen och då står glassbilen och spelar sin välkända melodi. Fast jag är döless på den så kunde jag inte låta bli att gnola med. Och nu kommer det märkliga. När jag kör om den så ändrades tonarten med ett halvt tonsteg. Jag tror att det var F-dur först men när jag hade passerat den så blev det E-dur, eller nåt liknande. Jag tyckte det var så festligt så jag vände bilen för att köra förbi glassbilen igen och kolla om jag hade hört rätt. Jag fick förstås vänta tills den började spela melodin igen och då skyndade jag mig att köra förbi den igen. Men nu kommer det allra märkligaste: Nu ändrades det med nästan ett helt tonsteg. Hur kan det komma sig? Du som har läst fysik borde väl kunna förklara det. Beror det på att jag hade motvind den andra gången? Jag tror att det blåste mot flygplatsen.”

Du kan naturligtvis förklara för honom varför han hörde det han hörde. Han blir väldigt intresserad och säger: ”Men då skulle det ju kunna förändras en hel ters eller kvart. Det vore ju fränt om man kunde transponera melodin en hel kvint neråt som de olika temainsatserna i en fuga, eller en kvart uppåt. Skulle jag inte kunna få låna bilen i morgon och testa? Jag har för mig att glassbilen brukar köra efter Vännäsvägen på onsdagar så då kunde jag åka dit och se om jag får till en fuga.”

Du tycker att det är jättekul med någon som är så intresserad av ditt favoritämne att du naturligtvis lovar att låna ut bilen. En stund efteråt börjar du dock fundera på om det var rätt av dig. Skulle du våga låna ut bilen till din kompis?

Problemet kräver bakgrundserfarenheter inom musikområdet eftersom det innehåller många musiktermer som kan kännas förvirrande för den som inte har så mycket musikerfarenhet. Vid en lektion före problemlösningen och i kursens läsanvisningar har tonskala behandlats och frekvensförändring för olika tonsteg har definierats. Det

behövs ingen ytterligare musikkunskap för att lösa uppgiften, men det kan vara svårt att sortera bort de musiktermer som inte är relevanta i texten. Studenter som kan lite musik brukar kunna guida sina kompisar så att de kan förstå vad problemet handlar om. När det saknas musikkunniga elever måste läraren gå in och hjälpa till att sortera fram den viktiga informationen i texten.

Problemet illustrerar att det finns flera möjliga tolkningar och att texten kan leda studenterna att fundera över vissa saker mer än andra. En halv tons sänkning i det ena fallet och en hel tons sänkning i det andra fallet kan bero på att föraren kört snabbare den andra gången, men det kan också förklaras med att glassbilen rör sig. Vindriktningen kan också tänkas påverka men det visar sig krävas väldigt stark vind för att det ska märkas. Texten leder studenterna till att fundera på vindhastighetens påverkan men endast hälften av grupperna brukar göra ett riktigt försök att ta med den i beräkningen. Texten försöker också inspirera till en diskussion om det går att få en frekvenshöjning genom att köra förbi glassbilen. Det är bara någon enstaka grupp som har diskuterat detta. Slutligen kan man även tänka sig en diskussion om melodin skulle kännas igen när frekvenserna förändras genom dopplereffekten. Någon sådan diskussion har aldrig förekommit och det skulle nog kräva en hel del vana att prata om musikskalor.

Det gäller att konstruera problem som engagerar studenterna, inte är för lätta så att de lika gärna kan lösas individuellt men inte heller för svåra. Det är olika svårt att göra bra kontextrika problem inom olika delområden av fysiken. Mekaniken är lätt. Där går det att hämta problemen från en känd, vardaglig omgivning och det är lätt att placera in studenten (”du”) i problemet i lämpliga sammanhang. Kvantfysiken är å andra sidan ett område som vimlar av för studenten icke-vardagliga sammanhang. Det går emellertid att göra problem som tar verklig, historisk utveckling som utgångspunkt. På det sättet blir sammanhanget verkligt och man frågar efter sådant som kan vara intressant att veta, men det är ändå lätt att problemen känns främmande och svåra för studenten. På nästa sida ger vi exempel på ett problem som tar sin utgångspunkt i en historisk verklighet.

På väg mot upptäckten av neutronen

Den tyske fysikern Walther Bothe och hans student H. Becker bombarderade beryllium med α-partiklar år 1928. De fann att det då utsändes en genomträngande strålning som de trodde var gamma-strålning.

1931 beslutade Irène och Frédéric Joliot-Curie att de skulle studera Bothes genomträngande strålning. De upptäckte att strålningen kunde slå ut protoner ur paraffin. Protonerna hade energier upp till 5,3 MeV. De tänkte sig att fotonerna spreds mot protonerna i paraffinet på motsvarande sätt som fotoner sprids mot elektroner i Compton-effekten.

En ung italiensk fysiker, Ettore Majorana, lär ska ha sagt när han såg Joliot-Curies artikel om deras upptäckt: ”Vilka dårar! De har hittat den neutrala protonen, men det har de inte observerat” (Segré 1980, s 184). Engelsmannen James Chadwick observerade också vad de franska fysikerna missat. Han upprepade experimenten 1932 och lät strålningen växelverka också med helium och kväve som innehåller lätta atomkärnor precis som paraffin. Chadwick antog att strålningen bestod av neutrala partiklar. Han bestämde maxhastigheten på protonerna som spriddes ur paraffinet till $3{,}3 \cdot 10^7$ m/s och hastigheten på de spridda kvävekärnorna till $4{,}7 \cdot 10^6$ m/s.

Du är i Paris 1931 och får då höra talas om Joliot-Curies observationer. Du undrar över hur stor energi dessa gamma-fotoner egentligen kan tänkas ha. Från Paris far du vidare till England och träffar där Chadwick som berättar om sitt experiment för dig. Hemma på hotellrummet sätter du dig och gör vissa beräkningar för att kunna avgöra vem som har rätt, paret Joliot-Curie eller Chadwick. Vilka har de starkaste argumenten för sin sak och vilken massa har Chadwicks neutrala partikel?

Goda råd vid konstruktion av kontextrika problem

- Börja med att utgå från något problem i läroboken och lägg till en kontext/berättelse runt det hela. Välj berättelsen så att den kan intressera dina elever. Tänk på att eleverna uppskattar verklighetsanknytningen även om den inte är så stor.

- Använd punkterna på sid 21 som en utgångspunkt vid din problemkonstruktion.

- Låt frågan i problemet vara öppen som t.ex. Är bägaren gjord av guld? Körde bilen för fort? Använd en öppen fråga istället för att be eleverna räkna ut t.ex. densiteten eller hastigheten. Ett enkelt sätt att få en fråga som stimulerar nyfikenheten är att till exempel säga: “Din kompis har räknat ut att det blir... Är det rätt?

- Använd fantasin, konstruera problem, prova dem och lär av dina misstag.

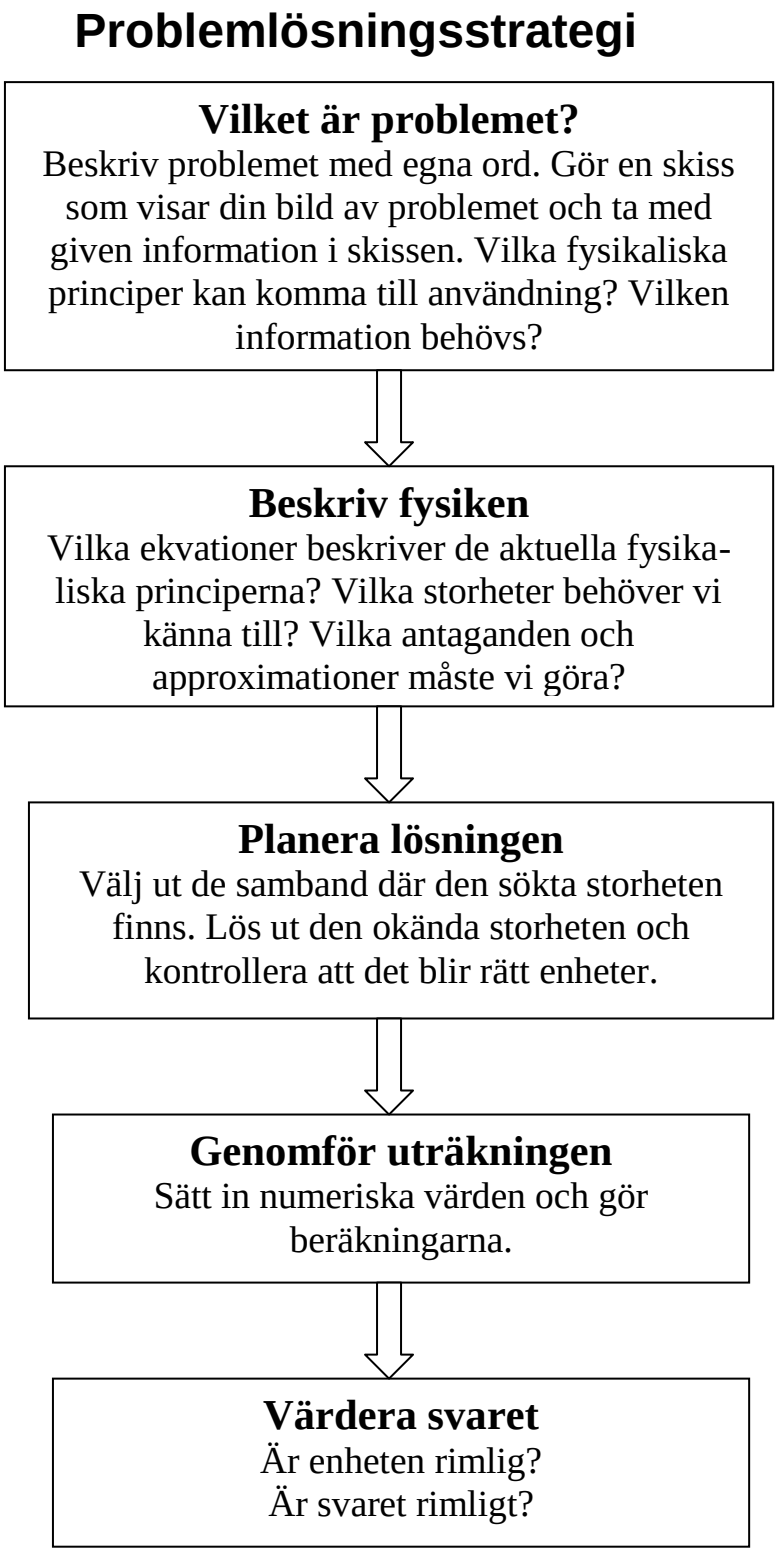
6 Problemlösningsstrategi

Det finns en hel del forskning som undersökt hur experter och nybörjare löser problem i fysik (Maloney 1994, Larkin et al 1980). Nybörjare startar ofta med att söka lösningen genom att söka rätt formel, manipulera ekvationer och sätta in siffror tills de får rätt svar. Experter å andra sidan börjar med att göra en kvalitativ analys av problemet och börjar först därefter att arbeta med ekvationerna. En viktig skillnad mellan experter och nybörjare är att experterna har en solid kunskapsgrund att bygga på medan dåliga problemlösare ofta har svårigheter med den kvalitativa analysen på grund av de dåliga bakgrundskunskaperna. Det har dock visats att om studenter får lära sig en problemlösningsstrategi där en kvalitativ analys av problemet ingår så blir de bättre på problemlösning. Det kan också finnas skillnader i hur problem löses beroende på om poängen huvudsakligen är att få fram lösningen på problemet eller om målet är att lära begrepp och principer i fysiken.

Huvuddragen i de problemlösningsstrategier som rekommenderas är alla ungefär lika. Heller et al. (1992) beskriver en problemlösnings-strategi i fem steg där det första steget handlar om att identifiera och visualisera problemet och identifiera vilken information som är relevant. I det andra steget gäller det att översätta problemet så att det kan uttryckas i fysikens begrepp och principer. I det tredje steget planeras lösningen och den fysikaliska beskrivningen översätts till ekvationer som beskriver den fysikaliska verkligheten. Först i steg fyra genomförs uträkningar och enheter kontrolleras. I steg fem gäller det att värdera rimligheten i svaret. Denna strategi beskrivs i figur 1.

Om studenterna får lära sig en problemlösningsstrategi så kan det hjälpa dem att bli bättre problemlösare, men problemlösningsstrategin löser inte alla problem. I det andra steget i strategin ska problemet översättas så att det kan uttryckas i fysikens begrepp och principer. För studenter som inte har fullständig och grundlig kunskap inom området kan detta steg många gånger kräva långa diskussioner och de kanske också behöver hjälp av läraren för att komma vidare. Problemlösningsstrategin är enligt vår erfarenhet inte till så stor hjälp i detta steg. Om studenterna får lära sig problemlösningsstrategin och får se lösningar där strategin tillämpas, så är emellertid chansen större att de inser betydelsen av att förstå och använda fysikaliska begrepp

och principer istället för att bara leta efter rätt formel, än om de inte får lära sig denna strategi. Vi har också funnit att om studenterna lär sig problemlösningsstrategin så blir de mycket bättre på att redovisa sina lösningar på ett utförligt sätt och de diskuterar rimligheten i svaren vilket de oftast inte gjorde tidigare.



Figur 1. Beskrivning av problemlösningsstrategin

7 Hur vi har använt gruppdiskussioner

Gruppdiskussioner kring kontextrika problem i Umeå

Sylvia Benckert
Sune Pettersson

Vid Umeå universitet införde vi gruppdiskussioner kring kontextrika problem på de fem första fysikkurserna i fysikerprogrammet och lärarprogrammet år 1999. Vi hade då sökt och fått medel för ett pedagogiskt utvecklingsprojekt, ”Samtal och sammanhang i förändrad fysikundervisning”. Målsättningen med projektet var dels att införa mer diskussioner i undervisningen och dels att i högre grad sätta in fysiken i sammanhang. För att ge tid åt gruppdiskussionerna reducerade vi tiden för föreläsningar och minskade antalet traditionella räkneövningar. I och med vårt utvecklingsprojekt så hade vi möjlighet att avsätta tid för de kursansvariga lärarna för att dels diskutera hur vi skulle konstruera kontextrika problem och dels tillsammans utveckla ett antal problem till kurserna. Vi hade från början regelbundna möten i projektlärargruppen där vi rapporterade våra erfarenheter av genomförd undervisning, diskuterade kursutvärderingar och hur vi skulle fortsätta. Dessa gemensamma diskussioner av undervisningen upplevdes som mycket stimulerande. Vi har sedan starten konstruerat ett antal kontextrika problem inom olika områden av fysiken och vi har lärt oss en del om vilka problem som fungerar bra och vilka som är mindre bra. Många av våra problem finns med i del II av denna bok.

Vid de flesta av våra gruppdiskussioner löser studenterna kontextrika problem men ibland får grupperna även mer kvalitativa uppgifter att diskutera. Vi har dock funnit att det i allmänhet är lättare att få engagerade diskussioner runt kontextrika problem.

Den teori som behövs för att lösa uppgifterna presenteras i allmänhet i en föreläsning 1-2 dagar före gruppdiskussionstillfället. På detta sätt ges studenterna möjlighet att hinna bilda sig en första uppfattning om vad teorierna innebär innan det är dags att tillämpa dem vid en gruppdiskussion. Det innebär att gruppdiskussionerna används för att fördjupa och befästa teorier och begrepp.

Läraren delar ut problemet när gruppdiskussionstillfället startar. Någon gång har studenter velat få ut problemen i förväg så de skulle

hinna fundera lite själva först. Vi vill inte införa en sådan ordning eftersom vi vill slå vakt om diskussionstillfället. Om studenterna har fått se problemet i förväg är det stor risk att någon student har en klar lösning som presenteras utan att det hinner komma så många frågor och funderingar från övriga gruppmedlemmar.

I den första fysikkursen i mekanik får studenterna redan första dagen ett diagnostiskt prov som behandlar kraftbegreppet och Newtons lagar (FCI-testet[2]). Det ger information om vilka fysikkunskaper i mekanik som studenterna har med sig från gymnasiet. Vi tar också upp de frågor från testet som många studenter svarar fel på vid ett gruppdiskussionstillfälle. På det sättet ingår testet i undervisningen och lärandet. Detta uppskattas av studenterna och det avdramatiserar testsituationen i och med att det blir klart att vi inte använder testet bara för att testa studenternas kunskaper utan för att hjälpa dem att lära sig bättre.

Till gruppdiskussionerna sätter vi samman grupper med tre studenter i varje och försöker bilda grupper med såväl studenter med goda resultat, medelgoda och inte så bra resultat. Vid vår första gruppindelning utgår vi från testresultaten. Vi undviker att sätta en kvinnlig student tillsammans med två manliga studenter. Vi bildar hellre rena tjej- och killgrupper. Går inte antalet studenter att dela med tre så bildar vi några grupper med fyra studenter. I början på varje ny kurs bildar vi nya grupper så att studenterna får möjlighet att samarbeta med många olika studenter. Lärarna på föregående kurser har nu lärt känna eleverna så att andra personliga egenskaper än provresultat och kön kan vägleda den nya gruppsammansättningen. Vi försöker också blanda studenter från olika utbildningsprogram i grupperna. Det har visat sig att när studenter med lite olika bakgrundskunskaper möts, så kan diskussionerna bli mycket fruktbara. Om alla elever inte är närvarande vid ett gruppdiskussionstillfälle kan nya grupper improviseras fram för detta tillfälle. Om två grupper tillfälligt bara består av två studenter vardera så slår vi samman dem till en 4-grupp.

Inför den första gruppdiskussionen berättar vi att vi tror att man kan lära sig mycket genom att diskutera fysik i grupperna. Vi betonar att det är viktigt att se till att alla deltar i diskussionen och att allas idéer och förslag är värdefulla och bör tas upp till diskussion. Vi

[2] Halloun, & Hestenes, (1985)

betonar också att det är viktigt att gruppen ser till att alla förstår och är med på den lösning som gruppen tar fram. Vid de första gruppdiskussionerna fördelar vi grupproller i grupperna. Lagledare/ordförande, nedtecknare/sekreterare och skeptiker/kritisk röst utses slumpvis t.ex. genom att den som är född först på året, bor närmast skolan eller något liknande blir lagledare, den som är född näst först eller bor näst längst bort blir nedtecknare osv. Vi betonar speciellt vikten av att det finns skeptiker eller kritiska röster i grupperna, så att alla frågor som finns tas upp. Efter de första diskussionstillfällena lämnar vi fritt för studenterna att följa eller inte följa grupprollerna. Studenterna brukar inte följa dem strikt, men de fyller för det första funktionen att studenterna måste börja med att lära känna varandra lite genom att t.ex. kolla när på året de har födelsedag. För det andra så är det nyttigt att skeptikerrollen, dvs. möjligheten att ställa alla frågor, betonas.

Studenterna sitter i den ordinarie lektionssalen och ibland i närliggande utrymmen, men vi bokar inga särskilda grupprum för dessa diskussioner. Vi försöker se till att studenterna i en grupp kan sitta runt ett bord för att ha bra ögonkontakt. Varje grupp får en liten whiteboardtavla (60 x 45 cm) att skriva på. Där kan alla i gruppen rita figurer och ekvationer som de vill lyfta fram under diskussionen och nästan alla grupper brukar utnyttja tavlan.

Vid varje diskussionstillfälle har studenterna en och en halv till två timmar på sig för att lösa ett eller två kontextrika problem. När vi började med denna undervisningsmetod hände det ofta att vi förväntade oss att studenterna skulle hinna lösa flera problem, men vi lärde oss snart att om det ska bli bra och lärande diskussioner så behövs ordentligt med tid. Det är bättre att lösa få problem ordentligt, än att hinna med många problem. Det är viktigt att få möjlighet att diskutera vad olika begrepp egentligen står för, approximationers giltighet och rimligheten i svaret. Studenterna kan under gruppdiskussionerna använda tabeller, läroböcker och sina egna anteckningar om de behöver. Läraren är närvarande vid gruppdiskussionerna och går runt bland grupperna, lyssnar, kommenterar och diskuterar med studenterna. Läraren ska emellertid inte lägga sig i för mycket, studenterna kan för det mesta lösa sina problem själva.

Vi försöker följa upp varje diskussion och vi har provat flera olika sätt. Om det är få grupper kan läraren hinna diskutera igenom

problemet enskilt med varje grupp. I andra fall kan vi ägna de sista 10-15 minuterna åt ett samtal kring dagens uppgift. Vissa gånger har läraren bett någon grupp visa sin lösning på tavlan. Det blir ofta någon av de snabbare grupperna som får skriva upp sin lösning i väntan på att de andra ska bli klara. Gruppen får muntligt beskriva sin lösning och de andra grupperna och läraren kan därefter ge kommentarer och förslag på alternativa lösningssätt. I praktiken tar gruppdiskussionerna oftast längre tid än beräknat och uppföljningen får genomföras vid nästa undervisningstillfälle. I början av mekanikkursen har vi även haft en utvärdering av gruppsamarbetet.

Vid några tillfällen under varje kurs får gruppen lämna in en gemensam skriftlig lösning på problemet. Den rättas och kommenteras både med avseende på fysikinnehåll och på hur lösningen presenteras. Gruppen får tillbaka sin lösning med kommentarer och kan nästa gång göra mer välmotiverade lösningar. Studenterna uppmanas att utgå från problemlösningsstrategin då de presenterar lösningarna. I början av mekanikkursen går vi igenom den problemlösningsstrategi som presenterades i kapitel 6 och vi löser några problem utförligt med hjälp av den. Användningen av problemlösningsstrategin har lett till att våra studenter blivit mycket bättre på att presentera välmotiverade lösningar även på tentamensskrivningarna. Om en student har varit frånvarande vid ett gruppdiskussionstillfälle med skriftlig redovisning måste studenten lämna in en egen lösning till problemet.

Enligt våra erfarenheter så är gruppdiskussioner runt kontextrika problem bra inlärningstillfällen (Benckert & Pettersson, 2008). De kontextrika problemen är sådana att studenterna blir intresserade av att lösa dem. Det blir oftast bra diskussioner om fysik och fysikbegrepp och det finns tillfälle att diskutera antaganden, approximationer och svarens rimlighet. Vi lärare får också en bra möjlighet att lära oss vilka svårigheter studenterna har med fysiken och vi kan utgå från denna kunskap då vi planerar undervisningen. Det är roligt att konstruera kontextrika problem och det är relativt enkelt att införa gruppdiskussioner runt sådana problem. De flesta av våra studenter tycker att gruppdiskussionerna fungerar bra. Det finns många positiva omdömen i stil med det följande. ”Gruppdiskussioner är jättebra. Man lär sig massor, dels genom att förklara för andra, dels genom att någon annan förklarar för mig”.

Gruppdiskussioner vid Mälardalens högskola

Margareta Enghag
Peter Gustafsson

Vid Mälardalens högskola har vi använt kontextrika problem i ett par högskoleingenjörsutbildningar (elektro och flyg) sedan 2002. En del av den lektionstid som traditionellt använts för räkneövningar i fysikkurserna i dessa program har istället använts för lösning av kontextrika problem i grupp. I fysikkursen för blivande flygteknik-ingenjörer, som ska ge fysikaliska kunskaper för studier inom ämnesområdet flygteknik, har studenterna haft två laborationer, tre pass med problemlösning av kontextrika problem, samt ett pass med seminarium kring frågor relaterade mot flygteknikfysik som ett särskilt examinationsmoment. Ett andra moment examinerades genom tentamensfrågor av traditionell typ i formen av ”duggor”, alternativt en avslutande tentamen.

Gruppindelning för de kontextrika problemen har gjorts enligt tidigare prestationer i utbildningsprogrammet (tagna poäng och/eller betyg på matematikkurser) och grupper har haft en svag, en mittemellan och en stark student. Vi har inte använt roller som till-delats studenterna. Gruppernas arbete ser olika ut. Ibland har det varit något stor spännvidd i kompetens och en duktig student har presterat det mesta av lösningen på egen hand. Det blir då en trist och uppgiven stämning i gruppen. I andra grupper, vilket vi upplevt som det vanligaste, har grupperna varit mer homogena i kompetens och på ett kommunikativt och jämbördigt sätt tagit fram en lösning på problemen. Vi kan här följa de sonderande samtal som studenterna involveras i – samtalet pendlar mellan de olika faserna, att någon initierar en fråga, någon fortsätter med en utvidgning av frågan och frågan besvaras eller kommenteras, precis som Barnes och Todd beskrivit.

Vi delade ut problemlösningsstrategi på ett papper och gick muntligt igenom de olika stegen vid första tillfället. Ingen explicit uppföljning har gjorts av att strategin användes vid arbetet med kontextrika problem. Vid grupparbetena har vi emellanåt sett att den utdelade strategin har funnits med bland studenternas papper. De har således varit medvetna om den.

Vid ett kurstillfälle producerade vi flera kontextrika problem till varje gruppdiskussionstillfälle och studenterna fick välja de problem som gruppen ansåg bäst i någon aspekt. Detta visade sig vara uppskattat.

Uppföljning av problemlösningarna har gjorts genom muntlig presentation under passet då problemet har lösts. Oftast har det varit en eller två gruppmedlemmar som presenterat lösningen för läraren, som ibland ställt frågor kring vissa delar; hur de tänkt, resonerat, med mera. Om passet innehållit två kontextrika problem (flyg) är det vanligt att en eller två av medlemmarna redan börjat arbeta med det andra problemet då det första problemets lösning presenterades och alltså inte medverkat i denna presentation. Att ha två kontextrika problem att arbeta med vid ett pass, tre lektioner om totalt 135 minuter, har inte varit helt lyckat. Oftast har studenterna hunnit ett och ett halvt problem. Det sista problemet har således kommit att hänga i luften. Mer tid, eller hellre två timmar och ett problem vore bättre. Studenterna har även lämnat in en skriftlig redovisning. Även här har det ofta varit så att en student skrivit ned den efter den muntliga presentationen, medan de andra startade lösningen av problem två.

Vi har intervjuat 12 studenter efter den fysikkurs som gick vårterminen 2005. Dessa berättar om sin syn på fysikämnet och på grupparbetet. När vi ber studenterna beskriva fysikundervisning tar de gärna upp laborativ verksamhet som viktig för att få erfarenheter att relatera till vilket gör det lättare att komma ihåg, och som ett sätt att få vara aktiv så att man håller sig koncentrerad. De påtalar också hur viktigt det är att läraren relaterar till verkligheten och inte bara pratar bokstäver och siffror, utan säger ström och inte I som exempel. Vi har också frågat studenterna vad de tycker om grupparbete. Studenterna säger att det är bra att kunna samtala och ta del av vad andra kan. Oftast kan gruppen prestera mer tillsammans än vad de klarar en och en. Det värdefulla är att kunna ”spåna” och bolla idéer fram och tillbaka. De diskuterar också hur man kan utvecklas i att grupparbeta. Negativt är att var och en gör sin del som man sedan sätter samman till ett arbete, då blir kvaliteten beroende på vilka som ingår i gruppen. Det är bättre att kunna diskutera och komma fram till en gemensam lösning. Studenterna påtalar också att gruppsammansättningen är viktig, oftast blir det bättre grupper om man får arbeta flera gånger tillsammans. Ibland blir det inte så bra, man kanske helt enkelt inte

gillar någon i gruppen, men man lär sig att hantera även sådana situationer. Studenterna anser att det är lättast om man kommer i en bra grupp, eller att alla är lika. Det blir tungt om gruppen är dålig och man ensam känner ansvarat för att något ska kunna presteras. Det finns fördelar med att läraren sätter ihop gruppen, då får man lära känna nya människor med nya sätt att se på lösningar, men det är bekvämt att få jobba kvar i en fungerande grupp förstås.

På frågan om man kommer ihåg höstens uppgifter i passen med kontextrika problem kommer samtliga studenter ihåg uppgifterna ganska detaljerat. Gruppdiskussionerna ägde rum under våren 2005 och intervjuerna gjordes i januari 2006. Detta ser vi som ett gott betyg på att de varit intresseskapande och givande för studenterna. Studenterna påtalar att det var bra att de fick flera uppgifter att välja på, så att de kunde välja den de tyckte var enklast till att börja med och att de också kunde ta intressanta före ointressanta.

Det finns många andra intressanta kommentarer från studenterna. En är hur viktigt det är med tiden. En student berättar att hon tycker att det är mycket viktigt att läraren hinner med var och en av sina elever och att det är viktigt att man får svar på sina spontana frågor, som dyker upp när man arbetar med fysiken.

Våra studenter uppskattade att arbeta med kontextrika problem i grupp. Gruppdiskussionerna gav möjlighet för studenterna att tillsammans hitta vägar för problemlösningen och de kunde lära av varandra och till och med undervisa varandra. (Enghag, Gustafsson & Jonsson, 2007) Många intressanta frågor, som vi inte förmådde ta tag i under undervisningssituationen utan upptäckte först när vi studerade filminspelningarna, väcktes. Vi såg att vi underskattat svårigheterna som studenterna hade med att hantera mer komplexa problem. De hakade ofta upp sig på matematisk problemlösning och hade behövt mer tid för att klura ut och hjälpa varandra. De ställde ibland mycket intressanta följdfrågor som de inte fick någon chans att fördjupa sig vidare i. Ett exempel är en grupp med problemet Drinken. De diskuterade om vattnets värmekapacitivitet möjligtvis kunde vara temperaturberoende. Denna intressanta fråga, släppte de genom att helt enkelt välja den temperatur som hade ett c-värde givet i ett löst exempel i boken. En annan fråga var hur isbitar smälte jämfört med krossad is. Ofta när läraren kom in i gruppen, kom vi in med kommentarer som egentligen inte berörde vad studenterna diskuterat,

vi tog en viss lösningsgång för given och relaterade till den istället för att lyssna in vad de egentligen diskuterade. Detta var kanske också en effekt av en viss tidspress, men vi enades om att vi måste lyssna bättre och ge betydligt mer kvalificerad återkoppling på studenternas presentationer än vi förmådde vid dessa tillfällen.

Kontextrika problem på Balderskolan

Ove Johansson

På Balderskolan har jag jobbat med kontextrika problem sedan år 2000, även en kollega till mig har använt sig av denna metod. Här nedan följer en kort sammanställning av hur jag använt mig av problemen och vilka slutsatser jag tycker mig kunna dra.

Ett problemlösningstillfälle innehåller mellan fem till åtta uppgifter beroende på dess omfattning. Här kan det också vara så att det är ganska ”enkla”, korta uppgifter t.ex. bara ett begrepp som jag vill att eleverna ska diskutera. Elever som jag ansett vara duktiga (MVG) har när de ställts inför en till synes enkel uppgift som ”Vad står begreppet … för ?”, kommit fram efter gruppdiskussionerna och sagt: ”Nu fattar jag …”.

Med utgångspunkt från det vi tidigare i boken skrivit om gruppers sammansättning så har vi på Balderskolan satt ihop grupperna utifrån tidigare provresultat. Vi har delat in eleverna i grupper med en från översta tredjedelen, en från mittersta och en från lägsta tredjedelen av klassen. Jag har inte följt detta slaviskt, utan även funderat på hur jag tror grupperna kommer att fungera. Lär man känna sina studerande så kommer det att bli enklare att sätta ihop bra fungerande grupper. Jag försöker ändå alltid utgå från de olika tredjedelarna. Jag och min kollega här på skolan har sett vinsterna både för de svaga och de starka eleverna. Elever som är duktiga (men som ändå lider av dåligt självförtroende, ofta tjejer) har stärkts genom arbete i dessa grupper och svagare elever har fått ny kunskap.

När jag och min kollega undersökte hur eleverna tycker att grupperna skall vara sammansatta, kunde vi till vår glädje se att även eleverna tyckte att grupperna skulle vara sammansatta på detta vis. En elev (flicka) säger:

– Jag gillar ... alltså jag tycker inte att det ska vara bestämt att dom här alltid måste vara med varandra för att de är på samma nivå. Jag tycker att man ska kunna vara med folk och sporra ... få en att vilja tänka framåt, eller komma in och jämföra med personer på andra ”nivåer”. Ehh ... jag tycker att det är bra att man får blanda, jag tycker att man kan blanda hel vilt. Det blir bäst då.

En annan elev (pojke) formulerar sig så här:

– ... för att det ska fungera så bra som möjligt!? Ska det väl vara folk som man ... eller så kanske egentligen inte folk som man kommer överens med, så att man får diskutera och förklara. Det kan ju vara bra att man har någon som inte riktigt fattar eller om man inte fattar själv, så har man någon som kan lite mer så man kan förklara för varandra. ... så man har lite ojämna, det är inte så negativt att man inte kommer överens för att då får man ju diskutera också.

Vid University of Minnesota undersökte de, som vi tidigare nämnt, vilka effekterna av gruppdiskussioner blev på problemlösningsförmågan hos studenterna. De fann att problemen löstes bättre (bättre lösningar) genom samarbete än genom individuellt arbete, och att metoden stärkte problemlösningsförmågan hos alla studenter oavsett vilken nivå de låg på (Heller et al., 1992). Detta är också något som jag tycker mig märka och som även går att se på följande svar av en elev (pojke), när jag ställde frågan: ”Vad tycker du är positivt med gruppdiskussioner?”:

– Ja, det är väl att man gör lite klurigare uppgifter och sen dom som man ... det blir som att man frågar bänkkamraten man jobbar med, man hjälps ju åt ... det är ofta så att det är de lite svårare uppgifterna på gruppdiskussionerna som är bra för då lär man sig, de brukar ofta vara rätt kluriga.
Det är säkert bra att man får jobba med lite nytt folk ... för det blir väl annars lätt så att om man jobbar med den som man sitter med hela tiden så kan man samma grejer, så då kan man lära sig nya saker.

En annan vinst med att arbeta i smågrupper är att eleverna lär känna varandra bättre och att de lär sig att samarbeta med flera olika människor, något som de måste kunna oavsett vilket arbete de väljer. Jag tror också att arbetssättet skapar en känsla av gemenskap, att de arbetar tillsammans och hjälper varandra för att förstå fysiken bättre.

Vissa grupper använder de roller som vi tidigare nämnt i boken (ledare, sekreterare samt skeptiker) och andra inte. Övergripande är ju att gruppen samarbetar och hjälper varandra, därför trycker jag mycket på just det. Rollerna får användas i grupper där man märker att det kanske inte samarbetas så mycket. Om man vet att vissa elever inte är så sugna på att samarbeta, kan det vara bra att sätta en stark sympatisk ledare i den gruppen så att även de lär sig grupparbetets fördelar.

Jag har använt kontextrika problem någon gång under veckan innan prov. Då har eleverna koll på de flesta begrepp och får en bra möjlighet att knyta ihop sina kunskaper med de kontextrika problemen. Eleverna brukar också komma och fråga: ”Visst ska vi ha sådana där uppgifter i grupp snart?”, när det närmar sig prov. Eleverna uttalade att det är då allt liksom faller på plats, att de har pusselbitarna men att dessa då läggs på rätt ställe. Kan även berätta att jag en gång inte hunnit gör uppgifter på ett område och då blev det stor besvikelse i hela klassen.

Det är många elever som verkligen måste ges chansen att få bearbeta sina kunskaper genom att diskutera, ifrågasätta och tillämpa begrepp (lägga ”pusslet”). Att i små grupper få pröva sina idéer och tillsammans med sina kamrater prata om det man är osäker på. Jag vill här trycka på att det är här jag tror att gruppdiskussioner runt kontextrika problem, utformade på rätt sätt, kan leda till en djupare förståelse.

En annan erfarenhet som jag fått är att det har stor betydelse hur problemet är formulerat. Jag har tydligt sett att flertalet elever ”triggas” av hur frågan är ställd. Istället för att fråga ”Hur fort måste du gå?”, så kan man fråga: Hinner du? Detta leder till att de kan lösa uppgiften på flera sätt. En del antar hastighet och räknar ut tiden, medan de andra räknar ut hastigheten för att hinna och värderar sitt svar. Detta gör också att det blir olika angreppssätt på problemet och uppgiften löses på olika sätt. Någon börjar bakifrån och antar ett svar och ser vad det ger för följder och andra räknar fram ett svar och reflekterar över det. Man lär sig alltså av varandra och får se de olika problemlösningsstrategier som kompisarna har.

Jag ser ytterligare en vinst med denna typ av problem, men innan jag går in på den ska jag citera en text av Leo Buscaglia ur Leva, älska, lära (2004) för att belysa min tes, han skriver:

Vi satt där med knäppta händer och kritorna framför oss, väntade och tyckte att det var verkligt spännande. Det skulle bli teckning. Snart kom den stackars härjade damen inrusande därför att hon varit i fjorton andra klassrum den dagen och undervisat i teckning.. Hon rusade in med hatten på sned, flåsade och sa: ”God morgon pojkar och flickor. Idag ska vi rita ett träd!”
Alla ungar sa: ”Toppen vi ska rita ett träd!”
Sedan klev hon upp med en stor grön krita och ritade en stor grön historia. Därefter satte hon en brun sak i botten på den och några grässtrån bredvid. Så sa hon: ”Där har vi trädet.”
Alla ungarna tittade på det och sa: ”Det där är inget träd det är en slickepinne.”
Men hon sa att det var ett träd och sedan delade hon ut papperen och sa: ”Nu ska ni rita ett träd.”
Hon sa faktiskt inte: ”Rita ett träd”, utan” Rita mitt träd.” Ju förr man upptäckte att det var det hon menade och kunde rita av och ge henne, desto fortare fick man femma. (Sid 33-34)

Ett stycke senare fortsätter han:

Hur lång tid tar det innan man inser att vad man egentligen säger är: ”För att bli godkänd vill jag att du ska rita av mitt träd.” Och så fortsätter det från första klass i småskolan ända upp i universitetet. Jag leder seminarier på universitet och högskolor. Det är häpnadsväckande hur bra människor lärt sig att apa efter när de väl har kommit så långt. Tänka? Var inte löjlig. De kan ge en fakta, ord för ord, precis som de har fått det från oss. Och man kan inte anklaga studenterna därför att det är vad de fått lära sig. Man säger till dem: ”Var kreativa!”
Då blir de rädda. ”Han menar väl inte riktigt vad han säger, eller hur?” (Sid 34)

Det är här jag kan se ytterligare en vinst med kontextrika problem. I skolan har det handlat mycket om att knäcka ”koden” för en specifik lärare: ”Vad vill läraren att jag ska säga?”. Med dessa uppgifter som ibland saknar tillräckligt med fakta, där de måste uppskatta något och där vi inte frågar efter specifika siffror utan de får själva välja vilken väg de ska gå … det tycker jag faktiskt har lett till att mina elever har börjat tänka på vad de sysslar med. Eller som en elev uttryckte det:

– Jag vet inte ... öh, det är väl kanske då som jag blir tvingad att tänka mer, för då måste man motivera varför man gör det man gör.

Oftast är det att man minns hur formlerna var när uppgiften var ställd på det sättet och man stoppar in ... när det är så här så måste man motivera och då blir man som tvingad att tänka mer.

Gruppdiskussioner runt kontextrika problem är något som jag tycker ger eleverna en djupare förståelse, och ökar eller bibehåller intresset (minst lika viktigt) för fysik. Jag tycker mig också kunna säga att även om boken är välstrukturerad och läraren haft en bra genomgång, så har det inte med säkerhet lett till en djupare förståelse. Eleverna måste ges chansen att bearbeta ämnet genom att diskutera, ifrågasätta och tillämpa begrepp samt att i små grupper få pröva sina idéer och tillsammans med sina kamrater prata om det man är osäker på. Jag vill avsluta med att poängtera att jag tror att en varierad undervisning är det bästa för eleven, där lärarledda genomgångar fyller en viktig funktion. Men som ett starkt komplement tycker jag mig se att gruppdiskussioner kan knyta ihop, befästa kunskaperna och ge eleverna en djupare förståelse.

Hur kontextrika problem introducerades för eleverna i Piteå

Robert Norman

Vid Grans Naturbruksskola i Öjebyn har jag jobbat med kontextrika problem sedan läsåret 2002/2003. Arbetet med denna typ av uppgifter påbörjades i samband med att jag blev tillfrågad att delta i ett fysikdidaktiskt projekt. Efter ett antal år som verksam fysiklärare känns det lockande att hitta nya vägar för att öka elevernas intresse och lärande i fysik. Genom grupparbeten med intresseväckande, kontextrika problem ges eleverna möjlighet till fördjupad diskussion, bearbetning och förståelse för fysikaliska begrepp. Här nedan kommer en beskrivning av hur jag introducerade kontextrika problem på gymnasiet i Öjebyn.

Inför att eleverna skulle få möta utmaningen med kontextrika problem tog jag, som deras fysiklärare, först en lektion till att tala allmänt om strategier för hur man generellt kan lösa problem av olika slag. Givetvis hade jag och eleverna talat om problemlösning tidigare, men det var tvunget att beskrivas ytterligare eftersom vi, inom fysik-projektet, ville ha samma ramar och förutsättningar vid arbetet med de

kontextrika problemen. Detta gjorde vi för att på ett säkrare sätt kunna utvärdera processen och resultaten av elevernas arbete.

Eleverna sätts samman i heterogena grupper om tre och tre. En elev i gruppen ges en ordföranderoll, en annan får till uppgift att vara sekreterare, den tredje och sista eleven blir gruppens skeptiker. Ordförandens ansvarsuppgift är att se till att alla inom gruppen är med på vad man gör, att arbetet går framåt och att man har koll på klockan samt att alla kommer till tals. Sekreteraren dokumenterar processen och tankarna i gruppen samt sammanställer det slutgiltiga lösningsförslaget. Skeptikern har till uppgift att på ett positivt sätt kritiskt granska och ifrågasätta givna förslag och hypoteser. Genom att tilldela och medvetandegöra eleverna om dessa tre olika roller får de en bättre möjlighet till demokratiskt arbete inom gruppen. Eleverna blir också mer benägna att samtala om och analysera den uppgift de tilldelats, så att de inte bara kastar sig över en eller flera formler för att så snabbt som möjligt utan nämnvärd reflektion lösa uppgiften och kanske inte heller tänka över svarets rimlighet. I de fall där antalet elever i klassen inte var en multipel av tre konstruerades någon eller några grupper med fyra elever. Inom projektet hade vi inte i förväg beslutat om en eventuell fjärde roll, så i de fall dessa dök upp valde jag att tilldela dem rollen som ytterligare skeptiker. Anledningen till detta var enkel eftersom man, enligt min mening, aldrig kan få för mycket av frågor som exempelvis; Vad menar du? Är det rimligt? Hur vet vi att det inte är så här istället? Kan problemet lösas på flera sätt?

Jag, som lärare, presenterade gruppsammansättningen för eleverna vid samma tillfälle som de skulle börja arbeta med kontextrika problem. Grupperna var i förväg sammansatta av mig med hänsyn taget till bland annat elevernas karaktärer, samarbetsförmåga och olika kunskapsnivå. Då grupperna samlats fick slumpen avgöra vilka roller eleverna skulle ha under arbetets gång. Ett gemensamt uppgiftsblad delades ut till varje grupp samt ett stort ark att klottra på och slutligen ett renskrivningsblad. Alla elever hade egna pennor, miniräknare, formelsamling och linjal. De satt positionerade kring det stora arket så att alla i gruppen kunde diskutera, känna delaktighet genom att skriva, räkna och studera processen i lösningsförslaget. Uppgiftsbladet, som delades ut till de olika grupperna, innehöll fem kontextrika problem av olika svårighetsgrad. Uppgifterna som presenterades valdes noga så att de skulle vara intressanta och av rimlig

svårighetsgrad för eleverna. Eleverna hade till uppgift att under 90 minuter välja ut ett eller två problem att lösa beroende på om tid fanns. Vi var två lärare (fy/ma) som gick runt och lyssnade till de olika gruppernas diskussioner utan att kommentera elevernas arbete, frånsett i några fall där grupperna helt fastnat på den uppgift de valt.

Efter elevernas arbetspass samtalade jag och min kollega om våra erfarenheter av de olika grupperna. Vi studerade exempelvis samarbetsförmåga och aktivitetsnivå i gruppen samt hur eleverna fullföljde sina roller och vilken/vilka strategier de använde för att lösa uppgiften. Vi analyserade även om vi sett några ”kriser” eftersom tanken var att grupperna skulle bibehållas till nästa tillfälle för att gynna trygghetskänsla med mera hos varje individ. Vi fann att grupperna generellt samarbetade bra och att aktivitetsnivån var hög. Det var glädjande att se att diskussionerna uteslutande handlade om fysik och att eleverna genom sina diskussioner och prövningar ställde många nya frågor som de troligtvis inte ställt om de enbart arbetat med traditionella uppgifter. I vissa fall mynnade detta ut i att eleverna själva skulle söka svar på nya frågor på egen hand. Eleverna var fokuserade på det kontextrika problemet och sade själva att det kändes roligt att arbeta med djurrelaterade fysikuppgifter då detta är ett stort intresse för många. Jag och min fysikkollega fann också att tysta elever kom till tals oftare i dessa små grupper än i helklass. Eleverna tog mestadels också sina roller på allvar och i flera grupper var det skeptikerns många frågor som ledde till att alla gruppmedlemmar verkligen förstod den valda uppgiften på ett kvalitativt sätt. Språkbruk och begrepp måste vara utredda och samstämmiga för att eleverna ska kunna gå framåt i sin problemlösning. Detta innebär att eleverna verkligen talar mycket fysik inom gruppen samt att de genom en bred, kontextrik uppgift blir mer kreativa då de vågar pröva sina egna idéer och tankar och att det inte nödvändigtvis är ett enda exakt svar som är det rätta.

Med dessa positiva erfarenheter har arbetet med kontextrika problem numer blivit ett naturligt inslag i min fysikundervisning. Ofta använder jag mig av kontextrika problem som ett verktyg för att exempelvis sy ihop olika moment eller för att nå djupare förståelse för begrepp inom ett visst moment. Uppgifterna tar givetvis lite mer tid att genomföra och följa upp än traditionella uppgifter, vilket innebär att man får prioritera. Min erfarenhet är dock att arbetet med kontextrika

problem är väl värt sin tid och att det ger en ytterligare möjlighet till didaktisk variation på fysikundervisningen.

Referenser

Barnes, D., & Todd, F. (1977). *Communication and learning in small groups*. London: Routledge & Kegan Paul.

Barnes, D., & Todd, F. (1995). *Communication and Learning Revisited : Making Meaning Through Talk*. Portsmouth, NH: Boynton/Cook Publishing.

Benckert, S., Pettersson, S., Aasa, S., Johansson, O. & Norman, R. (2005). Gruppdiskussioner runt kontextrika problem i fysik – Hur ska problemen utformas? *Nordina*, 1(2), 36-50.

Benckert, S. & Pettersson, S. (2008). Learning Physics in Small-Group Discussions – Three Examples. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 4(2), 121-134.

Buscaglia, L. (2004*). Leva, älska, lära*. Ystad: Litteraturhuset.

Cohen, E. G. (1994). Restructuring the Classroom: Conditions for Productive Small Groups. *Review of Educational Research*, 64(1), 1-35.

Enghag, M., Gustafsson, P. & Jonsson, G. (2007). From Everyday Life Experiences to Physics Understanding Occurring in Small Group Work with Context Rich Problems During Introductory Physics Work at University. *Research in Science Education*, 37(4), 449-467.

Halloun, I. A. & Hestenes, D. (1985). Common-sense concepts about motion. *American Journal of Physics,* 53, 1056–1065.

Heller P., Keith R. & Anderson S. (1992). Teaching problem solving through cooperative grouping. Part 1: Group versus individual problem solving. *American Journal of Physics*, 60 (7), 627-636.

Heller P. & Hollabaugh M (1992). Teaching problem solving through cooperative grouping. Part 2: Designing problems and structuring groups. *American Journal of Physics*, 60 (7), 637-644.

Johnson, D. W., Johnson, R. T. & Holubec, E. (1994). *The new circles of learning. Cooperation in the classroom and school*. Alexandria, Virginia: ASCD.

Larkin, J. H., McDermott, J., Simon, D. P. & Simon, H. A. (1980). Expert and novice performance in solving physics problems. *Science*, 208, 1335–1342.

Lemke, J. L. (1990). Talking Sience: Language, Learning and Values. Norwood, New Jersey: Ablex Publishing Corporation.

Maloney, D. P. (1994). Research on problem solving: Physics. In R. I. Gabel (ed.), *Handbook of research on science teaching and learning*. NewYork: Macmillan, 327–354.

Mercer, N. (2000). *Words and Minds: How we use language to think together*. London: Routledge.

Milner-Bolotin, M. (2001). The Effects of Topic Choice in Project-based Instruction on Undergraduate Physical Science Students' Interest. Ownership and Motivation. Austin: The University of Texas. Doctoral thesis.

Mortimer, E. F., & Scott, P. H. (2003). *Meaning Making in Secondary Science Classrooms* Buckingham, UK: Open University Press.

Rennie, L. & Parker L (1993) Assessment in physics: Further exploration of the implications of item context. *The Australian Science Teachers Journal*, 39 (4), 28-32.

Rennie L & Parker, L. (1996). Placing physics problems in real-life context: Students' reactions and performance. *The Australian Science Teachers Journal*, 42 (1), 55-59.

Sjøberg, S. (2005) *Naturvetenskap som allmänbildning – en kritisk ämnesdidaktik.* Lund: Studentlitteratur.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind and society: The development of higher mental processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

44 kontextrika problem i fysik

Här nedan följer exempel på kontextrika problem från olika områden av fysiken och från både gymnasienivå och grundläggande högskolenivå. Observera att det inte är någon ordning efter svårighetsgrad på problemen. Det finns ju inte heller någon skarp gräns mellan problem för gymnasienivå och högskolenivå.

Problem i mekanik

Gymnasienivå

1 På Nordiska scenografiskolan (Nordanå) håller eleverna på med sitt examensprojekt, en rymdfilm. Du har blivit förfrågad av dem att kontrollera om filmen är tekniskt korrekt. I en scen saboteras en astronauts säkerhetslina under en ”spacewalk”, så att hon ej längre har kontakt med rymdfärjan. Hon är 200 m från färjan och rör sig med den, dvs. hon rör sig ej i förhållande till färjan. Hon har 4 min luft kvar. För att ta sig tillbaka till färjan bestämmer hon sig för att ta lös sin 10-kg tunga verktygssats och kasta den med all sin styrka så den får hastigheten 8 m/s. *I manuset står det att hon överlever, kan det vara korrekt*? Hennes massa inklusive rymddräkt är 80 kg.

2 Du och en kompis tittar på Superbowl, din kompis undrar hur hög hastighet quarterbacken kastar bollen med. Ett av quarterbackens längsta kast är c:a 60 meter, och din kompis uppskattade tiden i luften till c:a 3 sek. Han säger att farten borde vara c:a 60/3 m/s = 20 m/s. Håller du med eller får du fram en annan utgångshastighet?

3 Du är formel-1 förare och du sitter och funderar på ditt nästa lopp där du ska starta i andra led, 15 m bakom din värste konkurrent. Du funderar på om det är någon mening att försöka passera redan på start rakan före den första kurvan. Du vet ganska väl vad era bilar kan prestera. Din bil brukar ha en konstant acceleration på 15,0 m/s^2 och har en toppfart på 350 km/h medan din motståndares bil har en konstant acceleration på 13,9 och har en toppfart på 360 km/h. Det är 300 m från första startled fram till första kurvan. Ska du försöka att köra förbi före första kurvan?

4 Din bästa kompis jobbar som simhopparinstruktör och är intresserade av hur hög hastighet hopparna har när de slår i vattnet efter det att de hoppat från högsta rampen. Din kompis låter en av de bästa hopparna hoppa. Hon rör sig genom luften med en konstant acceleration på 9,8 m/s^2. Senare i hoppet passerar hon tremeters svikten. Med ditt tillförlitliga stoppur bestämde du att det tog 0,20 sekunder för hopparen att nå vattnet från det att hon passerat tremeters svikten. Vilken hastighet hade hopparen när hon slog i vattnet?

5 Du får en fråga av en kompis som läst följande text i en populärvetenskaplig tidning under Veckans fråga:
- *Är det sant att man väger mindre på månen än på Jorden?*
- *Ja, på grund av att månens gravitation är mindre an jordens så kommer du om du väger 70 kg på jorden att väga ungefär 12 kg på månen.*

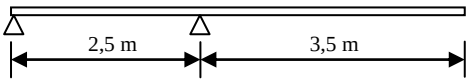
Stämmer detta?

6 Under sportlovet träffade du några kompisar på stan som diskuterade möjligheten att kasta en snöboll upp på Åhlénhusets tak (20m). Klarar du kastet?

7 Du är på Örjansbadet i Skelleftehamn och badar. När du går upp till 5 meters hoppet undrar du om det skulle göra mera ont att göra ett magplask från tre meters svikten som du lämnar med en hastighet av cirka 3 m/s eller från fem meters hoppet som du kliver av. Från vilken höjd vill du helst hoppa?

8 Här kommer en fråga som har förekommit på teoriprovet för körkort. En bil som kör med hastigheten 50 km/h glider med låsta bromsar 15 m. Kommer du om du kör samma bil (om det glider på samma underlag) att hinna stanna för ett stup om hastigheten är 150 km/h och du börjar bromsa 100 meter innan stupet?

9 Du har under sommaren haft ett sommarjobb på en badstrand i Medle (Hampen). Din arbetsgivare som vet att du studerar fysik vill veta hur stor vikt man kan ha om man ställer sig längst ut och vill att trampolinens fästande skruvar längst bak skall hålla med en säkerhetsfaktor på 5. Innan du börjar arbeta tar du reda på lite data, trampolinen väger 50 kg och massan är jämnt fördelad längs dess längd. Skruvarna (8 stycken) som håller fast trampolinen klarar en dragkraft på 775 N/styck. Din chef säger kaxigt att trampolinen klarar hans vältränade 100 kg kropp med den säkerheten. Har han rätt?



10 Du är ute på tur och kör ett hundspann med åtta hundar. Passagerarna i släden är ett par turister som är nygifta. Totala vikten för släden, turisterna och dig själv är 255 kg. Du uppskattar att friktionskoefficienten mellan släden och underlaget är 15 % av normalkraften. Ni håller konstant fart. Framför er finns en lång fjällsluttning som lutar 10° mot horisontalplanet. Hur många fler hundar behöver du spänna för hundsläden för att ni ska kunna ta er uppför sluttningen utan att varje hund behöver använda större kraft än vid färden på plan mark?

11 Du håller på att ta körkort och är på halkbanan med din körskolelärare. Två koner, en röd och en grön, är utplacerade på isbanan med ett visst avstånd mellan dem. Du accelererar upp din bil till 110 km/h och när du passerar den röda konen bromsar du maximalt så att rörelsen blir likformigt accelererad (retarderad). När du passerar den gröna konen uppmättes din hastighet till 65 km/h. Tiden mellan konerna uppmättes till 3 sekunder. Vilken är den största hastighet som du kan köra med din bil om du ska hinna bromsa till stillastående på samma sträcka?

12 Du ska äntligen transportera över dina bångstyriga får på sommarbete på en ö – semestern är nära! Till din hjälp har du en flotte som du har tillverkat av fyrkantstimmer. Flotten har måtten 3m×4m×0.3m. Du har även monterat ett fårstängsel runt flotten som väger 40 kg. Medelvikten för fåren är 45 kg. Hur många kan du ta med på flotten?

Högskolenivå

13 På ett nöjesfält finns en racerbana där de tävlande far i små vagnar nerför en bana som lutar 30° mot horisontalplanet. Varje vagn har fyra hjul och varje hjul har massan 20 kg och diametern 1m. Vagnens totala massa är 100 kg. Banans totala längd är 60 m.

Du besöker nöjesfältet med en liten pojke som väger 30 kg. Ni tävlar flera gånger på denna bana och du vinner hela tiden. Har du naturen på din sida och pojken naturen emot sig?

14 Du arbetar på en konsultfirma i vägbranschen. Ni håller just på att planera ett motorvägsbygge och du får i uppgift att beräkna hur doseringen av en avfart från motorvägen ska utformas. Krökningsradien på avfarten är 100 m och du ska konstruera vägen så att bilar som kör med en hastighet 80 km/h ska hålla sig kvar på vägen. Du räknar med att den statiska friktionskoefficienten är minst $\mu_s = 0{,}4$. Hur stor blir vägbanans lutning?

15 Du sommarjobbar på ett nöjesfält där de har en berg och dalbana. Chefen för nöjesfältet funderar på att bygga om berg och dalbanan så att den innehåller en loop. Han vet att du läser fysik och frågar dig om du kan räkna ut om det skulle vara möjligt. Om vagnarna kommer in i loopen med en fart på 20 m/s, hur stor radie bör loopen då ha för att vagnarna säkert ska fara runt i banan?

16 Du har en vän som är tunnelbyggare. Trots alla problem med tunneln genom Hallandsåsen funderar han på ännu djärvare tunnelbyggen. Borde man inte kunna bygga tunnlar genom jorden och utnyttja gravitationskraften för att accelerera och bromsa tågen? Han kommer till dig för att diskutera saken.

- *Vi tänker oss att vi bygger en tunnel från Stockholm till Kapstaden i en rät linje genom jorden mellan de två punkterna på jordytan*, säger han. *Vi tänker oss också att vi med god teknik kan minimera friktionsförlusterna. Vilken hastighet kommer tåget att ha mitt emellan start och mål och vilken hastighet har det vid framkomsten? Kan du vara bussig och räkna ut det åt mig!*

Sedan kan man naturligtvis fundera över hur djupt tunneln kommer att gå och i vilken form jordens innandöme är där.

17 Du har en kamrat som ska flytta till en ny lägenhet. Han tänker köra sin tvättmaskin på flaket till en lastbil. Tvättmaskinen väger 80 kg. ”Tvättmaskinen behöver inte surras fast”, säger din kompis. ”Jag ska köra försiktigt.” Du är orolig och funderar över hur det ska gå om din kompis blir tvungen att snabbt bromsa in. Hur lång måste bromssträckan för din kompis minst vara för att tvättmaskinen ska stå stilla om han kör med en hastighet på 50 km/h på plan mark och hur stor blir motsvarande bromssträcka om han måste bromsa då han kör i den kraftiga nedförsbacke som finns på väg till lägenheten. (Lutning 15°). Du uppskattar den statiska friktionskoefficienten mellan tvättmaskinen och flaket till 0,6 och den kinetiska till 0,4. Vilka råd ger du kompisen då du funderat igenom det hela?

18 Du kommer körande i en personbil (900 kg) österut. Du håller den gällande hastighetsgränsen 50 km/h. I en gatukorsning där du har grönt ljus kolliderar du med en mindre lastbil (1800 kg) som kör norrut mot rött ljus. De två fordonen fastnar ihop efter kollisionen och far iväg en bit i riktning 20° öster om norr. Körde lastbilen inte bara mot rött ljus utan också för fort?

19 Du har tänkt prova på ett ’bungy jump’ från en bro 40 m över vattenytan. Linan som binds runt dina fötter är i osträckt tillstånd 18 m och den har en fjäderkonstant på 200 N/m. Du vill gärna kontrollera om du kommer att doppa huvudet i vattnet eller inte, innan du vågar hoppa. Blir det något hopp?

20 Du har en god vän som driver en liten firma inom medicinsk teknik. Han är en god marknadsförare och säljare och tar fram sina produkter via konsulter. Nu har en av dessa tagit fram underlag för en automatisk injiceringsapparat. Denna apparat ska vid vissa klockslag injicera medicin in i en ven hos en sängbunden patient.

Din vän är lite undrande över den kraft som en motor ska applicera på sprutans kolv och vill ha din hjälp för att uppskatta en undre gräns för denna kraft, som kontroll av konsultens uppgift. Du ringer spruttillverkaren som berättar att kolven i sprutan har en diameter på 15 mm och att injiceringsnålens öppning (cirkulär) är 2,0 mm. Friktionen mellan kolv och sprutans cylindervägg är avpassad så den är precis så stor så den motverkar blodtrycket, via sprutan, på vensidan i blodomloppet

- *Men hur stort är det trycket då*, undrar du.
- *Det är 20% av det på artärsidan*, får du till svar.

När du lagt på inser du att du inte vet artärtryckets storlek. Tokigt att du inte frågade. Nå, du lägger dig på sängen för att ta dig en funderare, men kommer ingen vart. När du ställer dig upp, lite hastigt, märker du att det svartnar för ögonen. ”Blodtrycket är för lågt”, tänker du, och inser samtidigt att du kan uppskatta artärtrycket genom dina fysikkunskaper.

Problem i termodynamik

Gymnasienivå

21 Du och din hund är på en avkopplande semester i din familjs stuga. Ni har varit ute hela dagen och tränat i skogen. Din hund hoppade dock glatt ned i ett smutsigt kärr och behöver tvättas. I stugan finns det bara kallvatten som är cirka 8°C. Du hittar en gammal plåtbalja med passande form som rymmer cirka 80 liter vatten och en doppvärmare med effekten 2 kW. Efter hur lång tid kan du bada din smutsiga hund?

22 Du har ett akvarium med fiskar som du är väldigt rädd om, tre Kampfiskar och två Black Molly. Det är nu dags för dig att byta vatten i akvariet som rymmer 200 liter och flyttar därför fiskarna till ett förvaringskärl. Du tömmer akvariet och fyller på med kranvatten, som är 10°C. Du måste sedan värma vattnet i akvariet innan du släpper tillbaka fiskarna eftersom Kampfiskarna måste ha en temperatur på 25-30°C och Black Molly 26-28°C. Du värmer vattnet med en doppvärmare. Du vill emellertid också hinna ut och ta hand om hästen före middagen. Hur länge kan du vara ute och sköta hästen innan vattnet i akvariet blir för varmt?

På doppvärmaren finns effekten 2 kW angiven.

Högskolenivå

23 Du har bestämt dig för att göra om den svenske naturforskaren Carl Wilckes (1732-1796) försök från 1772 att smälta den nyfallna snön på en gårdsplan genom att hälla på kokhett vatten. Du vill beräkna hur många liter vatten du minst måste hälla på för en viss snötäckestjocklek och en viss area. Som en tumregel kan man räkna med att 1 cm snö motsvarar 1 mm nederbörd. Du vill beräkna den *minsta* mängd vatten som behövs, dvs. bortse från alla ”energiförluster”.

24 Du sommarjobbar på en turiststation med övernattningsmöjligheter. Ägaren har en idé om att anlägga en dusch med soluppvärmt duschvatten. Källvatten ska flöda genom en solfångare och värmas upp och sedan gå till duschen. Där ska det ha en ”anständig temperatur”, så folk känner det lockande att ta en dusch.

Du testar hur stor vattenåtgång som behövs genom att fylla en 10 liters hink med ”normalt duschflöde”. Det tar 30 sekunder. Du har även mätt upp temperaturen på källvattnet vid stationen och funnit att det är 7 grader. Din solfångare består av halvtumsrör (rörets invändiga diameter) i paraboliska solfångarsektioner, så all instrålad soleffekt, reflekteras mot röret. Dessa sektioner läggs bredvid varandra och vattnet rinner genom alla sektioner i serie. En besökare på anläggningen, som har erfarenheter av liknande byggen berättar att av instrålad solenergi, kan man räkna med att 70 % kan bli till värme i vattnet vid soliga fina dagar som ni ofta har där i trakten där turiststationen ligger.

Du tänker dig att placera solfångare på sovsalens tak och då använda hela takytan som vetter mot söder. Sovsalen har en golvyta på 20 m^2. Kommer anläggningen att fungera på ett tillfredställande sätt? Räcker takytan till?

25 Du har bestämt dig för att göra ditt livs resa, att fira nästkommande jul på toppen av Mount Everest i sällskap med din fästmö eller fästman. För att göra resan extra minnesvärd och för att fira julen, vill din partner att ni i bagaget ska ta med en okokt julskinka, som ni kan koka i de medhavda kokkärlen, när ni väl nått toppen. Som fysiker blir du emellertid fundersam – går detta? Du sätter dig ner och räknar för att komma fram till ett välmotiverat svar. Vad blir din kommentar till din partner?

Problem i optik och vågrörelselära

Gymnasienivå

26 Din hund verkar ha fått någon typ av kvalster. I uppslagsboken läser du att kvalster brukar vara omkring 0,5 mm stora. Du vill se hur de verkligen ser ut och du tänker därför låna en lins från skolan för att använda som förstoringsglas. Vilken brännvidd bör linsen ha som du tänker låna?

Högskolenivå

27 Du har blivit uttagen att delta i programmet Robinson och det är nu dags för en Robinson tävling. Tävlingen går ut på att skjuta prick med pilbåge på en röd tavla som ligger under vattnet en bit ut från stranden. Du får veta att tavlan är 20 cm i diameter. Du får inte gå ut i vattnet för att se efter var tavlan ligger men du kan se den från strandkanten. När du står närmast vattnet ser du att ljuset från tavlan bryter vattenytan ca 3m ut från stranden. När du backar iväg från vattenbrynet verkar tavlan komma närmare vattenytan och den punkt där ljuset från tavlan skär vattenytan kommer närmare stranden. Denna punkt verkar dock inte komma närmare stranden än ca 2,5 m hur långt från strandlinjen du än backar. När du lägger dig platt på mage vid strandlinjen tycks ljusstrålarna även nu skära vattenytan 2,5 m från stranden.

Du har tid att fundera några minuter innan det är din tur att skjuta och du försöker genast beräkna var du ska sikta för att träffa tavlan. Du får nu verklig nytta av den personliga ägodel du valde att ta med dig, din räknedosa.

28 Du har fått anställning som universitetslärare och ska undervisa på astronomikursen. I Physics Today läser du att NASA planerar en ny bemannad månfärd och de efterlyser förslag på experiment som kan användas i universitetsundervisning. Du får en idé om att mäta avståndet till månen med hjälp av en vanlig laser. Genom att mäta den tid det tar för en laserpuls att gå till månen, reflekteras och komma tillbaka kan man räkna fram månens avstånd. Ditt förslag till NASA är att ta med en reflektor som sätts upp på månen och reflekterar ljuset. Innan du skickar in ditt förslag måste du kontrollera om standardutrustning på universiteten klarar av denna uppgift.

Du har tillgång till lasrar med en effekt på ca 5 mW. Laserstrålen är ca 2 mm i diameter när den lämnar lasern och 5 meter längre bort har diametern ökat till 5 mm. Det finns detektorer som klarar att registrera intensiteter ner till 1 nW. Hur skulle reflektorn se ut som du skickar till månen? Vilken våglängd på laserljuset skulle du välja? Är det möjligt att registrera den reflekterade strålen?

29 Du är nybliven doktorand vid avdelningen för experimentell fysik och din forskningsuppgift är att studera en neongas i ett magnetfält. Du ska belysa neongasen med en He-Ne laser och därigenom excitera elektroner (flytta dem till en högre energinivå). På grund av det magnetiska fältet finns det flera möjliga övergångar för elektronerna. Vilken övergång som sker beror på ljusets polarisering. Den övergång du ska studera kräver höger cirkulärpolariserat ljus. Din första uppgift blir att föreslå en experimentuppställning som producerar höger cirkulärpolariserat ljus (definierat så att man ser mot ljusets riktning).

Din He-Ne-laser producerar planpolariserat ljus med våglängden 632,8 nm vilket är exakt den våglängd som behövs för att excitera neonatomerna. Ljuset är planpolariserat med E-vektorn svängande i vertikalplanet. Du inser att du bl.a. måste beställa en platta av kvarts och du måste ge en specifikation till tillverkaren. Av din handledare får du veta att plattan bör vara minst 1mm för att hålla vid hanteringen i labbet. Hur sätter du upp ditt experiment och hur tjock platta ska du beställa?

Problem i ellära

Gymnasienivå

30 Ni har en laboration i ellära. Du letar efter en 1kΩ resistor som ska användas i en uppkoppling ni ska göra i er laboration. Du leker med en multimeter och mäter resistansen genom en cylinderformad bit modellera som du råkat få med dig i fickan sedan du lekte med ett kusinbarn. Multimetern visar 250 Ω. Du får en idé om hur du kan göra en egen 1kΩ resistor! Kommer det att bli rätt resistans om du bara rullar ihop den och gör den dubbelt så lång? Då passar den nämligen in precis i den hållare som hör till labutrustningen.

31 Du ligger en kväll och slappar framför din TV och tittar på vetenskapens värld tillsammans med din mamma. Under ett avsnitt förklarar de principen för en färg-TV på följande sätt:

> Elektroner värms loss från en katod längst bak och accelereras genom 20 000 volt mot bildskärmen. På skärmen finns ett mönster av färg prickar som det är 0,25 mm mellan. När elektronerna träffar dem så skapas lämplig färg (styrka) och de producerar tillsammans en bild.

Din mamma, som även sett förra veckans avsnitt om magnetiska fält och elektroners rörelse i sådana fält, frågar dig om TV-tillverkaren måste bygga ett skal för att skydda TV:n mot jordens magnetfält?

Du minns från en laboration att jordens magnetfält B_j = 50 μT och inklinationen 71°.

32 Din familj bestämmer sig för att gör en resa till Medelhavet under sommaren. Efter att du varit och sett på en magiker ligger du och funderar på hur du skulle kunna få en cylinderformad ledare av aluminium med radien 2,5 mm att sväva. Dagen efter tar du reda på att semesterorten ligger på en plats vid ekvatorn där jordens magnetfält har horisontell riktning med flödestätheten 30 μT och att g = 9,78 N/kg. Du funderar på hur stor ström som krävs, om det är möjligt och hur man kanske kan förbättra tricket.

Högskolenivå

33 Du arbetar på ett kemiföretag, och har fått i uppdrag att separera två olika isotoper av litiumjoner från varandra. Till din hjälp har du en massanalysator som fungerar enligt följande: Jonerna skjuts först genom en plattkondensator med den elektriska fältstyrkan $5 \cdot 10^4$ V/m. De påverkas samtidigt av ett likformigt magnetfält på 0,2 T, riktat vinkelrätt mot det elektriska fältet. De joner som passerar kondensatorn utan att avböjas rör sig sedan i en halvcirkelformad bana i samma magnetfält som tidigare. Jonerna träffar slutligen en fotografisk plåt, men de olika isotoperna träffar plåten vid olika punkter. Din uppgift är att bestämma *var* jonerna träffar plåten.

34 Du deltar i UM (Universitetsmästerskapen) i orientering. Du springer på kompass mellan tredje och fjärde kontrollen när du plötsligt kommer till en kraftledning du inte observerat på kartan. Kraftledningen ser ut att vara en likströmsledning och går i nordostlig riktning 10 m ovanför marken. Du stannar rakt under kraftledningen och ska just återuppta löpsteget när du blir misstänksam, kompassnålen uppför sig nämligen konstigt. Du tar ut kompassriktningen och springer vidare mot nästa kontroll. När du, enligt din egen stegning, sprungit 200 m kommer du till en stor sten som visar sig ligga 100 m på sidan om din uttagna kompassriktning. Du tar ut en ny riktning, och hittar nu kontrollen. När du har kommit i mål bestämmer du dig för att undersöka varför du hamnade så fel vid den fjärde kontrollen. Efter kontakt med det lokala kraftbolaget visar det sig att kraftledningen har en likström på 1,0 kA. Kan ditt misstag bero på detta, eller var det bara du som var slarvig?

35 Du och din vän har fått i uppgift att konstruera en demonstrationsuppställning för fysikinstitutionen som demonstrerar storleken på den elektriska kraften. Din vän får en idé som låter trevlig rent teoretiskt, men du är inte säker på att den fungerar i praktiken. Hon föreslår att ni använder en elektrisk kraft för att hålla en spelkula i vila på en lutande plywoodskiva. Hon får en elektrisk kraft genom att anlägga en likformigt laddad halvcirkelformad ledning nära skivans botten, vilande på skivan med vardera änden pekande upp längs den sluttande skivan. Hon menar att om man väljer en lämplig laddning på kulan och ”ringen”, och en lämplig lutning på skivan, så kan man få kulan att balansera mitt emellan ringens öppna ändar. För att testa denna idé, bestämmer du dig för att beräkna den nödvändiga laddningen på kulan, om skivan lutar 15° relativt horisontalplanet, och den halvcirkelformade ringen har radien 10 cm och laddningen 800 μC. Kulan rullar i en ränna som löper i skivans mitt. Massan på den lättaste kula du kan hitta är 25 g.

36 Du har just lärt dig om jordens magnetfält och hur en kompass fungerar, och du kopplar nu av framför TV:n. Det är som vanligt inget program som tilltalar dig, så du börjar fundera på hur bildröret fungerar. I ett typiskt färgbildrör för TV, frigörs elektroner från en katod genom upphettning i rörets bakre ända, och accelereras sedan över en spänning på 20000 V mot bildskärmen. På skärmen finns ett rätvinkligt rutsystem med ”färgprickar” på ett avstånd av ca 0,2 mm från varandra. När elektronerna träffar dom, blixtrar de till med olika färger, och tillsammans producerar de en färgbild. Kan du, utan att plocka isär TV:n, avgöra om tillverkaren behöver avskärma färgbildröret från jordens magnetfält?

Problem i kvantfysik

Högskolenivå

37 Du arbetar som fysiker på ett sjukhus. En läkarkandidat som just gör sina kurser på röntgenavdelningen frågar dig hur röntgenröret egentligen fungerar. ”Man lägger ju på en spänning över röntgenröret”, säger han. ”Om man vill att den högsta möjliga frekvensen på röntgenstrålningen ska vara $4 \cdot 10^{19}$ Hz, vilken spänning ska man då ha över röntgenröret? Och hur uppkommer egentligen röntgenstrålningen?” ”Visst har det något med elektroner att göra och är det inte fråga om väldigt snabba elektroner”, frågar han. Vad svarar du honom? Hur snabba är elektronerna i det exempel han nämner.

38 Din granne har läst i tidningen att vår kropp innehåller de radioaktiva isotoperna ^{40}K och ^{14}C. Hon vet också att det finns ett gränsvärde på 1 500 Bq för ^{137}Cs i kött. Nu undrar hon om du kan ta reda på om aktiviteten från ^{40}K och ^{14}C är mycket mindre än det gränsvärde som gäller för ^{137}Cs. Om inte, borde det väl finnas ett gränsvärde för dessa ämnen också, säger hon. Vad svarar du henne?
Från nuklidkartan kan du ta reda på att andelen ^{40}K-atomer av alla K-atomer i naturen är 0,0117 och det finns ungefär en ^{14}C-atom per 10^{12} C-atomer i atmosfären.

39 Redan 1919 föreslog fysikern Otto Stern att väte skulle kunna bestå av två isotoper. Det gjorde han utifrån det faktum att väte har atomvikt 1,0079 och inte exakt 1. Han lyckades dock inte visa detta experimentellt.[3] En kemiprofessor, Harold Urey, lyckades emellertid 1932 visa detta och att atomer med den tyngre isotopen som kärna, deuterium, endast utgör 0,015% av alla väteatomer. Som ytterligare ett bevis på att väte består av två isotoper visade Urey att en linje i vätespektrumet med våglängden 4861,320 Å har en svag kompanjon med våglängd 4859,978 Å.

Antag, att du arbetar på Ureys laboratorium 1932. Urey kommer till dig och ber dig att beräkna vilket förhållandet mellan våglängderna i våglängdsdubbletten skulle bli om den är orsakad av att väte består av två isotoper. Är det sannolikt att ni funnit rätt orsak till våglängdsuppsplittringen? Vilken effekt på spektrumet kan det faktum att den tyngre isotopen endast utgör 0,015 % av alla väteatomer tänkas ha?

.

[3] Otto Stern hade tidigare då han studerade Bohrs arbete om väteatomen sagt att han skulle lämna fysiken om dessa idéer var sanna. Det gjorde han dock inte. (E. Segré, *From X-rays to quarks. Modern Physicists and their discoveries.* New York 1994. Sid 129) Du kan i läroboken se att hans namn dyker upp på flera olika ställen med arbeten inom kvantfysikområdet.

40 *Hur mycket nöts kolven i motorn?*

Du har precis blivit anställd vid Volvo, avdelningen för motorutveckling. Din chef hälsar dig välkommen och säger att du får ta itu med ett brådskande ärende genast. Din företrädare har utvecklat en metod att undersöka hur mycket kolvarna i en fyrcylindrig motor slits under körning. Vid tillverkning av kolvarna tillsätter man radioaktivt järn till den legering som används. Man mäter sedan aktiviteten från det radioaktiva järnet som finns i oljan efter testkörningen.

- Här är protokollet från testkörningen. Projektledningen vill veta hur mycket massa som nöts från en kolv per timmes körning. Jag måste ha resultatet om två timmar då jag har ett möte med projektledningen. Klarar du det?

<u>Testprotokoll</u>

Dag 1: Innan kolvarna monteras mäts aktiviteten från en kolv till $7{,}5 \cdot 10^5$ Bq. Kolvarna väger 0,2 kg vardera.

Testkörning pågår i 25 veckor, 8 timmar/dag, 5 dagar i veckan.

Direkt efter sista testkörningen tappas oljan ur motorn. Det fanns 6,5 liter olja i motorn. Aktiviteten hos 1 liter olja uppmäts till 425 sönderfall per minut.

41 Du är vetenskaplig rådgivare åt förlaget Studentlitteratur och din chef ber dig att kontrollera en anmärkning som har kommit in angående *Physics Handbook for Science and Engineering*, 8th Ed, (Nordling.& Österman. 2006) Brevet lyder:

> Bästa förlag!
>
> Jag måste fråga om era värden för Cu-64 i tabell 6.3 i Physics Handbook är korrekta. Jag har nämligen hittat andra värden på internet (http://atom.kaeri.re.kr/ton/). Hemsidan anger massan till 63.9297679 u, energin för beta-sönderfallet är 0.579 MeV och elektroninfångningen har energin 1.675 MeV. Vilka värden bör jag lita på, de som finns i Physics Handbook eller de som finns på hemsidan?

Din chef ber dig kontrollera om det finns någon anledning att se över värdena i tabellen eller om det är hemsidan som har felaktiga värden. Vilken rapport lämnar du till din chef?

42 Du jobbar som arkeolog på NASA och har fått mycket intressanta mätdata från den senaste rymdexpeditionen till planeten Saturnus måne Titan. De mätdata som just anlänt till dig kommer från en sten som inte motsvarar den normala grundämnessammansättningen på Titan. I denna sten har man mätt upp en sammansättning på $1{,}95 \cdot 10^{10}$ stycken ^{87}Rb-atomer per gram material från stenen och $1{,}15 \cdot 10^{9}$ atomer av ^{87}Sr per gram stenmaterial. Vilken är den maximala ålder som stenen kan ha?

Som erfaren arkeolog så känner du väl till att det aktuella radioaktiva sönderfallet är $^{87}\text{Rb} \rightarrow {}^{87}\text{Sr} + e^{-} + \bar{\nu}$ med halveringstiden $4{,}8 \cdot 10^{10}$ år.

43 På kvällen samma dag som vi gjorde studiebesök på radiofysik visade SVT1 ett inslag om en mumie som polisen hade funnit hos några privatpersoner i Pakistan. De hade försökt sälja mumien men blivit avslöjade. Inskriptioner på sarkofagen och mumien tydde på att mumien var en dotter till en Persisk kung som levde för ca 2500 år sedan.

Vilken aktivitet förväntar du dig från ett prov av mumien som innehåller 1 g kol och hur gammal uppskattar du att bastmattan var utifrån dessa mätvärden?

Modern datering använder masspektrometer för att bestämma halten av C-14. Ett litet prov av det som ska åldersbestämmas sönderdelas i masspektrometern och antalet kärnor av olika vikt räknas. I levande organismer är förhållandet mellan antalet ^{14}C-kärnor och ^{12}C-kärnor ca $1{,}3 \cdot 10^{-12}$ (Så var det fram till 1950-talet då halten ökade betydligt på grund av atombombsförsök i atmosfären).

Man tog ett litet prov av den bastmatta som mumien låg på och skickade iväg för åldersbestämning. Mätningen gav 120 st. ^{14}C-kärnor, $9{,}8 \cdot 10^{11}$ st. ^{13}C-kärnor och $8{,}8 \cdot 10^{13}$ st. ^{12}C-kärnor.

Kommentar: Du har antagligen kommit fram till att mumien måste vara en förfalskning. Fortsatta undersökningar visade att den mumifierade kvinnan hade avlidit 1996. Eftersom kvinnan hade en bruten nacke så har den pakistanska polisen startat en mordutredning för att undersöka om förfalskarna inte bara tagit ett lik utan även mördat kvinnan för att kunna göra en mumie.

44 Du har fått i uppdrag av Umeå kommun att följa upp effekterna av det radioaktiva nedfallet i samband med olyckan vid kärnkraftverket i Tjernobyl. Radioaktiva ämnen fördes med vinden till bl.a. Sverige där nedfallet skedde den 28 april 1986. Umeå kommun vill veta hur stor aktiviteten borde vara idag om allt som regnade ned har stannat kvar i marken och inte förts bort med avrinning. Du har tillgång till mätdata av aktiviteten från den radioaktiva markbeläggningen på 1 m^2 yta. Den totala aktiviteten från två av de radioaktiva isotoperna är angivet i nedanstående tabell. Tiden anges i antalet dagar efter nedfallet. De två isotoperna är den relativt kortlivade ^{131}I och den mer långlivade ^{137}Cs. Din uppgift är att beräkna förväntad aktivitet idag på grund av det nedfall som skedde 1986.

Tid (dagar)	Aktivitet (Bq)
0	529700
1	488200
2	450200
5	354100
10	240200
30	67118
100	29890
400	29240
800	28510
1200	27804