



**GÖTEBORGS UNIVERSITET**

# Förändringar i elevers faktakunnande och förståelse inom fysik under en undervisningsfri period

Olof Dahl och Anders Nordlund

LAU690

Handledare: Frank Bach

Examinator: Mats Hagman

Rapportnummer: HT07-2611-220





# GÖTEBORGS UNIVERSITET

## **Abstract**

### **Examensarbete inom lärarutbildningen**

**Titel: Förändringar i elevers faktakunnande och förståelse inom fysik under en undervisningsfri period**

**Författare: Olof Dahl och Anders Nordlund**

**Termin och år: HT 2007**

**Kursansvarig institution: Sociologiska institutionen**

**Handledare: Frank Bach**

**Examinator: Mats Hagman**

**Rapportnummer: HT07-2611-220**

**Nyckelord: Fysik, FCI, glömska, behållning av kunskap, faktakunskap, förståelse, meningsfullt lärande, ackommodation, gymnasieskolan**

I skolan påträffas ofta åsikten att eleverna glömmet mycket av det som de lärt sig, och speciellt mycket under sommarlov och andra undervisningsfria perioder. Syftet med denna undersökning var att få en precisiare bild av hur elevernas kunskande förändras. Genom att skilja mellan faktakunskap och förståelse undersöktes hur olika elevers kunskande förändrades över ett sommarlov. För att förklara de uppmätta sambanden användes konstruktivistisk teori om lärande, med ackommodation och assimilation som de huvudsakliga läroprocesserna.

Ett test inom området krafter och rörelse konstruerades, bestående av frågor dels inriktade på faktakunskaper, dels på förståelse. En grupp på sammanlagt 69 gymnasieelever på NV-programmet (efter bortfall) fick sedan genomföra testet både vid vårterminens slut och efter sommarlovet. På så sätt kunde förändringen i kunskande hos varje elev mätas. Resultaten från samtliga elever i undersökningen analyserades med statistiska metoder.

Vi fann att eleverna i medeltal presterar ett bättre resultat efter sommaren än före, men enbart på förståelsefrågorna. Detta är ett argument för att låta kurser som förväntas ge stora förändringar i elevernas grad av förståelse spänna över längre tid, för att eleverna skall bli mer mottagliga för nya moment. Examination av förståelseintensiva kurser kan också med fördel genomföras sent, om man vill mäta vad eleverna verkligen kan efter kursen.

Undersökningen visade dessutom att de elever som har störst sannolikhet att förbättra sina resultat på fakta- respektive förståelsefrågor, och minst sannolikhet att försämradesamma, är de som redan är har goda faktakunskaper respektive god förståelse. Undersökningen visade också på ett samband mellan elevernas faktakunskaper och sannolikheten att förbättra resultatet på förståelseinriktade frågor, medan det omvända sambandet är svagt. Detta kan ses som ett argument för att inte förringa betydelsen av faktakunskaper.



## Förord

Sommarlov är för de allra flesta elever en härlig tid att se fram emot. Under drygt tio veckor är eleverna lediga och därmed fria att göra precis vad de önskar. Detta innebär vanligtvis att de släpper skolan och studierna helt och hållet. Vi kommer alla ihåg hur det var när vi gick i skolan och med handen på hjärtat kan vi nog påstå att vi inte ägnade särskilt mycket tid åt våra studier under sommarlovet. Som elev kommer man därför ihåg att man kände sig lite ringrostig när man började skolan igen efter sommarlovet. Detta medför att den första tiden på höstterminen brukar innebära en mjukstart där eleverna successivt kommer tillbaka in i elevrollen. En intressant tanke är då att undersöka om eleverna behåller olika former av kunskap olika väl under en undervisningsfri period som till exempel ett sommarlov. Att undersöka detta var också vår ursprungliga idé. Då vi båda två är blivande lärare i matematik och fysik föll det sig naturligt att vi valde att göra undersökningen inom ett av dessa ämnen. Vi valde att titta närmare på hur kunskapen bevarades inom fysikämnet.

Den allmänna uppfattningen bland lärare och elever när man frågar om deras uppfattning, är att eleverna glömmer saker under ett lov. Om resultatet av undersökningen pekar på att denna allmänna uppfattning inte stämmer blir det intressant att fråga sig vilka processer som kan förklara detta.

Utformningen och förberedelsen av vår undersökning gjordes gemensamt, och Anders utförde större delen av fältarbetet. Vi har tillsammans sammanställt resultaten av vår undersökning, medan den statistiska databehandlingen till största delen gjordes av Olof. Skrivandet har bedrivits dels genom enskilt arbete och dels gemensamt.

Vår handledare Frank Bach har gett konstruktiv kritik och varit till stor hjälp med idéer när det gäller genomförandet av undersökningen och sökandet efter lämpliga referenser. Vi är mycket tacksamma för detta. Vi vill även tacka Teresia Dahl för råd angående den statistiska databehandlingen. Ett stort tack även till de lärare som låtit oss genomföra undersökningen i deras klasser samt till de elever som har deltagit i undersökningen och tagit sig tid att svara på våra enkäter.

Göteborg, 5:e januari 2008

*Olof Dahl      Anders Nordlund*

# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Inledning</b> .....	<b>1</b>
1.1	Syfte.....	1
1.2	Fakta och förståelse.....	1
1.3	Konstruktivistisk lärandeteori.....	3
1.4	Meningsfullt lärande.....	4
1.5	Förändringar i elevens kunnande.....	5
1.6	Frågeställningar.....	5
1.7	Uppsatsens upplägg.....	5
<b>2</b>	<b>Beskrivning av undersökningen</b> .....	<b>7</b>
2.1	Förståelsefrågorna.....	7
2.2	Faktafrågorna.....	8
2.3	Notation.....	9
2.4	Uppföljningsfrågorna.....	9
2.5	Genomförande.....	10
<b>3</b>	<b>Beskrivning av de statistiska metoderna</b> .....	<b>12</b>
3.1	Gallring av elevsvar.....	12
3.2	Standardiserade statistiska metoder.....	12
3.3	Frågebaserat mediantest.....	12
<b>4</b>	<b>Resultat</b> .....	<b>15</b>
4.1	Förändringar av kunnande.....	15
4.2	Korrelationer mellan förståelse och faktakunskap.....	15
4.3	Vilka elever svarar rätt-fel?.....	16
4.4	Vilka elever svarar fel-rätt?.....	18
<b>5</b>	<b>Diskussion av resultat och didaktiska konsekvenser</b> .....	<b>20</b>
5.1	Ökande förståelse.....	20
5.2	Separation av fakta och förståelse.....	21
5.3	Generaliserbarhet och didaktiska konsekvenser.....	22
	<b>Referenser</b> .....	
	<b>Bilaga 1: Ytterligare beskrivning av undersökningsdata</b> .....	
	Bortgallrade elevsvar.....	
	<b>Bilaga 2: Testet (Höstterminsversionen)</b> .....	

## **Tabellförteckning**

Tabell 2.1 Använda FCI-frågor .....	8
Tabell 2.2 Testdatum och bortfall.....	10
Tabell 4.1 Resultat av vår och hösttest.....	15
Tabell 4.2 Analys av rätt-fel-svar.....	16
Tabell 4.3 Analys av fel-rätt-svar .....	18
Tabell B.1 Sammanställt resultat för varje frågorna.....	Bilaga 1

## **Figurförteckning**

Figur B.1 Fördelning av antalet rätta svar.....	Bilaga 1
Figur B.2 Fördelning av antalet rätta svar på förståelsefrågor.....	Bilaga 1
Figur B.3 Fördelning av antalet rätta svar på faktafrågor.....	Bilaga 1
Figur B.4 Fördelningen av förändring i antalet rätta svar från vår till höst.....	Bilaga 1





# 1 Inledning

I denna undersökning studerar vi hur gymnasieelevers kunskande förändras under en undervisningsfri period (sommarlovet), inom kunskapsformerna *fakta* och *förståelse*. I analysen av resultaten utgår vi från en konstruktivistisk syn på lärande. Vi resonerar också kring resultaten utifrån vilken kunskap som av eleverna upplevs som meningsfull. I denna inledning presenteras undersökningens syfte, och de använda teoretiska begreppen.

## 1.1 Syfte

I skolan påträffar man ofta åsikten att eleverna glömmer mycket av det de lär sig, och speciellt mycket under sommarlov och andra perioder utan undervisning. Början av höstterminerna ägnas ofta åt repetition för att få igång eleverna igen. Även enskilda kurser startar ofta med ett repetitionsavsnitt.<sup>1</sup> Repetitionen tar mycket tid, och upplevs enligt vår erfarenhet som tröttsam av eleverna. Detta examensarbete ska därför undersöka huruvida elevernas kunskande faktiskt försämras under sommaren. Vi vill också se om förändringar i elevernas kunskande kan relateras till vilken form av kunskap det handlar om.

Ett av målen med undervisning i skolan är att öka elevernas kunskande inom olika områden. Eftersom resurserna är begränsade är det då lämpligt att lägga upp undervisningen på ett sådant sätt att elevernas kunskande blir så stort som möjligt. Genom att ta reda på hur elevernas kunskande förändras med tiden och varför hoppas vi kunna ge viss vägledning i hur man skall hantera fakta och förståelse inom fysik och liknande ämnen.

Denna undersökning skulle också kunna vara till hjälp i funderingar på över hur lång tid en kurs/undervisningsmoment i fysik skall sträcka sig. Att eleverna har lättare att ta till sig nya moment i undervisningen om de har ett större kunskande torde vara okontroversiellt. Om undersökningen visar att elevernas kunskande minskar under sommaren, innebär det att eleverna får svårare att ta till sig nya moment om kursen drar ut på tiden. Det skulle i så fall vara ett argument för intensivutbildningar. Om undersökningen å andra sidan visar att elevernas kunskande ökar under sommaren får vi ett argument för att låta kurser sträcka sig över en längre tid, eftersom eleverna blir mer mottagliga för nya moment efter ett tag.

## 1.2 Fakta och förståelse

Vi har valt att avgränsa arbetet till att behandla två kunskapsformer, *faktakunskap* och *förståelse*. Detta är inte bara en avgränsning utan också en precisering, då vi försöker skilja mellan dessa två former.

I Skolverkets bok *Skola för bildning* (SOU 1992:94) definieras faktakunskaper:

Faktakunskaper är kunskap som information, regler och konventioner. Det är en kunskapsform som innebär att vi vet att något förhåller sig på det ena eller andra sättet. Det är kunskap som kan mätas i termer av mer eller mindre, något vi har eller inte har, som vi kommer ihåg eller

---

<sup>1</sup> Detta kan man se i läromedel, exempelvis Pålsgård et al. (2005), där kapitel 4 innehåller repetition av hastighetsbegreppet, accelerationsbegreppet och Newtons lagar, trots att dessa områden tagits upp grundligt i Fysik A. Notera att vi inte påstår att repetitionen inte behövs.

glömt bort. Detta är kunskap som information – utan åtskillnad mellan ytlig och djup kunskap eller mellan olika sätt att förstå samma fenomen (s. 65).

Exempel på faktakunskaper inom fysiken skulle kunna vara densiteten hos olika ämnen, namnen på olika fysiska lagar (exempelvis "Newtons andra lag") eller att jorden är ett klot. Faktakunskaper kan läras in som rena utantillkunskaper, men det är också ofta möjligt att systematisera fakta för att underlätta inläringen.<sup>2</sup>

Att som i *Skola för bildning* tala om att man kommer ihåg eller glömmar bort fakta är något problematiskt. Alla har väl varit med om att inte kunna komma ihåg ett namn eller liknande, för att några minuter senare komma på det. Detta tyder på att det är svårt att säga om någon har glömt vissa faktakunskaper. Därför undviker vi i denna uppsats att tala om *glömska* av fakta, utan talar istället om förmågan att *återge* faktakunskaper. Däremot är det inte orimligt att tala om *inläring* av fakta. Till exempel kan en person som aldrig hört eller läst att Paris är Frankrikes huvudstad omöjligt känna till detta. Om någon säger att Paris är Frankrikes huvudstad till denna person kan personen dock eventuellt lära sig denna faktakunskap.

Förståelsekunskap beskrivs som följer i *Skola för bildning* (SOU 1992:94)

Till skillnad från faktakunskapernas kvantitativa karaktär, kan förståelsekunskap sägas främst karakteriseras som en kvalitativ dimension. Samma fenomen kan förstås på olika sätt... Kunskapen kan bedömas i termer av mer eller mindre kvalificerad förståelse. (s. 65)

Att förstå innebär exempelvis att man kan förklara eller förutsäga en händelse eller ett händelseförlopp. Man kan också förstå innebörden hos olika begrepp, exempelvis kraftbegreppet inom fysiken, eller hur man kan systematisera vissa faktakunskaper. I detta arbete har vi av praktiska skäl studerat förståelse som förmågan att förutsäga olika förlopp och tillämpa olika begrepp, och hur denna förmåga förändrats över tid. I jämförelser av olika elevers förståelse talar vi i denna uppsats om högre eller lägre grad av förståelse. Med detta menar vi högre eller lägre förmåga att förutsäga förlopp eller tillämpa begrepp på ett korrekt sätt.<sup>3</sup>

Man måste vara medveten om svårigheten att skilja mellan fakta och förståelse. Många frågor som kan tyckas vara faktarelaterade innehåller även moment av förståelse. Enheter och formler är exempel på detta inom fysiken, där det finns flera vägar att gå. Dels kan vi se det som en bokstavskombination vi lärt oss utantill, dels kan vi ta hjälp av vår matematiska eller fysikaliska förståelse för att lista ut vilken enheten är. Det första fallet är att betrakta som faktakunskap, medan det andra är att betrakta som en kombination av fakta och förståelse.

Notera att vi inte lägger in någon värdeskillnad mellan faktakunskaper och förståelsekunskaper, även om vi sett tendenser i vår omgivning att faktakunskaper betraktas som "papegojkunskaper" utan värde. Inom fysiken är faktakunskaper nödvändiga, exempelvis för att kunna genomföra och bedöma rimligheten i beräkningar och för att kunna resonera om fysik med andra.

---

<sup>2</sup> I exemplet med olika ämnens densitet kan man exempelvis veta att vissa ämnen har högre densitet än andra och därmed få en ledtråd till hur stor densiteten är.

<sup>3</sup> Vi mäter detta i form av antalet korrekta svar på frågorna i vårt test, se kapitel 2.

Eftersom undersökningen begränsats till fakta och förståelse, kan vi inte säga något om *färdighet* och *förtrogenhet*, de två andra kunskapsformer som nämns i *Skola för bildning* (SOU 1992:94, s. 65-66). Åtminstone färdighet har också stort värde inom fysiken, förmågan att genomföra beräkningar och laborationer kan exempelvis beskrivas delvis som färdighet.

### 1.3 Konstruktivistisk lärandeteori

När man skall förklara och analysera hur elever lär sig, behöver man en teori för lärande. Vi utgår i detta arbete från konstruktivistisk lärandeteori, som vi redogör för nedan.

En modell för lärande som användes av de s.k. empiristerna är att se lärande ”som att fylla tomma lådor” (Bach<sup>4</sup> 2001: 12). Man kan se konstruktivismen som en motreaktion till denna syn på lärande och till den behavioristiska tanken på lärande som stimulus och respons (Novak 1993: 170). Konstruktivismens grundidé är att lärandet är ”en i högsta grad aktiv process där den lärande människan själv konstruerar sin uppfattning” (Claesson 2002: 26). I stället för att se lärandet som påfyllnad, ser konstruktivismen lärandet som en förändring av de uppfattningar och den förståelse som personen redan har. Jean Piaget brukar ses som en förgrundsgestalt inom konstruktivismen, då han tidigt framförde liknande teorier om lärande, där en persons uppfattningar anpassas och omformas allteftersom personen får nya upplevelser (Driver et al. 1994: 6).

Många konstruktivister betraktar också Thomas Kuhns vetenskapsteori som inspirationskälla, och anser att både vetenskap och lärande följer samma mönster (Posner et al. 1982; Novak 1993).<sup>5</sup> Paradigmskiftena i vetenskapen skulle i lärande motsvaras av att en person får rekonstruera sina uppfattningar. Vi finner denna bild av lärande tilltalande. För att beskriva processen använder vi två begrepp: *assimilation* och *ackommodation*. När en person får nya intryck försöker personen inordna dessa i det system av kunskaper personen redan har med hjälp av sin förståelse av hur världen fungerar.<sup>6</sup> Lyckas detta utan att personen måste omforma sin uppfattning om världen har intrycken *assimilerats*. Om detta inte lyckats kan personen antingen komma att ignorera de nya intrycken, eller så leder intrycken till att en del av personens kunskapsstruktur/förståelse måste förändras. I så fall har intrycken lett till *ackommodation*. För att ackommodationen skall äga rum krävs att både motivation och ansträngning. Posner et al. (1982) sammanfattar villkoren för ackommodation:

We have also seen that... accommodations may involve changes in one's fundamental assumptions of the world, about knowledge and about knowing and that such changes can be strenuous and potentially threatening particularly when the individual is firmly committed to prior assumptions. We have seen that people resist making such changes, unless they are dissatisfied with their current concepts and find an intelligible and plausible alternative that appears fruitful for further inquiry (s.223).

---

<sup>4</sup> Detta går också att hitta i Silwa Claessons bok *Spår av teorier i praktiken* (Claesson 2002: 24), som citerar Bach.

<sup>5</sup> Vi ställer oss frågande till Kuhns beskrivning av vetenskapen, i alla fall naturvetenskapen, eftersom vi inte sett några bra exempel på paradigmskiftet, och framförallt inte på den inkommensurabilitet (ojämförbarhet) som anses finnas mellan olika paradigmen (Gilje & Grimen 1992: 114).

<sup>6</sup> Intrycken kan komma i många former, exempelvis som upplevelser eller fakta. Man kan också tänka sig att personen ställs inför en typ av problemställning han/hon inte ställts inför för tidigare.

Ackommodation är en process som inte måste ske omedelbart, utan kan ta tid, vilket kan ha implikationer för undersökningar som denna.

I ackommodation/assimilationsmodellen för lärande ingår inte ren utantillinläring, där det eleverna lär sig inte kopplas samman med deras världsbild (se nedan). Faktakunskaper kan i övrigt läras både genom assimilation och genom ackommodation, medan förståelse, såsom vi uppfattar det, kräver ackommodation.

Anna Sfard (1998: 5) påpekar att även konstruktivister riskerar att beskriva lärande som att man ”skaffar sig” kunskap, d.v.s. man använder ”the acquisition metaphor” när man talar om kunskap. I många sammanhang är det minst lika relevant att se lärande som deltagande i någon form av aktivitet, d.v.s. ”the participation metaphor”. För att förmedla att det som studeras lika mycket handlar om aktiviteten att beskriva världen, som det handlar om vilken information som finns lagrad i elevernas hjärnor, använder vi ofta begreppet *kunnande* istället för *kunskap*.

Begreppet konstruktivism används i flera sammanhang, ofta sammanflätade, i teorier om lärande, kognition, undervisningens utformning, verklighetens beskaffenhet och så vidare. Michael Matthews (Matthews 2002: 123-124), menar att konstruktivismen kan delas upp i åtta olika dimensioner, och att det är olyckligt att dessa ofta behandlas som en enhet, när det mycket väl kan vara motiverat att ha konstruktivistisk syn inom bara en eller ett par av dessa dimensioner. Andra författare, (exempelvis Jenkins 2000: 602) påpekar att bara för att man har en konstruktivistisk syn på lärande eller kognition, är det inte alls självklart vilka konsekvenser detta bör ha för undervisning inom naturvetenskap. Vi vill understryka att vi endast använder konstruktivismen som en teori om lärande.

#### **1.4 Meningsfullt lärande**

Hur elevernas kunnande utvecklas med tiden beror av på vilket sätt eleverna har tillägnat sig kunnandet. Sedan länge har man vetat att meningsfullt lärande är mer effektivt än ytinläring (Ausubel 1968: 111), både när det gäller hur snabbt eleverna lär sig och hur väl kunnandet behålls.<sup>7</sup> Meningsfullt lärande kännetecknas av att eleven inordnar nya kunskaper i ett sammanhang (Marton et al. 1977: 27-32), medan ytinläring handlar om att lära sig saker utantill, utan sammanhang. Således uppfattar vi både assimilation och ackommodation som meningsfullt lärande, medan ytinläring helt faller utanför den konstruktivistiska teorin om lärande. Förståelse kan då endast läras meningsfullt, medan faktakunskaper kan läras både på ett meningsfullt sätt och genom ytinläring.<sup>8</sup>

Det bör noteras att olika grader av meningsfullhet förekommer. Exempelvis är det lättare att lära sig en text med riktiga ord än det är att lära sig meningslösa stavelser (Ausubel 1968: 111).

Slutligen är det hos varje elev som meningsfullheten bestäms. Om inte eleven kan sätta kunskapen i ett sammanhang blir inte lärandet meningsfullt. Detta gör att det inte är självklart huruvida att ett visst material är att betrakta som meningsfullt.

<sup>7</sup> Vi använder *ytinläring* som översättning av *rote learning*.

<sup>8</sup> Färdigheter kan också läras både genom ytinläring och meningsfullt lärande, exempelvis kan elever lära sig att lösa räkneproblem dels via förståelse, eller dels genom att lära sig lösningsproceduren för olika standardproblem.

## **1.5 Förändringar i elevens kunnande**

Att elevers kunnande inom ett område minskar något efter undervisningsmomentets slut är kanske oundvikligt, men något man som lärare vill minimera. Det allra bästa vore naturligtvis om elevernas kunnande istället ökade även efter undervisningens slut, både genom att de tar till sig nya fakta och ökar sin grad av förståelse.

Elever med hög grad av förståelse borde ha lättare att behålla sin förmåga att återge fakta över tiden, eftersom de har ett mer välfungerande system att inordna faktakunskaperna i, och därmed också upplever fakta som mer meningsfulla. I och med att elever med hög grad av förståelse har lättare att uppfatta ny kunskap som meningsfull, bör de också ha lättare att lära sig ny faktakunskap.

Notera att de flesta studier av minne och elevers kunskapsutveckling visar på att elevernas kunnande minskar med tiden efter att undervisningsmomentet slutförts (se exempelvis Ausubel 1968: kap 3, och referenser däri, Marton et al. 1977: kap 2 samt Wallin 2004: 149-150). De flesta tidigare av dessa studier är dock inriktade på glömska av fakta, medan vi i stor utsträckning studerar förståelse, där resultaten kan tänkas se annorlunda ut.<sup>9</sup>

Med konstruktivistisk syn på lärande bör inte graden av förståelse hos en elev kunna minska särskilt mycket med tiden.<sup>10</sup> Samtidigt kan man tänka sig att elever med högre grad av förståelse lättare ser inkonsistenser i sin bild av världen, vilket skulle kunna leda till ny ackommodation, och ytterligare högre grad av förståelse.

Sammanfattningsvis förväntar vi oss att förändringen av kunnandet hos elever med hög grad av förståelse under en undervisningsfri period är mer positiv än hos elever med låg grad av förståelse.

## **1.6 Frågeställningar**

Grundat på den ofta påträffade åsikten att elevernas kunnande minskar under undervisningsfria perioder, och de teorier om lärande som presenterats ovan, ska detta examensarbete behandla följande frågeställningar:

- Sjunker elevernas kunnande under undervisningsfria perioder? Ser detta olika ut för faktakunskap och förståelse?
- Påverkar elevernas grad av förståelse hur deras kunnande förändras under undervisningsfria perioder?

## **1.7 Uppsatsens upplägg**

Uppsatsens innehåll är organiserat enligt följande: I kapitel 2 redovisas operationaliseringen av begreppen fakta och förståelse i det test som utgör vår undersökning, och hur undersökningen genomfördes. Kapitel 3 beskrivs de statistiska

---

<sup>9</sup> I Anita Wallins (Wallin 2004: 150) avhandling är minskningen mycket måttlig och endast statistiskt signifikant i ett av tre fall. Då Wallin studerar elevers förståelse (av evolutionsteori), är det mycket möjligt att våra resultat skulle kunna likna hennes.

<sup>10</sup> Man kan tänka sig att eleven genom ackommodation går från en mer funktionell bild av världen till en mindre funktionell bild, och därmed får sämre förståelse, men detta torde vara ovanligare än att elevens förståelse förbättras.

metoder som använts för att behandla datamaterialet. Resultaten av undersökningen presenteras i kapitel 4. Vi försöker förklara resultaten och ge möjliga didaktiska implikationer i kapitel 5. Avslutningsvis innehåller uppsatsen två bilagor. Bilaga 1 är en detaljerad beskrivning av vår datamängd och bilaga 2 innehåller det test vi använt i undersökningen.

## 2 Beskrivning av undersökningen

För att mäta förändringar i elevernas kunskande efter en längre tid utan undervisning lät vi en grupp elever genomföra samma test vid två tillfällen, en gång i slutet på vårterminen, och en gång efter sommarlovet, i början på höstterminen. På detta sätt hoppades vi kunna jämföra varje enskild elevs resultat före och efter sommarlovet på varje enskild fråga. Fördelen att låta eleverna genomföra samma test två gånger är att vi kan använda en ganska liten elevgrupp och samtidigt få resultat. Nackdelen (ur undersökningens perspektiv) är att vi riskerar att eleverna lär sig något av att genomföra testet på våren, vilket skulle kunna medföra att de presterar bättre resultat på hösten än de annars skulle.

Eftersom vi båda är blivande fysiklärare fann vi det naturligt att undersöka elevernas kunskaper inom något område av fysiken. Vi tog kontakt med två stycken gymnasieskolor, och fick reda på att vårens fysikundervisning för elever på NV-programmets första år på dessa skolor hade behandlat bland annat krafter och rörelse. Vi beslutade därför att genomföra testet på dessa två skolor (nedan kallade A och B), och låta det behandla krafter och rörelse.

Testet bestod av två typer av frågor, dels 16 flervalsfrågor inriktade på förståelse, dels 5 stycken kortsvarsfrågor inriktade på faktakunskaper. Vid höstillfället kompletterades dessutom frågeformuläret med 6 stycken uppföljningsfrågor för att ta reda på om eleverna försökt lära sig mer fysik under sommaren, och för att få eleverna att tänka igenom huruvida de har lärt sig något av att göra testet.

Hela testet (i höstterminsversionen) finns i bilaga 2.

### 2.1 Förståelsefrågorna

Vi valde att använda ett antal frågor från *FCI* (Force Concept Inventory, se Hestenes et al. 1992) för att testa elevernas förståelse av krafter och rörelse. Valet föll på *FCI*, eftersom frågorna är testade på förhand; 1998 hade minst 20 000 personer genomfört testet (Hestenes 1998). Dessutom är frågorna i *FCI* lätta att behandla efteråt, eftersom de är flervalsfrågor. Vi använde Björn Anderssons översättning av *FCI* (*Några frågor om krafter* u.å./07), som baseras på en något modifierad version av testet jämfört med den som beskrivs i Hestenes et al. (1992).<sup>11</sup>

Varje fråga i *FCI* behandlar någon konkret fysisk situation, och har 4-5 svarsalternativ, varav ett motsvarar en Newtonsk beskrivning av krafter och rörelse, och de övriga motsvarar vanliga alternativa föreställningar hos eleverna.<sup>12</sup> För att eleverna säkert skulle hinna svara på alla frågorna i testet under en vanlig lektionstimme, användes bara 16 av *FCI*:s totalt 30 frågor. Vi försökte välja frågor som täckte de flesta aspekter av rörelse och krafter, men som fortfarande höll sig inom områden som tagits upp i undervisningen. Tabell 2.1 visar vilka frågor vi valt.

---

<sup>11</sup> De relevanta förändringarna för vår undersökning är: Fråga 11 (i vårt test) har tillkommit. Fråga 21 i vårt test (22 i originalet), har blivit modifierad till att handla om tennis istället för golf.

<sup>12</sup> *Alternativa föreställningar* används här som översättning av det engelska uttrycket *misconceptions*.

Vårt test	Original FCI	Översättning	Vårt test	Original FCI	Översättning
1	1	1	12	20	19
3	10	6	13	21	20
4	16	12	15	24	21
5	5	13	16	25	22
7	13	15	17	26	23
8	14	16	18	27	24
9	18	17	20	11	28
11	-	18	21	22	30

**Tabell 2.1 Använda FCI-frågor**

Tabellen visar vilka frågor i FCI (Hestenes et al. 1992) som användes i undersökningen, och vilka de motsvarar i den svenska översättningen (*Några frågor om krafter* u.å./07). Fråga 11 saknar motsvarighet i originalet.

Vid ”rättningen” av vårt test har vi bara noterat om eleverna gjort rätt eller fel på förståelsefrågorna, inte vilket av de felaktiga svarsalternativen eleven fyllt i. De elever som svarat rätt på många förståelsefrågor kan anses ha en hög grad av förståelse. Om eleven inte fyllt i räknade vi detta som ett felaktigt svar. Sammanlagt kunde eleverna ha 16 rätt på förståelsefrågorna vid varje testtillfälle (eftersom vi hade 16 frågor).

En intressant fråga är i vilken grad eleverna har gissat svaret på förståelsefrågorna när de inte kunnat svara på dem. Naturligtvis finns det säkert en viss grad av gissning i svaren, men vi uppmanade eleverna att inte göra rena gissningar, däremot fick de lov att göra kvalificerade gissningar. Gregg Swackhamer, en av FCI:s konstruktörer, intervjuade ett antal elever om varför de svarat som de gjort och fann att ”students had firm reasons for most of their choices, though he detected vacillation among some alternatives” (Hestenes et al. 1992: 148). Vi antar därför att mängden gissningar är väsentligt färre än vad man skulle kunna anta om alla elever som inte kunde presitera rätt svar på frågan hade gissat.

Huffman och Heller (1995) visar att elever inte svarar konsistent på frågorna i FCI, i den meningen att korrelationen mellan svaren på olika frågor är liten. Notera att Huffman och Heller inte kontrollerar vilka felaktiga svar de elever som svarat fel gett. Man skulle kunna tänka sig att elever som har alternativa föreställningar svarar fel på ett konsistent sätt, men att detta endast kan upptäckas genom analys av de felaktiga svaren. FCI är inte konstruerat för att utvärdera alternativa uppfattningar hos eleverna, men skulle eventuellt kunna användas för att göra detta ändå. Såvitt vi kan bedöma påverkar inkonsistensen i elevernas svar vår användning av frågorna som mått på elevernas förståelse.

## 2.2 Faktafrågorna

Vi hade inte tillgång till några utprovade frågor som testade elevernas faktakunskaper, och fick därför sätta ihop frågor själva. Detta fick till följd att faktafrågorna blev kortsvarsfrågor, istället för flervalsfrågor, eftersom vi inte hade någon uppfattning om vilka (felaktiga) svarsalternativ som skulle vara rimliga.<sup>13</sup> Att det är i stort sett omöjligt att helt separera fakta från förståelse noteras i Skolverkets skrift *Skola*

<sup>13</sup> Dåligt konstruerade flervalsfrågor leder till att eleverna kan finna rätt svar genom utslutningsmetoden, vilket riskerar att testa helt andra saker, exempelvis förståelse.



för bildning (SOU 1992:94: 65). De faktakunskaper som tas upp i undervisningen inom området krafter och rörelse är i huvudsak olika lagar och enheter. Dessa kan naturligtvis härledas av de elever som har riktigt hög grad av förståelse. Därför kunde vi inte helt separera mellan fakta och förståelse, men ”faktafrågorna” bör i alla fall ha varit mer inriktade på fakta än förståelsefrågorna, varför vi hoppades kunna skilja de två grupperna av frågor åt.

De ”faktafrågor” som vi ställde var (med numret på frågan):

2. I vilken enhet mäts acceleration?
6. Formulera (skriv ned) Newtons första, andra och tredje lag.
10. Vilken enhet har tyngdaccelerationen  $g$ , och hur stor är den på våra breddgrader (skriv så många decimaler du kan)?
14. I vilken enhet mäts kraftmoment?
19. Formulera Newtons gravitationslag (lagen som beskriver gravitationskraften mellan två kroppar).

I rättningen av faktafrågorna har vi betraktat fråga 6 som tre separata frågor; en för varje lag, och fråga 10 som två olika frågor. Detta innebär att eleverna kunde ha maximalt 8 rätt på faktafrågorna vid varje testtillfälle. Vad gäller Newtons lagar tillät vi både textsvar (exempelvis ”Till varje kraft finns en motkraft”) och formelsvar (exempelvis  $F=F^*$ ).

Notera att de använda faktafrågorna i första hand kan testa huruvida eleverna känner till vissa begrepp och samband, och att de känner till sambandens namn.<sup>14</sup> Inom området krafter och rörelse finns ganska få fakta, varför inget urval skedde i konstruktionen av faktafrågorna, snarare testades alla faktakunskaper som skulle kunna tänkas ha tagits upp i undervisningen. För att testa andra typer av fakta hade vi behövt välja något annat område inom fysiken.<sup>15</sup> Det kan mycket väl vara så att man skulle få andra resultat om man testade exempelvis förståelse inom biologin och använde artkänedom som faktakunskap.

### 2.3 Notation

Vi har infört följande notation när vi diskuterar elevernas svar på enskilda frågor: *Rätt-rätt* innebär att eleven svarat rätt på frågan både på våren och på hösten, *rätt-fel* innebär att eleven svarat rätt på våren och fel på hösten, medan *fel-rätt* innebär att elevens svarat fel på frågan på våren men rätt på hösten. Slutligen innebär *fel-fel* att eleven svarat fel på frågan vid båda testtillfällena.

### 2.4 Uppföljningsfrågorna

En osäker faktor i undersökningen var vad eleverna gjort under sommaren, och efter vårt test. Om de exempelvis kontrollerat svaret på någon av uppgifterna kommer det givetvis att påverka deras resultat vid hösttillfället. För att få en aning om vad eleverna gjort och tänkt ställde vi följande extra frågor vid hösttillfället.

---

<sup>14</sup> Vi gissar att en del elever kände till exempelvis Newtons andra lag, i formuleringen  $F=ma$ , utan att kunna svara på vår fråga, eftersom de inte kunde lagens namn.

<sup>15</sup> Fråga 10 testade i och för sig att eleverna kände till storleken på tyngdaccelerationen,  $g$ , men vi hade gärna haft fler liknande frågor, om det hade funnits något sådant att testa.

- Har du under sommaren tänkt på något som tagits upp i fysikundervisningen? Vad i så fall?
- Har du läst någon bok eller sett något TV-program om fysik under sommaren? Vad i så fall?
- Har du funderat på eller sökt upp svaret på någon av frågorna efter förra testet? Vilken/vilka frågor?
- Tycker du att frågorna var för lätta/lagom svåra/för svåra?
- Har du lärt dig något av att skriva det här testet? Vad i så fall?
- Vilka faktorer tror du påverkar ditt resultat i den här undersökningen?

De tre sista frågorna inkluderades för att få eleverna att reflektera lite över vad de gjort när de fyllde i testet, och på det viset förhoppningsvis lära sig något av det hela.

## 2.5 Genomförande

Testet genomfördes med sammanlagt 85 elever. I Tabell 2.2 anges när testen gjordes och hur många elever som ingick i varje test.

Grupp	Vårtillfälle (Antal elever)	Hösttillfälle (Antal elever)	Både höst och vår (bortfall)
A1	28/5 (12)	24/8 (31)	11 (9)
A2	12/6 (14)		13
A3	12/6 (15)	24/8 (17)	15 (2)
B	8/6 (32)	28/8 (33)	30 (5)
Totalt	-	-	69 (16)

Tabell 2.2 Testdatum och bortfall.

Testdatum för de olika elevgrupperna på skola A och B. Alla test gjordes under år 2007. Siffrorna inom parentes efter datumerna anger hur många elever som gjorde testet vid detta tillfälle. Den sista kolumnen anger hur många elever som gjorde både höst och vårtestet, samt hur många (inom parentes) som bara gjorde ett test. Vid hösttillfället hade vi både grupp A1 och A2 i samma klassrum och kunde inte skilja ut vilka elever som hörde till vilken grupp.

Eleverna kom från tre olika klasser på skola A, och två klasser från skola B. På skola A hade varje klass blivit undervisad var för sig. På skola B hade de två klasserna i stort sett uteslutande haft undervisning i storgrupp, och borde därför kunna behandlas som en homogen grupp. På båda skolorna hade man behandlat krafter och rörelse under den senare delen av våren, även om olika grupper hade kommit olika långt.

Vid varje testtillfälle var vi noga med att påpeka att deltagande var frivilligt, att lärarna aldrig skulle få reda på någon elevs individuella resultat, samt att vi skulle anonymisera testen innan rättning.<sup>16</sup> För att kunna para ihop varje elevs vårtest med dennes hösttest var vi tvungna att be dem skriva namn på testen, men innan vi "rättade" dem ersatte vi namnen med en kod och klippte bort namnen från testbladen. Någon av oss var närvarande vid varje testtillfälle och kunde konstatera att eleverna verkade genomföra testet någorlunda seriöst. Eleverna fick 40 minuter på sig att genomföra testet, men alla blev klara väl inom denna tidsgräns.

Det hade varit bra att kunna följa upp hösttillfället med att gå igenom testets alla frågor med eleverna, men det var svårt att få lektionstid till detta. Ur ett etiskt per-

<sup>16</sup> Ur elevernas synvinkel var anonymiseringen inte enbart positiv, flera elever påpekade att de gärna hade velat veta vilka frågor de hade rätt och fel på etc.

spektiv hade en sådan uppföljning nog varit bra och får ses som ett misslyckande från vår sida. Vi har också lovat att återkomma till eleverna med en redovisning av resultaten, och kommer att göra så under januari eller februari 2008.

### 3 Beskrivning av de statistiska metoderna

Vi har använt olika statistiska metoder för att behandla våra data. Dessa metoder samt hur vi gallrat ut lågkvalitativa data redovisas nedan.

#### 3.1 Gallring av elevsvar

De elever som angett att de kontrollerat svaret eller tänkt på någon specifik testfråga mellan vårtestet och hösttestet, kan störa undersökningens resultat. Dessa elever kan definitivt anses ha lärt sig något om testets frågor, och de bör få bättre resultat vid hösttestet än vid vårtestet. Vi har därför valt att gallra ut dessa elevsvar. De flesta av dessa elever har angett att de läst på Newtons lagar – eftersom detta kan tänkas påverka ett antal olika frågor kunde vi inte bara bortse från den fråga som eleven sagt att han/hon läst på, utan tog bort elevens test helt från datasetet. En kortfattad sammanfattning av denna elevgrupps resultat finns i Bilaga 1.

Om en elev bara genomfört ett test plockades testet också bort från undersökningen, eftersom syftet var att jämföra resultaten från våren med de från hösten. Dessa elevers test behandlades inte.

#### 3.2 Standardiserade statistiska metoder

För att säkerställa om elevernas resultat är signifikant bättre eller sämre i vårtestet jämfört med hösttestet har vi använt Student's t-test (Larsen & Marx 1986: 362-364<sup>17</sup>). För att undersöka sambandet mellan elevernas förmåga att återge fakta och deras förståelse har vi också beräknat korrelationskoefficienten (Larsen & Marx 1986: 435, 486) mellan antalet rätta svar på förståelsefrågorna och faktafrågorna. Vi undersökte också om korrelationen var signifikant skiljd från noll (på 95 % -nivån). Det är viktigt att understryka att korrelationsberäkningar inte visar vilket orsaks-samband som gäller, en hög korrelation kan exempelvis orsakas av en bakomliggande variabel.

#### 3.3 Frågebaserat mediantest

För att kunna studera om elevernas förståelse eller faktakunskaper påverkar hur deras kunnande förändras över sommaren har vi konstruerat ett speciellt statistiskt test, här kallat *frågebaserat mediantest*. Vi kunde inte hitta något statistiskt standardtest som på ett tillfredställande sätt tar hänsyn till att de elever som svarat rätt på många frågor på våren också är de som kan uppvisa den största negativa förändringen i antalet rätta svar, och den minsta positiva. Vi ville också ta hänsyn till eller att olika frågor är olika svåra.

Grundidén med metoden är att jämföra en poängsumma hos de elever som svarat rätt-fel (/fel-rätt) på enskilda frågor med dem som svarat rätt-rätt (/fel-fel). Jämförelsen sker genom att se hur många av de elever som svarat rätt-fel (/fel-rätt) som har en poängsumma över eller under medianen bland samtliga som svarat rätt (/fel) på frågan vid vårtestet. Genom att beräkna poängsumman baserad på de olika sorternas frågor (samtliga frågor/faktafrågor/förståelsefrågor) kan vi exempelvis undersöka om förståelse minskar risken att svara rätt-fel.

---

<sup>17</sup>t-testet finns beskrivet i de flesta grundläggande statistikböcker.

Metoden beskrivs lättast med ett exempel: Låt oss säga att vi vill undersöka huruvida de elever som svarar rätt-fel på faktafrågor har lägre grad av förståelse än de som svarar rätt-rätt på faktafrågor gör vi så här:

Vi börjar med att studera faktafråga nummer 1 (dvs. testfråga nummer 2):

1. Plocka ut alla elever som hade rätt på faktafråga 1 vid vårtillfället. Beräkna medianen,  $\tilde{m}$  av deras sammanlagda resultat på förståelsefrågorna på våren.
2. Plocka nu ut de elever som svarade rätt-fel på faktafråga 1. Räkna hur många av dem som har ett sammanlagt resultat mindre än  $\tilde{m}$  på förståelsefrågorna på våren, kalla detta antal  $x_1$ . Räkna också hur många av dem som har ett sammanlagt resultat större än  $\tilde{m}$  på förståelsefrågorna på våren, kalla detta antal  $y_1$ .<sup>18</sup> Varje elevs resultat jämförs således med resultatet för de andra elever som svarat rätt på faktafråga 1 på våren.
3. Gör om punkt 1 och 2 för faktafråga 2, 3 o.s.v. (och beräkna nya tal  $x_2, x_3, y_2, y_3$  o.s.v.)

Nu kan vi räkna ut summorna  $X = x_1 + x_2 + \dots$  och  $Y = y_1 + y_2 + \dots$

Om det hade varit slumpmässigt vilka elever som svarat rätt-fel på faktafrågor skulle resultatet vara jämförbart med att singla slant  $X+Y$  gånger. Detta innebär att  $X$  i så fall skulle vara binomialfördelad (med parametrar  $X+Y$  och 0,5, se Larsen & Marx 1986: 96), och att vi kan undersöka om resultatet signifikant avviker från slumpen genom att jämföra med binomialfördelningen. Vi anger ett p-värde, som utgörs av sannolikheten att en större andel av eleverna än den uppmätta fått ett resultat över medianen. Det verkar rimligt att använda dubbelriktad signifikans, varför p-värdet mindre än 0,025 eller större än 0,975 anger att resultatet avviker signifikant från slumpen på 95 % -nivån. Ett p-värde mindre än 0,025 eller större än 0,975 anger alltså att det är mindre än 5 % sannolikhet att en lika skev fördelning skulle uppkomma av ren slump.

I och med att medianen räknas om för varje fråga skulle en elev som svarat rätt-fel på två frågor kunna räknas i "över medianen" -gruppen i ena fallet och "under medianen" -gruppen i andra fallet. Detta eftersom elevens sammanlagda resultat i varje fall endast jämförs med resultaten från de elever som svarat rätt på den specifika frågan på våren. På detta sätt kan vi undersöka frågor av olika svårighetsgrad, och se om de personer som svara rätt-fel har en relativt sett lägre förståelse än de som svarar rätt-rätt.

Ett problem med denna metod är att olika elever tillför olika mycket data till analysen. Även om det är rimligt att låta de elever som svarat rätt-fel på många frågor tillföra mer data till analysen, är det risk att andra faktorer än exempelvis förståelsen kan ligga bakom de variationer vi ser. För att se hur stor effekten av enskilda elever är har vi gjort en känslighetsanalys, där vi plockat bort enskilda elever ur datasetet och sett hur mycket resultatet påverkats. I redovisningen av känslighetsanalysen har vi redovisat resultatet för det fall som haft lägst signifikansnivå (d.v.s. när vi plockat bort den elev som påverkat resultatet mest).

---

<sup>18</sup> Medianen bestäms ju som det mittersta talet om man ställer alla resultaten i nummerordning. I vissa fall kan en eller flera elever som svarat rätt-fel ha ett förståelsefrågeresultat som är lika med medianen. I så fall fördelar vi andelar av eleverna efter var medianen är placerad, d.v.s. hur många tal=medianen som står till höger respektive vänster om mitten. Om exempelvis medianen är 7 och 5 elever har detta resultat, men det mittersta talet är den näst sista sjuan, kommer vi om 3 av dessa elever svarat rätt-fel att addera  $0,7 \cdot 3$  till  $x_1$  och  $0,3 \cdot 3$  till  $y_1$ .

Vi kan givetvis använda samma metod för att studera vilka elever som svarat fel-rätt, d.v.s. lärt sig mest, fast vi då får utgå från de elever som *inte* klarat respektive fråga i punkt 1 ovan.

Genom att konsekvent använda resultat från vårt test för att beräkna medianerna i mediantestet, kan vi vara säkra på riktningen i orsak-verkan sambandet. Förändring i kunnande över sommaren kan omöjligt ge upphov till antalet rätta svar på våren, däremot är det omvända fullt möjligt. Däremot kan ett sådant här test naturligtvis inte eliminera eventuell inverkan av bakomliggande faktorer.

## 4 Resultat

I vår undersökning var vi intresserade att veta hur varje enskild elev presterade före och efter en undervisningsfri period och inte medelresultat för alla elever; det var förändringen i kunskande hos varje enskild elev vi ville ha reda på. Detta medför att vi endast var intresserade av resultatet från de 69 elever som deltog vid båda undersökningstillfällena. Av dessa angav 10 elever att de läst på någon eller några frågor, varför vi uteslöt deras testsvar från analyserna nedan. Elever som läst på en viss fråga kan förutsättas ha lättare att senare återge svaret på denna fråga, vilket skulle påverka undersökningen. Sammanlagt innebär detta att 59 elever ingår i undersökningen. I bilaga 1 finns en allmän beskrivning av resultaten från undersökningen, med detaljer som endast har marginell bäring på våra frågeställningar. I bilagan beskrivs också de 10 bortgallrade elevsvaren kortfattat.

### 4.1 Förändringar av kunskande

Till vår förvåning fann vi att elevgruppens resultat på hösten faktiskt var bättre än resultatet på våren. I Tabell 4.1 redovisas resultaten från höst- och vårtesten jämförda med varandra.

Frågor	Antal rätta svar VT (medelvärde)	Antal rätta svar HT (medelvärde)	Genomsnittlig skillnad per elev	p-värde
Alla frågor	535 (9,1)	589 (10,0)	0,91*	0,0029
Förståelsefrågor	367 (6,2)	424 (7,1)	0,96*	0,0029
Faktafrågor	168 (2,8)	165 (2,8)	-0,05	0,7089

Tabell 4.1 Resultat av vår och hösttest

Det totala antalet rätta svar på olika sorters frågor vid vårens och höstens testtillfällen, (medelvärdena anges inom parentes). Den genomsnittliga skillnaden i resultat mellan hösten och våren visas också. De \*-märkta skillnaderna är statistiskt signifikanta på 99 % -nivån.

Notera att hela skillnaden mellan vårresultatet och höstresultatet ligger i resultatet på förståelsefrågorna, medan antalet rätta svar på faktafrågorna knappt förändras alls. Eleverna har på hösten rätt på i genomsnitt ca 1 fråga mer än på våren. Skillnaden mellan vår och höst är statistiskt signifikant, utom för faktafrågorna. De statistiska signifikansnivåerna är beräknade med hjälp av ett t-test. Eleverna hade något lägre andel rätt på faktafrågorna (2,8 av 8) jämfört med förståelsefrågorna (6,2 av 16).

### 4.2 Korrelationer mellan förståelse och faktakunskap

Vi beräknade även korrelationen mellan antalet rätta svar på fakta- och förståelsefrågorna. För vårterminens test är korrelationen 0,20, vilket inte är statistiskt signifikant skiljt från noll. Vid höstterminens test, däremot är korrelationen högre: 0,36, vilket är statistiskt signifikant på 95 % -nivån. Däremot är skillnaden mellan de två korrelationskoefficienterna inte statistiskt signifikant, vilket gör att resultatet är svårt att tolka.

### 4.3 Vilka elever svarar rätt-fel?

För att studera vilka elever som svarat rätt-fel, använder vi ett frågebaserat mediantest (se kap 3.3). På så sätt hoppas vi kunna besvara frågan om en lägre grad av förståelse leder till att elevernas kunskande minskar i högre grad under sommaren. Resultatet redovisas i Tabell 4.2.

#### Samtliga rätt-fel-svar

Resultat och median baseras på (VT-resultat)	Antal rätt-fel-svar angivna av elever med resultat		p-värde
	under medianen (X)	över medianen (Y)	
Alla frågor	70,8 (61 %)	45,2 (39 %)	0,99*
	67,9 (60 %)	46,1 (40 %)	0,975*
Förståelsefrågor	70,6 (61 %)	45,4 (39 %)	0,99*
	65,9 (59 %)	45,1 (41 %)	0,97
Faktafrågor	65,1 (56 %)	50,9 (44 %)	0,91
	63,6 (55 %)	52,4 (45 %)	0,84

#### Rätt-fel på förståelsefrågor

Resultat och median baseras på (VT-resultat)	Antal rätt-fel-svar angivna av elever med resultat		p-värde
	under medianen (X)	över medianen (Y)	
Alla frågor	52,2 (62 %)	31,8 (38 %)	0,98*
	50,8 (61 %)	33,2 (39 %)	0,96
Förståelsefrågor	53,7 (64 %)	30,3 (36 %)	0,99*
	51,9 (62 %)	31,1 (38 %)	0,98*
Faktafrågor	45,4 (54 %)	38,6 (46 %)	0,78
	43,9 (52 %)	40,1 (48 %)	0,62

#### Rätt-fel på faktafrågor

Resultat och median baseras på (VT-resultat)	Antal rätt-fel-svar angivna av elever med resultat		p-värde
	under medianen (X)	över medianen (Y)	
Alla frågor	18,6 (58 %)	13,4 (42 %)	0,81
	17,4 (54 %)	14,6 (46 %)	0,70
Förståelsefrågor	16,9 (53 %)	15,1 (47 %)	0,57
	13,6 (49 %)	14,4 (51 %)	0,42
Faktafrågor	19,7 (62 %)	12,3 (38 %)	0,89
	18,5 (58 %)	13,5 (42 %)	0,81

Tabell 4.2 Analys av rätt-fel-svar.

Tabellen ovan visar, utgående från ett frågebaserat mediantest, hur elevernas rätt-fel-svar kan relateras till deras resultat på olika grupper av frågor vid vårtestet. En stjärna indikerar en statistiskt signifikant skillnad mellan hur många av rätt-fel-svaren som getts av elever med resultat över respektive under medianerna (på 95 % -nivån). Siffrorna med mindre typsnitt visar det utslag som ger lägst signifikans, om man tar bort en enskild elev ur datasetet.

Följande exempel illustrerar hur Tabell 4.2 skall utläsas. Studera första raden i den översta deltabellen (märkt "Samtliga rätt-fel-svar"). Första kolumnen anger att poäng och median för jämförelse av elever beräknas utifrån resultatet på samtliga frågor, både fakta- och förståelsefrågor. Observera att medianen räknas om för varje testfråga – vid beräkningen av medianen används enbart resultatet från de elever som haft rätt



på den specifika frågan vid vårtestet. Siffran 70,8 i den andra kolumnen anger att 70,8 av de sammanlagt 116 (70,8+45,2) angivna rätt-fel-svaren getts av elever som haft lägre poäng än medianen vid vårtestet. Procentsatsen inom parentes (61 %) anger hur stor andel av rätt-fel-svaren som utgörs av dessa 70,8 svar. Siffran 45,2 i den tredje kolumnen anger på samma sätt att 45,2 av de 116 angivna rätt-fel-svaren getts av elever som haft en högre poäng än medianen vid vårtestet. P-värdet (0,99) anger sannolikheten att färre än 70,8 av eleverna skulle ha haft ett resultat lägre än medianen, om elevernas resultat styrts av slumpen. Observera att varje elevs poäng jämförs med medianen en gång för varje fråga eleven svarat rätt-fel på, d.v.s. att en elev kan tillföra mer än en av de 116 angivna fel-rätt-svaren.

De siffror som är skrivna med ett mindre typsnitt anger det minst signifikanta resultat som uppkommer då vi eliminerar enskilda elevers svar från testet. Vi går alltså igenom samtliga elevers svar, tar bort dem ett och ett, och beräknar signifikansnivån. Den på så vis lägsta beräknade signifikansnivån, och de data som genererar den, redovisas.

Andra raden i tabellen fungerar på samma sätt, förutom att vi endast använt förståelsefrågorna för att beräkna elevernas poäng och medianerna.

Tyvärr kan vi notera att våra faktafrågor var ganska få (8 stycken), vilket förmodligen bidragit till att vissa resultat inte blir statistiskt signifikanta. T.ex. visar Tabell 4.2, under rubriken "Rätt-fel på faktafrågor", inga statistiskt signifikanta samband mellan rätt-fel-svar på faktafrågor, och svaren på vår-frågorna.

Under rubriken "Rätt-fel på förståelsefrågor" i Tabell 4.2, ser vi däremot att det finns ett statistiskt signifikant samband mellan lägre grad av förståelse och att svara rätt-fel på förståelsefrågorna. 64 % av rätt-fel-svaren var givna av elever som haft färre rätt än medianeleven (bland de elever som svarat rätt på respektive förståelsefråga) på förståelsefrågorna på våren. Detta innebär att elever med lägre grad av förståelse är överrepresenterade bland dem som svarat rätt-fel. När jämförelsen istället görs med hjälp av faktafrågorna avges 54 % av rätt-fel-svaren av elever som haft färre rätt än medianerna, vilket inte är signifikant avvikande från slumpen. Vi konstaterar därför att det verkar som att förståelse är viktigare än fakta när det gäller negativa förändringar av elevens prestation på förståelsefrågorna.

Det verkar också klart att förståelsen inte har någon större påverkan på om eleven svarar rätt-fel på faktafrågor eller inte, då endast 53 % av rätt-fel svaren getts av elever med förståelseresultat under medianerna. Däremot löper elever med mindre faktafärdigheter förmodligen större risk att svara rätt-fel än de med stora faktafärdigheter, eftersom 62 % av rätt-fel-svaren getts av elever med resultat under medianerna (detta resultat är inte statistiskt signifikant).

Överlag visar testet att ett större kunnande innebär att man löper mindre risk att svara rätt-fel på enskilda frågor. Vi finner också att enskilda elever inte påverkar resultatet särskilt mycket, utom i de fall där signifikansen redan är låg.

#### 4.4 Vilka elever svarar fel-rätt?

För att studera vilka elever som förbättrar sitt resultat använder vi ett frågebaserat mediantest (se kap. 3.3). Resultaten redovisas i Tabell 4.3.

##### Samtliga fel-rätt-svar

Resultat och median baseras på (VT-resultat)	Antal fel-rätt-svar angivna av elever med resultat		p-värde
	under medianen (X)	över medianen (Y)	
Alla frågor	63,4 (37 %) 62,7 (38 %)	106,6 (63 %) 101,3 (62 %)	0,0004* 0,0011*
Förståelsefrågor	70,1 (41 %) 69,1 (42 %)	99,9 (59 %) 94,9 (58 %)	0,013* 0,0253
Faktafrågor	65,3 (38 %) 64,3 (39 %)	104,7 (62 %) 99,7 (61 %)	0,0013* 0,0031*

##### Fel-rätt-svar på förståelsefrågor

Resultat och median baseras på (VT-resultat)	Antal fel-rätt-svar angivna av elever med resultat		p-värde
	under medianen (X)	över medianen (Y)	
Alla frågor	52,3 (37 %) 51,1 (38 %)	88,7 (63 %) 84,9 (62 %)	0,0012* 0,0022*
Förståelsefrågor	56,6 (40 %) 57,2 (41 %)	84,4 (60 %) 82,8 (59 %)	0,0090* 0,017*
Faktafrågor	57,4 (41 %) 58,2 (42 %)	83,6 (59 %) 81,8 (58 %)	0,014* 0,0258

##### Fel-rätt-svar på faktafrågor

Resultat och median baseras på (VT-resultat)	Antal fel-rätt-svar angivna av elever med resultat		p-värde
	under medianen (X)	över medianen (Y)	
Alla frågor	11,1 (38 %) 11,1 (43 %)	17,9 (62 %) 14,9 (57 %)	0,13 0,27
Förståelsefrågor	13,5 (47 %) 13,4 (52 %)	15,5 (53 %) 12,6 (48 %)	0,35 0,57
Faktafrågor	8,0 (27 %) 8,1 (29 %)	21,0 (73 %) 19,9 (71 %)	0,0041* 0,018*

**Tabell 4.3** Analys av fel-rätt-svar

Tabellen ovan visar, utgående från ett frågebaserat mediantest, hur fel-rätt-svar kan relateras till elevernas resultat på olika typer av frågor vid vårtestet. En stjärna indikerar en statistiskt signifikant skillnad mellan hur många av fel-rätt-svaren som getts av elever med resultat över respektive under medianerna (på 95 % -nivån). Siffrorna med mindre typsnitt visar det utslag som ger lägst signifikans, om man tar bort en enskild elev ur datasetet

Ur tabellen drar vi slutsatsen att ju högre elevernas allmänna kunskapsnivå är, desto lättare har de att ta till sig ny kunskap (63 % av fel-rätt-svaren gavs av elever med resultat över medianresultaten på våren<sup>19</sup>). Både elevernas resultat på fakta och förståelsefrågor bidrar. Om medianerna beräknas på fakta respektive förståelsefrågor ges 62 % respektive 59 % av fel-rätt-svaren av elever med resultat över medianen. Slut-

<sup>19</sup> Observera att när vi studerar fel-rätt svar jämförs varje elevs resultat med resultatet hos de övriga elever som svarat fel på den specifika frågan på våren.

satsen är att elever med högre kunskande är överrepresenterade bland de som förbättrar sitt resultat. Det är dock intressantare att se på fel-rätt-svar på förståelsefrågor och faktafrågor var för sig.

För förståelsefrågor ger både högre förmåga att återge fakta på våren och högre grad av förståelse ökad sannolikhet att förbättra resultatet (60 % respektive 59 % av fel-rätt-svaren ges av elever med fakta respektive förståelsefrågeresultat över medianerna). Båda sambanden är statistiskt signifikanta.

När det gäller resultatförbättringen på faktafrågor ser sambandet dock annorlunda ut. Här verkar inte högre grad av förståelse göra att man har lättare att ta till sig fakta. Fel-rätt svaren på faktafrågor gavs av ungefär lika många elever med förståelseresultat över medianerna som under medianerna (47 % respektive 53 %), medan hela 73 % av fel-rätt svaren gavs av elever med högre resultat på faktafrågorna. Sambandet mellan fel-rätt-svar på faktafrågor och resultat på faktafrågorna på våren är statistiskt signifikant.

## 5 Diskussion av resultat och didaktiska konsekvenser

### 5.1 Ökande förståelse

Varför ökar elevernas grad av förståelse under sommaren (se kap. 4.1 och 4.4)? Resultatet skulle kunna förklaras med att eleverna lärde sig något av att genomföra testet på våren. Vi har försökt försäkra oss om att eleverna inte lärt sig svaren på frågorna genom att dels inte tala om de rätta svaren för eleverna, och dels sälla bort svaren från de elever som funderat på eller kontrollerat svaren på någon av frågorna. Däremot ger testet eleverna nya intryck vilket kan stimulera inläring, något vi inte kan motverka. Vi kan dock föra ett resonemang om vilka elever som har störst chans att lära sig något på att göra testet. Nedan söker vi andra möjliga förklaringar till varför elevernas förståelse ökar.

En möjlig förklaring skulle kunna vara så kallad "U-shaped learning" (Strauss 1982: 2).<sup>20</sup> Innan fysikkursens början har eleverna troligen en bild av krafter och rörelse präglad av vardagsföreställningar. Under fysikkursens gång har eleverna fått anledning att ompröva dessa föreställningar, och gradvis komplettera eller ersätta dem med en mer vetenskaplig bild, genom ackommodation. Vi kan inte räkna med att ackommodationen sker omedelbart, eller i ett specifikt ögonblick, exempelvis skriver Posner et al. (1982: 223) att: "That an accommodation is a radical change does not, however, entail that it is abrupt." Under ackommodationsprocessen har eleverna en förvirrad bild av verkligheter och kan prestera sämre än de gjorde tidigare. Ett exempel på detta är den studie av yngre barns hantering av begreppen "full" och "tom" som genomförts av Jerome Bruner och Helen Kennedy, där 7-åringar presterar bättre än 9-åringar i vissa avseenden, eftersom 9-åringarna försöker inkorporera fler aspekter av begreppen, men inte lyckas helt (Bruner & Kennedy 1966). När ackommodationen är klar kommer de naturligtvis att prestera bättre igen. Detta leder till en U-formad prestationskurva. Med den här tolkningen skulle en del av eleverna i undersökningen inte vara klara med sin ackommodation på våren, men kanske på hösten.

Notera att "U-shaped learning" är konsistent med att betrakta elevens kunskapsutveckling som paradigmskiften i enlighet med Kuhns vetenskapsteori (Gilje & Grimen 1992: 113-117). Eleverna skulle då befinna sig mitt i ett paradigmskifte under ackommodationsprocessen.

Vi observerar att de elever som har störst sannolikhet att svara bättre på en förståelsefråga (fel-rätt) på hösten är de som redan på våren har bra resultat på förståelsefrågorna. Varför detta skulle vara fallet om det vi observerar är "U-shaped learning", är inte klart. Vid "U-shaped learning" skulle man kunna förvänta sig att de elever som gett högre andel korrekta svar på våren var mer klara med sin ackommodation, och således ha lägre potential för förbättringar.

Snarare kan det vara på sin plats att betrakta ackommodationen som en ständigt pågående process, där eleverna använder sin förståelse i kontakt med olika intryck, allt från vardagsobservationer till TV-program och datorspel. De elever som har hög grad

---

<sup>20</sup> Detta skulle i så fall vara den första kategorin i den klassifikation av olika former av "U-shaped learning" som redovisas av Strauss (1982: 2).

av förståelse ser förmodligen världen mer ur ett fysikperspektiv och har större möjlighet att upptäcka inkonsistenser i sin världsbild. Detta ger utrymme för en accelererad ackommodation, som kan förklara varför fel-rätt-svar med större sannolikhet ges av elever med högre grad av förståelse. I detta sammanhang kan det vara på sin plats att påpeka att även testet på våren utgör ett intryck som kan bidra till ackommodationsprocessen, en effekt som enligt ovanstående resonemang bör vara starkare för elever med hög grad av förståelse. Det är inte heller orimligt att tänka sig att de elever som har lägre grad av förståelse lättare ackommoderar en felaktig bild, vilket kan förklara varför rätt-fel-svar oftare avges av elever med lägre grad av förståelse.

## **5.2 Separation av fakta och förståelse**

Resultatet av undersökningen antyder att elevernas grad av förståelse inte har någon större inverkan på hur deras förmåga att återge fakta förändras över sommaren. Detta är ett resultat som går mot våra förväntningar – vi väntade oss att högre grad av förståelse skulle göra att faktakunskaperna upplevdes som mer meningsfulla, och därför lättare att både ta till sig och återge. Notera dock att korrelationen mellan antalet rätta fakta-svar och antalet rätta förståelse-svar är större än noll på hösten (kap. 4.2).

Undersökningen tyder på att faktakunskaper och förståelse inom området krafter och rörelse är ganska väl åtskilda när det gäller rätt-fel-svar, d.v.s. när elevernas resultat försämrats (se kap. 4.3). Däremot bidrar faktakunskaperna till att eleverna förbättrar sitt resultat på förståelsefrågorna (svarar fel-rätt, se kap. 4.4). Att de elever som har sämre faktakunskaper är överrepresenterade bland dem som svarar rätt-fel, och underrepresenterade bland dem som svarar fel-rätt är kanske inte så förvånande.<sup>21</sup> Dels kan man tänka sig att de elever som har stora faktakunskaper upplever fakta som mer meningsfulla, dels kan de tänkas ha bättre minnestekniker. Vi vill påpeka att sannolikheten att eleverna "lärt sig nya fakta" över sommaren är låg. Snarare beror fel-rätt-svaren på faktafrågorna på att eleverna lyckas återge fakta de känner till som de inte lyckades återge vid vårtillfället.<sup>22</sup>

Testet visar ett statistiskt samband mellan faktakunskap på våren och fel-rätt-svar på förståelsefrågor (kap. 4.3), d.v.s. ökande grad av förståelse över sommaren. Detta förvånar oss. En möjlig (och trolig) förklaring är att detta är att fakta och förståelse inte är helt frikopplade från varandra, d.v.s. att de elever som har högre förståelse också har högre faktakunskaper. En annan möjlig förklaring står att finna i faktakunskapernas natur. De faktakunskaper som eleverna kan visa i vår undersökning utgörs till stora delar av fysikaliska lagar. Hur ser då eleverna på dessa faktakunskaper? Vi finner det inte orimligt att anta att eleverna även inkluderar de fysikaliska lagar och samband som presenteras på lektionerna i ackommodationsprocessen. De elever som då har större faktakunskaper har helt enkelt mer data att tillgå, och större anledning att omforma sin syn på världen. Detta ligger i linje med den konstruktivistiska syn på ackommodation som förs fram av Posner et al. (1982: 211-213), där man jämför ackommodation med Kuhns vetenskapliga revolutioner, med det tillägget att även de samband eleven känner till kan hjälpa till att skapa de anomalier som behövs för att eleven skall ompröva sina idéer (Posner et al. 1982: 225).

<sup>21</sup> För rätt-fel svar på faktafrågor har vi inga statistiskt signifikanta resultat, utan bara tendenser.

<sup>22</sup> En tänkbar förklaring till fel-rätt-svaren är att de elever som visar större faktakunnande på våren under sommaren har fått större förståelse för hur enheter och formler hänger ihop. Detta är en närmast matematisk förståelse som inte har någon koppling till våra förståelsefrågor. Varför just elever med högre grad av faktakunnande skulle få denna förståelse är oklart.

### 5.3 Generaliserbarhet och didaktiska konsekvenser

Med tanke på att våra faktafrågor i huvudsak har varit inriktade på samband (och på att kunna sätta ihop rätt samband med rätt namn), är det inte säkert våra resultat är generaliserbara till att gälla andra typer av fakta, eftersom det inte är säkert att andra typer av fakta har samma typ av koppling till förståelse, eller upplevs som lika meningsfulla av eleverna. Vår rekommendation är att endast använda resultaten tillsammans med fakta som är att betrakta som sambandsbeskrivningar.

Undersökningen är genomförd bland gymnasieelever på NV-programmet, d.v.s. en elevgrupp som kan förväntas ha ett relativt utvecklat abstrakt tänkande, som rimligen också påverkar elevernas inläring. Att föra över våra resultat på väsentligt yngre elever kan i och med detta bli problematiskt.

När man diskuterar kunskap i termer av fakta och förståelse, är det lätt att faktakunskaper ses som mindre fina eller meningsfulla. Skolverkets skrift *Skola för bildning* (SOU 1992:94: 65) argumenterar mot att sätta den ena kunskapsformen framför den andra. Faktakunskaper av den form som vi undersökt här, exempelvis att känna till och kunna namnge Newtons lagar är också att betrakta som meningsfulla, eftersom de underlättar kommunikation kring frågeställningar inom mekanikens område.<sup>23</sup> Därför är det rimligt att lära ut även faktakunskaper till elever i skolan. Vår undersökning visar att större faktakunnande bidrar till en positiv kunskapsutveckling både vad gäller faktakunskaper och förståelse. Kanske borde skolan även satsa på att lära eleverna *hur* man kan lära sig fakta?

En tydlig implikation av vår undersökning är att om man vill testa elevernas förståelse inom ett område, så är det lämpligt att göra detta en tid efter att området tagits upp i undervisningen, eftersom elevernas förståelse fortsätter att utvecklas. Detta skulle kunna vara ett argument för studentskrivningar i gymnasieskolan, istället för att som idag examinera eleverna på varje kurs för sig. Eftersom elevernas kunnande ökar med tiden är det också effektivt att låta kurser sträcka sig över en längre tid om de kräver mycket förståelse, eftersom elever med större kunnande torde ha lättare att lära sig nya saker. Notera att vi inte har visat att elevernas färdighet i att exempelvis lösa räkneuppgifter inom fysiken ökar med tiden.<sup>24</sup>

Slutligen vill vi påpeka att vår undersökning inte säger något om elevernas kunskapsnivå. Även om elevernas förståelse ökar med tiden, snarare än minskar, innebär inte det att förståelsen med nödvändighet är så hög som man som lärare skulle vilja. Det kan därför vara på sin plats att inleda en kurs med ”repetition”, men inte för att väcka en förståelse eleverna en gång haft, utan för att ge dem en förståelse de inte haft tidigare.<sup>25</sup>

---

<sup>23</sup> Naturligtvis innebär inte detta att eleverna med nödvändighet upplever dessa fakta som meningsfulla, vilket är ett krav för meningsfullt lärande i linje med Marton et al. (1977: kap. 2).

<sup>24</sup> För en definition av begreppet *färdighet* se *Skola för bildning* (SOU 1992:94: 66).

<sup>25</sup> Det är däremot fullt möjligt att man måste repetera upp gamla *färdigheter* hos eleverna.

## Referenser

Ausubel, David P. (1968). *Educational Psychology. A Cognitive View*. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc.

Bach, Frank (2001). *Om ljuset i tillvaron. Ett undervisningsexperiment inom optik*. (Göteborg Studies in Educational Sciences, 112). Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.

Bruner, Jerome S. and Kennedy, Helen J. (1966). "On Relational Concepts" i Jerome S., Bruner (red.), *Studies in Cognitive Growth* (s. 168-182). New York: John Wiley & Sons.

Claesson, Silwa (2002). *Spår av teorier i praktiken*. Lund: Studentlitteratur.

Driver, Rosalind, Asoko, Hilary, Leach, John, Mortimer, Eduardo & Scott, Philip (1994). "Constructing Scientific Knowledge in the Classroom". *Educational Researcher*, 23, 5-12.

Gilje, Nils & Grimen, Harald (1992). *Samhällsvetenskapernas förutsättningar*. Göteborg: Daidalos.

Hestenes, David (1998). "Who needs Physics Education Research!?". *American Journal of Physics*, 66, 465-467.

Hestenes, David, Wells, Malcolm & Swackhamer, Gregg (1992). "Force Concept Inventory". *The Physics Teacher*, 30, 141-158.

Huffman, Douglas and Heller, Patricia (1995). "What Does the Force Concept Inventory Actually Measure?". *The Physics Teacher*, 33, 138-143.

Jenkins, E. W. (2000). "Constructivism in School Education: Powerful Model or the Most Dangerous Intellectual Tendency?". *Science of Education*, 9, 599-610.

Larsen, Richard J. & Marx, Morris L. (1986). *An Introduction to Mathematical Statistics and Its Applications* (2:a uppl.). Englewood Cliffs: Prentice-Hall.

Marton, Ference, Dahlgren, Lars Owe, Svensson, Lennart & Säljö, Roger (1977). *Inläring och omvärldsuppfattning*. Stockholm: Almqvist & Wiksell.

Matthews, Michael R. (2002). "Constructivism and Science Education: A Further Appraisal". *Journal of Science Education and Technology*, 11, 121-134.

Novak, Joseph D. (1993). "Human Constructivism: A Unification of Psychological and Epistemological Phenomena in Meaning Making". *International Journal of Personal Construct Psychology*, 6, 167-193.

*Några frågor om krafter* (u.å./07) Översättning av Force Concept Inventory. Hämtat 5 maj 2007, från <http://na-serv.did.gu.se/fci/fci.html>

Posner, George J., Strike, Kenneth A., Hewson, Peter W. & Gertzog, William A. (1982). "Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change". *Science Education*, 66(2), 211-227.

Pålsgård, Jan, Kvist, Göran & Nilsson, Klas (2005). *Ergo Fysik. Naturvetenskap och Teknik kurs B*. Stockholm: Liber.

Sfard, Anna (1998). "On Two Metaphors for Learning and the Dangers of Choosing Just One". *Educational Researcher*, 27, 4-13.

SOU 1992:94. *Skola för bildning*. Stockholm: Utbildningsdepartementet.

Strauss, Sidney (1982). "Introduction", i Sidney, Strauss & Ruth, Stavy (red.), *U-shaped behavioural growth* (s. 1-9). New York: Academic Press

Wallin, Anita (2004). *Evolutionsteorin i klassrummet. På väg mot en teori för undervisning i biologisk evolution*. (Göteborg Studies in Educational Sciences, 212). Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis.



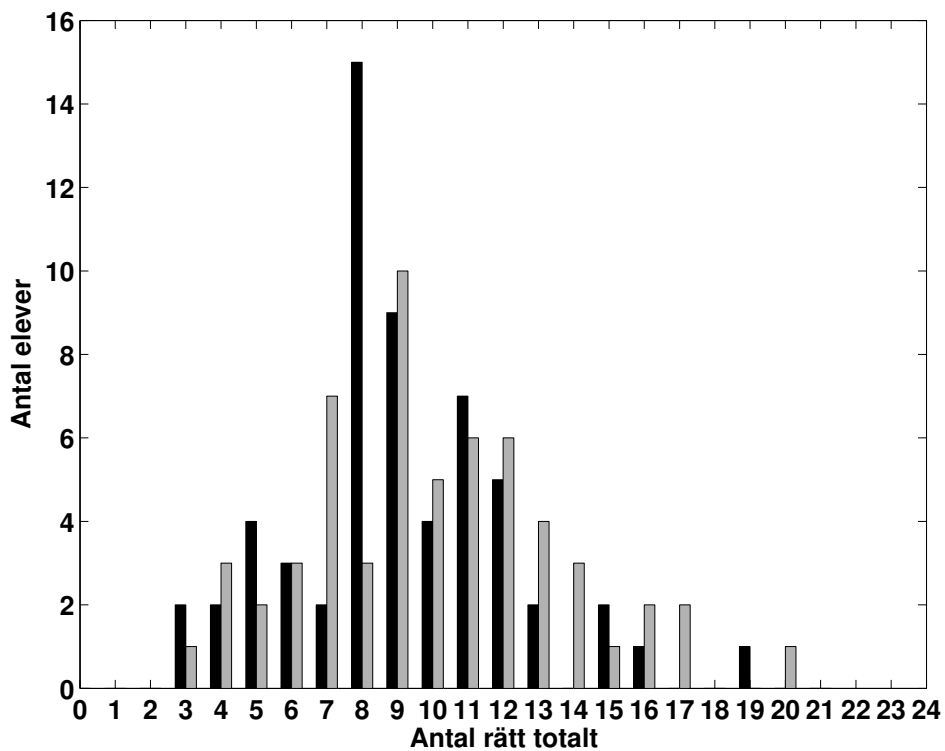
## Bilaga 1: Ytterligare beskrivning av undersökningsdata

I denna bilaga redovisar vi ytterligare resultat från vår undersökning som stöd för den intresserade läsaren, i form av tabeller och diagram. Samtliga figurer och tabeller är baserade på de 59 elevsvar där eleven inte angett att han/hon funderat på eller kontrollerat svaret på någon testfråga, såvida inte annat anges. En kortfattad beskrivning av de bortgallrade elevsvaren ges sist i bilagan.

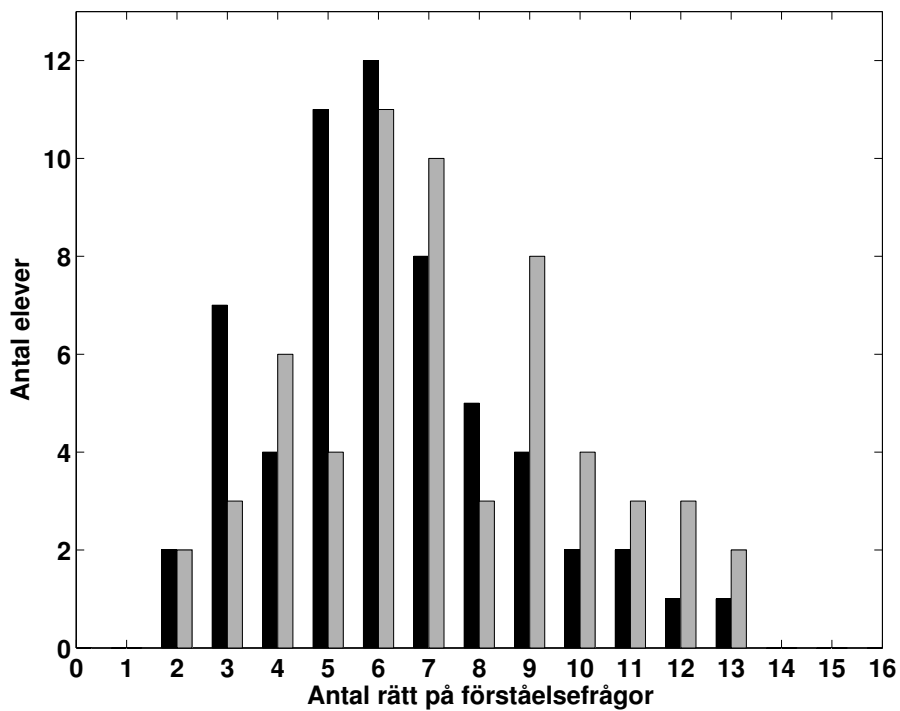
Fråga	Rätta svar VT	Rätta svar HT	Rätt-fel	Fel-rätt	Oläsliga svar
1	43	45	5	7	0
2*	45	46	2	3	0
3	41	42	6	7	0
4	25	34	5	14	0
5	4	8	1	5	0
6* a (Newton 1)	7	5	3	1	0
6* b (Newton 2)	8	8	3	3	0
6* c (Newton 3)	8	10	3	5	0
7	6	6	4	4	0
8	43	47	5	9	0
9	17	23	5	11	0
10* a (tal)	53	51	5	3	0
10* b (enhet)	26	24	8	6	0
11	14	17	6	9	1
12	30	35	6	11	0
13	16	23	1	8	0
14*	20	20	7	7	0
15	21	34	2	15	0
16	16	24	5	13	0
17	13	12	5	4	2
18	40	41	6	7	0
19*	1	1	1	1	0
20	20	18	11	9	0
21	18	15	11	8	0
Totalt	535	589	116	170	3

Tabell B.1 Sammanställt resultat för varje fråga.

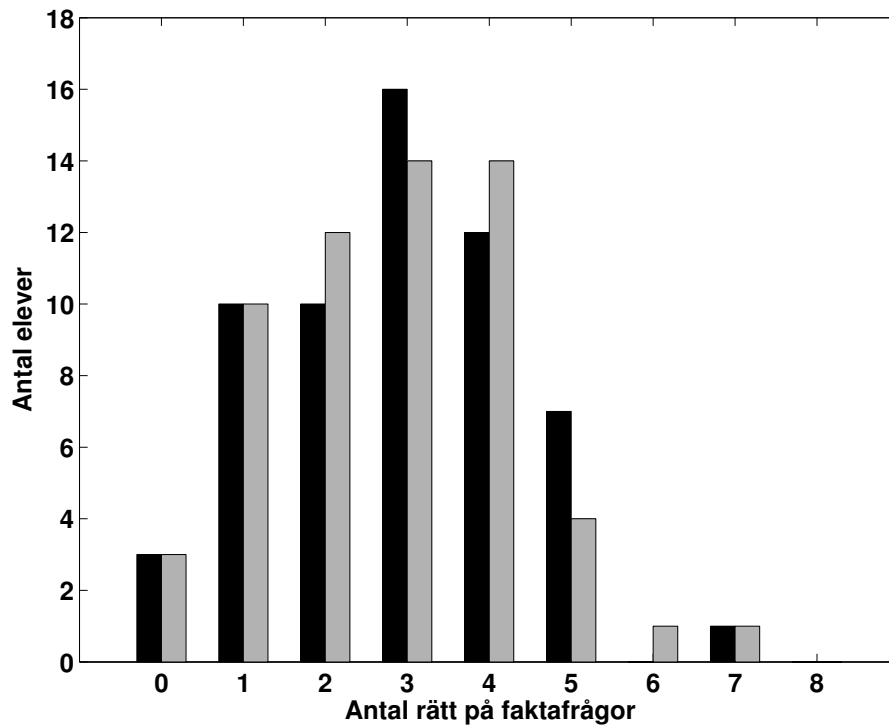
De \*-märkta frågorna är faktafrågor. Andra kolumnen visar antalet rätta svar på våren och tredje på hösten. Kolumn 4 och 5 visar hur många rätt-fel-svar (kolumn 4), respektive fel-rätt-svar (kolumn 5), som getts på respektive fråga. De oläsliga svaren består i att elever kryssat för mer än ett svar.



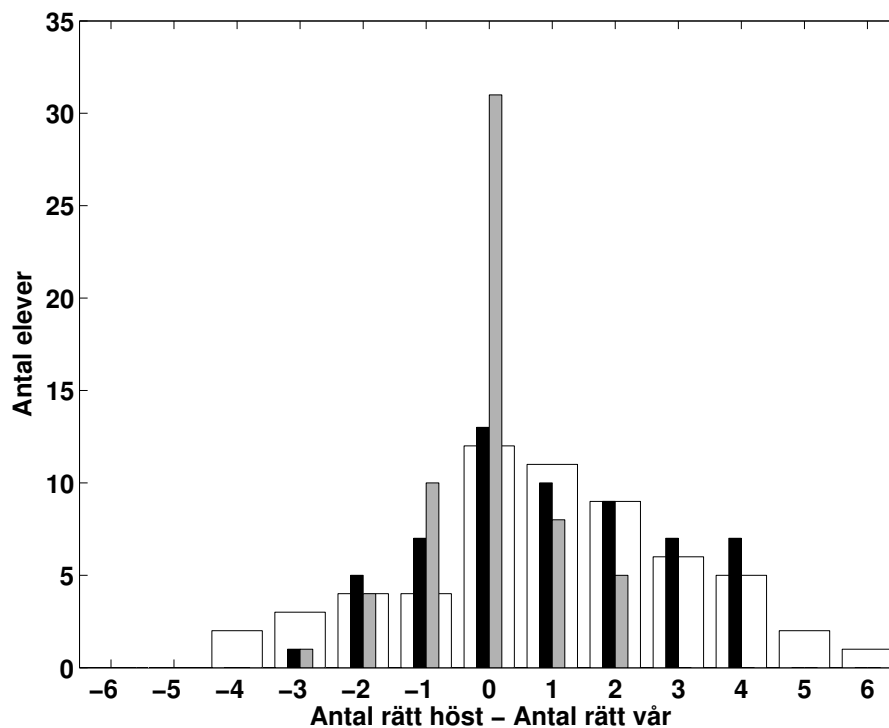
Figur B.1 Fördelning av antalet rätta svar.  
 Varje stapel visar hur många elevsvar som innehöll det angivna antalet rätt. Grå staplar visar resultatet på hösten och svarta staplar visar resultatet på våren.



Figur B.2 Fördelning av antalet rätta svar på förståelsefrågor.  
 Varje stapel visar hur många elevsvar som hade det angivna antalet rätta svar. Grå staplar visar resultatet på hösten och svarta staplar visar resultatet på våren.



Figur B.3 Fördelning av antalet rätta svar på faktafrågor. Varje stapel visar hur många elevsvar som hade det angivna antalet rätt. Grå staplar visar resultatet på hösten och svarta staplar visar resultatet på våren.



Figur B.4 Fördelningen av förändring i antalet rätta svar från vår till höst. Positivt värde på x-axeln indikerar ett högre antal rätta svar på hösten än på våren. Varje stapel visar hur många elevsvar som ändrats med angivet antal rätta svar från vår till höst. Breda vita staplarna representerar samtliga frågor, smala svarta staplar förståelsefrågorna och smala grå faktafrågorna.

### ***Bortgallrade elevsvar***

Nedan redovisas de elevsvar som vi gallrat bort på grund av att eleverna angett att de läst på eller funderat på någon av frågorna på testet.

Antal elever:	10	(10)
Antal rätt, medelvärde vår (höst):	11,7	(11,4)
Antal rätt förståelsefrågor vår (höst):	8,3	(8,3)
Antal rätt faktafrågor vår (höst):	3,4	(3,1)

Notera att dessa elever inte har förbättrat sitt resultat från våren till hösten. Naturligtvis är 10 elever ett väl litet urval, men det är något förvånande att de som läst på inte lyckats förbättra sig. Sju av de tio eleverna har angett att de läst på faktafråga nummer 6 (Newtons lagar).

## **Bilaga 2: Testet (Höstterminsversionen)**

## Undersökning av fysikkunskaper

Vissa frågor har svarsalternativ. Då skall du endast kryssa i rätt svar. På de andra frågorna vill vi ha relativt kortfattade svar. Försök hinna med alla frågor, är det något du inte kan så gå vidare!

### Fråga 1.

Två metallkulor är lika stora. Den ena väger dubbelt så mycket som den andra. Kulorna släpps samtidigt från taket på ett en-våningshus. Den tid det tar för kulorna att nå marken blir:

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | (A) ungefär hälften så lång för den tyngre kulan som för den lättare.                 |
| <input type="checkbox"/> | (B) ungefär hälften så lång för den lättare kulan som för den tyngre.                 |
| <input type="checkbox"/> | (C) ungefär lika för båda kulorna.  |
| <input type="checkbox"/> | (D) väsentligen mindre för den tyngre kulan, men inte nödvändigtvis hälften så lång.  |
| <input type="checkbox"/> | (E) väsentligen mindre för den lättare kulan, men inte nödvändigtvis hälften så lång. |

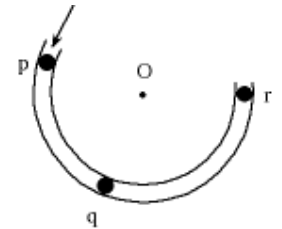
### Fråga 2.

I vilken enhet mäts acceleration?

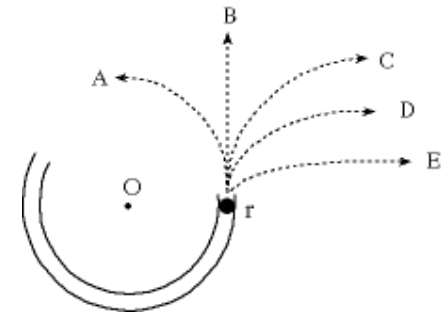
Ditt namn:

### Fråga 3.

Figuren till höger visar en bana som utgör en del av en cirkel med centrum i O. Kanalen är fastsatt på en horisontell bordsskiva. I figuren banan på bordskivan uppifrån. En kula skjuts med hög fart in i banan vid p och lämnar den vid r. Friktion mot kanalens väggar och bordsyta är försumbar. Luftmotståndet är också försumbart.



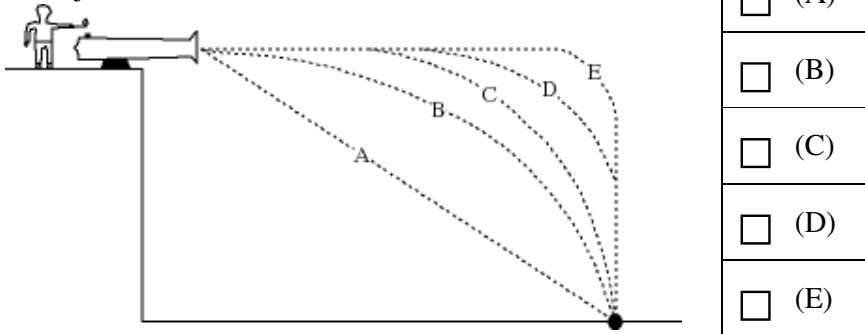
Vilken bana i figuren till höger motsvarar bäst den som kulan kommer att följa efter att den lämnar kanalen vid r och rör sig på den friktionsfria bordsytan?



- |                          |     |
|--------------------------|-----|
| <input type="checkbox"/> | (A) |
| <input type="checkbox"/> | (B) |
| <input type="checkbox"/> | (C) |
| <input type="checkbox"/> | (D) |
| <input type="checkbox"/> | (E) |

**Fråga 4.**

En kanonkula avfyras från toppen av en klippa som figuren visar. Vilken bana motsvarar bäst den som kanonkulan kommer att följa?

**Fråga 5.**

Ett barn kastar en stålkula rakt upp. Betrakta bara kulans rörelse efter att den har lämnat barnets hand men innan den når marken. Anta att krafter från luften är försumbara. Under dessa omständigheter kommer de krafter (den kraft) som verkar på kulan att vara

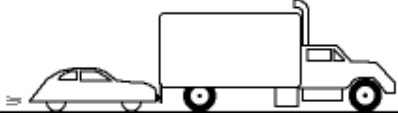
<input type="checkbox"/>	(A) en nedåtriktad tyngdkraft och en ständigt minskande uppåtriktad kraft.
<input type="checkbox"/>	(B) en ständigt minskande uppåtriktad kraft från det att kulan lämnat barnets hand tills den har nått sin högsta punkt varefter den utsätts för en nedåtriktad och ständigt ökande tyngdkraft allteftersom den närmar sig marken.
<input type="checkbox"/>	(C) en i det närmaste konstant och nedåtriktad tyngdkraft tillsammans med en ständigt minskande uppåtriktad kraft tills kulan nått sin högsta punkt varefter den på nervägen endast utsätts för den nedåtriktade tyngdkraften.
<input type="checkbox"/>	(D) en i det närmaste konstant och nedåtriktad tyngdkraft.
<input type="checkbox"/>	(E) inget ovanstående alternativ. Kulan faller tillbaka till marken eftersom det är naturligt för den att komma i vila på jordens yta.

**Fråga 6.**

Formulera (skriv ned) Newtons första, andra och tredje lag.

**UTGÅ FRÅN TEXTEN OCH FIGUREN NEDAN NÄR DU SVARAR PÅ DE FÖLJANDE TVÅ FRÅGORNA (7 OCH 8)**

En lastbil får motorstopp på landsvägen. Den får hjälp till närmaste verkstad av en liten personbil, som skjuter på bakifrån som bilden visar.



**Fråga 7.**

Medan personbilen skjuter på lastbilen och ökar hastigheten för att komma upp i marschfart så gäller att

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | (A) personbilen skjuter på lastbilen med en kraft i samma storleksordning som den som lastbilen utövar tillbaka på personbilen.   |
| <input type="checkbox"/> | (B) personbilen skjuter på lastbilen med en kraft i som är mindre än den som lastbilen utövar tillbaka på personbilen.  |
| <input type="checkbox"/> | (C) personbilen skjuter på lastbilen med en kraft i som är större än den som lastbilen utövar tillbaka på personbilen.  |
| <input type="checkbox"/> | (D) personbilens motor är i drift vilket gör att personbilen utövar en kraft på lastbilen, men lastbilens motor är inte i drift varför lastbilen inte kan utöva någon kraft tillbaka på personbilen. Lastbilen skjuts fram helt enkelt därför att den är i vägen för personbilen. |
| <input type="checkbox"/> | (E) ingen av bilarna utövar någon kraft på den andra. Lastbilen skjuts fram helt enkelt därför att den är i vägen för personbilen.  |

**Fråga 8.**

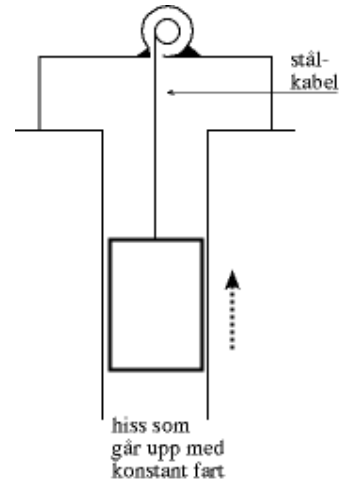
Efter det att personbilen som skjuter på lastbilen kommit upp i konstant marschfart gäller att

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | (A) personbilen skjuter på lastbilen med en kraft i samma storleksordning som den som lastbilen utövar tillbaka på personbilen.   |
| <input type="checkbox"/> | (B) personbilen skjuter på lastbilen med en kraft i som är mindre än den som lastbilen utövar tillbaka på personbilen.  |
| <input type="checkbox"/> | (C) personbilen skjuter på lastbilen med en kraft i som är större än den som lastbilen utövar tillbaka på personbilen.  |
| <input type="checkbox"/> | (D) personbilens motor är i drift vilket gör att personbilen utövar en kraft på lastbilen, men lastbilens motor är inte i drift varför lastbilen inte kan utöva någon kraft tillbaka på personbilen. Lastbilen skjuts fram helt enkelt därför att den är i vägen för personbilen. |
| <input type="checkbox"/> | (E) ingen av bilarna utövar någon kraft på den andra. Lastbilen skjuts fram helt enkelt därför att den är i vägen för personbilen.  |



**Fråga 9.**

En hiss dras upp med konstant fart av en stålsladd som figuren visar. All friktion är försumbar. I detta fall gäller om krafterna på hisskorgen att



- |                          |  |
|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | (A) kraften uppåt utövad av sladden är större än den nedåtriktade tyngdkraften.  |
| <input type="checkbox"/> | (B) kraften uppåt utövad av sladden är lika stor som den nedåtriktade tyngdkraften.  |
| <input type="checkbox"/> | (C) kraften uppåt utövad av sladden är mindre än den nedåtriktade tyngdkraften.  |
| <input type="checkbox"/> | (D) kraften uppåt utövad av sladden är större än summan av den nedåtriktade tyngdkraften och den nedåtriktade kraft som orsakas av luften. |

**Fråga 10.**

Vilken enhet har tyngdaccelerationen  $g$ , och hur stor är den på våra breddgrader (skriv så många decimaler du kan)?

**Fråga 11.**

Figuren nedan visar en flicka som svingar sig i ett rep och som har startat i en punkt som ligger högre än A. Tänk dig följande fyra olika krafter:

1. En nedåtriktad tyngdkraft
2. En kraft orsakad av repet och som är riktad från A mot O.
3. En kraft i samma riktning som flickans rörelse.
4. En kraft riktad från O mot A.

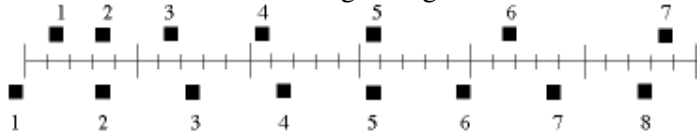
Vilka (vilken) av ovanstående krafter verkar på flickan när hon är vid punkt A:

- |                          |                 |
|--------------------------|-----------------|
| <input type="checkbox"/> | (A) endast 1.   |
| <input type="checkbox"/> | (B) 1 och 2.    |
| <input type="checkbox"/> | (C) 1 och 3.    |
| <input type="checkbox"/> | (D) 1, 2 och 3. |
| <input type="checkbox"/> | (E) 1, 3 och 4. |



**Fråga 12.**

Figuren visar en följd av lägen för två klossar med 0,20 sekunders mellanrum. Klossarna rör sig åt höger.

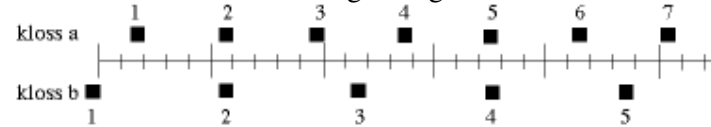


Har klossarna någonsin samma hastighet?

- |  |
|--|
| <input type="checkbox"/> (A) Nej.  |
| <input type="checkbox"/> (B) Ja, vid ögonblicket 2.                              |
| <input type="checkbox"/> (C) Ja, vid ögonblicket 5.                              |
| <input type="checkbox"/> (D) Ja, vid ögonblicken 2 och 5.                        |
| <input type="checkbox"/> (E) Ja, vid något ögonblick under intervallet 3 till 4. |

**Fråga 13.**

Figuren visar en följd av lägen för två klossar med 0,20 sekunders mellanrum. Klossarna rör sig åt höger.



Vad gäller om klossarnas acceleration?

- |   |
|---|
| <input type="checkbox"/> (A) a:s acceleration är större än b:s  |
| <input type="checkbox"/> (B) a:s acceleration är lika stor som b:s och bådas är större än noll.       |
| <input type="checkbox"/> (C) b:s acceleration är större än a:s acceleration.                          |
| <input type="checkbox"/> (D) a:s acceleration är lika stor som b:s och bådas är lika med noll.        |
| <input type="checkbox"/> (E) det finns inte tillräckligt med information för att kunna besvara frågan |

**Fråga 14.**

I vilken enhet mäts kraftmoment?

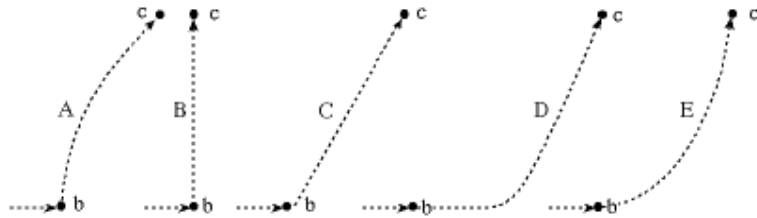
**UTGÅ FRÅN TEXTEN OCH FIGUREN NEDAN NÄR DU SVARAR PÅ DE FÖLJANDE FYRA FRÅGORNA (15 - 18)**

En raket driver sidledes i yttre rymden från punkt a till punkt b så som visas i figuren nedan. Raketen utsätts inte för några yttre krafter. När raketen har nått punkt b startas raketens motorer, vilka alstrar en konstant drivkraft som är riktad vinkelrätt mot linjen ab. Den konstanta drivkraften bibehålls tills raketen har nått en punkt c i rymden.



**Fråga 15.**

Vilken av banorna nedan motsvarar närmast raketens bana mellan punkt b och c?



- (A)
- (B)
- (C)
- (D)
- (E)

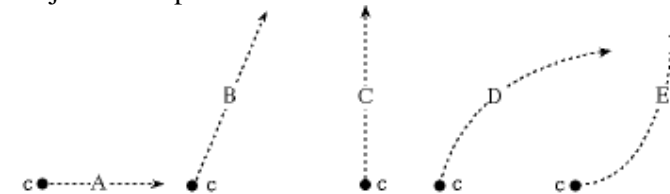
**Fråga 16.**

När raketen rör sig från punkt b till punkt c så kommer dess fart att vara

- (A) konstant.
- (B) kontinuerligt ökande.
- (C) kontinuerligt minskande.
- (D) ökande för en kort stund och därefter konstant.
- (E) konstant för en kort stund och därefter minskande.

**Fråga 17.**

När raketen når punkt c stängs motorerna av och drivkraften minskar omedelbart till noll. Vilken av nedanstående banor kommer raketen att följa bortom punkt c?



- (A)
- (B)
- (C)
- (D)
- (E)

**Fråga 18.**

Bortom punkt c kommer raketens fart att vara

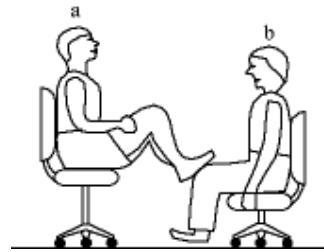
- |   |
|---|
| <input type="checkbox"/> (A) konstant.  |
| <input type="checkbox"/> (B) kontinuerligt ökande.                              |
| <input type="checkbox"/> (C) kontinuerligt minskande.                           |
| <input type="checkbox"/> (D) ökande för en kort stund och därefter konstant.    |
| <input type="checkbox"/> (E) konstant för en kort stund och därefter minskande. |

**Fråga 19.**

Formulera Newtons gravitationslag (lagen som beskriver gravitationskraften mellan två kroppar).

**Fråga 20.**

Student a har massan 95 kg och student b massan 77 kg. De sitter i likadana kontorsstolar vända mot varandra. Student a placerar sina fötter på student b:s knän såsom visas i figuren. Plötsligt skjuter student a fram sina fötter vilket medför att båda stolarna kommer att röra sig.



Under det att student a skjuter fram sina fötter och studenterna fortfarande berör varandra gäller att

- |   |
|---|
| <input type="checkbox"/> (A) ingen student utövar en kraft på den andre.                                  |
| <input type="checkbox"/> (B) student a utövar en kraft på b, men b utövar ingen kraft på a.               |
| <input type="checkbox"/> (C) båda studenterna utövar en kraft på den andre, men b utövar en större kraft. |
| <input type="checkbox"/> (D) båda studenterna utövar en kraft på den andre, men a utövar en större kraft. |
| <input type="checkbox"/> (E) båda studenterna utövar en kraft på den andre, och krafterna är lika stora.  |

**Fråga 21.**

Trots en mycket stark vind lyckas en tennisspelare träffa en tennisboll med racketen så att den passerar över nätet och landar på motspelarens sida. Beakta följande krafter:

1. En nedåtriktad tyngdkraft.
2. En kraft från "träffen".
3. En kraft utövad av luften

Vilka (vilken) av ovanstående krafter verkar på tennisbollen efter det att den inte längre är i kontakt med racketen men före att den landar på marken:

<input type="checkbox"/> (A) endast 1.
<input type="checkbox"/> (B) 1 och 2.
<input type="checkbox"/> (C) 1 och 3.
<input type="checkbox"/> (D) 2 och 3.
<input type="checkbox"/> (E) 1, 2 och 3.

***Tack För hjälpen!***

## Uppföljningsfrågor

Har du under sommaren tänkt på något som tagits upp i fysikundervisningen? Vad i så fall?

Har du läst någon bok eller sett något TV-program om fysik under sommaren? Vad i så fall?

Har du funderat på eller sökt upp svaret på någon av frågorna efter förra testet? Vilken/vilka frågor?

Tycker du att frågorna var

för lätta?

lagom svåra?

för svåra

Har du lärt dig något av att skriva det här testet? Vad i så fall?

Vilka faktorer tror du påverkar ditt resultat i den här undersökningen?