

NA-SPEKTRUM

STUDIER AV NATURVETENSKAPEN I
SKOLAN

Nr 11

GYMNASIEELEVERS KUNSKAPER OM MATERIA

EN PILOTSTUDIE ANGÅENDE
DE TEORETISKA LINJERNA
I LJUSET AV NATIONELLA
RESULTAT FRÅN ÅRSKURS 9

Ingrid Jansson

Göteborgs universitet
Inst för ämnesdidaktik, Avd för naturvetenskap
Box 300, SE-405 30 GÖTEBORG
Telefon:031-7732000, Fax:031-7732060
<http://na-serv.did.gu.se/nadforsk/nadforsk.html>



Red: Björn Andersson ISSN 1102-5492

GYMNASIEELEVENS KUNSKAPER OM MATERIA

EN PILOTSTUDIE ANGÅENDE
DE TEORETISKA LINJERNA
I LJUSET AV NATIONELLA
RESULTAT FRÅN ÅRSKURS 9.

Ingrid Jansson

NA-SPEKTRUM

NR 11

SAMMANFATTNING

Denna studie gäller kunskapsutveckling i naturvetenskap på N-, T-, E-, H- och S-linjerna i gymnasieskolan. Den går i första hand ut på att undersöka och analysera hur gymnasieelever besvarar de uppgifter, som användes i den Nationella Utvärderingen av NAaturvetenskap i grundskolan vt 1992 (NUNA-projektet). Den centrala frågeställningen är i vilken utsträckning det sker en *kunskapsutveckling på gymnasiets teoretiska linjer* i relation till resultaten i årskurs 9 vad gäller områdena *materia och kemiska reaktioner*:

Hur ser progressionen ut vad gäller elevernas naturvetenskapliga kunskaper?

Hur skiljer sig de olika gymnasielinjerna från varandra?

Hur skiljer sig kunskaperna på gymnasiet i åk 3 från åk 9?

På vilket sätt uppfyller gymnasieelever i åk 3 de mål, som ställts upp för åk 9?

Finns skillnad i begreppsförståelse mellan flickor och pojkar i åk 3?

Syftet är också att belysa konsekvenserna för gymnasieskolan av den funna kunskapsutvecklingen. Undersökningen genomfördes som en enkätundersökning i april 1993 med samtliga NUNA-uppgifter (40 st), kompletterade med 5 frågor av gymnasiekaraktär. Sammanlagt 32 klasser i fyra olika gymnasieskolor deltog. I varje skola valdes i princip en klass på varje linje och i varje årskurs ut av skolledningen för att delta i undersökningen. Designen (antal klasser) var följande:

Årskurser/linjer	N	T	H	E	S
åk 1	4	4			
åk 2	4	4			
åk 3	4	4	2	2	4

Resultaten visar att eleverna vid inträdet i gymnasieskolan har många brister i den grundläggande naturvetenskapliga begreppsförståelsen. Dock visar de årskurs 9-elever, som valt N- och T-linjen väsentligt bättre förståelse än de, som valt annan linje. Vid utträdet ur gymnasieskolan har enligt denna undersökning N- och T-eleverna väsentligt förbättrat sin begreppsförståelse men E-, H- och S-eleverna inte alls. N- och T-eleverna uppnår de mål, som ställts upp för grundskolan, i motsats till årskurs 9-eleverna och gymnasieeleverna på E-, H- och S-linjerna. Denna studie pekar mot att gymnasielärarna i såväl det naturvetenskapliga programmet som i övriga program måste ägna stor uppmärksamhet åt elevernas grundläggande begreppsförståelse och inte ta för givet att detta är avklarat i grundskolan. Många elever har vardagsföreställningar som byggs på med den vetenskapliga vokabulären men ändras föga, om de inte bearbetas i undervisningen. Speciellt måste åtgärder för att förbättra flickornas begreppsinsläring på områdena gaser och fasövergångar övervägas.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sid
	3
	5
	7
KAPITEL 1	9
1.1	9
1.2	9
1.3	10
1.4	11
2	14
2.1	14
2.2	14
2.3	16
2.4	16
3	17
3.1	18
3.2	25
3.3	33
3.4	42
4.	57
4.1	57
4.2	58
	58
	59
	60
4.3	61
4.4	62
	64
5.	65
5.1	65
	68
5.2	71
5.3	73
5.4	74
6.	77
6.1	77
6.2	78
6.3	79
7.	81
7.1	81
7.2	81
8.	82
9.	84

FÖRORD

Ärade läsare!

Du håller nu i din hand ett nummer av skriftserien NA-SPEKTRUM, som redovisar STUDIER AV NATURVETENSKAPEN I SKOLAN. Dess hemvist är Avdelningen för naturvetenskap vid Institutionen för ämnesdidaktik, Göteborgs universitet. Serien är en fortsättning på ELEVPERSPEKTIV. Motivet för namnändringen är att förståelse för elevens perspektiv är nödvändigt men inte tillräckligt när det gäller hur skolans naturvetenskapliga undervisning skall utformas. Vi försöker nu gå vidare på olika sätt, t ex:

-Vi strävar efter att använda kunnande om hur eleven tänker till att konstruera, pröva och utvärdera nya undervisningssekvenser inom centrala begreppsområden.

-Vi försöker kombinera elev - och samhällsperspektiv till nya mål och nya begreppsstrukturer för olika åldrar.

-Vi strävar efter att samordna de olika naturvetenskapliga ämnena och att skapa länkar mellan naturvetenskap, teknik och samhälle.

De åsikter, värderingar och slutsatser som framförs i ett givet nummer är författarnas, och delas inte nödvändigtvis av kollegorna vid Avdelningen för naturvetenskap eller, i förekommande fall, av uppdragsgivaren.

Mölndal, augusti 1994

Red

FÖRFATTARENS FÖRORD

Elevers begreppsförståelse i naturvetenskap har under c:a 20 års tid varit föremål för intensiv forskning för åldrarna upp till 16 år. När jag 1990 började arbeta med gymnasieläroverutbildningen i kemi fann jag, att forskning gällande åldrarna över 16 år var betydligt mer begränsad. På svenska fanns en undersökning av Lybeck, Strömdahl och Tullberg (1985a, 1985b) om gymnasieelevers uppfattningar av storheten substansmängd, på norska fanns Ringnes' undersökningar om syra/basbegreppen och om redoxbegreppet (rapporten kom ut i färdigt skick 1992).

Jag var alltså intresserad av att ta reda på mer om gymnasieelevers begreppsuppfattning och lät tre klasser (N3, T3 och S3) besvara nationella utvärderingens problemhäften. Den manuella bearbetningen visade, att det kunde vara fruktbart att göra en större undersökning men fortfarande av pilotkaraktär. För att något vidga undersökningen adderade jag 5 frågor med mera direkt inriktning mot gymnasiet.

Professor Kjell Härnqvist konsulterades för att ge råd angående valet av klasser så att det blev någorlunda representativt. De preliminära resultaten presenterades för Skolverkets medarbetare. Skolverket har allt som allt beviljat medel för kodning, databearbetning och för färdigställande av tre rapporter. Föreliggande rapport är den första i den serien.

I detta arbete har jag haft hjälp av många skolledare, lärare och elever på de aktuella skolorna och av Jonas Emanuelsson med kodningen av uppgift 4 och 9 samt med databearbetningen. Kollegorna på NA-avdelningen har välvilligt tagit del av manus och tillfört värdefulla synpunkter. Sist men inte minst har Björn Andersson, som fungerat som ledare för NUNA-projektet, varit en stimulerande diskussionspartner.

Till alla, som bidragit till att detta arbete blivit möjligt, vill jag framföra ett varmt tack.

Möln dal 1994-08-31

Ingrid Jansson

1. BAKGRUND

Denna studie gäller kunskapsutveckling i naturvetenskap på N-, T-, E-, H- och S-linjerna i gymnasieskolan. Den går i första hand ut på att undersöka och analysera hur gymnasieelever besvarar de uppgifter, som användes i den nationella utvärderingen av grundskolan vt 1992 (NUNA-projektet). Den centrala frågeställningen är i vilken utsträckning det sker en kunskapsutveckling på gymnasiet i relation till resultaten för åk 9 och vilken karaktär den i så fall har. Denna rapport är en av tre delrapporter över pilotstudien.

NUNA (Nationell Utvärdering NATurvetenskap) i årskurs 9 har under åren 1990–1993 genomförts vid Institutionen för ämnesdidaktik i lärarutbildningen, Göteborgs Universitet, med Björn Andersson som projektledare. Resultatet har rapporterats i två skrifter: Andersson, Emanuelsson och Zetterqvist, (1993a) "Vad kan eleverna om materia?" och Andersson, Emanuelsson och Zetterqvist, (1993b) "Vad kan eleverna om ekologi och människokroppen?"

1.1 Uppläggning av NUNA i årskurs 9

NUNA-gruppen valde att i undersökningen dels *fokusera begreppsförståelse*, dels att *utvärdera ett begränsat antal viktiga områden* samt att *enbart använda papper- och pennauppgifter*. Vidare gavs arbetet en *kvalitativ inriktning*.

De *viktiga områdena* valdes utifrån analys av läroplanen, Lgr 80, och precisering av dess mål. De valda områdena är:

MATERIA

Gaser

Fasövergångar

Ämnen

Kemiska reaktioner

EKOLOGI MED FOTOSYNTES

MÄNNISKOKROPPEN

För att hitta lämpliga uppgifter kombinerades överväganden av *begreppsforskningens* resultat med lärarerfarenheter samt ämneskunskaper i biologi, fysik och kemi. De ca 200 uppgifter, som konstruerades, utprovades i åk 9. Svaren bearbetades och kategoriserades. Högstadielärare bedömde uppgifternas relevans och värde. Först därefter konstruerades tre häften med 12–15 uppgifter per häfte. Dessa ingick i pilottestning med 250 åk 9-elever. Efter analys av resultaten utformades det slutgiltiga utvärderingsinstrumentet i form av tre problemhäften med sammanlagt 40 uppgifter, som användes vid nationella utvärderingen i åk 9 i början av vårterminen 1992.

1.2. Resultat av NUNA i årskurs 9

Andersson, Emanuelsson och Zetterqvist (1993a, s. 58, 60, 62, 65) ger följande summering av resultatet från åk 9 vad gäller *materia och kemiska reaktioner*:

Gaser. Sammantaget avslöjar svaren på uppgifterna om gaser åtskilliga brister i elevernas begreppsbildning. Resultaten passar ihop med, och utgör ett bidrag till, det internationella kunnande, ... som visar att elever har svårigheter med mycket elementära aspekter av gasbegreppet. ...

Fasövergångar. Uppgifterna om faser och fasövergångar ger en likartad helhetsbild som för gaser, nämligen att det finns åtskilliga brister i elevernas begreppsbildning, även om procentuella andelen rätt svar på de

olika fasuppgifterna i genomsnitt är högre. Resultaten bestyrker och utvidgar det internationella kunnande som finns ...

Ämnen. Uppgifterna om ämnen och deras egenskaper avslöjar två brister i elevernas grundläggande begreppsbyggnad. För det första är de inte helt på det klara med var i omvärlden som naturvetenskapen tänker sig att atomerna finns. ... Det gäller att klargöra var gränsen mellan materiellt och icke materiellt skall dras. För det andra visar det sig att eleverna har svårigheter att ordna begreppen atom, molekyl och cell hierarkiskt. Det är lite så och så med elevernas kunskaper om reagens på syre och koldioxid. ...

Kemiska reaktioner. Sammanfattningsvis ger elevernas svar angående kemiska reaktioner ett blandat intryck. Å ena sidan finns det positiva drag, ... Å andra sidan tyder många svar på att elevernas kemiska grundförståelse är bristfällig. Det är t ex hälften som menar att det bildas koldioxid då svavel respektive magnesium brinner, och en stor del kan inte skilja på fasövergångar och kemiska reaktioner. ...

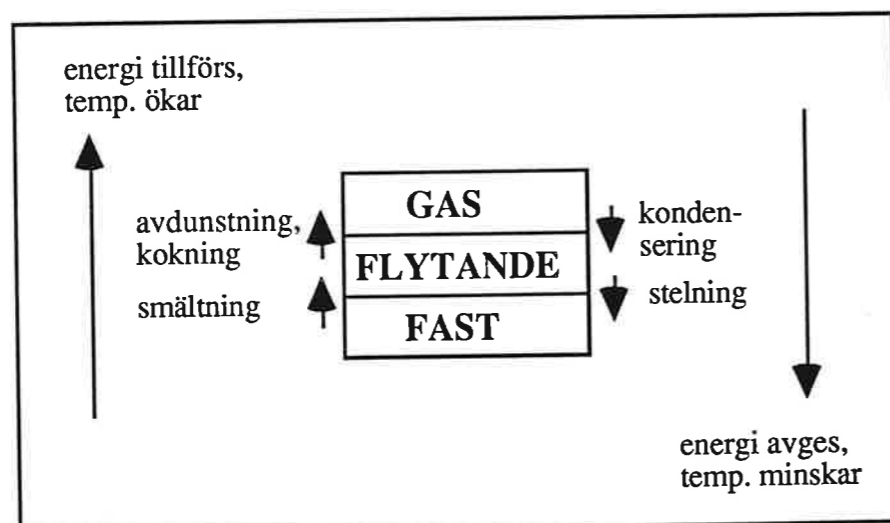
Resultatet från NUNA-utvärderingen i åk 9 visar således att det finns åtskilliga brister i elevernas begreppsförståelse

1.3. Mål i grundskolan för områdena gaser och fasövergångar

Andersson m. fl. (1993a s. 24–26) har vägt samman kunnande från begreppsforskningen med ämneskunnande och lärarerfarenhet och formulerat mål för grundskolans elever. Huvudpunkterna citeras nedan:

1. Förstå egenskaper hos fasta, flytande och gasformiga ämnen
2. Kunna beskriva den sekvens av fasändringar, inklusive temperaturändringar, som orsakas av energitillförsel och energiavgång

De begrepp som ryms i detta mål kan sammanfattas i form av figur 5.1.



Figur 5.1 Faser och fasövergångar

3. Förstå att för ett givet system av ett ämne, så bevaras massa och ämne vid tillståndsändringar

4. Kunna identifiera och förklara tillståndsändringar i omvärlden

5. Kunna redogöra för, och våga sig på att använda för förklaring och förutsägelse, en kvalitativ partikelmodell för de olika tillstånden

I teorin ovan framställs materia som partikulär och dynamisk, vilket står i motsats till vardagstänkandets kontinuerliga och statiska modell.

Teorin kan förklara åtskilliga makroskopiska egenskaper och förlopp. Exempel: Varför går en gas att trycka ihop? Det är relativt stora avstånd mellan partiklarna. Varför tar det emot då man trycker ihop? Partiklarna packas tätare så det blir fler stötar per sekund på en given yta. Varför ökar trycket då en given volym av en gas värms? Partiklarna rör sig då fortare och stöter därför hårdare och oftare mot kärlets väggar. osv.

Andersson m. fl. (1993a s. 69–72) har utarbetat kriterier för godkända svar och för godkänd nivå för resultaten på de olika målområdena. Enligt dessa kriterier når eleverna inte målen för områdena *gaser och fasövergångar*. Analysen visar också att pojkar på flera uppgifter når avsevärt bättre resultat än flickor.

1.4. Mål i grundskolan för områdena ämnen och kemiska reaktioner

Målsättningen för viktiga begreppsliga aspekter av grundskolans kemi har formulerats av Andersson m. fl. (1993a s. 26–29) utifrån beskrivning av nyckelidéerna i grundskolans kemi samt kunnande från begreppsforskningen om materiens byggnad och kemiska reaktioner. Målen återges nedan:

1. Ha kunskap om ämnen, deras egenskaper och byggnad

Makroskopisk nivå

- A. Vi är omgivna av materia, organisk–organisk, levande–icke levande, fast–flytande–gasformig
- C. Ämnen kan indelas i rena ämnen och blandningar. Blandningar består av två eller flera ämnen. Blandningar kan vara heterogena eller homogena.
- D. Rena ämnen kan indelas i grundämnen och föreningar.

Atomär nivå

- A. Materia i vår omgivning består av atomer. Materia är atomerna och atomerna är materia.
- B. Den atomära nivån är exempel på en s.k. organisationsnivå. Några över och underordnade nivåer är elementarpartikel, (atom), molekyl, cell.
- C. Rena ämnen består t.ex. av ett molekylslag. Blandningar består t.ex. av två eller flera molekylslag
- D. Grundämnen består av endast ett atomslag, föreningar av två eller flera.

- | | |
|---|--|
| E. Ett grundämne kan ej med kemiska metoder uppdelas i enklare ämnen. | E. Ett atomslag kan ej omvandlas till ett annat vid kemiska reaktioner. (Bevarande av atomär identitet i betydelsen samma atomnummer.) |
| F. En förening kan sönderdelas. | F. T.ex. är vissa föreningar uppbyggda av identiska molekyler. Dessa kan sönderdelas i enklare molekyler och/eller atomer. |
| G. Det finns cirka 100 olika grundämnena. | G. Det finns cirka hundra atomslag. |
| H. Ämnen har karaktäristiska egenskaper (smält- och kokpunkt, densitet, värmeledningsförmåga m.m.) | H. Atomer har karaktäristiska egenskaper (massa, volym, atomnummer m.m.) |
| I. En del ämnen löser sig i vatten. Ämnen, som inte löser sig i vatten kan ibland lösas av andra ämnen. | I. Ämnets partiklar (molekyler eller joner) blandas upp med lösningsmedlets. |
| J. Rena ämnen kan delas in på olika sätt, t.ex. organisk-oorganisk, metaller-icke metaller m.m. | J. Organiska ämnen innehåller ofta atomslagen kol, väte, och syre. En metall består av ett atomslag. |
| K. Två andra viktiga ämnesgrupper är syror och baser. Surhetsgrad uttrycks med pH-skalan, som går från 0 till 14. | K. pH-skalan uttrycker vätejonkoncentration. |

2. Ha kunskap om och viss förståelse för allmänna aspekter av kemiska reaktioner.

- | <u>Makroskopisk nivå</u> | <u>Atomär nivå</u> |
|---|---|
| A. En kemisk reaktion har skett när ett eller flera ämnen har bildats av ett eller flera ursprungsämnen. (Ursprungsämnena försvinner, nya uppstår.) | A. En kemisk reaktion innebär att atomer omarrangeras, t.ex. så att nya molekyler bildas. Men varje atom behåller sin identitet (samma atomnummer). |
| B. Massan hos ett slutet system bevaras vid en kemisk reaktion. | B. Atomer är oförstörbara vid kemiska reaktioner. Systemets totala massa är summan av atomernas massa. ("Materia är atomerna och atomerna är materia.") Totala antalet atomer före = totala antalet atomer efter. |

- | | |
|---|--|
| C. Många kemiska reaktioner startas genom tillförsel av energi. | C. Energitillförsel betyder t.ex. att molekyler får ökad hastighet. De kan då kollidera så kraftigt att de slås i delar, som kan växelverka och bilda nya molekyler. |
|---|--|

3. Ha kunskap om några viktiga kemiska reaktioner, t.ex.

- | <u>Makroskopisk nivå</u> | <u>Atomär nivå</u> |
|--|---|
| A. Vissa grundämnena reagerar med syre. Då bildas oxider. | A. Den atomära nivån kan symboliseras med enkla modeller. |
| B. Rost bildas då järn reagerar med syre och vatten. | B. Dito |
| C. Då organiska ämnen reagerar med syre (förbränning) bildas ofta koldioxid och vatten (fossila bränslen, -olja, kol, gas- biobränslen, kolhydrater i levande organismer). Energi avges. | C. Dito |
| D. Fotosyntesen | D. Dito |

4. Ha viss kunskap om kemiska symboler

- | |
|---|
| A. Vad vanliga kemiska tecken betecknar (H, O, C, Na o.s.v.) och hur vanligt förekommande atomer betecknas (jämatom, kaliumatom, aluminiumatom o.s.v.). |
| B. Vad vanliga molekylformler betecknar (CO ₂ , O ₂ o.s.v.) och hur vanliga molekyler betecknas (svaveldioxid, ozon o.s.v.) |
| C. Innebörden av kemiska reaktionsformler. |

Andersson m. fl. (1993a s. 69-72) har utarbetat kriterier för godkända svar och för godkänd nivå för resultaten på de olika målområdena. Enligt dessa kriterier når eleverna inte målen för områdena *ämnen och kemiska reaktioner*. Skillnaderna mellan flickor och pojkar är här inte lika stora som för områdena *gaser och fasövergångar*.

2. SYFTE OCH UPPLÄGGNING AV NUNA PÅ GYMNASIET

2.1. Syftet med denna studie

Mot bakgrund av att åk 9 eleverna inte uppfyller de mål, som analyserats fram och bedömts som rimliga för grundskolan, framstår det som intressant att ta reda på hur gymnasieelever på de teoretiska linjerna uppfyller målen. Detta kunskapsintresse finns både på gymnasieskolan och inom gymnasielärutbildningen men sådan kunskap torde också vara intressant för alla mottagande universitetsinstitutioner inom den naturvetenskapliga sektorn.

Mer preciserat är syftet med denna delstudie är att få en uppfattning om elevers kunskapsutveckling på gymnasiet teoretiska linjer vad gäller områdena *materia* och *kemiska reaktioner*:

- Hur ser progressionen ut vad gäller elevernas naturvetenskapliga kunskaper?
- Hur skiljer sig de olika gymnasielinjerna från varandra?
- Hur skiljer sig kunskaperna på gymnasiet i åk 3 från åk 9?
- På vilket sätt uppfyller gymnasieelever i åk 3 de mål, som ställts upp för åk 9?
- Finns skillnad i begreppsförståelse mellan flickor och pojkar i åk 3?

Syftet är också att belysa konsekvenserna för gymnasieskolan av den funna kunskapsutvecklingen.

2.2. Metod

Undersökningen har genomförts som en enkätundersökning i april 1993 med samtliga NUNA-uppgifter (40 st), kompletterade med 5 frågor av gymnasiekaraktär. Tre av dessa frågor har använts av Nurrenbern och Pickering (1987) i en undersökning på ett USA-universitet av nybörjarstudenters begreppsliga uppfattning av gaser och av kemisk reaktionsformel-skrivning jämfört med problemlösning. En fråga har använts i Norge i åk 9 (Ringnes, 1985). En fråga har konstruerats på basis av ett tredimensionellt diagram, som återger koldioxidens variation som funktion av tid och latitud (Andersson & Jönsson, 1989, s.18). Svaren på dessa frågor redovisas, analyseras och kommenteras i en särskild rapport liksom uppgifterna rörande *ekologi* och *mäniskokroppen*.

2.2.1. Hur säkerställa jämförbara grupper?

Elevenkäten i åk 9 gav möjlighet att dela upp grundskoleeleverna i tre populationer, nämligen de, som valt att söka till N- eller T-linjen, de, som sökt annan gymnasielinje och de, som inte angivet något gymnasieval. Den första populationen borde kunna jämföras med N- och T- eleverna i gymnasieskolan om åk 9-betygen för båda grupperna var desamma. Däremot gav åk-9 materialet ingen möjlighet att urskilja den population elever, som sökt till E-, H- och S-linjerna på gymnasiet.

2.2.2. Referensgrupp (åk 9 vt 92)

Bakgrundsinformation från NUNA:

- Betyg i åk9 (av eleverna uppgivet ht-betyg, samt av skolorna inlämnat vt-betyg) i fysik, kemi, biologi och NO-teknik eller NO (sk blockbetyg), samt i matematik.
- Ålder
- Kön
- Sökt N- eller T-linje alternativt annan gy-linje

2.2.3. Experimentgrupp (gymnasieskolan april 1993)

Sammanlagt 32 klasser i fyra olika gymnasieskolor har deltagit i undersökningen. Dessa skolor ligger i Göteborg och Mölndal och har valts därför att de har komplett eller i det närmaste komplett uppsättning teoretiska linjer. Urvalet av skolor grundar sig på en bedömning att rekryteringsområdet för varje skola är någorlunda konstant för de olika årskurserna.

Undersökningen har administrerats av skolledningen på respektive skola och genomförts under två lektionstimmar. I varje skola har i princip en klass på varje linje och i varje årskurs valts ut av skolledningen för att delta i undersökningen. Eleverna har informerats dels av skolledningen, dels genom särskilt informationsblad.

Bakgrundsinformation, som tagits in:

- Betyg i åk 9 i Fy, Ke, Bi och Tk alt NO(blockbetyg) samt Ma
- Gymnasiebetyg i Fy, Ke och Bi alt. Nk
- Poäng i CP-fysik och kemi (gäller åk 3 på N- och T-linjen)
- Ålder
- Kön

2.2.4. Design (antal klasser)

Tabell 2.1. Antal gymnasieklasser, antal elever på varje linje, antal elever, som besvarat problemhäftet samt antal frånvarande elever.

Årskurser/linjer	N	T	H	E	S
åk 1	4	4			
åk 2	4	4			
åk 3	4	4	2	2	4
antal elever	324	337	50	56	107
antal svar	295	286	42	48	85
frånvaro	29	51	8	8	22

Anm.1. Eleverna i T3 utgöres av två klasser på elteknisk gren, en klass på byggteknisk gren och en klass med blandat grenval (el- bygg- och maskinteknisk gren).

Anm.2. En av S-klasserna kommer från ytterligare en skola, eftersom en av de tilltänkta klasserna tidigare medverkat i pilotundersökning.

Tonvikten i studien ligger på N- och T-linjerna, där alla årskurser finns representerade. Årskurs 3 på E- H- och S-linjerna har tagits med som kontrast och för att få en ungefärlig uppfattning om skillnader mellan de naturvetenskapliga och de icke naturvetenskapliga teoretiska linjerna. Dessutom ger NUNA-materialet från årskurs 9 möjlighet att få fram referensgrupper grundade på elevernas val av gymnasielinje. Avsikten har ej varit att studera skillnader mellan E- H- och S-linjerna och en sådan analys har heller ej gjorts.

2.4. Bortfall

Frånvaron i gymnasieklasserna vid testtillfället var i genomsnitt 13,5%. Fyra klasser hade avsevärt större frånvaro än övriga: en klass av vardera T1, T2 och T3 på samma skola och en S3:a på en annan skola. Frånvaron i dessa fyra klasser var 39%. Om dessa icke medtages, var frånvaron i övriga 28 klasser i medeltal 11,5%.

Bortfall i form av överhoppade uppgifter redovisas i samband med varje uppgift som "ej besvarat".

I grundskolan besvarades de tre NUNA-häftena vid olika tillfällen. Antalet svarande elever i åk 9 är därför olika på uppgifterna.

2.5. Timplaner för gymnasieskolan 1992/1993

Tabell 2.2. Elevtimmar/vecka i olika ämnen och årskurser i det "gamla gymnasiet".

Linje	N-linjen			T-linjen			E-linjen	H-linjen	S-linjen
	Bi	Fy	Ke	Bi	Fy	Ke	Nk	Nk	Nk
Årskurs 1	—	2,5	3,5	—	2,5	3,5	(4) ¹	4	4
Årskurs 2	2	4	3	2	4	3	—	4	4
Årskurs 3	3	4	2	(3)	4	—	—	—	—

¹ Ämne, som kunnat väljas till, markeras med parentes

3. RESULTAT: MATERIA OCH KEMISKA REAKTIONER

I resultatredovisningen har uppgifter, som rör samma ämnesområde, förts ihop. Ordningföljden mellan uppgifterna är alltså ändrad jämfört med problemhäftet. I rapporten har varje uppgift fått en överskrift, som ej fanns med i problemhäftet. Ämnesområdena och uppgifterna är följande:

OMRÅDE	NR	UPPGIFT	SID
3.1 Gaser	1.	Hur är luft sammansatt?	18
	2.	Blåser tussen bort?	19
	3.	Går kolven att skjuta in?	20
	4.	Varför rinner inte saften ner?	21
	5.	Vad orsakar lukt	24
3.2 Fasövergångar	6.	Vilken fasövergång är det?	25
	7.	Vad innehåller kokbubblorna?	27
	8.	Vilka ämnen är vätska vid 20°C?	28
	9.	Bevaras massan då is smälter?	29
3.3 Ämnen	10.	Vad består av atomer?	33
	11.	Organisationsnivåer	34
	12.	Hur många grundämnen finns?	35
	13.	Vilken gas får glöd att flamma?	35
	14.	Vilken gas grumlar kalkvatten?	36
	15.	Hur skilja socker från sand?	37
	16.	Vad betyder pH?	39
	17.	Vilka är kemiska reaktioner?	42
3.4 Kemiska reaktioner	18.	Är utgångsämnen giftiga?	43
	19.	Partikelbilder.	43
	20.	Varifrån kommer rosten?	47
	21.	När bildas koldioxid?	49
	22.	Vad väger avgaserna?	50
	23.	Vad betyder symbolerna?	55

Först återges frågeställningen för varje uppgift. Därefter redovisas i tabell elevernas svar på flervalsfrågor. Godtagbara svar markeras med fetstil. För öppna-svars-uppgifter anges först exempel på gymnasieelevers svar (följt av klassbeteckning och elevnummer) under de olika kategorierna och därefter tabell över fördelningen av svar på de olika kategorierna. Svartsfördelningen illustreras på några uppgifter med diagram. Resultatet på uppgifterna kommenteras i nästa kapitel.

Elevsvaren från årskurs 9 har delats upp efter elevernas val av gymnasielinje. De elever, som valt N- eller T-linjen betecknas "åk 9NT" och de elever, som valt annan gymnasielinje än N- och T-linjen betecknas "åk 9annan".

Av praktiska skäl har E- och H-eleverna förts samman till en population med ungefär samma antal elever som övriga grupper.

3.1 Gaser

1. Hur är luft sammansatt?

Ett av följande påståenden är riktigt. Vilket? Sätt kryss!

- De två vanligaste gaserna i luft är kväve och syre.
- De två vanligaste gaserna i luft är syre och väte.
- De två vanligaste gaserna i luft är koldioxid och syre
- De två vanligaste gaserna i luft är syre och ädelgasen argon.

RESULTAT

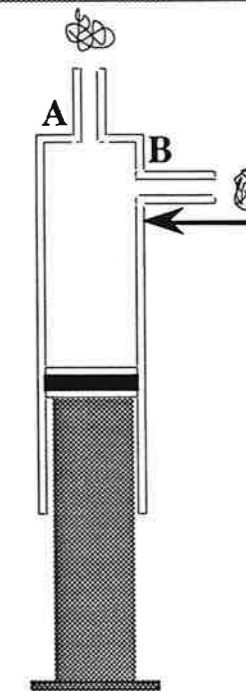
Tabell 3.1. Luftens sammansättning. Procentuell fördelning av elevernas svar på olika alternativ

Alternativ ¹	åk9 NT (604) %	N1 (106) %	N2 (91) %	N3 (97) %	T1 (104) %	T2 (88) %	T3 (95) %	åk9 annan (2107) %	E3+ H3 (90) %	S3 (85) %
Kväve och syre	54	57	79	74	48	71	61	35	28	38
Syre och väte	19	18	8	14	19	13	18	28	27	32
Koldioxid och syre	26	24	13	10	31	16	18	36	41	24
Syre och argon		1			1				1	4
Övrigt							1	1		1
Ej besvarat	1	1		1	1	1		1	3	2

¹Rätt alternativ markeras med fetstil

2. Blåser tussen bort?

En plasticspruta hålls ordentligt fast på ett bord. Förutom öppningen A finns det ett hål B som är lika stort som A. (Figuren är sedd uppifrån.) Om man trycker in kolven så långt som till pilen så blir det en vindpust som blåser bort papperstussen vid A. Hur går det med papperstussen vid B? Sätt ett kryss!



- Inget händer med papperstussen vid B. Så gott som all luft blåses ut genom A.
- Det blåser lite på papperstussen vid B, men inte alls lika mycket som på den vid A.
- Det blåser ungefär lika mycket på papperstussen vid B som på den vid A.
- Papperstussen vid B suges in mot hålet i sidan.

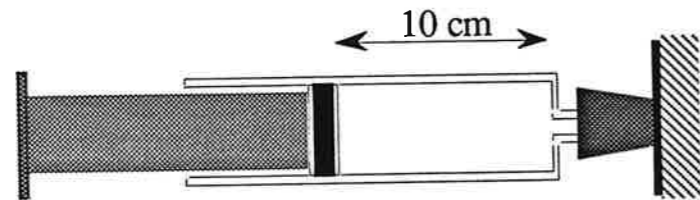
RESULTAT

Tabell 3.2. Blåser tussen bort. Procentuell fördelning av elevernas svar på olika alternativ.

Alternativ	åk9 NT (604) %	N1 (106) %	N2 (91) %	N3 (97) %	T1 (104) %	T2 (88) %	T3 (95) %	åk9 annan (2107) %	E3+ H3 (90) %	S3 (85) %
All luft ut genom A	7	4	2	3	3	1	2	10	17	5
Mycket mer luft gm A än B	32	15	12	21	29	15	16	36	32	32
Lika mkt luft gm A o B	41	68	75	61	49	75	71	28	23	27
Luft suges in vid B	20	12	11	13	19	9	10	24	22	34
Övrigt/ej besvarat	1	1		2			2	1	6	2

3. Går kolven att skjuta in?

Johan drar in luft i en plasticspruta och täpper till med en gummipropp som bilden visar. Ingen luft kan nu komma in eller ut ur sprutan. Avståndet från sprutans botten till kolven är 10 cm (se bilden). Johan håller så gummikorken mot en vägg (se bild) och försöker skjuta kolven inåt i sprutan. Vad händer? Sätt ett kryss!



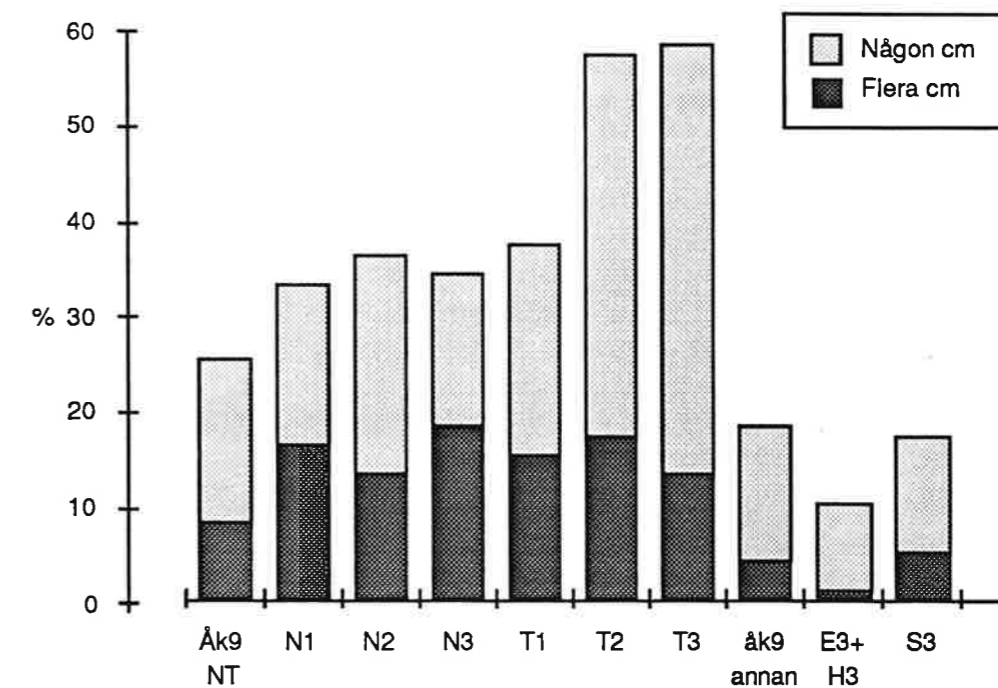
- Kolven går inte att skjuta in
- Kolven går att skjuta in någon millimeter
- Kolven går att skjuta in någon centimeter
- Kolven går att skjuta in flera centimeter
- Kolven går att skjuta ända in till sprutans botten

RESULTAT

Tabell 3.3. Går kolven att skjuta in? Procentuell fördelning av elevernas svar på olika alternativ

Alternativ	åk9 NT (604) %	N1 (106) %	N2 (91) %	N3 (97) %	T1 (104) %	T2 (88) %	T3 (95) %	åk9 annan (2107) %	E3+ H3 (90) %	S3 (85) %
Inte alls	38	36	30	36	27	10	18	44	54	45
Någon millimeter	32	29	31	29	33	26	22	32	22	26
Någon centimeter	17	17	23	16	22	40	45	14	9	12
Flera centimeter	8	16	13	18	15	17	13	4	1	5
Ända till botten	4	1	1	2	1	3		5	3	9
Övrigt/ej besvarat	1	1	2		2	3	2	1	10	4

GÅR KOLVEN ATT SKJUTA IN?



Figur 3.1. Går kolven att skjuta in. Fördelning av godtagbara elevsvar

4. Varför rinner inte saften ner?

Ludvig skall fylla saft ur en stor dunk på mindre flaskor. Men hans tratt är inte så bra. Den vickar hit och dit i flaskhalsen. Därför sätter han fast den med modellera. Leran sitter utanpå tratten som figuren visar. Den täpper till mellan tratt och flaska, men den klämmer inte åt tratten. Han märker då att det inte rinner ned någon saft i flaskan. Det finns saft ända ner till spetsen på tratten, men saften stannar i tratten, trots att det är öppen väg för den. Förklara detta!



RESULTAT

Elevernas förklaringar till de valda alternativen har kategoriserats enligt NUNA (Andersson, B. m.fl., 1993a; betecknas i fortsättningen [1]). Här nedan återges ordagrant och utan rättning av stavfel exempel på gymnasieelevers svar.

- A. EJ BESVARAT
- B. EJ FÖRKLARAT

- C. **MODELLERAN STOPPAR SAFTEN (DEN DRAR, TRYCKER, HINDRAR MM)**
 -Det bildas ett tryck ifrån modelleran på tratten det är därför saften stannar (T1, 1 212)
 -Tratten kan inte vidga ut sig på grund av leran (E3, 2 481)
 -Trycket är för hårt runt sidorna och det är för mycket i tratten. (H3, 2 386)
 -Trycket mot tratten blir så stort att saften "hålls upp" av ett osynligt hinder vid öppningen (N2, 3 155) *Kodat med frågetecken i kategori C*
- D. **VAKUUM I FLASKAN**
 -Ingen luft i flaskan. (S3, 5 591)
 -Det bildas ett undertryck. (T2, 3 250)
 -Det är för att det är vakuum i flaskan (S3, 5 587)
 -Modelleran har täppt till så mycket att det bildas ett vacuum. När ett vacuum bildas kan inte saften rinna ner. (H3, 2 380)
 -Tratten måste ha luftrum omkring sig för att vätskan ska kunna rinna ner. Annars bildas det vakuum i hålet. (S3, 3 580)
- E. **DET KOMMER INTE IN NÅGON LUFT/SYRE (I FLASKAN)**
 -Det kommer inte in någon luft (S3, 3 582)
 -Luft måste kunna strömma in. (T1, 3 206)
 -Det kommer ingen luft ner i flaskan. Saften kan alltså inte rinna ner i ett vakuum (S3, 3 586)
 -Lufttillförseln som är nödvändig för att saften skall kunna åka ner, har blivit tilltäppt av leran. Det blir för högt tryck i flaskan. (N1, 3 122)
 -Det kan inte strömma någon luft ned i flaskan för saften täpper till trathålet och modelleran täpper till flaskhalsen. Luften som står i flaskan från början är som en mur som vattnet inte kan komma igenom. (N3, 3 171)
- F. **FLASKAN ÄR FULL MED LUFT OCH/ELLER LUFTEN KOMMER INTE UT SAMT EVENTUELLT TRYCK, MOTTRYCK**
 -Ingen luft kan åka ur flaskan (S3, 5 589)
 -Luften i flaskan måste komma ut, och täpper man till flaskan så så rinner inte saften ner. (S3, 3 581)
 -När man fyller en behållare med en vätska pressas det samtidigt ut luft ur denna. På bilden har L. täppt till flasköppningen så att luft inte kan komma ut. (S3, 3 591)
 -Leran täpper till så effektivt att ingen luft kan komma ut. Hade Ludvig varit någorlunda intelligent (eller verklig!) hade han lindat hushållspapper lagom löst runt tratten. (N1, 2 128)
- G. **DET BLIR/ÄR ETT TRYCK/LUFTTRYCK I FLASKAN (SOM HÅLLER EMOT)**
 -Eftersom det är helt tätt i flaskan när saften ligger i tratten bildas ett tryck inifrån flaskan. Trycket hindrar vätskan att tränga ner. (S3, 3 576)
 -Det bildas ett tryck upp mot saften i tratten eftersom man har täppt till luftvägarna mellan tratten o flaskan. (T2, 3 239)
 -Det kan inte komma ut någon luft ur flaskan. Därför blir det ett övertryck som håller uppe vattnet. Detta tryck är lika stort som det yttre lufttrycket + det tryck som bildas när vattnet trycker på. (T2, 3 241)
 -Helt otroligt! Ockult? Tyngdkraften drar visserligen vätskan nedåt, men denna kraft balanseras av en lika stor uppåtriktad kraft orsakad av det faktum att luften i flaskan ej vill bli sammanpressad. (N2, 3 140)

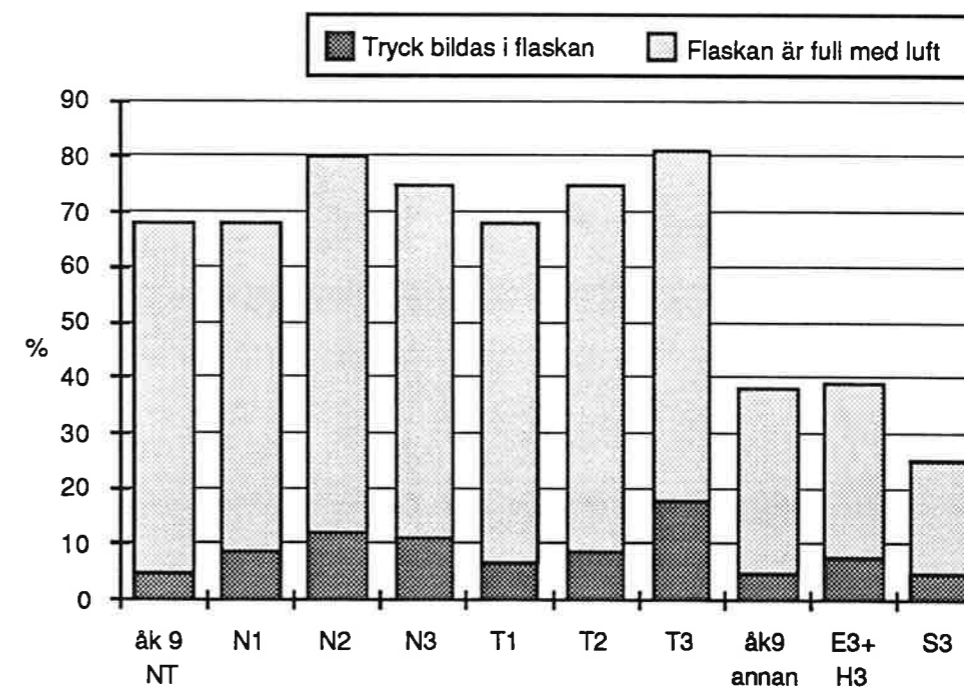
Anmärkning. Enbart ordet tryck eller lufttryck, samt tryck ospecificerat ('Det blir ett tryck') kategoriseras som 'ÖVRIGT'.

- H. **ÖVRIGT**
 -Pga ytspänning. (S3, 3 574)
 -Det blir så koncentrerat att saften inte kommer någon vart (S3, 5 590)
 -Trycket utanför tratten är nu lika stort eller större än inuti. Ingenting kan passera. Förut var trycket större inuti tratten, då rann saften ner. (N1, 3 103)
 -Saften i flaskan skapar ett tryck som gör att det inte kommer ner någon vätska. (T2, 3 243)

Tabell 3.4. Varför rinner inte saften ner? Procentuell fördelning av elevernas svar på olika kategorier.

Kategori	åk9 NT (604) %	N1 (106) %	N2 (91) %	N3 (97) %	T1 (104) %	T2 (88) %	T3 (95) %	åk9 annan (2107) %	E3+ H3 (90) %	S3 (85) %
Ej besvarat	7	9	8	3	7	6	6	16	16	27
Ej motiverat	3	1	3	1	2	1	1	7	4	12
Modelleran stoppar	2	1	1	2	3	2	2	7	4	4
Vakuum i flaskan	8	4		7	9	9	4	8	14	11
Ingen luft kommer in	6	7	2	5	3	2	3	10	10	11
Flaskan är full med luft	63	59	68	64	61	66	63	33	31	20
Tryck bildas i flaskan	5	9	12	11	7	9	18	5	8	5
Övrigt	7	10	6	6	9	5	2	13	12	12

VARFÖR RINNER INTE SAFTEN NED?



Figur 3.2. Varför rinner inte saften ner? Procentuell fördelning av elever med godkända svar.

5. Vad orsakar lukt?

En burk målarfärg står på en hylla. Om man tar av locket på burken kan man efter ett tag känna en lukt av målarfärg. Vilket av följande alternativ beskriver bäst vad som händer? Sätt ett kryss

- Molekyler från målarfärgen sprider sig åt alla håll från burken. Då de tränger in i näsan kan man känna en lukt
- En lukt sprider sig åt alla håll från målarfärgen, men inga molekyler lämnar burken. Näsan kan känna lukten.
- Ångor sprider sig åt alla håll från målarfärgen, men inga molekyler lämnar burken. Näsan kan känna lukten.
- Molekyler från målarfärgen sprider sig åt alla håll från burken. Från molekylerna strömmar en lukt ut. När molekylerna är nära näsan kan man känna denna lukt.

RESULTAT

Tabell 3.5. Vad orsakar lukt? Procentuell fördelning av elevernas svar på olika alternativ.

Alternativ	åk9 NT (604) %	N1 (106) %	N2 (91) %	N3 (97) %	T1 (104) %	T2 (88) %	T3 (95) %	åk9 annan (2107) %	E3+ H3 (90) %	S3 (85) %
Molekyler tränger in i näsan	24	53	62	58	34	46	45	14	21	14
Lukt spr.sig, ej molekyler	8	6	4	2	6	6	1	13	4	5
Ångor spr.sig, ej molekyler	62	29	28	30	49	42	50	62	59	77
Lukt strömmar fr. molekyler	6	11	6	9	10	6	2	10	8	5
Övrigt/ej besvarat	1	1	1	1	2	1	2	1	8	

3.2 Fasövergångar

6. Vilken fasövergång är det?

I den vänstra spalten nedan är fyra olika händelser beskrivna. I den högra spalten skall du, för varje händelse, skriva ett av orden smältning, avdunstning, kokning, kondensering eller stelning. Det gäller att välja det ord som passar bäst in.

Vatten fräser i en het stekpanna

Det blir is på sjön

Den regnvåta asfalten torkar

Det bildas en klar vätska runt veken i ljuset som brinner

RESULTAT

Tabell 3.6. Vatten fräser etc. Procentuell fördelning av elevernas svar på olika alternativ.

Alternativ	åk9 NT (604) %	N1 (106) %	N2 (91) %	N3 (97) %	T1 (104) %	T2 (88) %	T3 (95) %	åk9 annan (2107) %	E3+ H3 (90) %	S3 (85) %
Smältning	3					1	2	3	8	5
Avdunstning	17	11	18	8	15	13	6	19	17	25
Kokning	68	78	71	81	73	74	79	65	59	52
Kondensering	10	9	10	10	10	10	12	11	16	15
Stelning					1			1		2
Ej besvarat/övrigt	2	2	1		1	2	1	2	1	1

Tabell 3.7. Det blir is på sjön. Procentuell fördelning av elevernas svar på olika alternativ.

Alternativ	åk9 NT (604) %	N1 (106) %	N2 (91) %	N3 (97) %	T1 (104) %	T2 (88) %	T3 (95) %	åk9 annan (2107) %	E3+ H3 (90) %	S3 (85) %
Smältning			1	1	1	1	1	1		
Avdunstning						1		1		5
Kokning										
Kondensering	5	3	1	4	5		2	7	12	9
Stelning	92	96	98	95	93	96	96	90	88	85
Ej besvarat/övrigt	2	1			1	2	1	2		1

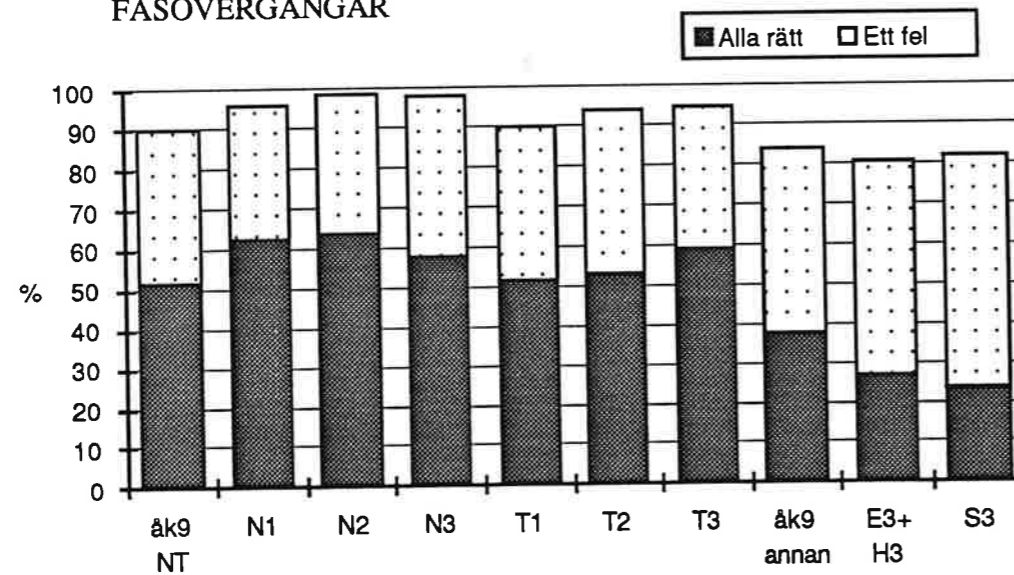
Tabell 3.8. Våta asfalten torkar. Procentuell fördelning av elevernas svar på olika alternativ

Alternativ	åk9 NT (604) %	N1 (106) %	N2 (91) %	N3 (97) %	T1 (104) %	T2 (88) %	T3 (95) %	åk9 annan (2107) %	E3+ H3 (90) %	S3 (85) %
Smältning	1				2			1		2
Avdunstning	84	93	93	89	79	91	86	76	82	64
Kokning					2		1	1		1
Kondensering	11	6	7	9	11	7	12	16	16	26
Stelning	3	1		2	5	1	1	4	2	6
Ej besvarat/övrigt	2	1			2	1		2		1

Tabell 3.9. Klar vätska bildas. Procentuell fördelning av elevernas svar på olika alternativ

Alternativ	åk9 NT (604) %	N1 (106) %	N2 (91) %	N3 (97) %	T1 (104) %	T2 (88) %	T3 (95) %	åk9 annan (2107) %	E3+ H3 (90) %	S3 (85) %
Smältning	77	79	82	83	77	71	82	67	59	66
Avdunstning	1	1			3		3	2	4	2
Kokning	2	1	1		1		1	3	6	5
Kondensering	17	16	17	17	15	25	12	22	30	22
Stelning	1	1			2		1	3	1	2
Ej besvarat/övrigt	2	2		1	2	5	1	3		2

FASÖVERGÅNGAR

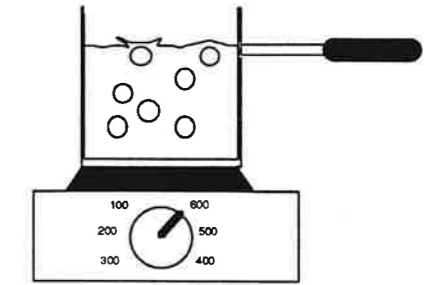


Figur 3.3. Fasövergångar. Procentuell fördelning av elever med olika antal rätta svar.

7. Vad innehåller kokbubblorna?

Vattnet i en kastrull på spisen kokar. Man ser då att stora bubblor stiger upp genom vattnet till ytan, där de spricker. Vad innehåller dessa bubblor? Sätt ett kryss

- luft koldioxid
 syre väte
 vattenånga



RESULTAT

Tabell 3.10. Kokbubblorna. Procentuell fördelning av elevernas svar på olika alternativ.

Alternativ	åk9 NT (604) %	N1 (106) %	N2 (91) %	N3 (97) %	T1 (104) %	T2 (88) %	T3 (95) %	åk9 annan (2107) %	E3+ H3 (90) %	S3 (85) %
Luft	16	27	14	14	13	17	22	21	22	26
Syre	44	27	24	30	39	18	33	37	36	37
Vattenånga	28	33	56	44	34	57	40	30	26	19
Koldioxid	6	4	2	6	5	1		6	7	6
Väte	4	8	1	3	5	3	2	4	7	7
Ej besvarat/övrigt	3	1	2	2	5	3	3	3	3	6

8. Vilka ämnen är vätska vid 20°C?

Här följer en tabell över smältpunkt och kokpunkt för några ämnen.

Ämne	Smältpunkt (°C)	Kokpunkt (°C)
Aceton	-95	+56
Aluminium	+660	+2467
Bly	+328	+1740
Klor	-101	-34
Kvicksilver	-39	+357
Kväve	-210	-192
Triklöretylen	-87	+87

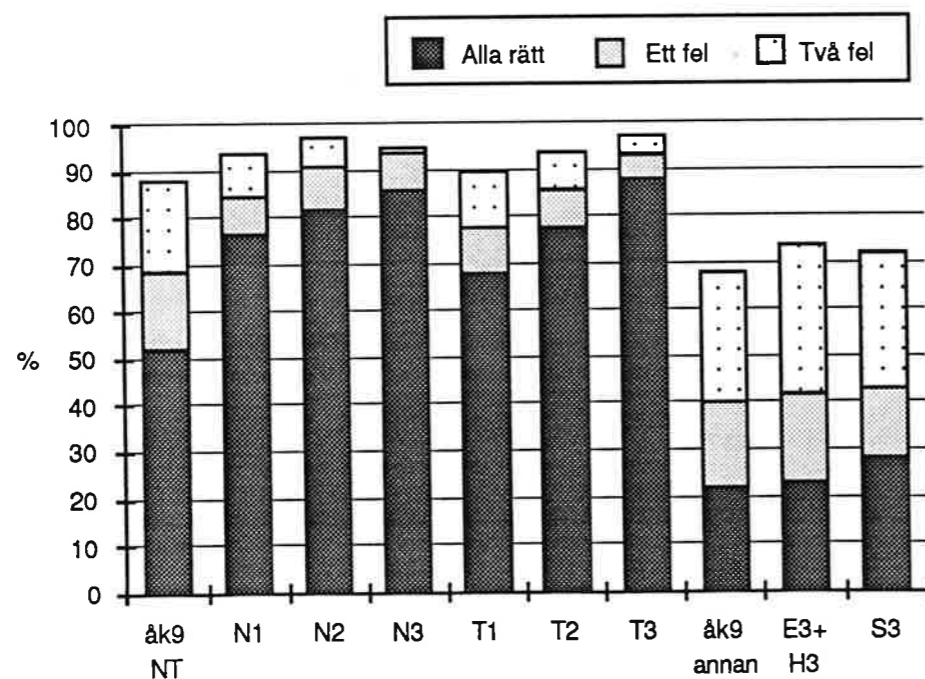
Vilka ämnen är i vätskeform vid rumstemperatur (+20°C)?

RESULTAT

Tabell 3.11. Vilka är i vätskeform? Procentuell fördelning av elevernas svar på olika ämnen.

ÄMNE	åk9 NT (604) %	N1 (106) %	N2 (91) %	N3 (97) %	T1 (104) %	T2 (88) %	T3 (95) %	åk9 annan (2107) %	E3+ H3 (90) %	S3 (85) %
Aceton	89	92	96	96	88	93	97	74	81	86
Kvicksilver	81	89	96	93	82	93	95	60	59	61
Triklöretylen	80	91	92	94	84	88	97	56	50	60
Klor	29	10	9	7	11	10	6	44	47	49
Kväve	13	5	2	3	4	6	1	18	7	18
Aluminium	2	2	2	1	5	1		5	2	2
Bly	2	2	2	1	5	2	1	5	6	5

VILKA ÄMNER ÄR VÄTSKA VID 20 °C?

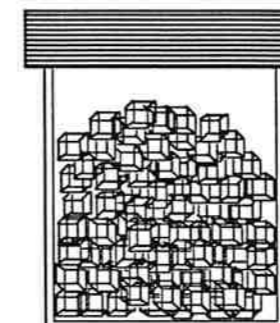


Figur 3.4. Vilka är vätska vid 20 °C? Procentuell fördelning av elever med olika antal rätta svar.

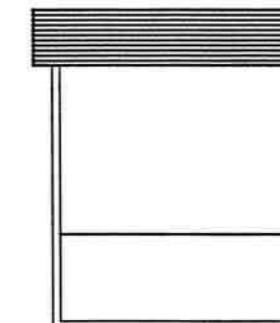
9. Bevaras massan då is smälter?

En burk fylls med iskuber. Ett tättslutande lock sätts på, varefter burken med innehåll vägs. Resultatet är 630 gram. Burken får sedan stå tills all is har smält. Den vägs så igen. Vad blir resultatet nu?

FÖRE



EFTER



- Mycket mer än 630 gram Lite mindre än 630 gram
 Lite mer än 630 gram Mycket mindre än 630 gram
 Fortfarande 630 gram

Förklara hur du tänkte!

RESULTAT

Tabell 3.12. Burkens vikt efter smältning av isen. Procentuell fördelning av elevernas svar på olika alternativ.

Alternativ	åk9 NT (604) %	N1 (106) %	N2 (91) %	N3 (97) %	T1 (104) %	T2 (88) %	T3 (95) %	åk9 annan (2107) %	E3+ H3 (90) %	S3 (85) %
Mkt mer/lite mer än 630 g	20	14	13	15	30	10	14	27	32	18
Fortfarande 630 g	64	70	76	78	56	81	81	48	36	55
Lite eller mkt mindre än 630g	15	15	9	6	13	8	3	24	27	24
Ej besvarat/övrigt	1	1	2		2	1	2	1	6	2

Elevernas förklaringar till de valda alternativen har kategoriserats enligt NUNA [1]. Här nedan återges ordagrant och utan rättning av stavfel exempel på gymnasieelevers svar.

A. EJ BESVARAT

–Varför skulle det vara skillnad i vikten? (N1, 3 111)

B. LITE ELLER MYCKET MER ÄN 630g

1. Ej förklarar2. Det är mer i burken efteråt/det utvidgas

- Isbitar flyter i vatten → is har lägre densitet → samma mängd av båda ger mer vatten (N2, 3 135)
- Vattnet är mer när det är flytande (E3,2 467)

3. Vatten är tyngre än is /is lättare än vatten

- Vatten i flytande form är tyngre än is (T1, 3 202)
- Is är ju lättare än vatten (annars skulle ju inte iskuberna flyta i groggen t.ex.) (T2,3 257)

4. Övrigt

- Luften som finns i isbitarna hjälper till att hålla det frusna vattnet uppe. När vattnet frigörs från luften sjunker det neråt och luften får sväva fritt. (T1, 3 213)
- Reagerar med luften i flaskan binder till sig atomer, blir tyngre (N1, 3 119)
- Vad jag tror att när den är is så fördelas kraften annolundare än när den är flytande. (N1, 1 119)

C. LITE ELLER MYCKET MINDRE ÄN 630 g

1. Ej förklarar2. Isen tar större plats/vattnet tar mindre plats

- Vatten expanderar vid frysning (T3, 3 291)
- Is tar mer plats, alltså fast vatten behöver större yta för vatten vidgar sig i fast form därmed också tyngre. (N3, 3 180)

3. Is väger mer än vatten/vatten väger mindre än is

- Is väger mer (S3, 5 589)
- Vatten väger mer i fast form än i flytande form (S3, 5 575)
- Is väger mycket mer än samma mängd vatten, har högre densitet. (S3, 3 578)
- Vatten är lättare än is. (S3, 3 582)

4. Övrigt

- Vid smältningen av iskuberna har lite vatten avdunstat. Därför är vikten mindre (T2, 2 242)
- I is är det luft, när det smälter så försvinner syret då väger det lite mindre. (T1, 3 220)
- I kuberna är ju lite luft inbakad mellan kristallerna och då väger det mer som is än som vatten för luft väger ju. (N2, 3 143)
- Isen är större än vattnet. Så när isen har smält kan lite av vattnet kondeseras dessa vattenmolekyler svävar ju omkring och vägs inte Minskningen i vikt blir kolosalt liten. (N1, 3 118)
- Atomerna i is är mycket tätare men i vatten har dom övergått till en större ordning, varpå vikten har minskat. (N1, 2 107)
- Isen smälter och atomerna övergår till vätska. (N1, 1 211)
- Alla isbitarna väger pga att dom har en tyngd. Vattnet har en fast form och väger då inte lika mycket. (S3, 3 567)

D. FORTFARANDE 630 g

1. Ej förklarar2. Samma ämne före som efter (identitet)

- Vatten som vatten! (N3, 2 188)
- Is är vatten (T2, 2 248)
- Is är fruset vatten. Kyla väger inget. (T1, 3 208)
- Is och vatten består av samma ämne. Inga nya ämnen har kommit in i burken. (N1, 3 109)

3. Vikten(massan) samma trots ändringar (smältning, volymändring)/tillståndsändringen spelar ingen roll

- Det är samma mängd vatten i båda fallen. Skillnaden är bara att vattnet är fryst i ena fallet och fast i det andra. (T2, 3 235)
- Is är vatten fast stelnad. Volymen på isen är större än vattnet, men vikten är samma för det är samma mängd. (S3, 5 587)
- Samma mängd vatten fast i olika former samma vikt. (S3, 5 590)
- Massan ändras inte när isen smälter. Det är bara densiteten och följaktligen volymen som gör det. (T2, 3 242)

4. Inget har kommit ut och/eller in. Inget har tillkommit/försvunnit

- Inget har ju kunnat komma in eller ut. (S3, 5 588)
- Eftersom man varken tillsatt något eller tagit bort något så är det ju självklart att den väger lika mycket. (T2, 3 238)
- Ingenting kan ju lämna burken alltså måste den väga lika mycket. Även om is flyter på vattnet beror det på att den har lägre densitet. (T1, 2 225)
- Det har inte bildats mer materia (eller avdunstat eftersom locket är på) bara för att isen har smält. (S3, 5 581)

5. Bevarande av atomer/molekyler

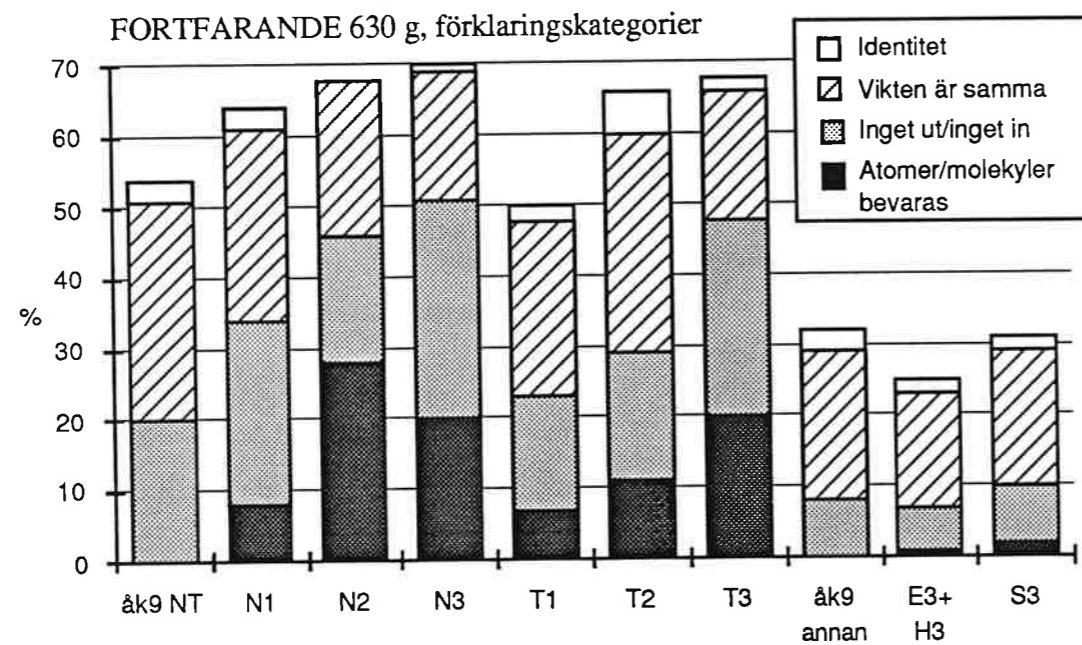
- Inga nya molekyler/atomer kommer in, inga gamla släpps ut. (T2, 3 240)
- Vattnet och isen innehåller lika många molekyler, det är bara densiteten som ändras. (T2, 3 241)
- Det finns fortfarande lika många vattenmolekyler de är bara i olika aggregationsformer. (T2, 3 245)
- Burken väger detsamma, alltså får man jämföra isen-luften och vattnet-luften. Från början fanns ett bestämt antal atomer i burken av ett bestämt slag och med en bestämd vikt. Eftersom burken har ett tättslutande lock kan ingenting komma ut eller in, alltså finns samma antal och slags atomer kvar i burken, och dessa har samma vikt som innan. (N3, 3 167)
- Antalet nukleoner är konstant. (T1, 3 230)

6. Övrigt

- Luft väger inget; luft med sama tryck. (T2, 3 252)
- Den väger lika mycket trots att massan blev mindre. (S3, 3 585)

Tabell 3.13. Isburkens vikt. Procentuell fördelning av elevernas svar på förklaringskategorier.

Kategori	åk9 NT (604) %	N1 (106) %	N2 (91) %	N3 (97) %	T1 (104) %	T2 (88) %	T3 (95) %	åk9 annan (2107) %	E3+ H3 (90) %	S3 (85) %
Ej förklarar/ej motiverat	16	10	9	10	15	18	15	29	34	33
Vatten tyngre	13	11	12	10	17	10	10	16	22	13
Isen större/väger mer	8	8	6	2	9	1	4	14	8	15
Identitet	3	3		1	2	6	2	3	2	2
Vikten är samma	31	27	22	18	25	31	18	21	16	19
Inget ut/inget in	20	26	18	31	16	18	28	8	6	8
Atomer/molekyler bevaras		8	28	20	7	11	20		1	2
Övrigt	9	7	4	8	9	3	3	9	11	7



Figur 3.5. Burken väger fortfarande 630 g. Procentuell fördelning av elever med godkända svar.

3.3. Ämnen

10. Vad består av atomer?

Vad består av atomer? Om Du anser att en kastrull består av atomer, så kryssar Du i JA. Om Du anser att en kastrull inte består av atomer, så kryssar Du i NEJ. Fortsätt sedan med resten av listan!

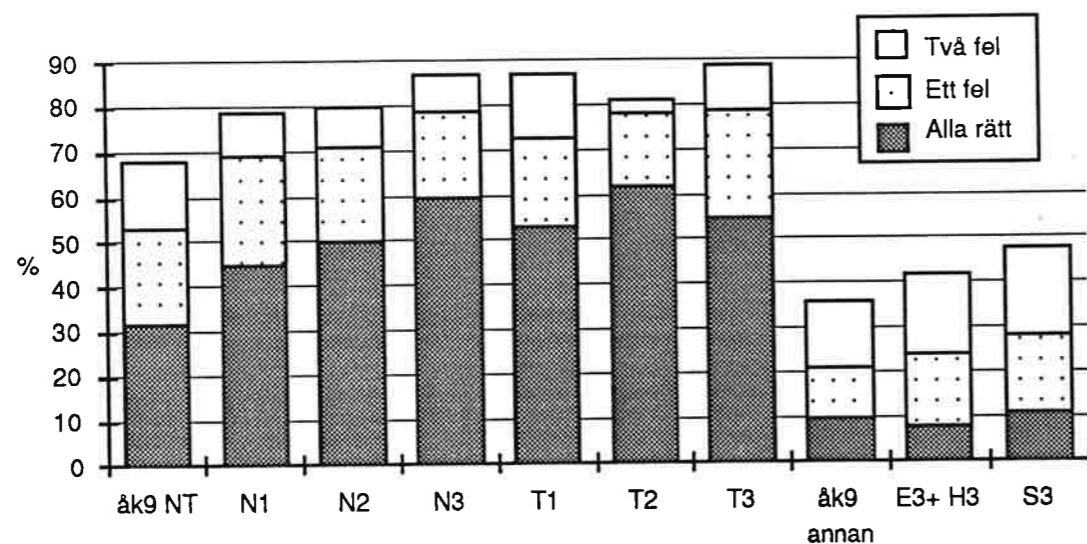
	JA	NEJ		JA	NEJ
kastrull	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	molekyl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
olja	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	magnetfält	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
tulpan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	vakuum	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
elektron	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	luft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
muskelcell	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ljusstråle	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
kärlek	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	människa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

RESULTAT

Tabell 3.14. Procentuella andelen elever, som anser att olika system består av atomer.

System	åk9 NT (632) %	N1 (106) %	N2 (91) %	N3 (97) %	T1 (104) %	T2 (88) %	T3 (95) %	åk9 annan (2190) %	E3+ H3 (90) %	S3 (85) %
människa	96	96	98	98	97	99	98	88	98	93
luft	91	94	99	99	98	94	95	84	93	90
molekyl	87	95	98	97	91	96	97	82	81	85
olja	88	93	98	98	95	97	97	77	84	85
muskelcell	88	87	93	97	92	94	94	75	92	94
kastrull	90	92	96	96	93	97	96	71	76	73
tulpan	83	82	92	96	89	90	92	66	86	78
magnetfält	38	27	18	16	24	11	11	63	72	59
ljusstråle	30	25	26	25	20	11	19	41	44	41
elektron	24	9	6	7	2	3	7	48	58	35
vakuum	13	19	4	6	14	6	11	24	23	31
kärlek	4	3	4	2	5			8	13	5

VAD BESTÅR AV ATOMER?



Figur 3.6. Vad består av atomer? Procentuell fördelning av elever med olika antal rätt.

11. Organisationsnivåer.

Titta på orden TRÅD, TYG och FIBER. Med dessa ord kan man skriva följande mening: _____ TYG _____ består av _____ TRÅDAR _____, som i sin tur består av _____ FIBRER _____
Titta nu på orden MOLEKYL, ATOM och CELL och skriv en liknande mening. Fyll i rätt ord på rätt ställe! _____ består av _____, som i sin tur består av _____.

RESULTAT

Tabell 3.15. Organisationsnivåer. Procentuell fördelning av elevernas svar på olika alternativ. (Bindestreck i tabellen betyder består av).

Alternativ	åk9 NT (632) %	N1 (106) %	N2 (91) %	N3 (97) %	T1 (104) %	T2 (88) %	T3 (95) %	åk9 annan (2190) %	E3+ H3 (90) %	S3 (85) %
Cell-molekyler-atomer	69	75	91	91	77	90	91	43	58	65
Felaktiga svar	30	25	9	9	22	9	10	55	41	34
Ej besvarat	1	1			1	1		3	1	1

12. Hur många grundämnen finns?

Ungefär hur många grundämnen finns det? Sätt ett kryss!

1 10 100 1000 10000

RESULTAT

Tabell 3.16. Antal grundämnen. Procentuell fördelning av elevernas svar på olika alternativ

Alternativ	åk9 NT (632) %	N1 (106) %	N2 (91) %	N3 (97) %	T1 (104) %	T2 (88) %	T3 (95) %	åk9 annan (2190) %	E3+ H3 (90) %	S3 (85) %
1				1				1		
10	2	2			1		1	5	3	7
100	89	91	97	92	95	96	99	76	84	75
1000	7	4	2	5	1	2		12	7	17
10000	2	2	1	2	1	1		5	3	1
ej bevarat	1	2			2	1		1	2	

13. Vilken gas får glöd att flamma?

I skolan får Du lära Dig om gasers egenskaper. En viss gas finns i en kolv. Om man för ned en glödande trästicka i kolven, så börjar stickan brinna med en tydlig låga. Vilken är gasen? _____

RESULTAT

Tabell 3.17. Vilken gas får en glödande sticka att flamma upp? Procentuell fördelning av elevernas svar på olika kategorier.

Kategori	åk9 NT (632) %	N1 (106) %	N2 (91) %	N3 (97) %	T1 (104) %	T2 (88) %	T3 (95) %	åk9 ann (2190) %	E3+ H3 (90) %	S3 (85) %
syre	55	77	84	80	64	83	76	35	13	28
väte	23	10	12	12	15	10	13	25	14	18
metan/propan/butan/gasol	4	3	1	1	5	1		5	10	7
koldioxid	2	3	1	1	5		3	4	1	5
övrigt	9	2	1	2	4	3	5	18	17	21
ej besvarat	7	5	1	3	8	2	3	14	44	21

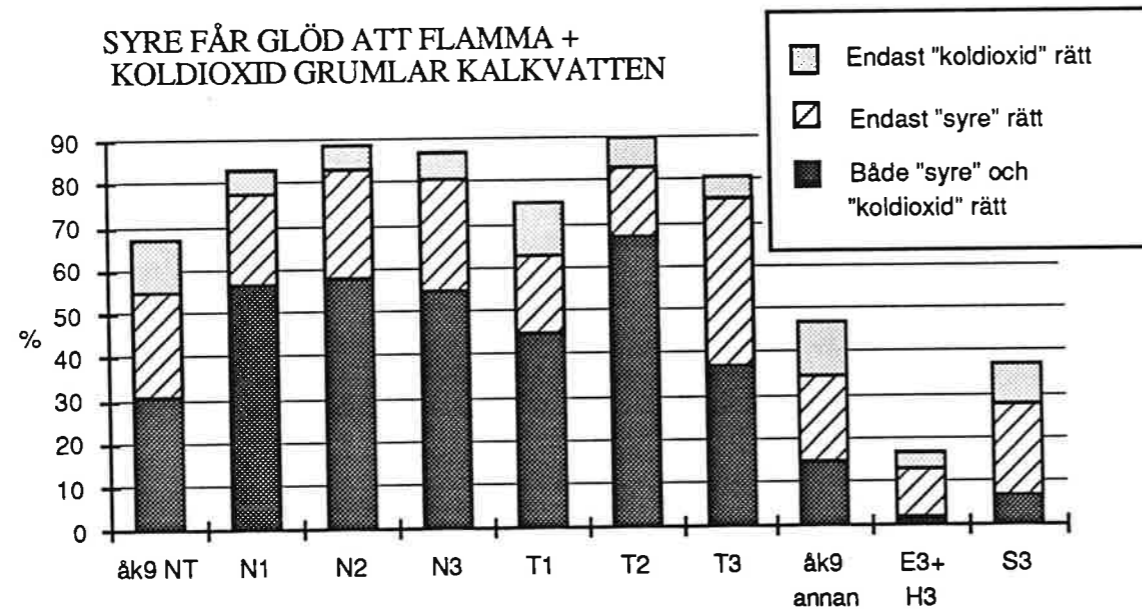
14. Vilken gas grumlar kalkvatten?

En viss gas får bubbla genom kalkvatten. Då blir kalkvattnet grumligt. Vilken är gasen? _____

RESULTAT

Tabell 3.18. Vilken gas grumlar kalkvatten? Procentuell fördelning av elevernas svar på olika kategorier.

Kategori	åk9 NT (632) %	N1 (106) %	N2 (91) %	N3 (97) %	T1 (104) %	T2 (88) %	T3 (95) %	åk9 annan (2190) %	E3+ H3 (90) %	S3 (85) %
koldioxid	44	61	64	61	57	74	42	27	7	17
kolsyra	1	2	1	1			1	2	3	2
kolmonoxid	2	2		1	1		2	1	1	1
väte	15	9	13	8	9	8	14	12	9	2
syre	7	3	4	2	2	1	1	8	1	9
kväve, nitrogen		4	3	10	4	2	10		2	9
övrigt	16	5	7	3	8	6	15	20	9	16
ej besvarat	16	14	8	13	20	9	16	30	68	42



Figur 3.7. Syre får glöd att flamma + koldioxid grumlar kalkvatten. Procentuell fördelning av elever med olika antal rätta svar.

15. Hur skilja socker från sand?

Ann är på sitt sommarställe - ett öde torp långt ute i skogen. Det är fredag eftermiddag. Hon behöver socker. Hon cyklar den långa vägen till handelsboden och hinner fram i sista minuten innan den stänger för helgen. Hon köper sitt socker, spänner fast påsen på pakethållaren och cyklar hem. Just innanför grinden cyklar hon i ett gupp. Sockerpåsen lossnar från pakethållaren, faller ner på grusgången och spricker. Förargligt! Hon hämtar två plastpåsar. I den ena samlar hon upp det socker som fortfarande är rent. I den andra tar hon sandblandat socker. Det blir ganska mycket i den påsen. Under tiden börjar hon fundera på om det finns något sätt att skilja sockret från sanden. Skriv ned ett sätt att skilja sockret från sanden så att man får tillbaka rent, fast socker.

RESULTAT

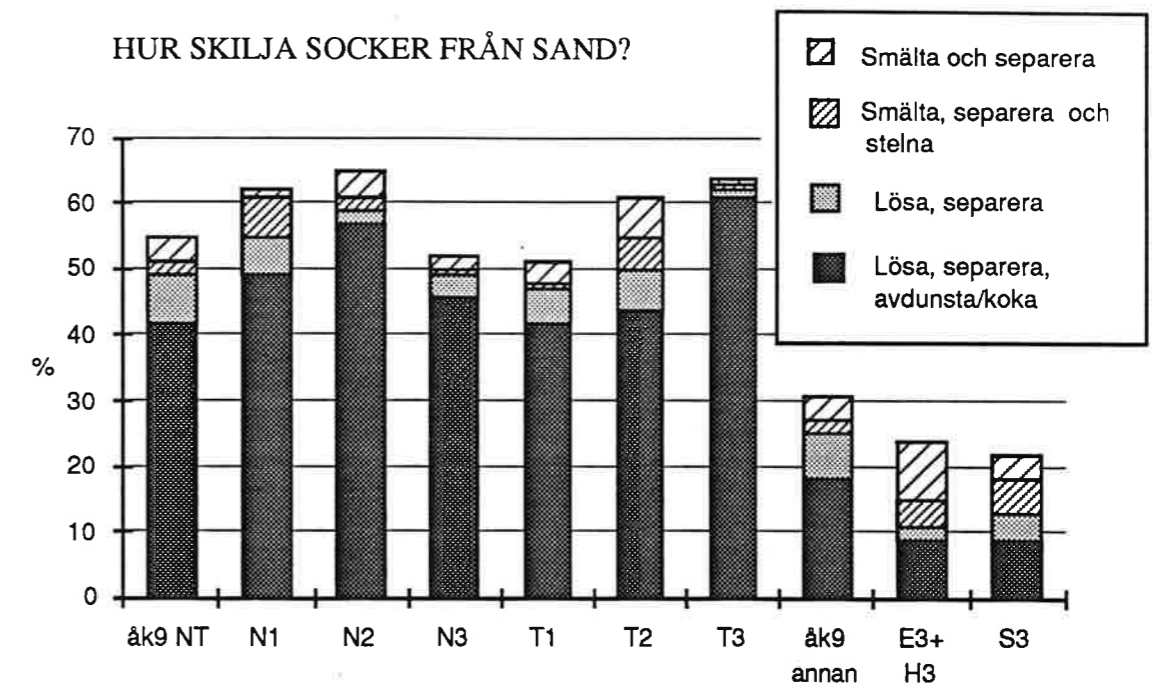
Elevernas svar har kategoriserats enligt NUNA [1]. Här nedan återges ordagrant och utan rättning av stavfel exempel på gymnasieelevers svar.

- A. EJ BESVARAT
- B. EJ FÖRKLARAT
-Köp nytt socker
- C. MEKANISK SEPARERING (SILA,PLOCKA, SKAKA,BLÅSA, ANVÄNDA MAGNET, CENTRIFUGERA)
-En sil, för sockerkornen är mindre än sanden
-Sila.Molekyldelning. (S3 4 585)
-Man kan använda en maskin som separerar ämnen med olika färg
-Blåsa rent sockret från sanden Sockret blåses bort eftersom det är lättare än sanden
-Sockret är en dipol-molekyl det är inte sanden. Man kan lägga sockerblandningen på ett papper, så tar man en magnet under pappret o drar åt sidan då separeras sockret från sanden.(N2 4 148)
-I och med att sanden är tyngre än sockret, borde man på något sätt kunna centrifugera blandningen och på så sätt skilja socker & sandpartiklarna åt.
- D. SMÄLTA/KOKA/VÄRMA
-Koka det
- E. SMÄLTA OCH SEPARERA
-Socker är vitt (kristallit) och sand är brun. Socker smälter genom uppvärmning men sand är kvar. Sand väger mer än socker Sockret smakar gott men sanden smakar ingenting. Sockret kan man använda till att.....(N2 4 165)
- F. SMÄLTA, SEPARERA OCH STELNA
-Man kan försöka värma det och sedan filtrera och låta kylas av
-Man kan värma det så sockret smälter och sedan sila bort det och låta det stelna igen
- G. LÖSA
-Hälla på lite vatten
- H. LÖSA I VATTEN OCH SEPARERA
-Koka alltsammans i vatten Sockret kommer då att lösa sig, man får visserligen en sockerlag men det är bättre än sandblandat socker

- I. LÖSA I VATTEN, SEPARERA OCH LÅTA AVDUNSTA/KOKA
 -Lös blandningen vatten. Sockret löser sig, det gör inte sanden. Koka sedan lösningen av socker och vatten. Voila!
 -Man kan hålla ner sandsockret i en relativt grov sil och sen blanda det med vatten, plocka bort gruset och destilera (T1 4 223)
 -Smälta det i vatten, sila och låta vattnet avdunsta (N2 4 150)
 -Socker löser sig bra i vatten därför kokar man upp det sandblandade sockret. När sedan sockret löst sig i vattnet Filtrerar man det. Sanden stannar då i filtret. Sedan låter man sockervattnet svalna. Efter ett tag kommer det fasta sockret att ligga på botten
- J. ÖVRIGT
 -Tänd eld på blandningen!
 -Filtrering
 -Filtrera och kok
 -Man blandar med vatten och då sjunker sanden till botten medan sockret flyter.
 -Hälla allt i vatten, då flyter sanden upp och man kan lätt ta bort den (T1, 3 223)
 -Genom att skilja sockret i något lösningsmedel som inte innehåller starka bindningar Vatten är inte bra eftersom den innehåller inte bindningar precis som socker, sockret löser sig då. (N1, 4 130)
 -Lös i vatten o upphetta. Sedan ta vara på ångan, där allt socker finns!!? (N2, 3 137)

Tabell 3.19. Hur skilja socker från sand? Procentuell fördelning av elevernas svar på olika kategorier.

Kategori	åk9 NT (632) %	N1 (106) %	N2 (91) %	N3 (97) %	T1 (104) %	T2 (88) %	T3 (95) %	åk9 annan (2190) %	E3+ H3 (90) %	S3 (85) %
Ej besvarat/ej förklarat	14	17	18	21	26	18	20	25	48	42
Mekanisk separering	19	15	9	19	15	17	9	27	12	20
Smälta/värma	2	2		3	4	1	3	4	9	2
Smälta och separera	4	1	4	2	3	6	1	4	9	4
Smälta, separera och stelna	2	6	2	1	1	5	1	2	4	5
Lösa	3			1	1	2	2	3		2
Lösa och separera	7	6	2	3	5	6	1	7	2	4
Lösa, separera, avdunsta/koka	42	49	57	46	42	44	61	18	9	9
Övrigt	8	5	8	4	3	1	2	10	7	12



Figur 3.8. Hur skilja socker från sand? Procentuell fördelning av elever med godkända svar.

16. Vad betyder pH?

En skolklass mäter pH i två sjöar, Kroksjön och Lången.
 pH i Kroksjön är 5. pH i Lången är 6.
 Förklara så noga Du kan vad det är för kemisk skillnad på vattnet i Kroksjön och det i Lången.

RESULTAT

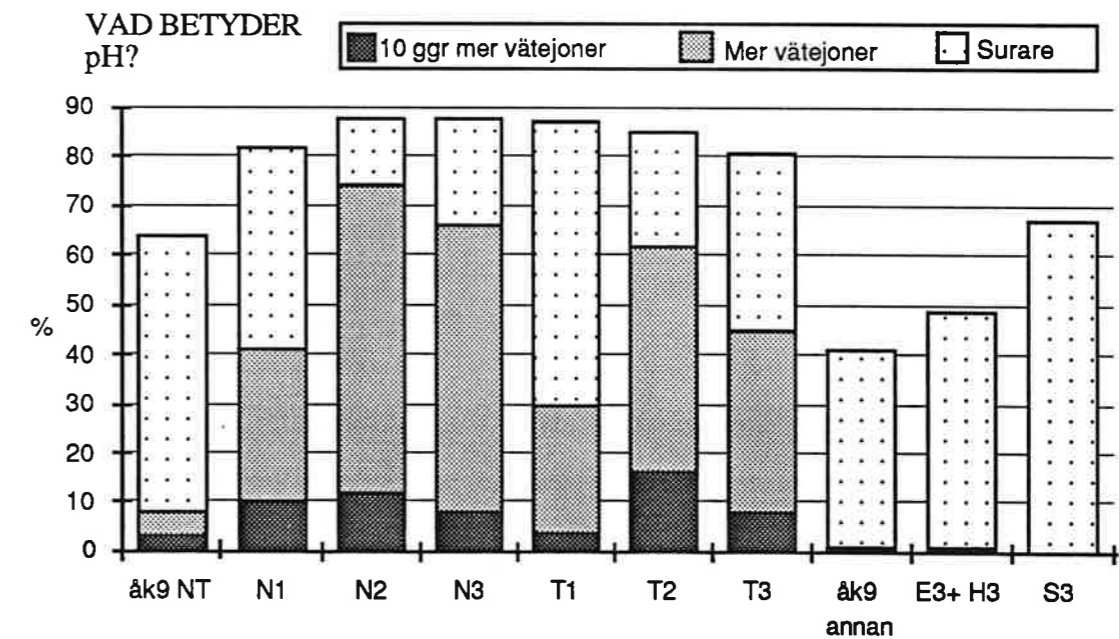
Elevernas svar har kategoriserats enligt NUNA [1]. Här nedan återges ordagrant och utan rättning av stavfel exempel på gymnasieelevers svar.

- A. EJ BESVARAT/EJ FÖRKLARAT
 -Jag har ingen aning. Tyvärr.
- B. SJÖARNA ÄR OLIKA SURA
 -Vätejonkoncentrationen är olika i de två sjöarna, alltså den ena är lite surare än den andra. (T2, 4 242)

- C. VATTNET ÄR SURARE I LÅNGEN/MER BASISKT I KROKSJÖN
 -Vattnet i Lången är dubbelt så surt som det i Kroksjön. Fler kemikalier finns i Lången och detta p.g.a. utsläpp. (H3, 2 369)
 -Lången innehåller mer H⁺koncentration (T2, 4 256)
 -Det är mer OH⁻grupper i Kroksjön det saknas ett väte på vattnet. Det är mer H₃O⁺ grupper i Lången det har kommit till väte till vattenmolekylerna. (T1, 3 217)
 -I Lången finns en större koncentration av vätejoner. 10 ggr så stor koncentration. (N2, 2 157)
- D. VATTNET ÄR SURARE I KROKSJÖN/MINDRE SURT I LÅNGEN
 ALT.MER NEUTRALT ELLER BASISKT I LÅNGEN
 -Kroksjön innehåller mera syror än Lången (N1, 4 112)
 -pH-värdet 6 ligger närmare det normala pH-värdet pH-värde 5 ligger under det normala och är lite surare vilket kan bero på föroreningar i vattnet, för mycket växter på botten som kan riskera att kväva sjön så att sjön inte får tillräckligt med syre (H3, 1 376)
 -Det har antagligen tillkommit mer SO₂ (som har en försurande effekt) i Kroksjön eller något annat medel som gör vattnet surare.(N1, 4,120)
 -I Kroksjön är vattnet mera surt än i Lången. Det har kanske tillsatts kalk i Lången eftersom den har högre pH. (E3, 1 467)
 -I Kroksjön är det betydligt surare vatten än i Lången där det är pH6. Det är surt vatten om pH<7, pH>7 basisk. (N3, 1 192)
- E. DET ÄR HÖGRE KONCENTRATION AV VÄTEJONER (OXONIUMJONER, H⁺, H₃O⁺) I KROKSJÖN/MER HYDROXIDJONER I LÅNGEN
 -När pH är 7 är det neutralt alltså är båda sjöarna sura och har ett överskott av vätejoner. Kroksjön är surare än Lången (N2,2 143)
 -Båda är sura, men Kroksjön har högre koncentration av H₃O⁺-joner. (N1, 4 114)
- F. DET ÄR 10 GGR SURARE I KROKSJÖN
- G 1. DET ÄR 10 GGR HÖGRE KONCENTRATION AV VÄTEJONER (OXONIUMJONER, H⁺, H₃O⁺) I KROKSJÖN
- G 2. [H⁺] = 1 · 10⁻⁵ mol/dm³ I KROKSJÖN, [H⁺] = 1 · 10⁻⁶ mol/dm³ I LÅNGEN
 -pH-värdet i Kroksjön är lägre än i Lången, vattnet är därför surare. I Kroksjön är koncentrationen av vätejoner 1.10⁻⁵, men i Lången är koncentrationen av vätejoner 1.10⁻⁶.(N1, 4 102)
- H. ÖVRIGT: DET ÄR MER KALK I LÅNGEN/MINDRE KALK I KROKSJÖN
- I. ÖVRIGT
 -Vattnet i Kroksjön har kanske råkat ut för någon form av utsläpp medan den i Lången lämnats ifred. (H3, 1 367)
 -Kroksjön innehåller fler H₃O⁺- (hydroxid)joner per volymenhet än Lången (N1)
 -Det finns mer salt i sjön än i Lången (N1)
 -Kroksjön är sött men Lången är surt (N2, 4 165)
 -Kroksjön är sur, Lången är basisk (T1)
 -Det är nästan ingen skillnad alls (T2)
 -I Kroksjön är vattnet väldigt hårt och mindre hårt i Lången. Men det är fortfarande för lågt pH (S3)
 -Kroksjöns pH är neutralt medan Långens pH är basiskt (S3)
 -Kroksjön är basisk och mindre sur än Lången (S3)

Tabell 3.20. Vad betyder pH? Procentuell fördelning av elevernas svar på olika kategorier.

Kategori	åk9 NT (632) %	N1 (106) %	N2 (91) %	N3 (97) %	T1 (104) %	T2 (88) %	T3 (95) %	åk9 annan (2190) %	E3+ H3 (90) %	S3 (85) %
Ej besvarat/ej förklarat	11	6	3	1	2	5	4	26	19	12
B. Olika surhet	2					2	2	4	1	2
C. Surare i L./mer basiskt i K.	13	6	7	4	3	7	5	15	17	14
D. Surare i Kroksjön./mer basiskt i Lången	56	41	14	22	57	23	36	40	48	67
E. Högre koncentration vätejoner i Kroksjön	5	31	62	58	26	46	37	1	1	
F. 10 ggr surare i Kroksjön	2		2			1	1			
G1. 10 ggr högre konc. H⁺ i Kroksjön.		4	7	6	2	8	3			
G2. pH=10⁻⁵ i Kroksjön., 10⁻⁶ i Lången.		6	3	2	2	7	3			
Mer kalk i Lången	1	1		3			1	1		
Övrigt	10	7	2	4	9	2	7	13	15	5



Figur 3.9. Vad betyder pH? Procentuell fördelning av elever med godkända svar.

3.4. Kemiska reaktioner

17. Vilka är kemiska reaktioner?

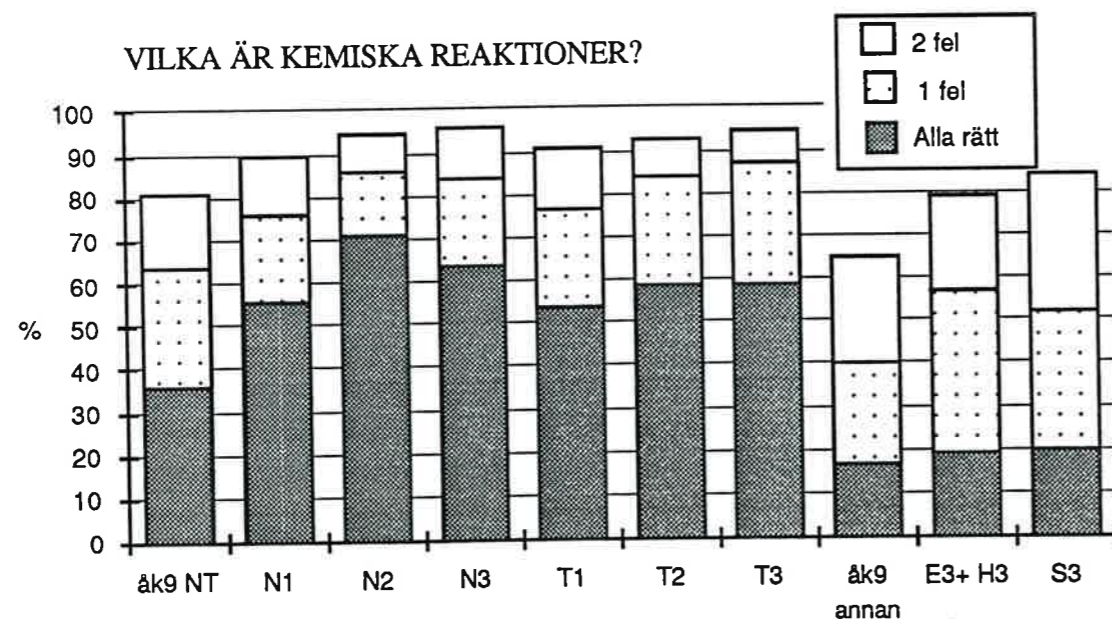
Vilka av följande händelser är kemiska reaktioner? Om Du anser att en händelse är en kemisk reaktion kryssar Du i JA. Om du anser att en händelse inte är en kemisk reaktion kryssar Du i NEJ.

	JA	NEJ		JA	NEJ
T-sprit brinner	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Bilplåt rostar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vatten kokar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fett sönderdelas av bukspott	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tenn smälter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En uppblåst ballong spricker	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

RESULTAT

Tabell 3.21. Vilka är kemiska reaktioner? Procentuell fördelning av ja-svar på olika alternativ

Alternativ	åk9 NT (632) %	N1 (106) %	N2 (91) %	N3 (97) %	T1 (104) %	T2 (88) %	T3 (95) %	åk9 annan (2190) %	E3+ H3 (90) %	S3 (85) %
Bilplåt rostar	93	94	100	99	97	100	100	85	92	95
T-sprit brinner	76	92	97	85	88	86	80	73	77	71
Fett sönderdelas av bukspott	80	85	89	98	83	88	91	61	78	82
Tenn smälter	31	19	13	16	24	16	11	50	50	51
Vatten kokar	26	17	9	17	15	18	14	42	31	38
En uppblåst ballong spricker	13	10	7	5	7	6	3	24	14	11



Figur 3.10. Vilka är kemiska reaktioner. Procentuell fördelning av elever med olika antal rätta svar.

18. Är utgångsämnen giftiga?

Två ämnen A och B reagerar med varandra. Då bildas ett nytt ämne som är giftigt. Vad kan man säga om ämnena A och B? Sätt ett kryss!

- Både A och B är giftiga
- Ett av ämnena A och B är giftigt
- Både A och B är lite giftiga
- Inget av ämnena A och B behöver vara giftigt

RESULTAT

Tabell 3.22. Är utgångsämnen giftiga? Procentuell fördelning av elevsvar på olika alternativ.

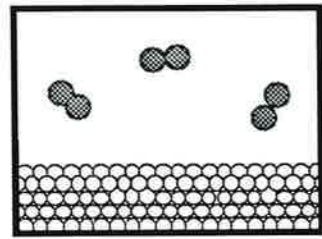
Alternativ	åk9 NT (632) %	N1 (106) %	N2 (91) %	N3 (97) %	T1 (104) %	T2 (88) %	T3 (95) %	åk9 annan (2190) %	E3+ H3 (90) %	S3 (85) %
Både A och B är giftiga	3	1	3	1	1	2	1	4	1	2
Ett av ämnena är giftigt	5	3	3	1	7	2	1	14	10	6
Både A och B är lite giftiga	1	1	1		1			4		
Inget behöver vara giftigt	88	95	95	98	90	96	99	76	87	92
Ej besvarat/övrigt	2		1		1			3	2	

19. Partikelbilder

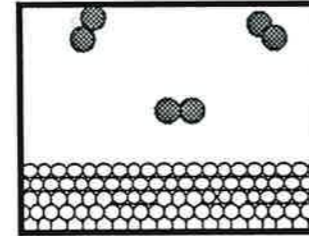
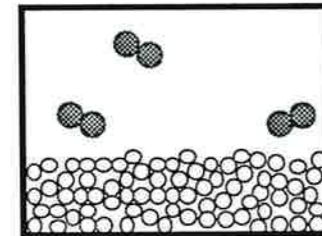
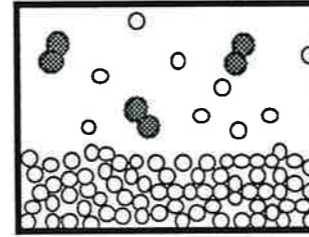
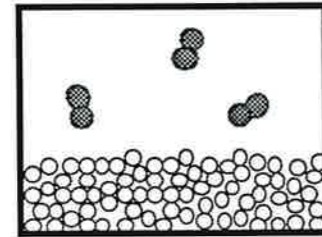
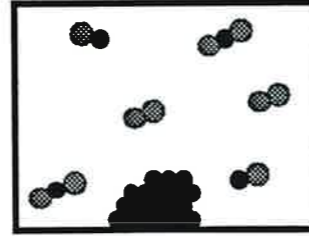
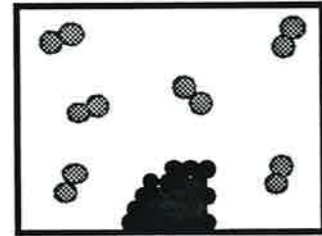
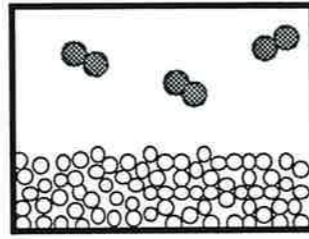
Nedan kan Du se hur några mycket små områden (4st) ser ut FÖRST och LITE SENARE. Ofyllda cirklar betecknar atomer av ett slag, fyllda atomer av ett annat slag, mönstrade cirklar atomer av ett tredje slag. Du lägger märke till att det hänt saker i varje område. Frågan är vad.

Skriv bredvid varje bildpar vad som hänt. Välj bland orden kemisk reaktion, lösning, avdunstning, smältning, stelning och kondensation.

FÖRST



LITE SENARE



RESULTAT

Tabell 3.23. Första bildparet. Procentuell fördelning av elevernas svar på olika alternativ

Alternativ	åk9 NT (632) %	N1 (106) %	N2 (91) %	N3 (97) %	T1 (104) %	T2 (88) %	T3 (95) %	åk9 annan (2190) %	E3+ H3 (90) %	S3 (85) %
Kemisk reaktion	7	2	1	4	3	2	7	10	13	17
Lösning	14	4	9	10	11	5	5	22	27	29
Avdunstning	5	1	1	1	9		2	6	4	2
Smältning	62	89	88	81	68	81	78	40	29	29
Stelning	1		1		1		2	1	2	1
Kondensation	4	1		2	4	2	5	8	7	14
Övrigt	2					2		3	1	
Ej besvarat	5	4		1	5	8		10	17	7

Tabell 3.24. Andra bildparet. Procentuell fördelning av elevernas svar på olika alternativ

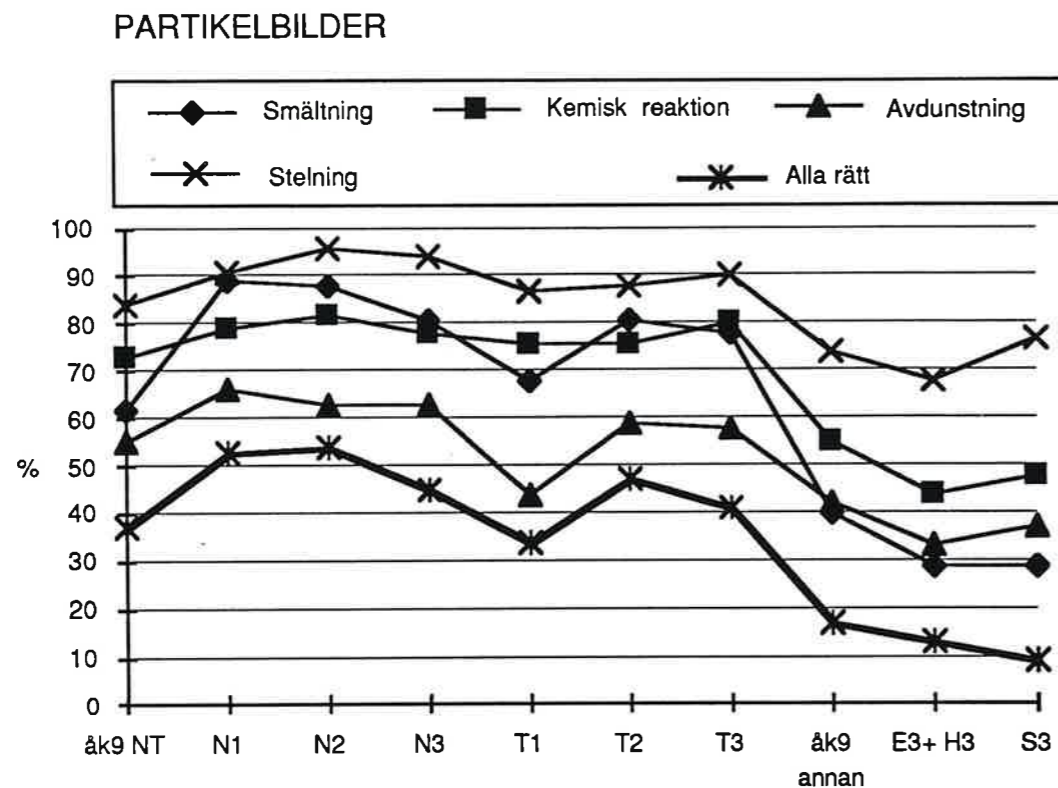
Alternativ	åk9 NT (632) %	N1 (106) %	N2 (91) %	N3 (97) %	T1 (104) %	T2 (88) %	T3 (95) %	åk9 annan (2190) %	E3+ H3 (90) %	S3 (85) %
Kemisk reaktion	73	79	82	78	76	76	80	55	44	48
Lösning	7	8	3	4	6	1	5	7	2	6
Avdunstning	5	5	8	9	5	3	6	9	12	12
Smältning	2	1	1		2		3	5	6	12
Stelning	1	2		1		2		3	7	4
Kondensation	5	2	4	5	5	7	4	9	11	12
Övrigt	2					1		4		
Ej besvarat	5	4	1	2	7	9	1	10	18	7

Tabell 3.25. Tredje bildparet. Procentuell fördelning av elevernas svar på olika alternativ

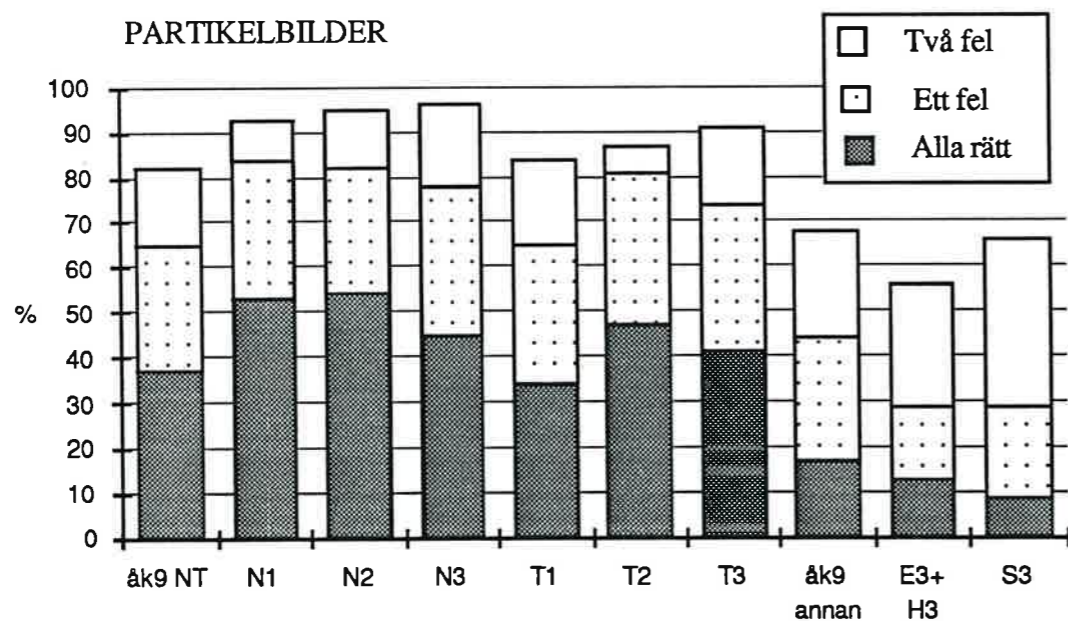
Alternativ	åk9 NT (632) %	N1 (106) %	N2 (91) %	N3 (97) %	T1 (104) %	T2 (88) %	T3 (95) %	åk9 annan (2190) %	E3+ H3 (90) %	S3 (85) %
Kemisk reaktion	4	4	1	1	4	1	3	7	8	9
Lösning	18	21	20	23	26	15	25	17	14	26
Avdunstning	55	66	63	63	44	59	58	42	33	37
Smältning	4			1	5		1	6	7	8
Stelning				1				1	1	
Kondensation	13	6	15	9	15	14	12	14	20	14
Övrigt	2		1	1		2	1	3	1	
Ej besvarat	5	4		1	6	9		11	16	6

Tabell 3.26. Fjärde bildparet. Procentuell fördelning av elevernas svar på olika alternativ

Alternativ	åk9 NT (632) %	N1 (106) %	N2 (91) %	N3 (97) %	T1 (104) %	T2 (88) %	T3 (95) %	åk9 annan (2190) %	E3+ H3 (90) %	S3 (85) %
Kemisk reaktion	1	1	1			1		2	4	1
Lösning		1			2		1	1		1
Avdunstning	1		1		2		2	3	3	2
Smältning	3		1		3	1	4	3	3	5
Stelning	84	91	96	94	87	88	90	74	68	77
Kondensation	4	3	1	3	2		3	5	6	7
Övrigt	2			1	1	1		3		1
Ej besvarat	4	5		2	4	9		11	16	6



Figur 3.11. Partikelbilder. Procentuell fördelning av elevernas svar på de naturvetenskapligt rätta alternativen.



Figur 3.12. Partikelbilder. Procentuell fördelning av elever med olika antal rätta svar.

20. Varifrån kommer rostent?

Vissa spikar blir rostiga om de får stå i vatten eller nära vatten. Var finns rostent innan spiken rostar?

(A) Den finns i luften (C) Den har ännu inte bildats

(B) Den finns i vattnet (D) Den finns i spiken

Förklara hur Du tänkte!

RESULTAT

Tabell 3.27. Rostiga spikar. Procentuell fördelning av elevernas svar på olika alternativ

Alternativ	åk9 NT (632) %	N1 (106) %	N2 (91) %	N3 (97) %	T1 (104) %	T2 (88) %	T3 (95) %	åk9 annan (2190) %	E3+ H3 (90) %	S3 (85) %
Rost finns i luften	6	5	3	2	3	2	2	10	1	6
Rost finns i vattnet	4	1	1		2	1		7	4	6
Rost har ännu ej bildats	78	86	91	89	87	92	93	65	83	74
Rost finns i spiken	9	9	3	7	6	3	2	15	8	13
Övrigt	2		1	2	1		3	2	3	1
Ej besvarat	1				2	1		1		

Elevernas förklaringar till de valda alternativen har kategoriserats enligt NUNA [1]. Här nedan återges ordagrant och utan rättning av stavfel exempel på gymnasieelevers svar.

A. EJ BESVARAT/EJ MOTIVERAT

B. ROSTEN FINNS HELA TIDEN (DEN FLYTTAS, BLIR SYNLIG ETC)

–Rosten finns i luften. Rost är egentligen salt som åker omkring i luften. (A) (N1, 2 107)

–Vattnet gör ju inte så att alla ämnen rostar, alltså kan rostent inte finnas i vattnet. Luften gör inte så att alla ämnen rostar. Samma där. Rosten måste alltså finnas i spiken. (D) (N1, 2 119)

–När spiken rostar avger den elektroner till vattnet. Spiken vittrar sönder alltså måste det som försvinner ha funnits på spiken. (D) (N2, 1 141)

–Den finns i spiken i form av järnatomer. (D) (T2, 3 239)

C. ROSTEN UPPSTÅR OSPECIFICERAT

–Det ärgar bara. (A) (T2, 1 254)

–Rost bildas av att ytskiktet på spiken förändras. (C+D) (N2, 3 156)

D. ROSTEN UPPSTÅR PGA PÅVERKAN AV ANDRA ÄMNINGEN (ANGRIPER, FRÄTER PÅ, TRÄNGER IN MM)

–Rosten bildas då vissa ämnen kommer nära. (C) (T3, 2 273)

–Luftfuktigheten i luften gör att spiken rostar. (A) (N3, 1 177)

–Det bildas rost när väte kommer i kontakt med stålet. (C) (T1, 4 213)

–Rost är en enskild sammansättning som bildas om man har de rätta ursprungsmaterialet och en utlösningsmekanism. (C) (N3, 4 180)

E. ROST UPPSTÅR (BARA) OM VISSA ÄMNEN ÄR I KONTAKT

1. Spik/järn och vatten

- Det finns ämnen i vattnet som gör att spiken börjar rosta. (C) (N1, 1 105)
- Vissa metaller (oädlade metaller) kan tillsammans med vatten i flytande, stabil eller gasform bilda rost. (C) (N2, 1 154)

2. Spik/järn och syre/luft

- Rosten kommer från luften för att luften angriper spiken, så att den börjar rosta. (A) (T1, 1 212)
- När luft och järn kommer att mötas då bildas rosten (C) (N1, 1 110)

3. Spik/järn och vatten och syre/luft

- Metallen har små hål som luft och vatten kommer in så bildas rost metallen är porös. (D) (N2, 1 144)
- Rost -korrosion- bildas när järn kommer i kontakt med fukt, d.v.s. luft och vatten. (C) (N1, 1 103)

F ROST UPPSTÅR GENOM (KEMISK) REAKTION/FÖRENING

1. Ospecificerat

- Rost uppstår genom kemisk reaktion från surt avfall i luft och vatten. Metallen oxideras. (C) (N2, 1 143)
- Rost är en avfällning t.ex. järnoxid (C) (T3, 1 282)
- Spiken oxideras. I det nya tillståndet har metallen högre oxidationstal och är stabilare, särskilt om metallen är oädel. (C) (N2, 1 142)
- Spikens atomer behöver reagera med andra atomer för att bilda rost. Innas spiken blir rostig finns det bara atomer. (C) (N1, 1 108)
- Järnet avger elektroner. $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ Järnjonerna är rosten. (C) (N1, 1 111)

2. Spik/järn och vatten

- Det bildas rost när metallerna i spiken reagerar med vattenatomerna. (C) (N1, 1 116)
- Det sker en reaktion mellan vattnet och spiken. Då bildas rosten. (C) (N1, 1 113)
- Järnet reagerar med syret i vattnet och bildar ett oxidskikt, som vi kallar rost (C) (T2, 1 255)

3. Spik/järn och luft/syre

- Rost är en förening mellan syre och järn. Innan dessa reagerat finns rent syre och rent järn men båda krävs för rosten skall bildas. Alltså finns rost inte i ett särskilt ämne. (C) (N1, 1 106)
- Det som händer (tror jag) är att syret i luften (eller kanske i vattnet) reagerar med det oädlade järnet och det bildas rost. (A) (N1, 1 109)
- Rosten är järnoxid, som bildas vid oxidering av järnjoner, som sedan förenar sig med oxidjoner. $\text{FeO} \cdot 2 \text{Fe}^{2+} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{FeO}$ (C) (T2, 1 249)

4. Spik/järn och vatten och luft/syre

- Jag jämför m. när man river upp lacken på cykeln el. bilen Då måste man skydda den fr. vatten. En cykel får ju inte stå ute när det regnar! Det är väl genom någon förening mellan vatten & luft & saken? (B) (H3, 1 382)
- Det beror på att det korroserar Vatten och luft blandas med järnmolekylerna och det sker en kemisk reaktion (C) (T1, 1 209)
- Jag vet att rost är $\text{FeO}(\text{OH})$ och det är något som nybildas med hjälp av Fe , O_2 och H_2O , alltså kan det inte ha funnits innan. (C) (N2, 2 142)
- När en spik rostar, oxideras järnet till Fe^{3+} -joner som av luft och vatten får syre och väte så att järnoxidhydroxid (FeOOH) bildas; dvs rost. Rosten har alltså

ännu inte bildats, det är bara förutsättningarna för rost som finns i luften, vattnet och spiken. (C) (T2, 3 240)

G ÖVRIGT

- De oxideras av luften eller vattnet (C) (N2, 2 143)
- Rost bildas pga oxidskikt. (C) (T3, 4 277)
- Syret bryter ner atomerna i spiken (A) (T3, 1 277)
- Nubbar är gjorda av ex koppar när koppar kommer i kontakt med fukt bildas rost. Koppar och syre + vatten bildar rost. (C) (T1, 3 220)
- Rosten finns i spiken men där är det ännu inte bundet till syret. I spiken är rosten vanligt Fe . I rosten saknas elektroner och järnet är Fe^{2+} (D) (N3, 1 173)

Tabell 3.28. Varifrån kommer rosten. Procentuell fördelning av elevernas svar på olika kategorier

Kategori	åk9 NT (632) %	N1 (106) %	N2 (91) %	N3 (97) %	T1 (104) %	T2 (88) %	T3 (95) %	åk9 annan (2190) %	E3+ H3 (90) %	S3 (85) %
Rost uppstår (bara) då vissa ämnen är i kontakt, E.	21	10	11	14	13	11	8	19	30	27
Rost uppstår vid kemisk reaktion (ofullständigt svar), F1-F3	32	59	65	57	51	64	59	14	33	15
Rost uppstår vid kemisk reaktion (fullständigt svar), F4	4	8	12	11	9	6	7	2	2	6

21. När bildas koldioxid?

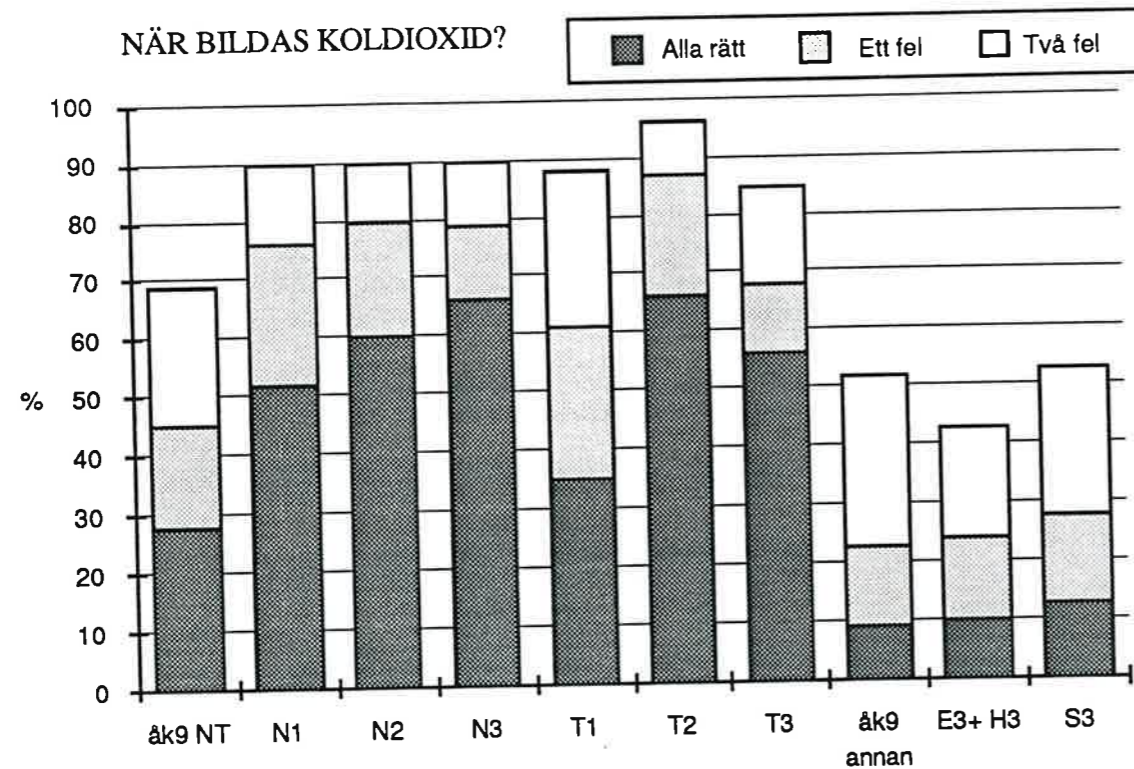
När bildas det koldioxid? Om Du anser att det bildas koldioxid vid en händelse kryssar Du i JA. Om du anser att det inte bildas koldioxid vid en händelse kryssar Du i NEJ.

	JA	NEJ		JA	NEJ
En vanlig bil kör	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Svavel brinner	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ved brinner	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Olja brinner	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
En människa går uppför en trappa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ett magnesiumband brinner	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

RESULTAT

Tabell 3.29. När bildas koldioxid? Procentuell fördelning av ja-svar på olika alternativ.

Alternativ	åk9 NT (632) %	N1 (106) %	N2 (91) %	N3 (97) %	T1 (104) %	T2 (88) %	T3 (95) %	åk9 annan (2190) %	E3+ H3 (90) %	S3 (85) %
En vanlig bil kör	82	89	96	88	84	94	92	77	80	81
Ved brinner	81	93	89	94	87	93	94	67	62	59
Olja brinner	76	88	93	90	76	92	85	65	60	71
En människa går uppför en trappa	69	78	73	87	78	88	75	54	54	61
Svavel brinner	39	17	10	10	27	10	24	57	54	61
Ett magnesiumband brinner	38	15	10	13	15	13	20	48	41	40



Figur 3.13. När bildas koldioxid? Procentuell fördelning av elever med olika antal rätta svar.

22. Vad väger avgaserna?

I ett laborietest tankar man en bil med 50 kg bensin. Man kör så motorn tills tanken är tom och tar reda på hur mycket materia som kommer ut ur avgasröret under tiden. Vad blir resultatet? Sätt kryss!

- mycket mindre än 50 kg
- mindre än 50 kg
- cirka 50 kg
- mer än 50 kg
- mycket mer än 50 kg

Förklara hur Du tänkte!

RESULTAT

Tabell 3.30. Avgaser. Procentuell fördelning av elevernas svar på olika alternativ

Alternativ	åk9 NT (632) %	N1 (106) %	N2 (91) %	N3 (97) %	T1 (104) %	T2 (88) %	T3 (95) %	åk9 annan (2190) %	E3+ H3 (90) %	S3 (85) %
Ej besvarat/övrigt	1	2	6	3	3	2	10	3	8	3
Mkt mindre, mindre än 50 kg	51	36	26	44	46	38	47	48	57	65
Lika med 50 kg	23	18	25	22	21	17	12	22	16	13
Mer, mkt mer än 50 kg	25	44	43	31	30	43	32	28	20	19

Elevernas förklaringar till de valda alternativen har kategoriserats enligt NUNA [1]. Här nedan återges ordagrant och utan rättning av stavfel exempel på gymnasieelevers svar.

A. EJ BESVARAT (INGET KRYSS OCH INGEN MOTIVERING)

B. MYCKET MINDRE ÄN ELLER MINDRE ÄN 50 kg

1. Ej förklarar

2. Bensinen används/förbrukas/förbränns/blir energi

- Bensinen har blivit förbrukad. En del av den har fastnat inne i bilen (N1)
- Motorn förbränner bensinen det är precis som en brasa. Material förbränns o omvandlas till energi i stället. (S3)
- Motorn förbränner bensinen så att den kommer ut med koldioxid, ånga och annat men det blir då en liten del som blir materia (T3)
- Bensin som går i motorn förvandlas till energi och sen till arbete. Det mesta delen förvandlas till energi. Avfallet det som inte går att använda går ut från avgasröret. (N2)

3. Gaser/avgaser bildas. De är lätta/lättare än bensin

- Bensin är en vätska och eftersom vätskor i allmänhet väger mer än gaser måste materia som kommer ut ur avgasröret (i gasform) väga mindre. (N1)
- Det bildas ju en del gaser då motorn går och dessa går bara "upp i rök" i luften. (N1)
- Bensin är ett flytande ämne. Ur avgasröret kommer det gaser. Alla gaser har lägre densitet än vätskor => det väger mindre. Även om det skulle släppas ut en större substansmängd ur avgasröret än vad man tankat bensin, så väger avgaserna mindre (T2)
- Det som kommer ut ur avgasröret är uteslutande gaser (H_2O och CO_2). Dessa gaser står i ett molförhållande som är c:a 7 ggr mer än kolvätet i bensinen som förbränns. Det bildas alltså sammanlagt mer mol gaser än vad man hade från början. Massan produkter är dock mycket mindre. (Bensinen har högre densitet än gaserna). (N2)
- Förbränning av bensin: $2 C_8H_{18} + 25 O_2 \longrightarrow 16 CO_2 + 18 H_2O$ Bensin är flytande, koldioxid o vatten kommer ut som gas. Gaser har lägre densitet än vätskor. (N3)

4. Bensinen omvandlas till energi och lätta gaser

- Bensinen reagerar och blir till gaser + energi. Energin driver motorn. Gaserna kommer ut genom avgasröret. Gaserna är mycket lättare än bensinen. (N2)

5. Övrigt

- Vi hade ju dött annars! (T1)
- Gaser räknas inte som materia (T3)

- Bensin består till en stor del av vatten. När bensinen når motorn så avdunstar vattnet av den värme motorn avger. (N2)
- En motor har såpass god verkningsgrad och bensinen består till stor del av nedbrytbara medel (T3)
- Det borde komma ut cirka 50 kg, men inte riktigt så att säga, en del ex bly stannar väl i motorn som smörjmedel samtidigt tas ju i och för sig syre upp ur luften men det blir nog inte mycket i vikt. (T3)
- Bensinen delas upp i mindre molekyler och ämnen som väger mindre (förhoppningsvis) (N3)

Tabell 3.31. Fördelning av gymnasielevnas svar på olika förklaringskategorier jämfört med åk 9-elevnas svar

	åk 9 NT (632)	N1 (106)	N2 (91)	N3 (97)	T1 (104)	T2 (88)	T3 (95)	åk 9 annan (2190)	E3+ H3 (90)	S3 (85)
B.Förklaringar för alter- nativet mycket mindre eller mindre än 50 kg	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1. Ej förklarat	10	8	3	8	10	6	7	18	18	13
2. Bensinen förbrukas	19	12	8	13	13	8	16	11	10	17
3. Lätta gaser bildas	13	10	10	14	16	13	13	12	21	29
4. Energi + lätta gaser bildas	-	1	1	2	1	2	1	-	1	-
5. Övrigt	8	4	3	6	7	9	11	7	7	6
Summa	50	36	26	44	46	38	47	48	58	65

C. CIRKA 50 kg

1. Ej förklarat

2. Det som kommer in går ut. Inget försvinner

- Materia är oförstörbar. (N1)
- Avgaserna består av blandningen bränsle/luft men luften väger inget. Det som kommer in kommer ut. (T3)
- Det enda som avges är energi och värme. (T1)
- Molmassan är fortfarande densamma (T2)

3. Visserligen annan form/omvandling mm men ändå 50 kg

- Gaser väger också fast det kanske inte märks. Det blir mycket större mängd men det väger lika mycket. (T2)
- Fullständig förbränning reaktanterna = produkterna (N2)
- Ingenting försvinner utan bensinen och syre omvandlas till (H₂O) vatten och CO₂ koldioxid enligt reglerna för fullständig förbränning (N2)

4. Atomerna bevaras

- Atomerna förstörs inte när de reagerar inne i motorn. De omvandlas till andra föreningar och ämnen. Därför är hela massan kvar. (N1)

5. Övrigt

- Inga nya nukleoner har bildats inga har heller försvunnit (T1)

Tabell 3.32. Fördelning av gymnasielevnas svar på olika förklaringskategorier jämfört med åk 9-elevnas svar

	åk 9 NT (632)	N1 (106)	N2 (91)	N3 (97)	T1 (104)	T2 (88)	T3 (95)	åk 9 annan (2190)	E3+ H3 (90)	S3 (85)
C.Förklaringar för alter- nativet lika med 50 kg	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1. Ej förklarat	6	1	1	1	4	-	2	11	6	5
2. Inget försvinner	7	10	8	10	12	8	3	6	2	5
3. Annan form / omvandling	6	5	12	9	5	8	5	3	7	2
4. Atomer bevaras	2	2	4	-	-	1	-	0	-	-
5. Övrigt	2	-	-	1	1	-	-	2	1	1
Summa	23	18	25	22	21	17	11	22	16	13

D. MER ELLER MYCKET MER ÄN 50 KG

1. Ej förklarat

2. Gas är tung/är mer/sprids ut/har större volym

- Gas är väl mycket tyngre än vätska! (T1)
- Vi har lärt oss det! Gasen som kommer ut är kanske tyngre än bensinen var. (T1)

3. Syre/luft blandas in, tillkommer

- Bensinen blandas ju med luften samt övergår från flytande form till gasform. (T1)
- Det måste ju komma lite olja och skit ut. Syre och sånt där reagerar ju också och måste ju väga lite också. (N2)

4. Bensinen reagerar (förbränns) med luft/syre

- Det blir mycket koldioxid av bensinen. (T2)
- Eftersom luften består av till största delen kväve och det bara är syret som används vid förbränning kommer den totala massan av det som passerar motorn att bli mkt stor (c:a 1000 kg) (T2)
- Bensinen reagerar med syre och bildar till största delen CO₂ och H₂O.

$$C_4H_{10} + O_2 = 2 CO_2 + 5 H_2O$$
Ej balanserad formel. (N1)

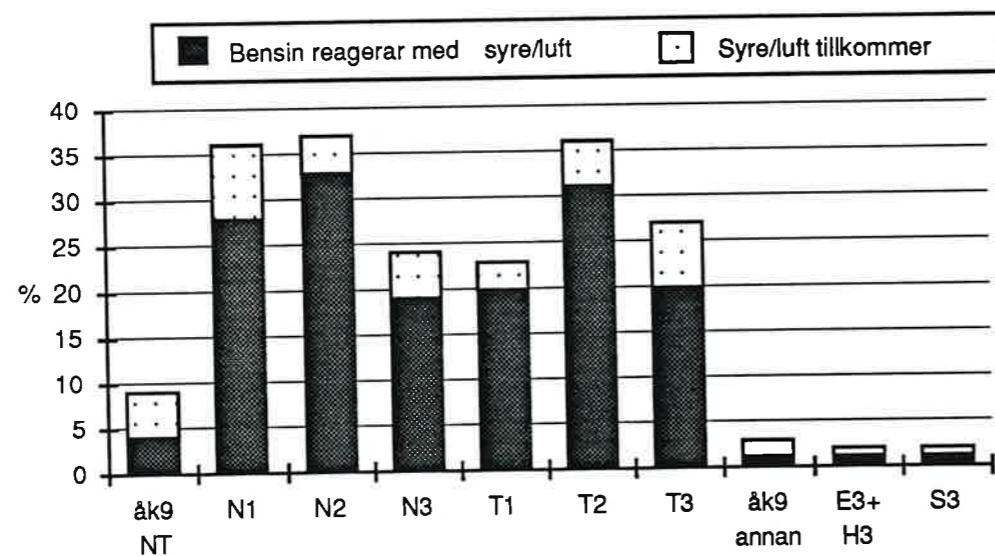
5. Övrigt

- Det finns olja i motorn (N3)
- När bensinen kommer ut ur avgasröret och blandas med luft blir volymen enormt stor. Skulle man väga det så skulle det bli mycket mer än 50 kg. (T1)
- Det är inte bara bensinångor som kommer ut, det är massa andra ämnen. (T1)
- Avgaserna som kommer ut innehåller mycket mer saker än när de var bensin. (E3)

Tabell 3.33. Fördelning av gymnasielevnas svar på olika förklaringskategorier jämfört med åk 9-elevnas svar

D.Förklaringar för alternativet mer eller mycket mer än 50 kg.	åk 9 NT (632)	N1 (106)	N2 (91)	N3 (97)	T1 (104)	T2 (88)	T3 (95)	åk 9 annan (2190)	E3+ H3 (90)	S3 (85)
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1. Ej förklarar	7	2	4	3	3	5	1	16	10	13
2. Gas är tung / är mer ...	1	2	-	-	2	1	-	3	1	1
3. Syre/luft tillkommer	5	8	4	5	3	5	7	2	1	1
4. Bensin reagerar med syre/luft	4	28	33	19	20	31	20	1	1	1
5. Övrigt	7	5	2	4	2	2	2	7	7	2
Summa	24	44	43	31	30	43	32	28	20	19

FÖRKLARINGAR TILL "MER ELLER MKT MER ÄN 50 KG"



Figur 3.14. Förklaringar till "mer eller mycket mer än 50 kg". Procentuell fördelning av elever med godkända svar.

23. Vad betyder symbolerna?

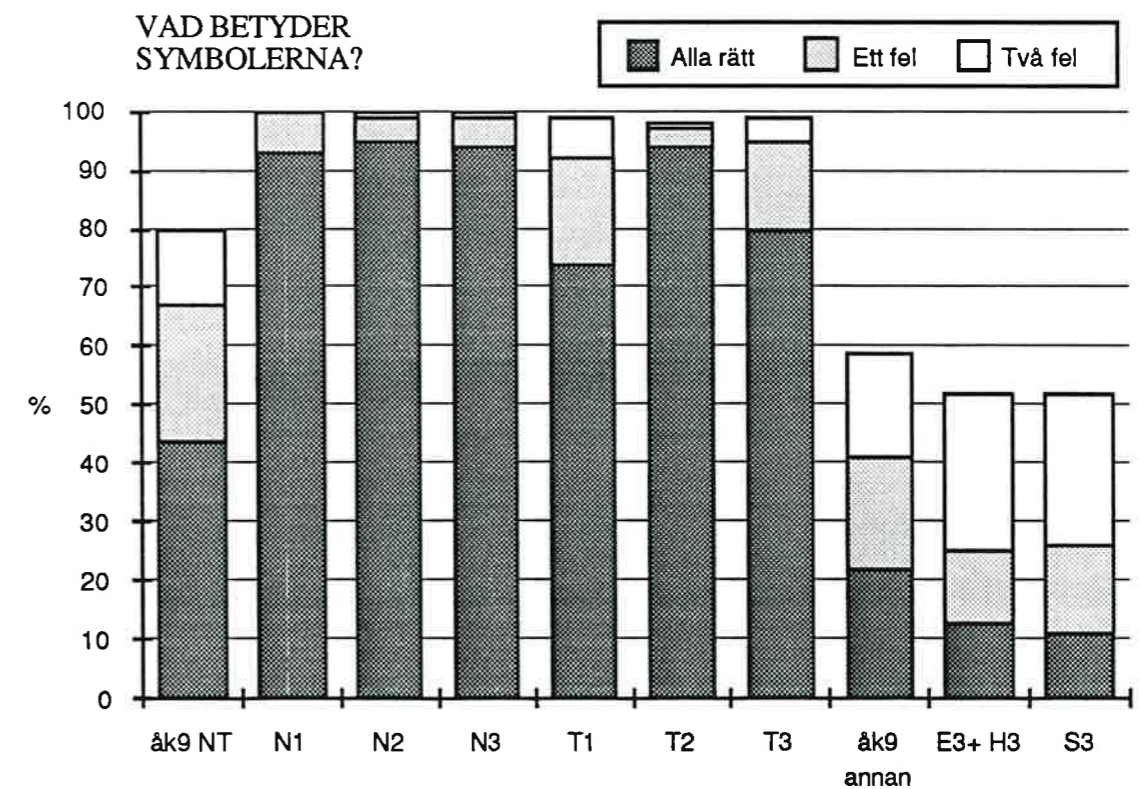
I kemin används symboler för att beteckna olika atomslag. Exempelvis betecknar P en atom fosfor. Fyll i följande tabell:

Symbol	Atom	Symbol	Atom
P	fosfor	H	_____
O	_____	Al	_____
N	_____	S	_____
C	_____		

RESULTAT

Tabell 3.34. Vad betyder symbolen. Andelen rätta svar för respektive symbol.

Symbol/betydelse	åk9 NT (632)	N1 (106)	N2 (91)	N3 (97)	T1 (104)	T2 (88)	T3 (95)	åk9 annan (2190)	E3+ H3 (90)	S3 (85)
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
O syre/oxygen	90	100	100	100	99	100	100	71	73	79
N kväve/nitrogen	57	99	98	100	88	97	94	33	22	22
C kol/karbon	80	97	99	99	95	98	95	63	60	49
H väte/hydrogen	83	100	99	100	96	100	98	65	60	66
Al aluminium	89	99	99	99	99	100	100	77	84	75
S svavel	74	98	99	95	89	97	87	56	48	45



Figur 3.15. Vad betyder symbolerna? Procentuell fördelning av elever med olika antal rätta svar.

4. ANALYS OCH DISKUSSION AV RESULTATET

I detta kapitel ges först en sammanställning av vad eleverna är hjälpta av att kunna för att svara på uppgifterna. Därefter följer generella tolkningar samt tolkningar uppgift för uppgift för N- och T-linjerna. Sist redovisas en analys av sambanden mellan N- och T-elevernas svar på ett urval av uppgifter gällande gaser och fasövergångar.

För att kunna svara tillfredställande på NUNA:s uppgifter om *materia och kemiska reaktioner* bör eleverna

- kunna skilja mellan materiellt och icke materiellt
- ha en enkel atommodell
- ha viss kunskap om kemiska symboler
- kunna ordna atom, molekyl och cell hierarkiskt
- behärska flera aspekter av gasbegreppet
 - gaser existerar
 - gaser har massa
 - gaser kan avgränsas för studium
 - gaser sprider sig i tillgängligt utrymme
 - gaser går att pressa ihop
 - gaser utövar krafter på omgivande föremål
 - ej instängda gaser tenderar att sprida sig
 - gaser bevarar sin massa vid tryck-, temperatur- och volymförändringar
 - ha en enkel partikelmodell (molekylmodell) för att förklara gasers spridning
- kunna skilja mellan olika slags fasövergångar
- behärska några aspekter av fasövergångar
 - massan bevaras då materia genomgår fasövergångar
 - ämnena behåller sin identitet vid fasövergångar
- känna till några egenskaper hos lösningar
- kunna skilja mellan kemiska reaktioner och andra förändringar
- veta att massan bevaras vid kemiska reaktioner
- inse att de reagerande ämnena upphör att existera men att de i ämnena ingående atomerna bevaras och bildar helt nya ämnen vid en kemisk reaktion
- behärska enkla aspekter av några kemiska reaktioner
 - rostning
 - förbränning
- känna till pH-skalan

4.1 Generella tolkningar av resultatet

Svaren från *åk 9NT* (elever, som valt N- eller T-linjen) och *åk 9annan* (elever, som valt annan gymnasielinje än N eller T) skiljer sig kraftigt åt på så gott som samtliga uppgifter. Åk 9NT-eleverna har grovt räknat 50–100 % bättre resultat än åk 9annan-eleverna.

N- och T-elevernas begreppsförståelse jämfört med *åk 9NT-elevernas* är större i åk 1 och ytterligare större i åk 2. Vad gäller åk 3 jämfört med åk 2 på N- och T-linjen är bilden splittrad; på några uppgifter är åk 3-eleverna bättre, på några är de lika bra och på några åter är de sämre.

N-elevernas begreppsförståelse är i allmänhet något bättre än *T-elevernas*, dock med undantag av vissa uppgifter gällande gasers egenskaper.

E 3-, H 3- och S 3-elevernas begreppsförståelse är närmast jämförbar med *åk 9annan-elevernas*. Ökningen i begreppsförståelse är svag, på somliga uppgifter ingen alls och på andra uppgifter tycks t.o.m. en tillbakagång ha skett. Därför hänvisas till den analys av

resultatet på enskilda uppgifter, som Andersson m.fl. (1993a s.57–65) gjort för åk 9-eleverna.

Vad gäller öppna svarsuppgifter återfinns samma kategorier av svar både på gymnasiet och i grundskolan. Det är en gradskillnad men inte en artskillnad. Inflytande från undervisningen visar sig i språkdräkten men inte nödvändigtvis i det reella innehållet. Gymnasieeleverna uttrycker sig med betydligt fler ord, men samma tankemönster framträder bakom orden.

4.2. N- och T-linjerna jämfört med åk 9NT

4.2.1. Gaser

Uppgift 1. Hur är luft sammansatt?

54% i åk 9NT och som högst 79% på N- och T-linjen anger kväve och syre som de vanligaste gaserna. För N- och T-eleverna hör denna kunskap till den mest elementära. Uppfattningen att väte är en beståndsdel i luft borde ha försvunnit, men omfattas av ca 15 % av N3- och T3-eleverna. Koldioxidens andel i luft är bara 0.03% men även denna gas betraktas som en av de två vanligaste beståndsdelarna av 10 % N3-elever och 18% T3-elever.

Uppgift 2. Blåser tussen bort?

Tryckändringars fortplantning i alla riktningar är en del av undervisningsinnehållet för N- och T-linjen. Här är andelen rätta svar 41% för åk 9NT och ca 75% för N2 och T2. T3-elevernas svar ligger något lägre (ca 70%), N3-elevernas på ca 60%.

Uppgift 3. Går kolven att skjuta in?

N-eleverna svarar rätt till som högst 35% medan andelen rätta svar är 25% i åk 9NT. T2- och T3-elevernas rätta svar uppgår till nära 60 %. Gissningsvis slår teknologiundervisningen igenom på detta sätt, eftersom både flickor och pojkar i såväl T2 som T3 har markant bättre resultat än flickor och pojkar i N2 respektive N3. Uppfattningen att gaser ej kan komprimeras verkar således vara mycket motståndskraftig mot undervisning. Resultatet här kan tyda på att relativt få elever har utvecklat en användbar partikelmodell för gaser.

Uppgift 4. Varför rinner inte saften ner?

De flesta svaren är angivna på makronivå. Redan åk 9NT-eleverna har en god uppfattning (68% rätta svar) av att luften måste kunna komma ut ur flaskan för att saften skall rinna in. Som högst 80% av N- och T-eleverna når denna insikt. Ganska få bland dessa elever (upp till 18%) för mer avancerade resonemang om de tryckändringar som inträffar. Missuppfattningarna att vakuum i flaskan hindrar, respektive att luft måste komma in i flaskan, finns kvar även bland N- och T-eleverna.

Uppgift 5. Vad orsakar lukt?

För att besvara denna fråga måste eleverna koppla ihop fenomen i verkligheten med förklaringar på modellnivå. 24% i åk 9NT svarar rätt. Här är kunnandet större för N-eleverna, ca 60%, än för T-eleverna, ca 45%. Emellertid tyder resultatet på att mer än en tredjedel av N-eleverna och mer än hälften av T-eleverna inte använder sig av naturvetenskapens molekylmodell för att förklara gasers spridning.

4.2.2. Fasövergångar

Uppgift 6. Vilken fasövergång är det?

Här gäller det att koppla ihop vissa händelser med rätta begrepp. I åk 9NT hade 52% av eleverna alla rätt, N-eleverna når som högst upp till 64% och T-eleverna till 59%. Det

betyder att mer än en tredjedel av eleverna har svårigheter med något eller några begrepp. Störst svårigheter tycks begreppet kondensering välla.

Uppgift 7. Vad innehåller kokbubblorna?

Ca 55% av eleverna i N2 och T2 väljer alternativet vattenånga för innehållet i kokbubblorna mot 28% i åk 9NT. I N3 och T3 är andelen sådana elever endast ca 40%. Huvuddelen av de övriga eleverna väljer alternativet syre eller luft. Möjligen betonas betydelsen av upplöst syre som förutsättning för animaliskt liv i vatten så mycket att eleverna tror att sådant syre eller luft finns kvar även i kokande vatten. Några få elever väljer väte eller koldioxid.

Föreställningen att kokbubblorna innehåller syre finns fortfarande kvar på doktorandnivå (Bodner, 1991). 132 nyintagna kemidoktorander i USA fick svara på följande fråga: *Antag, att vatten i en bägare har kokt en timme på en het platta. Inuti vätskan kan man se bubblor som rör sig mot ytan. Vad utgöres dessa bubblor av? 20% av doktoranderna föreslog luft eller syre medan 5 % angav en blandning av vätgas och syrgas.*

Uppgift 8. Vilka ämnen är vätska vid 20°C?

Andelen rätta svar är 52% i åk 9NT och mer än 85% i N3 och T3. Uppgiften kräver kunskaper om fasövergångar och förmåga att korrekt avläsa och tolka en tabell. Denna förmåga borde rimligen öka under gymnasieåren. För att eleverna själva ska kunna bedöma svarens riktighet är det naturligtvis en fördel att även känna till egenskaperna hos de uppräknade ämnena.

Uppgift 9. Bevaras massan då is smälter?

54% av åk 9NT-eleverna väljer både rätt alternativ och ger en tillfredsställande förklaring till att massan bevaras då is smälter. I N3 och T3 är andelen rätta svar bortåt 70%. I denna grupp ger omkring 20% avancerade förklaringar med hjälp av atom- eller molekylbegreppen. Det betyder att massans bevarande vid smältning är ett problem för ca 30% av eleverna. De förklaringar, som används till att isen och vattnet skulle väga olika, är liksom på grundskolan, att is och vatten har olika densitet, att vatten är tyngre än is, att vatten väger mer i fast form än i flytande, att isen är större än vattnet, att innesluten luft påverkar och att vattnet tynger ner på annat sätt än isen. Det innebär att dessa elever har svårt att skilja mellan massa, tyngd, densitet och volym.

4.2.3. Ämnen

Uppgift 10. Vad består av atomer?

Att kunna skilja på vad som består av atomer och vad som inte gör det borde vara trivialt för N- och T-elever men det är inte mer än ca 60%, som har alla rätt mot 32% av åk 9NT-eleverna. Det är framför allt *magnetfält* och *ljusstråle*, som vällar svårigheter men även *vakuum*. Att dessa inte består av atomer är helt självklart för fysik- och kemilärarna men ingalunda för eleverna.

Uppgift 11. Organisationsnivåer.

Ca 90% av N3- och T3-eleverna ordnar dessa begrepp hierarkiskt mot 69% av åk 9NT-eleverna.

Uppgift 12. Hur många grundämnen finns det?

Så gott som alla elever, även i grundskolan vet att det finns ca 100 grundämnen.

Uppgift 13 och 14. Vilken gas får glöd att flamma respektive grumlar kalkvatten?

Uppåt 80% av N3- och T3 eleverna mot 55% av åk 9NT-eleverna känner till att syre får glöd att flamma. Väte är vanligaste alternativet kanske beroende på att antändning av väte blandat med syre eller luft är ett populärt demonstrationsexperiment. Vad gäller kalkvatten är det som högst 74% (T2) mot 44% i åk 9NT, som anger koldioxid. Här finns det en uppsjö av angivna alternativ varav kväve och väte är mest frekventa. Fällning av kalciumkarbonat ur kalkvatten med hjälp av koldioxid är en

reaktion som utförs i skolan, och som många elever tycker är svår att förklara. Om eleverna lärt sig reaktionen som ren minneskunskap kan det förklara att så få elever (42%) i T3 (som inte läser kemi) ger rätt svar.

Uppgift 15. Hur skilja socker från sand?

En framkomlig väg att skilja socker från sand är att lösa sockret i vatten, filtrera och avdunsta vattnet från sockerlösningen. 42% av åk 9NT-eleverna, 46% av N3- och 61% av T3-eleverna anger detta. Smältning och separering är i teorin möjligt men i praktiken ogenomförbart eftersom sockret sönderdelas nära smältpunkten. De svar, som N- och T-eleverna angett skiljer sig inte mycket innehållsmässigt från åk 9NT-elevernas även om formuleringarna i allmänhet är längre och utförligare. Kemiundervisningen ger inte så stort utslag på en så pass vardagsmässigt inriktad fråga.

Uppgift 16. Vad betyder pH?

Mer än 80% av eleverna i samtliga N- och T-klasser mot 64% i åk 9NT har klart för sig, att lägre pH innebär större surhet. Det är inte mer än som högst 16 % på N- och T-linjerna jämfört med 3% i åk 9NT, som uttrycker detta på en kvantitativ nivå (10 gånger mer vätejoner vid pH5 jämfört med vid pH6).

4.2.4. Kemiska reaktioner

Uppgift 17. Vilka är kemiska reaktioner?

30–40% av N- och T-eleverna kan inte säkert skilja mellan kemiska reaktioner och andra omvandlingar mot 64% i åk 9NT. I storleksordningen 15–20% av N3- och T3-eleverna missar att beteckna T-sprittens förbränning som en kemisk reaktion. Fasövergångarna då tenn smälter eller då vatten kokar betecknas å andra sidan som kemiska reaktioner av 10—c:a 20% av N- och T-eleverna.

Uppgift 18. Är utgångsämnen giftiga?

Denna fråga har att göra med ämnens omvandling till helt nya vid kemiska reaktioner. Det är 88% i åk 9NT och mer än 90% av N- och T-eleverna som instämmer i påståendet att utgångsämnen inte behöver vara giftiga bara för att produkten är det. Detta ingår i biologiundervisningen i såväl grundskolan som gymnasieskolan.

Uppgift 19. Partikelbilder.

Att översätta en bildberättelse till korrekt beskrivning vållar betydande svårigheter. Här gäller det att kombinera kunskaper om innebörden av fasövergångar med dito för kemisk reaktion. I åk 9NT klarar 37% och på N- och T-linjen som högst 54% av eleverna samtliga uppgifter. Som distraktorer fungerar orden *lösning* och *kondensation*. *Stelning* tycks lättast. Svårare är *smältning* och *kemisk reaktion*. Allra svårast är *avdunstning*, som förväxlas med *lösning* eller *kondensation*.

Uppgift 20. Varifrån kommer rosten?

78% i åk 9NT och runt 90% av N- och T-eleverna väljer alternativet att *rosten ännu inte bildats* trots att frågeställningen pekar mot att rosten skulle funnits någon annanstans innan den blev synlig på spiken. Omkring 70% av N- och T-eleverna har klart för sig att rost bildas genom kemisk reaktion men det är inte mer än som högst 12% som helt korrekt anger villkoren för rostbildningen mot 4% i åk 9NT.

Uppgift 21. När bildas koldioxid?

28% av åk 9NT-eleverna och som högst 66% av N- och T-eleverna har alla rätt på koldioxiduppgifterna. Missuppfattningen att koldioxid bildas vad som än brinner (här magnesium och svavel) finns hos nära 40% i åk 9NT och hos mer än 10% av N- och T-eleverna. Orsaken kan möjligen vara att orden *brinner* och *förbränning* i undervisningen ofta kopplas ihop med bildning av koldioxid.

Uppgift 22. Vad väger avgaserna?

Rätt alternativ, d.v.s. mer eller mycket mer än 50 kg, väljs av 24% i åk 9NT och av 30–45% på N- och T-linjen. Både rätt alternativ och korrekt förklaring anges av 4% åk 9NT-elever och av 20–30% N- och T-elever.

Bland de *felaktiga kategorierna* dominerar föreställningarna:

- att bensinen förbrukas för att driva motorn och att den därvid omvandlas till energi
- att bensinen omvandlas till gaser med liten eller ingen massa/vikt/tyngd eller med liten densitet
- att bensinen enbart går igenom en fasomvandling
- att bensinen omvandlas till nya ämnen, som även de väger 50 kg

Vad gäller *a.* kan möjligen Einsteins ekvivalenssamband, dvs att massa kan omvandlas till energi enligt $W = mc^2$ spela en roll. Detta samband är relevant för kärnreaktioner, men ej för vanliga kemiska reaktioner, där massändringen icke är mätbar och alltså kan försummas.

Vad gäller *b.* har eleverna inte tillgodogjort sig alla delar av *gasers egenskaper*. Många elever tar fasta på en enda aspekt, t.ex. densiteten av en gas, och använder den som förklaringsgrund, men glömmar bort eller har inte förstått, att gaser bevarar sin massa vid ändring av volym, tryck och temperatur. Andra elever har inte alls tagit till sig, att gaser har massa eller tror att gaser väger mindre än samma materiemängd i flytande form.

Vad gäller *c.* och *d.* tycks eleverna förväxla fasomvandling med kemisk reaktion. Innebörden av en *kemisk reaktion* är heller inte klar.

Uppgift 23. Vad betyder symbolerna?

Ca 5% av N2- och T2-eleverna missar någon symbol. Men när man inte längre läser kemi (T3) tappar ca 20% elever bort betydelsen av någon symbol.

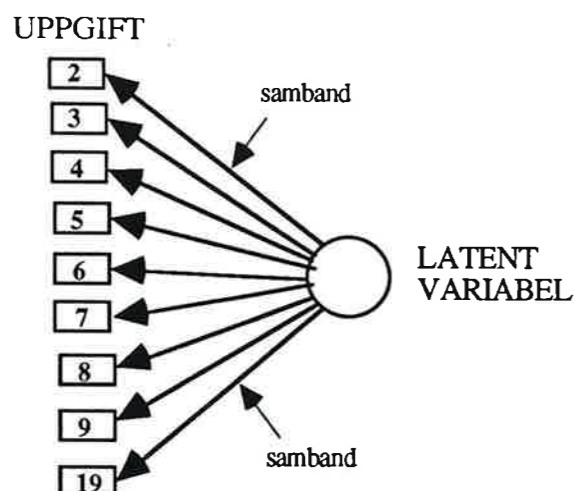
4.3. Samband mellan elevsvaren på olika uppgifter

Vetenskapligt hänger områdena gaser och fasövergångar nära samman inte minst därför att förändringar av olika slag kan förklaras med hjälp av en dynamisk partikel- (atom, jon-, molekyl-) modell för materia. Därför är det intressant att undersöka om elevernas svar på de olika uppgifterna också hänger samman, d.v.s. om det finns någon gemensam underliggande variabel (latent variabel), som kan förklara elevernas svar. I en sådan latent variabel skulle följande kunna ingå:

- kunskaper på makroskopisk nivå om materias fysikaliska egenskaper
- viss kunskap om materias kemiska egenskaper
- en enkel materiamodell på atomär nivå
- förmåga att läsa text
- förmåga att tolka bilder

För att göra sådana analyser finns det ett antal olika statistiska beräkningsprogram. För området *gaser och fasövergångar* har 9 uppgifter valts ut och resultaten på individnivå för alla N- och T-elever har statistiskt bearbetats (Jansson, 1993) i beräkningsprogrammet LISREL8

Följande modell testades och resultatet visade att elevernas svar på uppgifterna hör ihop och är korrelerade med en latent variabel:



Figur 4.1. Modell för samband mellan latent variabel och olika uppgifter.

Tabell 4.1. Samband mellan elevsvaren på de olika uppgifterna och den totala latent variabeln (N- och T-elever, n=581). "Weighted Least Squares" från databehandling i Lisrel 8 av polykorisk matris beräknad ur rådata.

UPPGIFT	Regressionskoefficient för latent variabeln	Av latent variabeln förklarad varians (R^2)
2. Blåser tussen bort?	0,53	0,28
3. Går kolven att skjuta in?	0,41	0,17
4. Varför rinner inte saften ner?	0,64	0,41
5. Vad orsakar lukt?	0,63	0,40
6 Vilken fasövergång är det?	0,45	0,20
7. Vad finns i kokbubblorna?	0,57	0,32
8. Vilka är vätska vid 20°C?	0,56	0,31
9. Vilka är kemiska reaktioner?	0,51	0,26
19. Partikelbilder (1.3.4)	0,48	0,23

Av tabellen kan utläsas, att det finns en latent variabel. Denna har starkast samband med uppgifterna 4 och 5 och svagast samband med uppgift 3 (regressionskoefficient och R^2 -värde). För samtliga uppgifter är latent variabelns samband med uppgifterna statistiskt signifikant. N- och T-elevernas svar kan således till mellan 17 och 41 % förklaras av denna latent variabel. Resten av variansen har samband dels med den enskilda uppgiftens karaktär, dels med mätfelet.

4.4 Validitet och reliabilitet

4.4.1 Urvalet

Generalisering av utfallet av denna studie måste göras med försiktighet. Dels är antalet elever i varje årskurs endast ca 100 (4 klasser spridda på fyra olika skolor). Lärarinflytandet i den enskilda klassen kan då ha stor genomslagskraft. Dels är endast fyra skolor inblandade. Dessa skolor får anses vara storstadsskolor även om en av skolorna rekryterar elever även från landsbygden.

För att resultatet skulle vara generaliserbart till riket borde eleverna ha valts ut slumpvis för varje linje och årskurs. Nu har i stället skolorna valts ut med avsikt att rekryteringsområdet skulle vara någorlunda stabilt och att därmed årskurserna skulle

kunna jämföras med varandra inom varje linje samt att även linjerna skulle kunna jämföras med varandra. Elevpopulationen i årskurs 9 är däremot slumpvis utvald. Därför jämförs nedan betygen från år 9 för de olika elevpopulationerna.

Tabell 4.2. Medelvärden för årskurs-9-betyg i matematik och naturvetenskapliga ämnen alternativt i NO (blockbetyg) för NUNA-klasserna och för gymnasieklasserna.

	ma	bi	fy	ke	tk	NO
åk 9NT	3,7	3,8	4,0	3,9	3,7	3,9
(N + T)-linjerna (alla)	4,0	4,2	4,2	4,1	3,8	4,1
N1 + N2 + N3	4,1	4,3	4,3	4,3	3,7	4,2
T1 + T2 + T3	3,8	4,0	4,1	3,9	3,8	3,9
åk 9annan	3,1	3,2	3,0	3,0	3,1	3,1
E3 + H3 + S3	3,3	3,7	3,5	3,5	3,4	3,6

Gymnasiegruppernas betyg från grundskolan har jämförts med vårterminsbetygen för år 9NT respektive år 9annan. Resultatet visar (se tabell ovan) att T-eleverna nästan precis har samma betygsnivå och -fördelning som år 9NT medan N-elevernas år 9-betyg är något högre. C:a 7 % av gy-eleverna har ej redovisat något betyg. Differensen kan dock vara mindre än de redovisade värdena eftersom några av eleverna i år 9NT kanske inte kom in på N- eller T-linjen.

E3 + H3 + S3-elevernas år 9-betyg är något högre än år 9annan-elevernas. För bi, fy och ke är betygen så mycket som en halv betygsenhet högre. C:a 10 % av dessa gy-elever har ej angett något betyg. Men för år 9annan gäller, att denna grupp innehåller elever med vitt skilda gymnasieval, även yrkesinriktade sådana. Åk 9annan-populationen är ej direkt jämförbar med E3 + H3 + S3-populationen men har ändå fått tjäna som referensgrupp eftersom den skiljer sig stort från år 9 NT.

Tabell 4.3. Resultat av Centrala Prov för N3 och T3 jämfört med riksurval.

	fy (vt 1993)	ke (vt 1992)
Riksurval N-linjen N3	16,4p 15,2p	18,0p 16,9p
Riksurval T-linjen T3	15,7p 15,8p	15,1p 16,0p

I centrala proven framstår N3 som något svagare än riksurvalet (Hofslagare & Mattsson, 1992 resp. Lindström & Ramstedt, 1993) medan T3 är något bättre än riksurvalet. Vid inbördes jämförelse mellan N3 och T3 är T3 något bättre i fysik och N3 något bättre i kemi.

Betygsjämförelserna tyder således på att gymnasieeleverna i undersökningen kan betraktas som tämligen representativa för landet. Årskurs 9-betygen för undersökningens urval av elever skiljer sig inte avsevärt från NUNA:s representativa urval. Resultaten i

centrala proven skiljer sig inte heller i någon större grad från riksurvalet (möjligen med undantag av kemiresultaten för N3).

Jämförelse mellan de *kvalitativa resultaten* för åk 9NT respektive åk 9annan och de olika gymnasiegrupperna visar gradskillnad men inte artskillnad. Samma kategorier av välgrundade svar liksom av missuppfattningar och felaktiga svar, som finns i grundskolan, återfinns också i gymnasieskolan. N- och T-eleverna visar genomgående bättre resultat än åk 9NT-eleverna vilket är att förvänta. T-eleverna har på de flesta uppgifterna något sämre resultat än N-eleverna vilket stämmer med deras åk 9-betyg. Även dessa jämförelser tyder på att resultaten skulle kunna vara någorlunda generaliserbara.

4.4.2. Undersökningens genomförande

Genomförandet rymmer flera felkällor. Dels kan frågeformuleringen vara oklar för eleverna så att de misstolkar uppgiften. Dels kan de sätta kryss i fel ruta eller hoppa över blad. De kan också tycka att frågan är så löjlig att de inte vill svara på den. Detta framskyntar i några kommentarer och ter sig inte orimligt med tanke på att de flesta uppgifterna ursprungligen formulerades för åk 9-elever. Eleverna kan också ha blivit trötta på slutet och därför struntat i att avge svar på de sista uppgifterna.

Elevfrånvaro kan vara en källa till snedvridning. För de fyra klasser, som hade störst frånvaro, har betygen erhållits från skolorna. Det visar sig, att betygsnivån var obetydligt lägre för de frånvarande eleverna i T1, T2 och T3 i naturvetenskapliga ämnen + matematik. I S3 :an med hög frånvaro var betygsnivån något högre för de frånvarande än för de närvarande eleverna (svenska, samhällskunskap, matematik).

Kodningen i olika kategorier rymmer också möjligheter till fel. Kodarens och elevens språkbruk kan skilja sig så mycket att kodarens tolkning av svaret ej stämmer med elevens intention. Kodaren kan under kodningens gång glida i inplacering i viss kategori och placera i en kategori i början av kodningen och sen gå över till en annan kategori i slutet av kodningen. Elevsvaret hamnar då troligen i närliggande kategori, vilket inte spelar avgörande roll för resultatet.

Alla dessa möjliga fel gör att resultatet måste tolkas med försiktighet vad gäller angivna procentenheter. Det viktiga är emellertid inte exakt vilken frekvens som erhållits för ett visst svar utan att undersökningen visat, att svaret förekommer i populationen.

5. ÖVERSIKTLIGA RESULTATBILDER, JÄMFÖRELSE MELLAN GRUNDSKOLAN OCH GYMNASIET

5.1 Måluppfyllelse av grundskolans mål

5.1.1 Gaser och fasövergångar

Andersson m. fl. (1993a s. 24–26) har vägt samman kunnande från begreppsforskningen med ämneskunnande och lärarerfarenheter och formulerat mål för grundskolans elever. Huvudpunkterna återges i början på denna rapport.

Nedan anges måluppfyllelsen i N3 och T3 jämfört med åk 9NT samt i E3+H3 och S3 jämfört med åk 9annan.

Tabell 5.1. Mål, uppgifter och andel godkända svar för områdena *gaser* och *fasövergångar*.
(GYMNASIELINJERNA JÄMFÖRT MED ÅK 9NT RESPEKTIVE ÅK 9ANNAN).

MÅL	UPPGIFTER	KRITERIUM FÖR GODKÄNT SVAR	ANDEL GODKÄNDA SVAR (%)					
			åk9 NT	N3	T3	åk9 annan	E3+ H3	S3
1. Förstå egenskaper hos fasta flytande och gasformiga ämnen	1. Hur är luft sammansatt?	Rätt svar	54	74	61	35	28	38
	2. Blåser tussen bort?	Rätt svar	41	61	70	28	23	27
	3. Går kolven att skjuta in?	Någon eller flera centimeter	25	33	58	18	10	17
	4. Varför rinner inte saften ner?	Kategori F och G	68	75	81	38	39	25
2. Kunna beskriva den sekvens av fasändringar som orsakas av energitillförsel och energiavgång	7. Vad innehåller kokbubblorna?	Rätt svar	28	44	40	30	26	18
	8. Vilka ämnen är vätska vid 20°C?	Rätt svar	52	86	88	22	23	28
3. Förstå att för ett givet system av ett ämne så bevaras massa och ämne vid tillståndsändringar	7. Vad innehåller kokbubblorna?	Rätt svar	28	44	40	30	26	18
	9. Bevaras massan då is smälter?	Rätt svar samt acceptabel motivering	53	69	68	32	23	29
4. Kunna identifiera och förklara tillståndsändringar i omvärlden	6. Vilken fasövergång är det?	Rätt svar	52	58	59	38	27	24
5. Kunna redogöra för och använda en kvalitativ partikelmodell för de olika tillstånden för att förklara och förutsäga händelser	5. Vad orsakar lukt?	Rätt svar	24	58	45	14	21	14
	19. Partikelbilder	Rätt svar på bildpar 1, 3 och 4	39	55	44	20	17	13

Tabell 5.2. Fördelning av elever(%) på antal godkända uppgifter för olika mål på områdena *gaser* och *fasövergångar*. (N3 OCH T3 JÄMFÖRT MED ÅK9 NT)

MÅL	Elever	ANTAL GODKÄNDA UPPGIFTER (%)				
		0	1	2	3	4
1. Förstå egenskaper hos fasta, flytande och gasformiga ämnen (4 uppgifter)	åk9 NT	12	25	34	21	8
	N3	2	23	20	41	14
	T3	3	12	25	32	28
2. Kunna beskriva de fasövergångar, som orsakas av energitillförsel och energiavgång (2 uppgifter)	åk9 NT	36	48	16	—	—
	N3	13	43	43	—	—
	T3	10	53	38	—	—
3. Förstå att massa och ämnen bevaras vid tillståndsändringar (2 uppgifter)	åk9 NT	35	49	16	—	—
	N3	24	39	37	—	—
	T3	26	39	35	—	—
4. Kunna identifiera och förklara tillståndsändringar i omvärlden (1 uppgift)	åk9 NT	48	52	—	—	—
	N3	42	58	—	—	—
	T3	41	59	—	—	—
5. Kunna använda en kvalitativ partikelmodell för de olika tillstånden (2 uppgifter)	åk9 NT	49	39	12	—	—
	N3	24	40	36	—	—
	T3	37	37	26	—	—

Tabell 5.3. Fördelning av elever(%) på antal godkända uppgifter för olika mål på områdena *gaser och fasövergångar*. (E3+H3 OCH S3 JÄMFÖRT MED ÅK 9 ANNAN)

MÅL	Elever	ANTAL GODKÄNDA UPPGIFTER (%)				
		0	1	2	3	4
1. Förstå egenskaper hos fasta, flytande och gasformiga ämnen (4 uppgifter)	åk9 annan	27	38	25	8	1
	E3 + H3	33	43	14	8	1
	S3	31	44	17	8	1
2. Kunna beskriva de fasövergångar, som orsakas av energitillförsel och energiavgång (2 uppgifter)	åk9 annan	54	40	6	—	—
	E3 + H3	57	38	6	—	—
	S3	59	35	6	—	—
3. Förstå att massa och ämnen bevaras vid tillståndändringar (2 uppgifter)	åk9 annan	47	44	9	—	—
	E3 + H3	56	40	4	—	—
	S3	58	37	6	—	—
4. Kunna identifiera och förklara tillståndändringar i omvärlden (1 uppgift)	åk9 annan	62	38	—	—	—
	E3 + H3	73	27	—	—	—
	S3	77	24	—	—	—
5. Kunna använda en kvalitativ partikelmodell för de olika tillstånden (2 uppgifter)	åk9 annan	70	27	3	—	—
	E3 + H3	64	33	2	—	—
	S3	78	18	5	—	—

5.1.2 Ämnen och reaktioner

Målsättningen för viktiga begreppsliga aspekter av grundskolans kemi har formulerats av Andersson m.fl. (1993a s. 26–29) utifrån beskrivning av nyckelidéerna i grundskolans kemi samt kunskande från begreppsforskningen om materiens byggnad och kemiska reaktioner. Målen återges i början av denna rapport.

Nedan anges måluppfyllelsen i N3 och T3 jämfört med åk 9NT samt i E3+H3 och S3 jämfört med åk 9annan.

Tabell 5.4. Mål, uppgifter och godkända svar för områdena *ämnen och kemiska reaktioner*. (GYMNASIELINJERNA JÄMFÖRT MED ÅK 9NT RESPEKTIVE ÅK 9ANNAN)

MÅL	UPPGIFTER	KRITERIUM FÖR GODKÄNT SVAR	ANDEL GODKÄNDA SVAR (%)						
			åk9 NT	N3	T3	åk9 annan	E3+H3	S3	
1. Ha kunskap om ämnen, deras egenskaper och byggnad	1A	10. Vad består av atomer?	Två fel godtas	69	89	92	36	42	49
	1B	11. Organisationsnivåer	Rätt svar	69	91	91	43	58	65
	1G	12. Hur många grundämnen finns det?	Rätt svar	89	92	99	76	84	75
	1H	13. Vilken gas får glöd att flamma?	Rätt svar	55	80	76	35	13	28
	1H	14. Vilken gas grumlar kalkvatten?	Rätt svar	44	61	42	27	7	17
	1I	15. Hur skilja sand från socker?	Kategori E, F, H eller I	55	53	64	31	24	21
	1K	16. Vad betyder pH?	Kategori D, E, F, G eller H	64	91	81	41	49	67
2. Ha kunskap om, och viss förståelse för, allmänna aspekter av kemiska reaktioner	2A	17. Vilka är kemiska reaktioner?	Ett fel godtas	64	84	87	40	57	52
	2A	18. Är ursprungsämnen giftiga?	Rätt svar	88	98	99	76	87	92
	2A	19. Partikelbilder	Rätt svar på 2:a bildparet	73	78	80	55	44	48
3. Ha kunskap om några viktiga kemiska reaktioner	3B	20. Varifrån kommer rosten	Rätt alternativ samt kategori E eller F	57	83	75	41	66	58
	3C	21. När bildas koldioxid	Ett fel godtas	45	79	67	23	24	28
	3C	22. Vad väger avgaserna?	Alternativ över 50 kg	25	31	32	28	20	19
4. Ha kunskap om kemiska symboler		23. Vad betyder symbolerna?	Två fel godtas	81	100	99	59	52	52

Tabell 5.5. Fördelning av elever(%) på antal godkända uppgifter för olika mål på områdena ämnen och kemiska reaktioner (N3 OCH T3 JÄMFÖRT MED ÅK 9NT)

MÅL	Elever	ANTAL GODKÄNDA UPPGIFTER (%)							
		0	1	2	3	4	5	6	7
1. Ha kunskap om ämnen, deras egenskaper och byggnad (7 uppgifter)	åk9 NT	2	7	7	14	17	19	21	13
	N3	1	0	1	5	9	26	32	26
	T3	0	1	1	3	15	24	39	17
2. Ha kunskap om, och viss förståelse för, allmänna aspekter av kemiska reaktioner (3 uppgifter)	åk9 NT	4	17	28	51				
	N3	0	5	30	65				
	T3	0	4	25	71				
3. Ha kunskap om viktiga kemiska reaktioner (3 uppgifter)	åk9 NT	20	42	31	8				
	N3	5	20	53	23				
	T3	7	33	39	21				
4. Ha kunskap om kemiska symboler (1 uppgift)	åk9 NT	19	81						
	N3	0	100						
	T3	1	99						

Tabell 5.6. Fördelning av elever(%) på antal godkända uppgifter för olika mål på områdena ämnen och kemiska reaktioner. (E3+H3 OCH S3 JÄMFÖRT MED ÅK 9ANNAN)

MÅL	Elever	ANTAL GODKÄNDA UPPGIFTER (%)							
		0	1	2	3	4	5	6	7
1. Ha kunskap om ämnen, deras egenskaper och byggnad (7 uppgifter)	åk 9annan	7	18	21	20	15	10	8	3
	E3 + H3	2	18	24	29	12	11	3	0
	S3	1	11	20	27	18	21	2	0
2. Ha kunskap om, och viss förståelse för, allmänna aspekter av kemiska reaktioner (3 uppgifter)	åk 9annan	13	29	35	24				
	E3 + H3	8	23	42	27				
	S3	1	32	41	26				
3. Ha kunskap om viktiga kemiska reaktioner (3 uppgifter)	åk 9annan	37	42	19	2				
	E3 + H3	22	50	23	4				
	S3	26	45	28	1				
4. Ha kunskap om kemiska symboler (1 uppgift)	åk 9annan	41	59						
	E3 + H3	48	52						
	S3	48	52						

5.2 Måluppfyllelse enligt NUNA:s kriterier för årskurs 9

NUNA (Andersson, m. fl.1993a) använde följande kriterium för godkänd nivå i årskurs 9:

Minst hälften av uppgifterna ska vara godkända för minst 75% av eleverna (min markering) för att målet skall anses ha uppnåtts. Om det bara finns en uppgift ska den ha lösts av minst 75% av eleverna

Tabell 5.7. Översikt över procentuell andel elever, som uppnår grundskolans mål enligt NUNA:s kriterier (minst 50% av uppgifterna ska vara godkända)

MÅL	nr	åk 9NT	N3	T3	åk9 annan	E3+H3	S3
Gaser och fasövergångar	GF1	63	75	85	34	23	26
	GF2	64	86	91	46	44	41
	GF3	65	76	74	53	44	43
	GF4	52	58	59	38	27	24
	GF5	51	76	63	30	35	23
Ämnen och kemiska reaktioner	ÅK1	70	93	95	36	26	41
	ÅK2	79	95	96	59	69	67
	ÅK3	39	76	60	21	27	29
	ÅK4	81	100	99	59	52	52

Med dessa kriterier har mer än hälften av åk 9NT-eleverna nått grundskolans mål bortsett från målet för "kunskap om viktiga kemiska reaktioner" (ÅK3). N3- och T3-eleverna har uppnått grundskolans mål på 75%-nivån. (man kan bortse från mål GF4, som mäts med en enda uppgift). Vad som skiljer N3 och T3 är främst att T3 är bättre på uppgifter angående gasers egenskaper (mål GF1 och 2) medan N3 är bättre på att använda en kvalitativ partikelmodell (mål GF5) samt att N3 också har större kunskaper om viktiga kemiska reaktioner (mål ÅK3). Det senare förefaller naturligt med tanke på att T3 inte läser kemi i åk3 och att populationen T3-elever endast innehåller de elever, som valt annan gren än kemigrenen.

Ett slående resultat är att E3, H3 och S3 inte på långt när når upp till grundskolans mål. För de flesta målen är i själva verket resultatet sämre än för de årskurs 9-elever, som valt annan gymnasielinje än N- och T-linjen.

För N- och T-eleverna borde emellertid kraven vara betydligt större än för grundskolans elever. Om **kriterierna skärps till att 75% av uppgifterna ska vara godkända för 75% av eleverna** blir bilden enligt följande tabell:

Tabell 5.8. Översikt över procentuell andel elever, som uppnår målen enligt kriteriet att 75% av uppgifterna för varje mål ska vara godkända.

MÅL	nr	åk 9NT	N3	T3	åk9 annan	E3+H3	S3
Gaser och fasöver- gångar	GF1	29	55	60	9	9	9
	GF2	16	43	38	6	6	6
	GF3	16	37	35	9	4	6
	GF4	52	58	59	38	27	24
	GF5	12	36	26	3	2	5
Ämnen och kemiska reaktioner	ÅK1	34	58	56	11	3	2
	ÅK2	51	65	71	24	27	26
	ÅK3	8	23	21	2	4	1
	ÅK4	81	100	99	59	52	52

Med dessa strängare krav visar sig tydligare skillnaden i måluppfyllnad mellan åk 9NT och N3 respektive T3. De mål, som ter sig särskilt svåra att nå i åk 9NT rör den grundläggande förståelsen på makroskopisk nivå av fasändringar, massans och ämnets bevarande vid fasändringar, en kvalitativ partikelmodell för materia samt massans bevarande vid kemiska reaktioner (mål GF2, 3 och 5 samt ÅK3). Dessa mål framstår som svåra att nå även för N3 och T3. Men det är också på dessa områden, som resultatet pekar på störst ökning i begreppsförståelse. Mer än dubbelt så många elever i N3 och T3 som i åk 9NT uppfyller målen.

Med dessa strängare krav syns också ännu tydligare att E3+H3 och S3 befinner sig på ungefär samma nivå som de årskurs 9-elever, som ej valt N- eller T-linjen på gymnasiet.

5.3. Flickor och pojkar

För varje uppgift har skillnaden mellan procentuella andelen pojkar och procentuella andelen flickor med godkända svar enligt NUNA:s kriterier beräknats. I tabellen nedan redovisas endast de skillnader, som är statistiskt säkerställda på 5%-nivån d.v.s. de värden där det är 95% chans eller mer att skillnaderna finns i verkligheten. Positivt värde betyder, att pojkarna är bättre, negativt värde att flickorna är bättre.

5.3.1. Gaser och fasövergångar

Tabell 5.9. Signifikanta skillnader (5%-nivån) mellan procentuella andelen pojkar och procentuella andelen flickor med godkända svar på olika uppgifter

M Å L	UPPGIFT	åk9	N1+T1	N2+T2	N3+T3	åk9	E3+H3
		NT	70 fl	50 fl	75 fl	annan	+S3
		191fl 408p	140 p	128 p	116 p	894 fl 1197 p	130 fl 45 p
1	1 Hur är luft sammansatt?				14	8	
	2 Blåser tussen bort?				14	14	
	3 Går kolven att skjuta in?	24	25	26	29	17	17
	4 Varför rinner inte saften ner?				12		
2	7 Vad innehåller kokbubblorna?	10	18		14		
	8 Vilka ämnen är vätska vid 20°C?					4	
3	7 Vad innehåller kokbubblorna?	10	18		14		
	9 Bevaras massan då is smälter?						-20
4	6 Vilken fasövergång är det?	-9			19		
5	5 Vad orsakar lukt?	15	18		17		
	19 Partikelbilder				15	6	

På uppgifterna 3, 5, och 7 ovan har pojkarna i årskurs 9 bättre resultat än flickorna. Dessa skillnader finns också i N1+T1, men endast för uppgift 3 i N2+T2. I N3+T3 dominerar pojkarnas bättre resultat stort på nästan alla uppgifterna. Detaljanalys visar genomgående högre värden på skillnaderna i N3 (50 flickor, 46 pojkar) än i T3 (25 flickor, 70 pojkar). På några av uppgifterna har T3:s flickor lika bra resultat som N3:s pojkar men bara på någon enstaka uppgift lika bra som T3:s pojkar. Skillnaden mellan N2+T2 och N3+T3 kan tolkas så att långtidsbehållningen av undervisningen på detta område är dålig. På N-linjen uppnår flickorna viss naturvetenskaplig förståelse för området gaser och fasövergångar i gymnasiets årskurs 2, men dessa kunskaper verkar inte stå sig utan ger vika för vardagsuppfattningar. (I T2 finns bara 9 flickor så denna jämförelse är ej tillförlitlig på T-linjen).

I E3+H3+S3 finns skillnad mellan flickor och pojkar endast på uppgift 4, där pojkarna är bättre, och på uppgift 9, där flickorna är bättre.

5.3.2. Ämnen och kemiska reaktioner

Tabell 5.10. Signifikanta skillnader mellan procentuella andelen pojkar och procentuella andelen flickor med godkända svar på olika uppgifter.

MÅL	UPPGIFT	åk9	N1+T1	N2+T2	N3+T3	åk9	E3+H3
		NT				annan	+S3
		200fl 427p	70 fl 140 p	50 fl 128 p	75 fl 116 p	936 fl 1240 p	130 fl 45 p
1	10 Vad består av atomer? 11 Organisationsnivåer 12 Hur många grundämnen finns det? 13 Vilken gas får glöd att flamma? 14 Vilken gas grumlar kalkvatten? 15 Hur skilja socker från sand? 16 Vad betyder pH?	10				12 5 5 11	16
2	17 Vilka är kemiska reaktioner? 18 Är ursprungsbämnena giftiga? 19 Partikelbilder	-13				-10	
3	20 Varifrån kommer rostent? 21 När bildas koldioxid? 22 Vad väger avgaserna?	-11 9			-13	-11 6 -4	
4	23 Vad betyder symbolerna?	-7				-12	

Vad gäller områdena *ämnen och reaktioner* är skillnaderna mellan pojkars och flickors resultat i årskurs 9 inte lika stora som för områdena *gaser och fasövergångar* och de är dessutom mer till flickornas fördel. Under gymnasietiden minskar på detta område troligen skillnaderna mellan könen. Dock har inte mindre skillnader kunnat säkerställas statistiskt eftersom populationerna här är för små. De enstaka skillnader, som finns, är att flickor i N2+T2 har bättre resultat än pojkar på uppgift 16 liksom flickor i N3+T3 på uppgift 20 samt att pojkar i E3+H3+S3 är bättre på uppgift 11.

5.4. Varför ökar inte S-elevernas begreppsförståelse?

Undervisningen i naturkunskap på S- och H-linjerna har omfattat 8 veckotimmar enligt de gamla kursplanerna. På E-linjen har eleverna i E1 kunnat välja till 4 veckotimmar naturkunskap.

5.4.1 Behandling i undervisningen

En orsak till det funna resultatet skulle kunna vara, att de begrepp, som uppgifterna testar, inte har behandlats i undervisningen. För att få en uppfattning av uppgifternas relevans har 9 lärare i naturkunskap på de berörda skolorna + ytterligare 2 på en annan skola bedömt varje uppgift dels vad gäller behandling i undervisningen på S-linjen, dels vad gäller förväntad förkovran hos eleverna (skala 1-5, där 1 betyder ingen behandling respektive ingen förkovran och 5 betyder relativt utförlig behandling i undervisningen respektive avsevärd förbättring av resultat i S3 jämfört med årskurs 9).

Tabell 5.11. Lärarbedömning (medelvärden) av i vilken mån de begrepp, som provas i uppgifterna i problemböckerna NUNA GY behandlas i undervisningen i naturkunskap på S-linjen enligt gamla kursplanerna och i vilken mån eleverna förväntas ha förkovrat sig. (Skala 1-5)

OMRÅDE	NR	UPPGIFT	Behandling i undervisn. (11 lärare)	Förkovran i S3 (8 lärare)
Gaser	1.	Hur är luft sammansatt?	3,8	3,0
	2.	Blåser tussen bort?	1,6	1,5
	3.	Går kolven att skjuta in?	2,0	1,8
	4.	Varför rinner inte saften ner?	1,7	1,8
	5.	Vad orsakar lukt	3,4	3,0
		<i>Medeltal för Gaser</i>	2,5	2,2
Fasövergångar	6.	Vilken fasövergång är det?	3,4	3,0
	7.	Vad innehåller kokbubblorna?	2,6	2,3
	8.	Vilka ämnen är vätska vid 20°C?	2,7	2,5
	9.	Bevaras massan då is smälter?	3,4	3,0
		<i>Medeltal för fasövergångar</i>	3,0	2,7
Ämnen	10.	Vad består av atomer?	3,9	3,5
	11.	Organisationsnivåer	3,9	3,6
	12.	Hur många grundämnen finns?	4,0	3,3
	13.	Vilken gas får glöd att flamma?	3,2	2,6
	14.	Vilken gas grumlar kalkvatten?	2,6	2,8
	15.	Hur skilja socker från sand?	3,7	3,4
	16.	Vad betyder pH?	4,6	3,8
		<i>Medeltal för ämnen</i>	3,7	3,3
Kemiska reaktioner	17.	Vilka är kemiska reaktioner?	3,3	2,9
	18.	Är utgångsbämnena giftiga?	2,5	2,4
	19.	Partikelbilder.	3,1	3,0
	20.	Varifrån kommer rostent?	2,6	2,6
	21.	När bildas koldioxid?	3,9	3,5
	22.	Vad väger avgaserna?	3,6	3,6
	23.	Vad betyder symbolerna?	3,6	3,1
		<i>Medeltal för kemiska reaktioner</i>	3,2	3,0

Vad gäller behandling i undervisningen och förväntad förkovran kan områdena rangordnas enligt följande:

Minst behandling
Gaser → Fasövergångar → Kemiska reaktioner → Ämnen
Minst förkovran
Mest förkovran

Figur 5.1. Sammanfattning av lärarnas bedömning av behandling av olika områden i undervisningen i naturkunskap och förväntad förkovran i S3.

Alla områden behandlas således i undervisningen men områdena *gaser och fasövergångar*, där det visat sig vara svårast att nå bra resultat på N- och T-linjerna, behandlas minst. Lärarna förväntar sig också en förbättring i resultat i S3 jämfört med årskurs 9. Den uteblivna förkovran kan således inte förklaras med att områdena inte behandlas i undervisningen. Den springande punkten kan möjligen vara att söka i undervisningens natur och dess effekt på elevernas sätt att besvara frågorna.

5.4.2 Bristande förkunskaper och bristande motivation.

En annan orsak till den uteblivna förkovran skulle kunna vara, att elevernas förförståelse och förkunskaper från åk 9 inte räcker till för att utifrån undervisningen bygga upp en hållbar kunskapsstruktur.

Entwistle och Marton (1986, s. 297) skriver (med hänvisning till forskningsresultat):

I vissa uppgifter, särskilt inom naturvetenskaperna, kan en memorering av detaljer eller i alla fall en inriktning på dem och logiska förhållanden vara ett väsentligt första steg mot förståelse. I vissa ämnesområden kräver de första stadierna att man bygger upp en kunskapsbas, av t ex vetenskapliga termer och lagar, viss operationsinläring¹ på låg nivå. Studenterna kan inte gå in för en förståelseinläring², kan inte få en översikt av eller se relationerna mellan idéerna förrän kunskapsbasen nått en viss "kritisk mängd" – vilket inte enbart ses som ett kvantitativt samlande av fakta utan som ett byggande av ett språk av precist definierade tekniska termer och av fakta som relateras till dessa termer.

Man kan också spekulera över vad det betyder, att eleverna på S-injen inte valt naturvetenskap i första hand utan har andra intressen. Entwistle (1986, s. 21) skriver om Carl Rogers (psykoterapeut och universitetslärare):

Han har kommit att tro att betydelsefull inläring är möjlig endast när individen har tilltro till sin inlärningsförmåga och känner att inläringen kommer att bli personligt lösnande och betydelsefull.

Entwistle (1986, s. 22) citerar Rogers:

Vi undviker ständigt att konstatera att mycket av det som eleverna får i klassrummet är, för eleven ifråga, lika förbryllande och meningslöst som listan på nonsensstavelser för oss. Det gäller i synnerhet för de underprivilegierade barn vars bakgrund inte ger något sammanhang för det stoff de möter. Men nästan alla elever finner att stora delar av läroplanen är meningslösa. Utbildningen innebär ett fåfängt försök att lära sig något som saknar personlig mening.

Om eleverna inte har eller förvärvar de mest elementära naturvetenskapliga begreppen och kunskaperna, kan de heller inte förstå innehållet i naturkunskapen. De blir då hänvisade till utantillinläring eller ytinläring. De lär sig texten utan att begripa innehållet eller sammanhangen. Om de inte förstår, ser de inte denna inläring som meningsfull. Sådan kunskap försvinner snabbt. Detta kan förklara, att resultaten i S3 ligger på ungefär samma nivå som i åk 9annan.

5.4.3 Stoffträngseln i naturkunskapsböckerna.

En ytterligare orsak till den uteblivna förkovran skulle kunna vara stoffträngseln i läroböckerna. I t.ex. kemi ges i en av läroböckerna en minikurs av N- och T-linjens kemi. På 85 sidor går man kortfattat igenom atomteori, periodiska systemet, isotoper, kemisk bindning, kemiska reaktioner, löslighet, beräkning av lösningars koncentration, energiutbyte vid kemiska reaktioner, reduktion och oxidation, kemiska reaktioners hastighet, syror och baser, pH, kolväten, alkoholer, karboxylsyror, estrar, aminosyror och proteiner, nukleotider och nukleinsyror, DNA och RNA, kolhydrater. Med det omfång, som naturkunskapen haft, har ca 30 lektionstimmar kunnat avsättas för dessa kemimoment. Det säger sig självt, att en så koncentrerad framställning och så kort tid knappast kan leda till någon djupare begreppsförståelse.

¹ Operationsinläring (enligt Pask) innebär "att konstruera hypoteser, att använda sig av regler, tekniker, tillvägagångssätt, att hantera enheter i innehållsområdet" (Laurillard, 1986, s. 192)

² Förståelseinläring (enligt Pask) innebär "beskrivningar av konstruktioner på båda nivåerna, den begreppsliga och den handlingsinriktade, tolkningar av innebörd, ett sökande efter analogier med liknande konstruktioner" (Laurillard, 1986, s. 192)

6. PEDAGOGISKA MÖJLIGHETER

På flera håll i världen pågår undervisningsförsök för att förbättra elevernas naturvetenskapliga inläring. Här redovisas några infallsvinklar, som visat sig ge bättre resultat.

6.1 Vardagskunskaper kontra vetenskapliga kunskaper.

Joan Solomon (1992) i England har under många år studerat elevers vetande om energi och också reflekterat över hur inläring går till. Hon hävdar, med stöd av egna och många andras undersökningar, att elevernas vardagskunskaper är mycket stabila och robusta därför att de ständigt förstärks genom samtal med människor i omgivningen och genom massmedia. Vardagsorden kännetecknas av att de skall kunna användas i många olika sammanhang (contexts). De har ett starkt socialt inslag och är ofta vaga och odefinierade för att kunna tolkas positivt i samtal med andra. Tolkningen är mestadels starkt situationsbunden.

Vardagskunskaperna innehåller ofta flera uppenbara motsägelser. Så finns t.ex. på energiområdet föreställningen, att man får mer energi genom att träna kroppen jämsides med föreställningen att energi går åt då man tränar.

Vetenskapliga kunskaper å andra sidan är oberoende av den konkreta situationen, de är distanserade och generella (s. 112).

Vardagskunskaperna spelar också stor roll under inlärningsprocessen. I många fall används samma ord både vardagligt och vetenskapligt. Solomon (1992, s. 81) refererar till en elev, som tyckte att fysik var lätt, därför att han redan kunde det, men som på prov visade att han inte tillägnat sig det vetenskapliga synsättet. Tidens tand gör att även korrekt inlärd vetenskapliga kunskaper tenderar att duka under och eleverna återvänder till vardagskunskaperna (s. 25)

Det tycks röra sig om två skilda domäner och när eleverna ska svara på frågor beror deras svar bl.a. på vilken "nyckel" (eng. trigger) de ser i frågeställningen (s. 108–110). Om frågeformuleringen pekar mot vardagsdomänen blir svaret vardagsbetonat trots att en annan formulering skulle kunnat få eleven att tänka och svara på ett mer vetenskapligt sätt. Eleverna har dock svårt att mobilisera en vetenskaplig förklaringsmodell till en vardaglig frågeställning.

En vetenskapligt ställd fråga kan utlösa tre olika slags svar:

1. vardagsbetonade förklaringar
2. vetenskapliga förklaringar
3. båda slagen av förklaringar relaterade till varandra

Långtidsbehållningen tycks vara bättre och förståelsen djupare för de elever, som ger svar enligt 3. Solomon (1992, s 112) har också visat att avsiktlig sammanlänkning av de två slagen av kunskap gynnar inläringen av vetenskaplig kunskap. Solomon skriver (s. 115):

... Is that difficult crossing over between domains, from commonplace reality to distanced analogy and back again, essential to scientific thinking? The philosophy of science suggests it is, and yet reflective teaching points out its considerable difficulties. Of one thing we may be sure, this movement between the two contrasting ways of thinking requires dedicated practice rather like athletic training. But if our pupils are to be allowed a glimpse of how science constructs its concepts and explanations, then such exercises may be the only way to achieve the necessary mental insight and flexibility.

6.2 Förståelseinriktad undervisning

Ett försök med förståelseinriktad undervisning i syfte att styra eleverna mot mera djupinriktat sätt att studera har prövats i 3 klasser i en gymnasieskola. (Länsskolnämnden i Stockholms Län [LNS], 1990).

Det teoretiska stödet för försöket var dels forskning om yt- och djupinriktning vid inläring, dels forskning om det egna skrivandets betydelse vid inläring (Marton/Entwistle m. fl. respektive Allard/Sundblad, Emig och Vygotskij vars forskning anges som bakgrund i LNS 1990).

Enligt LNS (1990) kan naturvetenskapliga fenomen beskrivas på två skilda nivåer, dels som algoritmer d.v.s. genom formler för olika samband, dels med språkliga begrepp. En studerande kan välja olika strategier för sin inläring beroende på en mängd yttre faktorer. I LNS (1990) illustreras detta med en fyrfältstabell:

	1. Ytinriktning	2. Djupinriktning
A. Algoritm nivå	Formler "memoreras"	Formler "förstås"
B. Begreppsnivå	Begreppen är "tomma"	Begreppen är "förankrade"

Innebörden av de studerandes val av strategi återges i korthet här:

- A1. Den studerande vet hur siffror ska kombineras för att lösa t. ex. $U=R \cdot I$. Den studerande memorerar utan att bygga upp "inre" bilder.
- B1. Inläringen bygger på memorering, kanske beroende på alltför stor diskrepans mellan lärarens eller läromedlets abstrakta språk och den studerandes kunskaper och erfarenheter. Inga "inre" bilder byggs upp.
- A2. Den studerande förstår och kan utnyttja t.ex. $U=R \cdot I$ för att göra beräkningar och kan dra slutsatser av formeln. Denna djupinriktning på algoritm nivå säger ingenting om de ingående begreppens förankring.
- B2. Den studerande gör anknytningar till tidigare kunskaper och erfarenheter och gör sig "inre" bilder av de ingående begreppen. Ny kunskap förändras efterhand det "inre" språket.

Djupinriktning på både algoritm- och begreppsnivå (A2+B2), är genomgående för de elever, som får bäst resultat och högst betyg.

Den andra utgångspunkten för studien gäller det skrivna språkets centrala funktion i all kunskapsutveckling (LNS, 1990). När man skriver söker man efter "ord/begrepp", som beskriver de fenomen, som lagrats i "inre" bilder, d.v.s. det sker en omkodning från "inre" bilder till "yttre" språk. Det skriftliga språket ställer större krav på entydighet än talet och fordrar därför mycket tankearbete. Genom att bearbeta vårt "inre" så skärper vi våra begrepp, vi tydliggör sambanden mellan dessa och därmed påverkas och förändras vår uppfattning om yttre världen. Vi lär oss helt enkelt nya saker enbart genom att skriva om det vi redan vet (eller tror oss veta).

Själva försöket genomfördes i T1 i 3 försöksklasser och 2 kontrollklasser under 8 veckor och berörde området "jämvikt" i ämnet teknologi. (LNS, 1990).

Undervisningen i de 3 försöksklasserna ändrades så att alla beräkningar under 6 veckor byttes ut mot skrivuppgifter, där de studerande förväntades försöka förstå avsnittets grundläggande begrepp. Lärarna bedömde och kommenterade de inlämnade skrivuppgifterna. Under de sista 2 veckorna utfördes beräkningar på de genomgångna avsnitten.

I de 2 kontrollklasserna räknade de studerande hela tiden övningsuppgifter i omedelbar anslutning till lärarnas genomgång. I övrigt fortgick undervisningen som vanligt i både försöks- och kontrollklasser.

Undervisningsförsöket utvärderades med 6 uppgifter, som alla krävde fullständiga lösningar.

Resultatet blev, att de 3 försöksklasserna presterade inbördes likvärdigt och bättre än de 2 kontrollklasserna. Flickorna i försöksklasserna hade tillgodogjort sig området jämvikt i stort sett lika bra som pojkarna och avsevärt bättre än de tillgodogjort sig området "hållfasthetslära" under föregående termin. Enligt rapporten tyder detta på att flickorna ändrar studiestrategi lättare än pojkarna.

Lärarna uppfattar den genomförda förändringen som liten. En lärare sammanfattar: "Tydligtvis spelar ganska små skillnader i undervisningen förhållandevis stor roll." (LNS, 1990)

6.3 Undervisningsförsök om gaser

Ett försök med undervisning specifikt inriktad mot att bearbeta elevernas vardagsföreställningar om gaser har genomförts i en grundskola i Mölndal. (Bach, 1993)

Bachs (1993) undervisningssekvens bygger dels på forskning om elevers föreställningar om materia, i synnerhet gaser, dels också på tre utländska undervisningssekvenser. Såväl huvudlinjerna i forskningen som i de tre undervisningssekvenserna refereras. Bach skriver:

Planeringen av undervisningen utgick från forskningsresultat angående elevers lärande och föreställningar om materia, vilket medför att väldigt elementära aspekter av gasers egenskaper behandlas. Flera av dessa aspekter tas nog, normalt sett, för givna. De uppfattas inte kunna utgöra några problem för eleverna. Begreppsforskningen visar dock på att de mest grundläggande begreppen ofta saknas eller har en annan form än den vetenskapliga.

Undervisningsförsöket utfördes i åk 7 läsåret 1991/92 under fem veckor och omfattade 12 lektioner, varvid de fysikaliska aspekterna av gaser behandlades. Parallellt undervisades eleverna av en annan lärare om gasers kemiska egenskaper. Första lektionen gavs ett test om 11 uppgifter. Sex månader efter avslutad undervisning om gaser prövades eleverna med samma test.

Innehållet i lektionerna var i korthet följande:

- en mängd olika experiment med luft för att klargöra att luft tar plats
- introduktion av begreppet "luft"
- tillämpningar som finns i verkligheten
- experiment med upphettning och nerkyllning av luft
- vägning av luft
- sammanfattning av vunnit kunskap
- introduktion av en teori om luft (makroskopiskt och på molekylnivå),

- användning av teorin för att förklara utfallet av experimenten
- demonstrationer
- problemlösning (kvalitativt) i smågrupper för att tillämpa teorin (9 problem)
- ytterligare experiment med luft och andra gaser
- generalisering av teorin om luft till att gälla även andra gaser
- skriftligt läxförhör

Under lektionerna fick eleverna beskriva och försöka förklara experimenten samt skriva ner sina funderingar i laborationsboken. Som läromedel användes dels berättelsen om "Ludvig, Lisa och luften" författad av Björn Andersson (återgiven av Bach 1993), dels den ordinarie läroboken.

Elevsvaren på testuppgifterna analyserades i ett kategorisystem av 4–10 kategorier för varje fråga. Inom varje kategori är svaren kvalitativt likvärda. Analysen visade att eleverna efter sex månader svarade på ett kvalitativt bättre sätt än före undervisning. Skillnaderna var statistiskt signifikanta för samtliga testuppgifter.

NUNA-uppgiften "Går kolven att skjuta in?" (Se under RESULTAT: 3.1.3) gav i klassen följande resultat (Bach, 1993, s. 34, tabell 3.3):

Alternativ	Andel		
	NUNA ¹	Klassen, före	Klassen, efter
Inte alls	0,42	0,54	0
Någon millimeter	0,33	0,23	0,27
Någon centimeter	0,15	0,18	0,36
Flera centimeter	0,04	0	0,36
Ända till botten	0,04	0,04	0
Övrigt	0,005	0	0
Ej besvarat	0,006	0	0

I Bachs utvärdering följdes uppgiften av elevernas förklaringar till svaren. Ändringen i kategorifördelning mot bättre svar är också signifikant. Bach anser att resultaten är lovande, när det gäller elevernas sätt att använda teorin om gaser efter sex månader.

¹ Värdena här gäller alla elever, som ingått i Nationella Utvärderingen

7. SLUTORD

7.1 De viktigaste resultaten

Vid inträdet i gymnasieskolan har eleverna många brister i den grundläggande naturvetenskapliga begreppsförståelsen. Dock visar de årskurs 9-elever, som valt N- och T-linjen väsentligt bättre förståelse än övriga årskurs 9-elever. Vid utträdet ur gymnasieskolan har enligt denna undersökning N- och T-eleverna förbättrat sin begreppsförståelse åtskilligt men E-, H- och S-eleverna inte alls. Den uteblivna förkovran i E3, H3 och S3 skulle kunna bero dels på bristande förkunskaper, som ej åtgärdas, dels på stoffträngsel i naturkunskap.

Jämförelse mellan de *kvalitativa resultaten* för åk 9NT respektive åk 9annan och de olika gymnasiegrupperna visar gradskillnad men inte artskillnad. Samma kategorier av välgrundade svar liksom av missuppfattningar och felaktiga svar, som finns i grundskolan, återfinns också i gymnasieskolan.

N- och T-eleverna uppnår målen i grundskolan enligt de kriterier, som angetts av NUNA-gruppen, men så är ej fallet för vare sig årskurs 9-eleverna eller gymnasieeleverna på E-, H- och S-linjerna.

Pojkarna i N3+T3 har genomgående bättre resultat än flickorna på uppgifter inom området *gaser* och *fasövergångar*. Inom området *ämnen* och *kemiska reaktioner* är skillnaden inte lika stor. På några uppgifter har flickorna här bättre resultat än pojkarna.

Många elever har tydligen mycket seglivade vardagsföreställningar rörande materia och materiaomvandlingar. Dessa vardagsföreställningar byggs på med den vetenskapliga vokabulären men ändras föga om de inte bearbetas i undervisningen. T.ex. har en elev på avgasfrågan skrivit fullständig reaktionsformel för förbränning av ett kolväte men kryssar ändå för *mindre än 50 kg* och motiverar med att koldioxid och vatten kommer ut som gas och gaser har lägre densitet än vätskor. Om undervisningspraxis förutsätter nyckelidéer, som eleverna saknar, kan de inte komma vidare i sin uppbyggnad av en hållbar naturvetenskaplig kunskapsstruktur.

Några exempel på undervisningsförsök för att öka elevernas förståelse refereras översiktligt:

- avsiktlig sammanlänkning mellan vardagsföreställningar och vetenskapliga teorier och kunskaper
- skriftlig formulering av grundläggande begrepp och nyckelidéer
- undervisningsförsök om gaser, där mycket elementära aspekter av gasers egenskaper behandlas

7.2. Konsekvenser för gymnasieskolan

Denna studie pekar mot att gymnasielärarna i såväl det naturvetenskapliga programmet som i övriga program måste ägna stor uppmärksamhet åt elevernas grundläggande begreppsförståelse och inte ta för givet att detta är avklarat i grundskolan. Speciellt måste åtgärder för att förbättra flickornas begreppsinlärning på områdena gaser och fasövergångar övervägas. Vidare måste vardagsföreteelser och vetenskapliga förklaringar kopplas till varandra. Det inger gott hopp, att två klasser, som kommit i kontakt med avgasfrågan i undervisningen, uppnått väsentligt bättre resultat än övriga klasser.

8. REFERENSER

[1]. Andersson, B., Emanuelsson, J. & Zetterqvist, A. (1993a). *Nationell utvärdering åk 9. Vad kan eleverna om materia?* (Rapport NA-SPEKTRUM Nr 5). Göteborg: Göteborgs Universitet, Institutionen för ämnesdidaktik.

Andersson, B., Emanuelsson, J. & Zetterqvist, A. (1993b). *Nationell utvärdering åk 9. Vad kan eleverna om ekologi och människokroppen?* (Rapport NA-SPEKTRUM Nr 6). Göteborg: Göteborgs Universitet, Institutionen för ämnesdidaktik.

Andersson, B. & Jönsson, B. (1989). *Satelliter och kvastkraft* – diskussion om nya vägar för skolans undervisning om natur, teknik och samhälle. (Rapport ELEVPERSPEKTIV Nr 20). Göteborg: Göteborgs Universitet, Inst. för Pedagogik. (Rapporten är numera utgiven som bok under samma titel, Stockholm, Utbildningsförlaget 1990).

Bach, F. (1993). *Gaser – ett undervisningsförsök*. (Examensarbete inom Påbyggnadsutbildning i pedagogik med didaktisk inriktning). Göteborgs universitet, Institutionen för pedagogik, Box 1010, 431 26 Mölndal.

Bodner, G.M. (1991). I Have Found You an Argument. The Conceptual Knowledge of Beginning Chemistry Graduate Students. *Journal of Chemical Education*, 68 (5), 385–388.

Entwistle, N. (1986). Olika perspektiv på inläring. I F. Marton, D. Hounsell & N. Entwistle, *Hur vi lär* (s. 11–34). Kristianstad: Kristianstad boktryckeri, Rabén & Sjögren.

Entwistle, N., & Marton, F. (1986). Att förändra uppfattningar av inläring och forskning. I F. Marton, D. Hounsell & N. Entwistle, *Hur vi lär* (s. 285–308). Kristianstad: Kristianstad boktryckeri, Rabén & Sjögren.

Hofslagare, O. & Mattsson, H. (1992). *Centrala provet i kemi 1992, resultat och kommentarer*. (Rapport Pm nr 60). Umeå Universitet, Pedagogiska institutionen, 901 87 Umeå

Jansson, I. (1993) *Konfirmatorisk statistisk analys med LISREL 8, Gaser och fasövergångar* (Kursrapport inom Multivariat statistisk analys) Göteborgs Universitet, Institutionen för pedagogik, Box 1010, 431 26 Mölndal.

Laurillard, D. (1986). Att lära genom problemlösning. I F. Marton, D. Hounsell & N. Entwistle, *Hur vi lär* (s. 171–197). Kristianstad: Kristianstad boktryckeri, Rabén & Sjögren.

Lindström, J.O. & Ramstedt, K. (1993). *Centrala provet i fysik 1993, resultat och kommentarer*. (Rapport Pm nr 75). Umeå Universitet, Pedagogiska institutionen, 901 87 Umeå.

Lybeck, L., Strömdahl, H. & Tullberg, A. (1985a). *Gymnasieelevers uppfattningar av och läromedels framställningar av storheten substansmängd och dess SI-enhet 1 mol. En kemididaktisk studie*. (Rapport 1985:10) Göteborg. Göteborgs universitet, Institutionen för pedagogik.

Lybeck, L., Strömdahl, H. & Tullberg, A. (1985b). *Gymnasieelevers, N-linjen, uppfattningar av substansmängd och dess SI-enhet 1 mol. En bearbetning av intervjudata*. (Publikationer från institutionen för pedagogik, 1985:07) Göteborg. Göteborgs universitet.

Länsskolnämnden i Stockholms län. (1990). *Förståelseinriktad undervisning – ett exempel*. (Rapport nr 7/90). Länsskolnämnden i Stockholms län, Box 3501, 172 03 Sundbyberg.

Nurrenbern, S. C. & Pickering, M. (1987). Concept Learning versus Problem Solving: Is There a Difference? *Journal of Chemical Education*, 64 (6), 508–509.

Ringnes, V. (1985). The understanding of Chemistry among Norwegian Students. I Thulstrup, E. (Red.) *Proceedings of The Nordic Conference on Science and Technology Education: The Challenge of the future*, Royal Danish School of Educational Studies

Ringnes, V. (1992). *Syrelbase og redoks. Viktige begreper i kjemiundervisningen*. (Skrifter for Realfagundervisning. Skrift nr. 7). Oslo: Universitetet i Oslo, Senter for lærerutdanning og skoletjeneste, PB 1099 Blindern, 0316 Oslo

Solomon, J. (1992). *Getting to Know about Energy – in School and Society*. London, England: The Farmer Press

*9. APPENDIX***Abstract in English**

756 upper secondary students, ages 17-19, answered 40 test items originating from the 1992 national assessment of science set to grade 9 pupils, age 16, of the Swedish comprehensive school. The test questions were designed to reveal students' conceptual understanding of gases, phase changes, matter, chemical reactions, ecology with photosynthesis and the human body. Responses from natural science and technology students (N, T) were compared with those from comprehensive school pupils aiming at natural science or technology studies (grade 9NT). Responses from non-natural science students (economics, E, humanities, H, social sciences, S) were compared with those from comprehensive school pupils aiming at other studies than N or T (grade 9other). The results show that at the entering of the upper secondary school many pupils lack reasonable understanding of scientific concepts. The number of acceptable answers are 50-100% higher from grade 9NT than from grade 9other. After studying science for three years N3 and T3 show better understanding than grade 9NT. E3+H3 and S3 are in fact on the same or a slightly higher level than grade 9other, although the majority has studied natural science as non-main subjects. Boys in N3 and T3 have a considerably better understanding of gases and phase changes than girls. This might explain their better understanding of photosynthesis as well. The same categories of answers to open questions were found both in the comprehensive and the upper secondary school. Only the frequencies and the language being used, differ. Many students learn the scientific terms but use them to express naive conceptions of the life world domain without using scientific thinking.