



Linnéuniversitetet

Kalmar Vaxjö

Laborationsrapporter

*Handledning för studenter vid institutionen för
Kemi & Biomedicin*

Upplaga 2

Senaste revision: augusti 2017



Susanne Wikman

2017

Innehåll

Förord	5
Inledning	7
Funktionen hos vetenskapliga dokument	9
Vetenskapliga uppsatser	9
Forskningsrapporter	9
Akademiska uppsatser	9
Laborationsrapporter	9
Hur skriver man en bra laborationsrapport?	11
Laborationsrapportens språk	12
Laborationsrapportens layout	14
Tabeller	14
Figurer	15
Matematiska ekvationer och reaktionsformler	17
Laborationsrapportens struktur	18
Rekommendationer för en fullständig laborationsrapport	18
Försättsblad	18
Sammanfattning	19
Introduktion	19
Material och metoder	20
Material och kemikalier	21
Metodbeskrivning	21
Resultat	22
Diskussion	24
Referenser	25
Texthänvisningar	25
Referenslista	26
Vilka referenser kan man använda?	28
Bilagor	29
Riskanalys	29
Rekommendationer för en kortfattad laborationsrapport	30
Sammanfattning	30
Introduktion	30
Material och metoder	30
Resultat	30
Diskussion	31
Referenser	31

Bilagor	31
Riskanalys	31
Rekommendationer för en resultatrapport	32
Inlämning av rapporter	33
Plagiering	33
Referenser	34
Register	35

Bilagor

1. Exempel på en fullständig laborationsrapport
2. Exempel på en kortfattad laborationsrapport
3. Exempel på en resultatrapport

Förord till första upplagan

Under vårterminen 2016 fick jag i uppdrag att skriva en handledning i rapportskrivning, med särskilt fokus på laborationsrapporter, för studenter vid institutionen för Kemi & Biomedicin vid Linnéuniversitetet. I mitt arbete har jag utgått från handledningar som tidigare använts vid Högskolan i Kalmar respektive Linnéuniversitetet, men jag har även hämtat information från ett flertal både tryckta och elektroniska manualer och handböcker. I vissa fall är det tillgängliga materialet motstridigt, i huvudsak beroende på specifika traditioner inom olika vetenskapsgrenar. Jag har genomgående försökt att hålla mig så nära den kemiska och biomedicinska traditionen, men det utesluter inte att enskilda punkter upplevs främmande av några.

När man försöker beskriva hantverket att skriva en laborationsrapport finns det en överhängande risk för att texten blir torr och svår att läsa, särskilt som avsikten varit att materialet inte ska bli alltför omfattande. Jag har hela tiden försökt att skriva tydligt och enkelt – det är dock upp till dig som läsare att avgöra om jag lyckats. Om du finner något avsnitt särskilt svårbegripligt eller om du hittar felaktigheter är jag mycket tacksam om du meddelar mig per e-post.

Jag vill passa på att rikta ett varmt tack till er alla som bidragit med tips och kommentarer i samband med färdigställandet av denna handledning.

Kalmar, augusti 2016

Susanne Wikman

Förord till andra upplagan

Den andra upplagan innehåller ändringar som påtalats i samband med att studenter och lärare under våren 2017 gavs möjlighet att lämna in förslag till förändringar av den första upplagan. Revisionen rör främst de konkreta exemplen på laborationsrapporter i bilagorna 1–3.

Kalmar, augusti 2017

Susanne Wikman

Inledning

Denna handledning riktar sig till studenter som studerar vid institutionen för Kemi & Biomedicin vid Linnéuniversitetet. Målet är att handledningen ska vara ett stöd vid skrivande av laborationsrapporter inom de inledande kurserna i kemi och biomedicin, men den kan även vara till hjälp i samband med rapportering av examensarbeten. Observera att utformningen av en viss laborationsrapport beslutas av examinatorn på kursen – *följ alltid lärarens anvisningar* om dessa avviker från instruktionerna i denna handledning.

Skriftlig kommunikation har en central roll i yrkeslivet. Rapportskrivning ger träning i professionell skriftlig kommunikation och ger dessutom träning inför uppsatsskrivandet i samband med examensarbetet i slutet av utbildningen. Skälet till att det är viktigt att träna sig i vetenskaplig skriftlig kommunikation är att det finns ett antal konventioner om hur man bör utforma vetenskapliga dokument. Dessa regelverk motiveras av att all vetenskaplig kommunikation måste vara mycket tydlig, så att missförstånd kan undvikas.

Rapportskrivningens grundläggande funktion är att rapportera ett forskningsarbete, så att fynden som gjorts blir tillgängliga för andra. Forskningsresultat som inte rapporteras är tämligen meningslösa eftersom ingen uppmärksammas om dem. Det är viktigt att rapporter skrivs på ett sådant sätt att läsaren i princip kan upprepa alla undersökningar och experiment – härigenom gör man det möjligt för andra att korrigera eventuella felaktigheter i forskningsarbetet. Detta är en central princip för all forskningsverksamhet och förutsätter tydlig kommunikation.

I denna handledning diskuteras inledningsvis funktionen hos vetenskapliga dokument. Därefter följer en beskrivning av hur man bör gå tillväga när man skriver en laborationsrapport, inklusive detaljerade instruktioner för hur de olika delarna i en fullständig laborationsrapport, en kortfattad laborationsrapport samt en resultatrapport ska utformas. De sista avsnitten utgörs av korta diskussioner om inlämningsrutiner och plagiering. Efter referenslistan återfinns exempel på de tre typer av laborationsrapporter som behandlas i handledningen.

Funktionen hos vetenskapliga dokument

Det finns flera typer av vetenskapliga dokument, bl.a. vetenskapliga uppsatser, forskningsrapporter, akademiska uppsatser och laborationsrapporter. De olika typerna av vetenskapliga dokument skiljer sig åt med avseende på vilken funktion och vilka läsare de har. På grund av dessa skillnader kommer även innehållet och strukturen hos olika vetenskapliga dokument att variera.

Oberoende av vilken typ av dokument det är frågan om, är målet alltid att på ett tydligt sätt beskriva hur man gått till väga i sin undersökning; läsaren ska, utgående från dokumentet, kunna upprepa undersökningen och komma fram till ett identiskt lika resultat - åtminstone i teorin.

Vetenskapliga uppsatser

En vetenskaplig uppsats (kallas även ”vetenskaplig artikel”) i en vetenskaplig tidskrift vänder sig främst till forskare/expert. Denna typ av dokument, som förekommer i tryckt och digital form, har som funktion att sprida vetenskapliga fynd inom vetenskapssamhället och har vanligen global spridning. Uppsatserna granskas noga före publicering och strukturen hos uppsatser i en vetenskaplig tidskrift är ofta noga reglerad av den organisation eller det förlag som ger ut tidskriften. Strukturen kan variera beroende på ämnesområde och tidskrift, men följer ofta det mönster som presenteras senare i denna handledning. Instruktioner för hur en uppsats i en viss tidskrift ska utformas framgår av författarinstruktionerna i den enskilda tidskriften.

Forskningsrapporter

Forskningsrapporter är en ganska heterogen grupp av dokument som vänder sig, förutom till forskare, även till beslutsfattare, tjänstemän och privatpersoner. Forskningsrapporter ingår ofta i serier och publiceras t.ex. av myndigheter eller forskningsinstitutioner. Granskningsprocessen är inte lika rigorös som för artiklar i vetenskapliga tidskrifter och strukturen hos dokumenten varierar.

Akademiska uppsatser

Akademiska uppsatser är vanliga inom högre utbildning. Denna typ av dokument utgör rapporter av ett självständigt, utredande arbete som utförts av en eller flera studenter. Kraven på innehållet i arbetet varierar beroende på utbildningsnivå, men generellt sett ska akademiska uppsatser utformas på samma sätt som en vetenskaplig uppsats. Den uppsats som skrivs i samband med examensarbetet kallas ofta för ”examensarbete”, trots att detta dokument endast utgör en del av examensarbetet, nämligen den skriftlig redovisning av arbetet.

Laborationsrapporter

Laborationsrapporten innehåller knappast några nya vetenskapliga fynd, utan utgör snarast en redovisning av att du som är student har genomfört en laborativ uppgift på ett korrekt sätt och att du förstått uppgiften. En viktig funktion hos laborationsrapporten är att den utgör en övning i skriftligt dokumentationsarbete inför t.ex. examensarbetet,

varför strukturen hos en laborationsrapport vanligen liknar den i en akademisk eller vetenskaplig uppsats.

Hur skriver man en bra laborationsrapport?

När man skriver en text bör man alltid fundera över följande frågor:

- Vilket syfte har texten?
- Vem ska läsa texten?

När syftet är att skriva en laborationsrapport kan du inte skriva på samma sätt som när du skriver e-post eller andra vardagliga dokument. En viktig orsak till att du ska skriva laborationsrapporterna är att du ska träna dig i att skriva vetenskapligt. Det innebär bl.a. att rapporten måste ha en tydlig och logisk struktur, så att läsaren snabbt kan hitta den information som hen söker. Laborationsrapportens struktur beskrivs i detalj under särskild rubrik nedan.

Man säger ofta att en bra rapport ha en tydlig ”röd tråd”. Med det menas dels att rapporten har en inneboende logisk struktur, dels att de olika delarna hänger samman på ett tydligt sätt. För att få texten att hänga ihop behövs sambandsord (alternativt sambandsmarkörer), t.ex. bindeord som ”eftersom” och ”trots att”, men även ord som ”förutom detta”, ”därutöver” och ”vidare”. Denna typ av sambandsord gör det lättare för läsaren att komma vidare i texten och förstå sammanhanget.

Det är alltid viktigt att du tänker efter vem som ska läsa ett visst dokument, oberoende av vilket dokument det är frågan om. Reflektera t.ex. över följande frågor:

- Är det rimligt att anta att läsaren kan förstå texten? Fundera t.ex. på hur gammal läsaren är och vilken utbildning som hen har. Laborationsrapportens språk diskuteras under särskild rubrik nedan.
- Är texten intresseväckande för läsaren? Det är kanske inte den första saken man tänker på när man skriver en laborationsrapport, men ett sätt att göra texten mer intressant är att lyfta fram det viktigaste i rapporten.
- Är texten lättöverskådlig? Fundera på vilken layout du ska använda för att få hög läsbarhet. Laborationsrapportens layout diskuteras under särskild rubrik nedan.
- Finns all relevant information med i texten? När man arbetar med ett dokument blir innehållet ofta så självklart att man glömmer bort att förklara viktiga detaljer eller funderingar. Det bästa sättet att undvika sådana luckor är att be någon kurskamrat läsa dokumentet och lämna kommentarer.

För en kortfattad diskussion av grunderna i akademiskt skrivande, se ”En liten guide till akademiskt skrivande” (Linnéuniversitetet u. å.). Ytterligare information och länkar finns även på universitetsbibliotekets hemsida (<https://lnu.se/ub/>).

Laborationsrapportens språk

Språket i en laborationsrapport är viktigt för helhetsintrycket. En allmän riktlinje är att du bör försöka skriva på ett språk som dina kurskamrater kan förstå. Det innebär att du kan använda många vetenskapliga termer utan att förklara dem ingående, samtidigt som du inte bör förutsätta att läsaren har ingående kunskaper i det fenomen som laborationen illustrerar.

Du bör vidare sträva efter att skriva kortfattat och precist, med klara och exakta formuleringar. När man är ovan att skriva rapporter är det klokt att inte skriva alltför långa meningar eftersom risken för felsyftningar och andra otydligheter ökar med meningens längd. Att skriva kortfattat och precist innebär också att du bör undvika upprepningar, långrandiga texter och irrelevant information. Ett exempel på hur du kan undvika omständliga texter med onödig information är att du kan välja att referera till en litteraturkälla i stället för att i detalj återge tidigare kända fakta – men observera att du i en laborationsrapport kan göra avsteg från denna princip, eftersom laborationsrapporten används i utbildningssyfte.

Det är viktigt att du använder korrekta vetenskapliga termer och definitioner – skälet är du då tränar dig i att använda vetenskapligt språk på rätt sätt. Tänk på att alltid förklara nya tekniska begrepp och ovanliga förkortningar. Förkortningar förklaras enklast genom att förkortningen anges inom parentes första gången som det fullständiga uttrycket används, t.ex. ”från och med (fr.o.m.)” och ”*International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC)”. När det gäller vetenskapliga benämningar av arter ska du alltid skriva ut det fullständiga, binominala artnamnet (t.ex. *Escherichia coli*) första gången arten omnämns. Därefter kan du förkorta det till standardförkortningen (som består av första bokstaven i genusnamnet, en punkt, ett mellanslag samt artnamnet; t.ex. *E. coli*).

Du ska även använda en korrekt svenska, vilket innebär att du ska skriva fullständiga meningar (med både subjekt och predikat), använda skiljetecken på ett korrekt sätt och använda rätt tempus (tidsform) på verben. Vilket tempus som ska användas i en viss del av rapporten beror på avsnittets innehåll – tempusval behandlas i anslutning till laborationsrapportens struktur nedan.

En text kan skrivas i aktiv eller passiv form. Skillnaden ligger i om subjektet i meningen är aktivt eller inte. Jämför uttrycket ”natriumsulfat (5,0 g) hölls ner i en 100 ml bägare” med ”jag höllde 5,0 g natriumsulfat ner i en bägare”. Det första exemplet är skrivet i passiv form (subjektet är ”natriumsulfat”, som passivt hålls ner i en bägare), medan det andra exemplet är skrivet i aktiv form (subjektet är ”jag”, som aktivt håller något). Vetenskaplig text skrivs av tradition i passiv form. Detta står i kontrast mot de språkliga rekommendationer som säger att man ska undvika att skriva i passiv form, eftersom den aktiva formen är mer levande. Dessa rekommendationer har börjat användas i offentligt språkbruk, men vetenskapliga texter skrivs fortfarande huvudsakligen i passiv form. *I dina laborationsrapporter bör du använda passiv form, om inget annat anges.*

Vidare brukar man ofta undvika att använda personliga pronomen i första person (”jag”, ”vi”) i vetenskaplig text. Ett undantag från denna riktlinje är när du diskuterar dina egna åsikter eller tolkningar, t.ex. i diskussionsdelen. För att undvika personliga pronomen kan man skriva texten i passiv form (se ovan).

Innan du lämnar in laborationsrapporten bör du alltid kontrollera att kemiska och matematiska formler är korrekt skrivna, och du bör även genomföra en stavningskontroll. Du kan även be en kurskamrat läsa igenom rapporten och lämna förslag till förbättringar.

Mer detaljerad information om allmän språkhantering kan du få i Språkrådets bok ”Svenska skrivregler” (Språkrådet 2008), som också finns i en web-version (Liber 2008). I denna bok finns lättläst och konkret information om olika språkliga aspekter (t.ex. användning av skiljetecken, avstavning, förkortningar och korrekturtecken) samt dokumentutformning (t.ex. utformning av tabeller och styckeindelning). Förkortningar finns även på SAOB’s hemsida (SAOB 2010).

Laborationsrapportens layout

Laborationsrapporten ska (om inte annat anges i instruktionerna inför laborationen) alltid skrivas med hjälp av dator. Det är viktigt att du eftersträvar en så hög läsbarhet som möjligt. Det innebär att du bör göra texten luftig med hjälp av tillräckligt radavstånd (gärna 1,15 rader), blankrader och ordentliga marginaler (minst 2,5 cm).

När du väljer typsnitt ska du använda ett med hög läsbarhet – lämpligen använder du de typsnitt som anges i Linnéuniversitetets ”Designmanual”, nämligen:*

- Rubriker: Times New Roman 17 pt.
- Underrubriker: Times New Roman 13,5 pt.
- Löpande text: Times New Roman 11 pt.

Kursivering eller fet stil kan användas för att framhäva vissa ord i den löpande texten. För att sådana markeringar inte ska förlora sin effekt bör de användas sparsamt.

Vetenskapliga artbenämningar enligt den binominala nomenklaturen ska dock alltid skrivas i kursiv stil, t.ex. *Escherichia coli* eller (förkortat) *E. coli*.†

Tabeller och figurer ska vara väl konstruerade, tydliga och informativa. Det ska gå att förstå innehållet i tabeller och figurer utan stöd från den löpande texten. Tabeller och figurer måste därför förses med texter som förklarar innehållet, dvs. tabellrubriker eller figurtexter. Mer information om utformningen av tabeller, figurer samt matematiska formler och kemiska reaktionsformler ges under särskilda rubriker nedan.

Alla sidor ska pagineras (förses med sidnummer). Sidnummer placerar du lämpligen till höger i sidhuvudet eller centrerat i sidfoten. Varje bilaga ska ha sin egen sidnumrering, dvs. sidnumreringen börjar på ”1” i varje bilaga.

Tabeller

Tabeller är systematiska grupperingar av bokstäver, ord, siffror eller tal. De används för att organisera stora datamängder på ett överskådligt sätt och ska komplettera informationen i den löpande texten.

Man bör eftersträva att konstruera luftiga tabeller, eftersom de är mer lättlästa. Kolumner och rader i tabeller kan, men behöver inte, omges av linjer.

En tabell ska placeras efter den text där man hänvisar till tabellen. Tabeller ska inte delas upp på flera sidor – om tabellen är lång kan det vara nödvändigt att placera den på nästföljande sida. I så fall fortsätter man med den löpande texten efter hänvisningen. Stora tabeller kan även bifogas som bilaga.

Tabeller numreras löpande med början från 1 – numreringen av tabellerna är separat från numreringen av figurer och formler. När du i den löpande texten hänvisar till en tabell bör

* Den löpande texten kan även gärna skrivas även med 12 pt, och underrubriker med 14 pt.

† Kursivering används ofta för att markera att ett uttryck lånats från ett främmande språk, t.ex. *in vitro*, *in vivo*.

du skriva ”se tabell 1” – inte ”se tabellen ovan” eller liknande. På så sätt undviker du felaktiga hänvisningar om du ändrar tabellers positioner under skrivandet.

Alla tabeller ska förses med en tabellrubrik (benämns *table header* på engelska), som är en förklarande text som placeras ovanför tabellen. Tabellrubriken inleds med ordet ”Tabell”, följt av tabellens nummer samt en självförklarande text. Rubriken avslutas aldrig med punkt.[‡] Med hjälp av tabellrubriken ska man kunna förstå vad tabellen handlar om utan att behöva läsa den löpande texten.

Tabeller kan utformas på en rad olika sätt – för en diskussion av tabellutformning, se t.ex. Backman (2016). Ett exempel på en tabell är tabell 1 nedan; det finns även exempel på tabeller i exempelrapporterna i bilaga 1-3.

Tabell 1 Egenskaper hos några gaser

Benämning	Formel	Färg	Smältpunkt/K	Kokpunkt/K
Dikväveoxid	N ₂ O	Färglös	182,3	184,7
Klor	Cl ₂	Gul-grön	171,6	239,1
Kväve	N ₂	Färglös	63,15	77,35
Kvävedioxid	NO ₂	Orange-brun	261,9	294,3
Kväveoxid	NO	Färglös	109	121
Syre	O ₂	Färglös	54,36	90,19

Figurer

Figurer är alla typer av illustrationer (t.ex. diagram, skisser och strukturformler). De numreras löpande med början från 1 – numreringen av figurerna är separat från numreringen av tabeller och formler. När man i den löpande texten hänvisar till en figur bör man skriva ”se figur 1” – inte ”se figuren nedan” eller liknande. På så sätt undviker man felaktiga hänvisningar om man ändrar figurers positioner under skrivandet.

En figur ska placeras efter den text där man hänvisar till den – det går att placera figuren på nästföljande sida eller i en bilaga om den är stor.

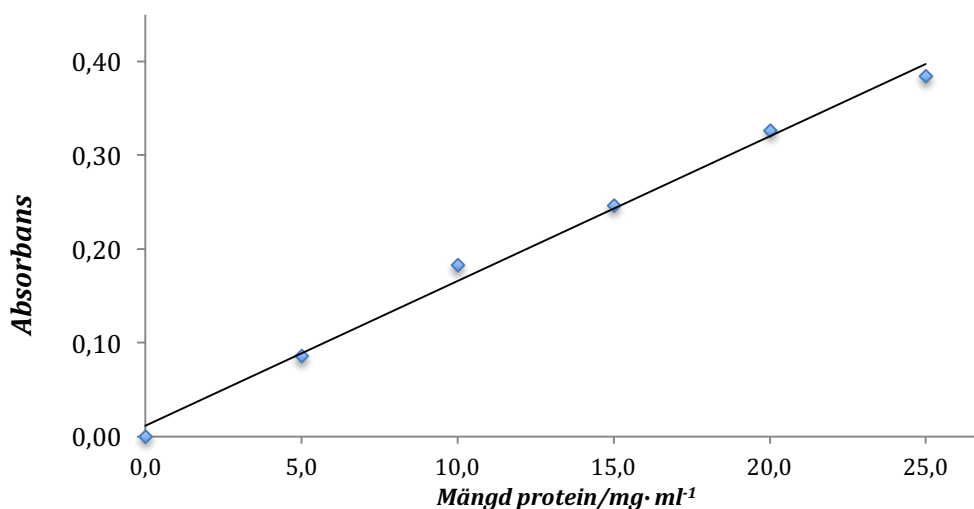
Alla figurer ska förses med en figurtext (benämns *legend* på engelska), som är en förklarande text som placeras under figuren. Figurtexten inleds med ordet ”figur”, följt av figurens nummer samt en självförklarande text, som avslutas med punkt. Med hjälp av figurtexten ska man kunna förstå vad figuren illustrerar utan att behöva läsa den löpande texten. Exempel på figurer är figur 1 och 2 nedan; det finns även ett exempel på en figur i exempelrapporten i bilaga 1.

[‡] Denna regel gäller för alla rubriker.

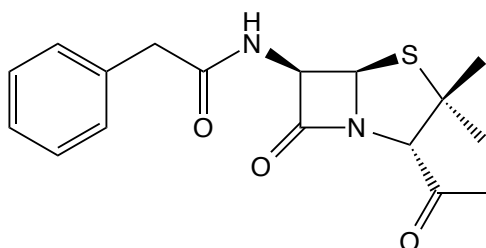
Diagrammet (se figur 1) är en vanligt förekommande typ av figur. Precis som alla andra figurer ska den ha en figurtext. Dessutom måste axlarna i diagrammet vara märkta med storhet och enhet. I figur 1 förekommer storheterna ”absorbans” och ”proteinkoncentration” samt enheten ”mg/ml”.[§]

Som ovan nämnts ska strukturformler hanteras som illustrationer (för ett exempel, se figur 2). Reaktionsformler ska däremot behandlas på samma sätt som matematiska ekvationer, se avsnittet ”Matematiska ekvationer och reaktionsformler” nedan.

Tyvärr finns det inte utrymme att i denna handledning beskriva exakt hur du ska göra för att rita ett diagram eller en strukturformel. Det är dock ganska enkelt att få information om detta genom att söka på webben – sök t. ex. på begreppen ”diagram” eller ”draw” och namnet på den programvara som kursansvarig har rekommenderat att du ska använda.



Figur 1 Kalibreringskurva för spektrofotometrisk bestämning av proteinkoncentration.



Figur 2 Strukturformel för ett antibiotikum, bensylpenicillin.

[§] Det inte finns någon enhet för värdena på y-axeln eftersom absorbans är enhetslös.

Matematiska ekvationer och reaktionsformler

Alla de formler som används som grund för beräkningar (matematiska formler och reaktionsformler) ska skrivas som ekvationer. Du kan antingen skriva ekvationerna som vanlig text eller med hjälp av ekvationseditorn (under ”Infoga” + ”Ekvation” i Words menyrad). Ekvationseditorn ger högre läsbarhet och är därför att föredra. Ekvationerna (1) och (2) nedan är skrivna som vanlig text, medan ekvationerna (3) och (4) är skrivna med ekvationseditor. Formel (1) motsvaras innehållsmässigt av formel (3) och formel (2) motsvaras av formel (4). Observera att parenteserna i formel (2) inte är nödvändig i formel (4).

$$V = n \cdot R \cdot T / P \quad (1)$$

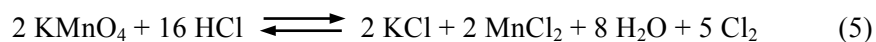
$$V = \frac{n \cdot R \cdot T}{P} \quad (3)$$

$$x = y \cdot z / (p \cdot q) \quad (2)$$

$$x = \frac{y \cdot z}{p \cdot q} \quad (4)$$

Precis som i exemplen ovan ska samtliga matematiska ekvationer förses med en ordningssiffra (i exemplet ovan siffrorna 1-4), så att du kan hänvisa till dem från den löpande texten och beräkningsredovisningar. Matematiska variabler skrivs normalt med kursiv stil.

Reaktionsformler måste vara balanserade och indexeringen korrekt:



Även reaktionsformler ska förses med en ordningssiffra (i exemplet ovan siffran 5).

Tänk på att ekvationerna ska ingå i en löpande text. Det innebär att du inte ska stapla flera ekvationer ovanpå varandra. Skriv i stället något i stil med ”... volymen hos gasen kan beräknas ur substansmängden enligt formel (1)” och ”Enligt formel (5) kan 8 mol saltsyra oxideras av 1 mol kaliumpermanganat.” Genom att skriva på detta sätt tydliggör du sambanden för dig själv och läsaren.

Laborationsrapportens struktur

Strukturen i en rapport kan variera beroende på t.ex. ämnesområde och innehåll. De rekommendationer som ges här gäller för en ”standardrapport” som är generellt användbar, dvs. strukturen går att använda för både laborationsrapporter och akademiska uppsatser, inklusive examensarbeten.

Observera att utformningen av rapporten för en viss laboration (eller annat undervisningsmoment) alltid beslutas av examinatorn på kursen – *följ alltid lärarens anvisningar* om dessa avviker från instruktionerna i denna handledning.

Målet är att du ska presentera resultaten från ett (eller flera) experiment tillsammans med en bakgrund till varför experimentet genomförts på det beskrivna sättet. Du ska även redogöra för din egen tolkning av de data som du erhållit. Dessutom ska du koppla resultatet till kända data samt diskutera och värdera innebörden av resultaten med avseende på relevans och tillförlitlighet.

Nedan beskrivs strukturen för en fullständig och en kortfattad laborationsrapport, samt för en resultatrapport.

Rekommendationer för en fullständig laborationsrapport

Under nedanstående rubriker diskuteras komponenterna i en fullständig laborationsrapport *i den ordning* som de ska skrivas i laborationsrapporten. För ett exempel på en fullständig laborationsrapport, se exempelrapporten i bilaga 1.

Försättsblad

Försättsbladet är rapportens ansikte utåt – här finns möjlighet att vara kreativ och t.ex. infoga en lämplig illustration. På försättsbladet ska du ange:

- Benämning på laborationen.
- Ditt eget namn, din gruppmedlemsroll och kursens namn.
- Namn på medlaborant och lärare/handledare.
- Laborations- och inlämningsdatum.

Sammanfattning

I sammanfattningen ska du kortfattat (5-10 rader) sammanfatta hela rapporten. Tänk på att det är här som du ska fånga läsarens intresse att läsa vidare, särskilt i mer omfattande vetenskapliga rapporter.

En lämplig struktur på sammanfattningen kan vara:

1. Syftet med laborationen.
2. Metoder som använts under laborationen.
3. Vilka resultat du erhöll.
4. Vilka slutsatser du dragit utgående från resultaten.

Sammanfattningen skrivs med verben i tempus preteritum (imperfekt) eftersom sammanfattningen beskriver en laboration som du genomfört i dåtid.

Trots att sammanfattningen kommer tidigt i rapporten är det lämpligt att du väntar med att skriva detta avsnitt till allra sist. Då har du skaffat dig en överblick över rapporten och det blir lättare att sammanfatta innehållet.

Några vanligt förekommande fel är att:

- Resultatredovisning saknas.
- Sammanfattningen saknas helt.

I engelskspråkiga rapporter benämns denna del *Abstract*.

Introduktion

Detta avsnitt kan även benämnas ”Inledning”.

I introduktionen ska du *med egna ord* beskriva bakgrunden till laborationen och dess syfte. Introduktionen inleds vanligen med en kort, allmän bakgrund till laborationens innehåll. Det kan t.ex. innebära att du beskriver fenomenets eller metodens användning eller relevans inom ämnesområdet eller samhället. Därefter ger du en beskrivning av de specifika målsättningar och frågeställningar som laborationen behandlar. För att få material till introduktionen kan du gå till läroboken, laborationshandledningen, föreläsningsnoter, instrumentmanualer, uppslagsverk, webben och vetenskaplig litteratur. Var källkritisk – använd bara information som du vet är vetenskapligt korrekt – och tänk på att alltid ange källan med tydlig referens (se avsnittet ”Referenser” nedan).

Introduktionen bör skrivas med de flesta verben i tempus presens eftersom man beskriver fakta som gäller i nutid. När du diskuterar tidigare studier bör du dock använda preteritum (imperfekt), eftersom studierna utförts i dåtid.

Ett exempel: I påståendet ”Potter (2000) fann att blad från växten gälgräs har unika egenskaper” används verb (markerade med understrykning) i preteritum och presens i samma mening. Verbet ”fann” är angivet i preteritum eftersom Potters studier skedde i dåtid, medan verbet ”har” är i presens eftersom växtens egenskaper fortfarande är de samma som då Potter genomförde sin undersökning.

Beroende på laborationens syfte kommer innehållet i introduktionen att variera:

- Om syftet är att du ska lära dig en ny metod (t.ex. spektrometri eller smältpunktsbestämning) eller hur en apparat (t.ex. spektrofotometer eller pH-meter) fungerar bör du beskriva principen för metoden eller hur apparaten fungerar. Denna typ av laborationer är vanliga i början av din utbildning och genom att beskriva de metoder och apparater du använder får du bättre kännedom om dem.
- Om avsikten med laborationen är att du ska undersöka ett fenomen (t.ex. kemisk jämvikt eller peptidsyntes) bör du beskriva den bakomliggande teorin och vilka metoder som används.
- Om målet med laborationen är att analysera en substans ska ämnets strukturformel anges här. Strukturformeln ritas som en figur (se avsnittet "Figurer" ovan).
- Om du genomfört någon kemisk reaktion bör du, förutom att beskriva reaktionen i löpande text, ange reaktionsformeln (och i tillämpliga fall reaktionsmekanismen) här. Hur reaktionsformler och reaktionsmekanismer ska hanteras beskrivs i avsnittet "Matematiska ekvationer och reaktionsformler" ovan.
- Viktiga matematiska samband som används i laborationen måste anges och föregås av en text som förklarar hur och varför de är relevanta. Hur matematiska formler ska hanteras beskrivs i avsnittet "Matematiska ekvationer och reaktionsformler" ovan. Observera dock att matematiska samband som kan förutsättas vara kända inte behöver anges.
- Experimentella detaljer och beräkningar redovisas *aldrig* i introduktionen.

Det är viktigt att du numrerar alla figurer och formler, så att du kan hänvisa till dem från resultatdelen.

Introduktionen ska avslutas med att laborationens syfte anges mot den aktuella bakgrunden, gärna under egen rubrik.

Några vanligt förekommande fel är att:

- Viktiga delar saknas.
- Kemiska och matematiska formler saknar numrering.
- Figurer saknar figurtext.
- Avsnittet är alltför omfattande och tungt att läsa.

I engelskspråkiga rapporter benämns denna del *Introduction*.

Material och metoder

I detta avsnitt ska du beskriva de kemikalier, den apparatur samt eventuella organismer som du använt samt hur försöket genomförts. Målet är att metodbeskrivningen ska vara så utförlig att andra personer på din kunskapsnivå ska kunna upprepa försöket och uppnå ett resultat som överensstämmer med ditt. Avsnittet ska skrivas i löpande text och med fullständiga meningar (punktlistor används endast i undantagsfall).

Material och kemikalier

Under denna underrubrik anger du i löpande text vilken specialutrustning du använde vid laborationen – för apparater ska även märke och modell anges. Enklare utrustning (t.ex. bägare, pasteurpipetter, E-kolvar och Eppendorfrör) behöver inte anges. Här anger du vidare vilka kemikalier, reagens, kit och organismer som du använde vid laborationen. Kom ihåg att ange koncentrationen (inklusive enhet) hos de lösningar som du använde*. För buffertar ska, förutom samtliga ingående kemikaliers koncentration, även pH anges. För bakterier ska vetenskapligt artnamn anges, liksom isolat- eller stambeteckning (om sådan är känd). Eventuell ytterligare information om bakteriens egenskaper (t.ex. antibiotikaresistens) och ursprung bör anges.

Före laborationen ska du alltid genomföra en riskanalys av de kemikalier/organismer som du använder vid laborationen.[†] Resultatet av riskanalysen ska redovisas i en separat bilaga (för riskanalys av kemikalier finns en särskild blankett – denna blankett diskuteras nedan under rubriken *Bilagor*). Glöm inte att hänvisa till bilagan inuti avsnittet ”Material och metoder”.

Man kan i vissa fall, särskilt i vetenskapliga rapporter, välja att låta avsnittet ”Material och metoder” utgå. Informationen ska i så fall infogas i nedanstående metodbeskrivningar.

Metodbeskrivning

Beskrivningen av laborationens olika delmoment bör struktureras under separata underrubriker. Underrubrikerna bör vara beskrivande, så att det framgår vilka metoder du använt – några exempel är ”Titring av saltsyralösning med natriumhydroxidlösning”, ”Filtrering av råprodukt” och ”Spektrofotometrisk bestämning av ATP- koncentration”. Undvik att använda generella rubriker av typen ”Experiment”, ”Utförande” eller ”Dag 1”.

Under respektive underrubrik ska du beskriva hur *du* utförde *ditt* experiment – skriv *inte* hur du *borde* ha gjort. Detta innebär att metodbeskrivningsavsnitten ska skrivas med verben i preteritum (imperfekt, t.ex. ”lösningen späddes”). Handledningar är ofta skrivna med verben i imperativ (uppmaningsform, t.ex. ”späd lösningen”) som uppmanar dig att göra på ett visst sätt. Om du läser i handledningen under det att du skriver rapporten finns det risk för att språket i handledningen påverkar hur du formulerar dig – kontrollera därför en extra gång att du använt rätt verbform. Försök gärna att skriva metodbeskrivningsavsnitten utan att titta för mycket i handledningen.

Samtliga metodbeskrivningsavsnitt ska, som tidigare nämnts, skrivas i löpande text. Det kan vara fördelaktigt att skriva upp arbetsgången i en punktlista som en förberedelse till laborationen, men rapportens metodbeskrivning ska i normalfallet inte skrivas i punktform.

Det är viktigt att du skriver metodbeskrivningsavsnitten i rapporten så snabbt som möjligt efter laborationen, så att du fortfarande minns hur du gick till väga. Det finns stor risk för att du glömmer bort detaljer som inte finns omnämnda i handledningen – det kan t.ex.

* I vetenskapliga rapporter anges även tillverkare och renhet hos kemikalierna.

[†] Det finns undantagsfall. Du behöver inte göra någon riskanalys om du laborerar med t.ex. kranvatten. Kontrollera alltid vad som gäller med ansvarig lärare.

vara förändringar i handledningen som läraren/handledaren informerat om. För att du inte ska glömma detaljer bör du alltid *anteckna alla förändringar och iakttagelser noga i din laborationsdagbok*.

Tänk på att du i metodbeskrivningarna ska ange alla detaljer som läsaren behöver för att kunna upprepa experimentet. Samtidigt bör du undvika att ge onödig information. Även denna balansgång kräver övning.

Metodbeskrivningsavsnitten bör skrivas så att det framgår att du förstått *varför* du genomförde de olika momenten. Beskriv därför funktionen hos de kemikalier som du använde. Ange om ämnet fungerade som t.ex. torkmedel, komplexbildare eller indikator. Ange även vilken substans som ämnet verkade på, t.ex. att ”magnesiumsulfat tillsattes som torkmedel i eterlösningen”. Förklara även varför du genomförde olika moment, t.ex. att du ändrade pH på en lösning för att fälla ut ett fast ämne eller att du tvättade kristaller med vatten för att avlägsna en förorening. Dessa exempel är bara ett axplock. Tanken med att ange denna typ av information är att du ska träna din förståelse av varför du gör på ett visst sätt.

I metodbeskrivningen ska du även beskriva eventuella statistiska metoder/analyser som du använt i samband med laborationen. Ange namn och versionsnummer på använda programvaror.

Några vanligt förekommande fel är att:

- Avsnittet ”material och kemikalier” har skrivits som en inköpslista – man bör istället skriva avsnittet som en löpande text.
- Fel tempus (tidsform) används – eftersom rapporten beskriver vad som gjorts ska den skrivas i preteritum (imperfekt).
- Experimentdelen skrivs i punktform – detta bör undvikas eftersom texten blir jobbig att läsa.
- Man glömmer att beskriva eventuella förändringar (relativt handledningen) som gjordes.
- Underrubriker saknas eller är irrelevanta.

I engelskspråkiga rapporter benämns denna del *Materials and methods*.

Resultat

Resultatdelen ska vara kortfattad och koncentrerad. Det blir enklast för läsaren att följa med om du redovisar dina resultat utgående från den ordning som du använt i metoddelen.

Beskriv dina resultat i löpande text och redovisa samtliga rådata, t.ex. uppmätta volymer, uppvägda massor och uppmätta absorptionsvärden. Var noga med att ange alla data med korrekt antal gällande siffror och korrekt enhet. Redovisa tydligt vilket försök som gav ett angivet resultat. Tänk på att redovisa även negativa resultat och oväntade iakttagelser är viktiga för att diskussionen ska bli bra.

Resultatdelen bör skrivas med verben i tempus preteritum (imperfekt, t.ex. ”den erhållna produkten smälte vid 100°C”) eftersom du erhöll resultaten i dåtid.

Omfattande datamängder bör presenteras i form av tabeller – se avsnittet ”Tabeller” ovan. Stora tabeller eller figurer (mer än ½ A4-sida) bör bifogas som bilaga. Oberoende av var tabellerna/figurerna är placerade ska de förses med ordningsnummer och tabellrubrik/figurtext. Hänvisa noga inifrån den löpande texten till alla tabeller/figurer.

Skannade kopior av utskrifter från instrument (och motsvarande) ska bifogas som bilaga. Glöm inte att hänvisa till samtliga bilagor inne i den löpande texten.

Beräkningar ska inte redovisas i resultatdelen. Mycket enkla beräkningar behöver du inte redovisa om du kan hänvisa till matematiska samband i introduktionen – då räcker det att du redovisar beräkningsresultatet. Omfattande beräkningar bör du redovisa i en bilaga – glöm inte att hänvisa till bilagan inifrån den löpande texten i resultatdelen. Resultaten av beräkningarna måste dock alltid redovisas i resultatdelen, även om beräkningarna finns i en bilaga. Kontrollera noga att beräkningsresultatet har korrekt antal gällande siffror (avrunda i slutet på dina beräkningar) och har korrekt enhet.

Relevanta litteraturvärden (t.ex. fysikaliska data) eller liknande ska anges i anslutning till de redovisade resultaten. Eventuella skillnader mellan dina resultat och litteraturdata diskuterar du under rubriken ”Diskussion”.

Några vanligt förekommande fel är att:

- Resultaten inte beskrivs i löpande text, utan utgörs av en tabell, ett diagram eller en hänvisning till en bilaga. Resultat som redovisas i en tabell eller figur *måste* diskuteras i den löpande texten – annars blir informationen i tabellen/figuren obegriplig för läsaren.
- Tabeller saknar tabellrubrik.
- Diagram saknar storheter/enheter på axlarna och figurtext.
- Tabellrubriker och figurtexter är otydliga eller svårtolkade.
- Rådata saknas.
- Enheter saknas.
- Resultatet anges med för många gällande siffror.
- Det saknas beskrivning av eventuella förändringar (relativt handledningen) som gjordes.

I engelskspråkiga rapporter benämns denna del *Results*.

Diskussion

Detta avsnitt är en av de viktigaste delarna i din rapport eftersom det är här som du knyter ihop alla trådar till en helhet genom att diskutera dina resultat.

Här diskuterar du dina resultat i en logisk ordningsföljd och jämför ditt resultat med det förväntade resultatet (om det finns ett sådant). Tänk på att ange både ditt resultat och det förväntade resultatet i samband med att du diskuterar resultatet – på så sätt behöver inte läsaren leta igenom rapporten för att förstå vad du menar. Diskutera dina resultat i förhållande till laborationens syfte och frågeställning(ar).

Diskussionen bör skrivas med de flesta verben i tempus presens eftersom man beskriver fakta som gäller i nutid (t.ex. ”resultatet överensstämmer väl med litteraturdata”).

När du diskuterar dina slutsatser eller åsikter kring resultatet kan du, om du vill, använda ett aktivt språk och använda personliga pronomen (”jag”, ”vi”). Det är acceptabelt att skriva ”jag tolkar resultatet...” eller ”mina resultat överensstämmer...” i diskussionsdelen för att markera att det är du som gjort tolkningen av resultaten.

Försök att dra slutsatser av laborationens resultat. Om resultatet av laborationen blev det som du förväntade dig bör du kommentera *vad* i resultatet som utföll på förväntat sätt. Om resultatet blev ett annat än det du förväntade dig bör du även diskutera vad avvikelserna kan bero på. Tänk på att aldrig ange att ett resultat är ”rätt” eller ”fel” om det överensstämmer eller motsäger litteraturdata – det är ett ovetenskapligt sätt att förhålla sig till resultaten. Du bör istället diskutera varför resultatet blev som det blev. Kan resultatet bero på någon felkälla? Tänk på att felkällor inte nödvändigtvis leder till att ett resultat avviker från det förväntade – felkällor kan motverka varandra, så att man totalt sett får ett resultat som stämmer med det förväntade. Det är även viktigt att försöka diskutera hur man skulle kunna undvika en eller flera felkällor i framtiden.

Om huvudsyftet med laborationen var att du skulle lära dig hur man använder en viss apparatur eller metod bör du diskutera denna. Vad kan apparaturen/metoden användas till? Är apparaten/metoden bättre eller sämre än någon annan som du använt tidigare? Har du någon idé om ett annat användningsområde eller hur en metod kan förbättras?

Några vanligt förekommande fel är att:

- Rapporten saknar egentlig diskussion.
 - Att skriva ”resultatet stämmer med teorin” eller liknande är inte tillräckligt.
 - Att redogöra för felkällorna men inte diskutera resultatet är inte tillräckligt.
- Litteraturvärde saknas.
 - Att skriva att ”mitt resultat ligger ganska nära litteraturvärdet” är inte tillräckligt.

I engelskspråkiga rapporter benämns denna del *Discussion*.

Observera att det förekommer att man skriver ihop resultat och diskussion under en gemensam rubrik (”Resultat och diskussion”). I så fall utgår man från strukturen för resultatdelen och diskuterar resultaten i direkt anslutning till att man rapporterat dem. En sådan struktur kan i vissa fall upplevas som mer naturlig.

Referenser

Detta avsnitt benämns i vissa fall "Litteraturförteckning".

I detta avsnitt ska du skriva en lista över de källor, t.ex. läroböcker, tabellverk, uppslagsverk eller vetenskapliga artiklar, där du hämtat information. Det är viktigt att ange tydliga referenser så att:

- Det är tydligt vilka delar av rapporten som är dina egna slutsatser och reflektioner och vilka påståenden och faktauppgifter som du har hämtat från andra.
- Läsaren lätt kan hitta källan ifall hen vill få mer information eller kontrollera dina uppgifter.

Det finns många sätt på vilka referenser i den löpande texten och referenslistan kan skrivas. Här kommer av utrymmesskäl endast ett av systemen, Harvardsystemet, att beskrivas.

Harvardsystemet (som ibland även kallas "parentessystemet") bygger på att man i sin löpande text anger en texthänvisning inom parentes. Ett exempel på en sådan texthänvisning ser du sist i nästa stycke. Denna parentes med tillhörande text talar om att det finns motsvarande referenser i avsnittet "Referenser". I avsnittet "Referenser" anges detaljerad information om samtliga referenser som angivits i den löpande texten i ett listformat. Informationen ska vara så detaljerad att läsaren utan problem kan lokalisera källan.

Nedan ges en grundläggande beskrivning av hur du skriver texthänvisningar och en referenslista enligt Harvardsystemet. Det finns inte plats att ge en uttömmande redogörelse för referenshantering i denna text eftersom det finns en mängd specialregler för olika slags källmaterial. De exempel som anges här rör de källmaterial som du bör träffa på oftast. Mer detaljerad information finns på att tillgå på webben (Högskolan i Borås 2016, Linnéuniversitets universitetsbibliotek 2016).

I engelskspråkiga rapporter benämns denna del *References*.

Texthänvisningar

Texthänvisningen består av författarens/författarnas efternamn (alternativt namnet på den organisation som svarar för källan) och utgivningsåret för källmaterialet. Beroende på hur den löpande texten är skriven kan texthänvisningen anges på två sätt: (1) hela texthänvisningen anges inom parentes eller (2) författarens namn anges i den löpande texten, följt av en parentes som innehåller ett årtal (utgivningsår). Se exemplen nedan för förtydliganden.

Texthänvisningen ska anges i direkt anslutning till det påstående som refereras. Det innebär att hänvisningen ibland återfinns inuti en mening, ibland i slutet. Hänvisningar som helt skrivs inom parentes ska placeras direkt efter det påstående som refereras och före skiljetecken (t. ex. komma eller punkt).

Om data hämtats från flera källor är det viktigt att det är tydligt vilka källor som gäller för respektive påståenden. Det innebär att texthänvisningar som skrivs helt inom parentes anges direkt efter påståendet som refereras:

"Aluminium, som utvinns ur bauxit (texthänvisning till första källan), har atommassan 26,98 g/mol (texthänvisning till andra källan)."

Om data hämtats från en källa kan texthänvisningen anges före punkten i meningen:

”Vid PCR, som används för framställning av en viss DNA-sekvens i stor mängd, används ett värmestabilt DNA-polymeras (texthänvisning till enda källan).”

Nedan ges exempel på ett antal typiska texthänvisningar; för ytterligare exempel, se informationsmaterial på webben (Högskolan i Borås 2016, Linnéuniversitetets universitetsbibliotek 2016).

Exempel på texthänvisningar, en författare:

”Det är känt att... (Andersson 2015)...”

”Andersson (2015) har tidigare visat...”

Exempel på texthänvisningar, två författare:

”Det är känt att... (Andersson & Brown 2016)...”

”Andersson och Brown (2016) har tidigare visat...”

Exempel på texthänvisningar, tre författare:

”Det är känt att... (Andersson, Brown & Cypcar 2014)...”

”Andersson, Brown & Cypcar (2014) har tidigare visat...”

Exempel på texthänvisningar, många författare:

Första gången referensen omnämns skriver man:

”Det är känt att... (Andersson, Brown, Cypcar & Duvmark 2014)...”

eller motsvarande. Om referensen nämns flera gånger i rapporten kan man därefter skriva:

”Vidare har man visat att... (Andersson *et al.* 2014)...”

eller motsvarande. ”*Et al.*” är en förkortning av *et alia* (latin) och betyder ”med andra”.

Exempel på texthänvisningar, en organisation:

Första gången referensen omnämns skriver man ut organisationens fullständiga namn följt av motsvarande förkortning inom parentes:

”International Union of Biochemistry and Molecular Biology (IUBMB) (2015) har beslutat...”

”Det har tidigare beslutats att... (International Union of Biochemistry and Molecular Biology (IUBMB) 2015)...”

eller motsvarande. Om organisationen nämns flera gånger i rapporten kan man därefter använda förkortningen:

”IUBMB (2016) etablerade riktlinjer för...”

”Det har tidigare etablerats riktlinjer för... (IUBMB 2016).”

Referenslista

Referenserna i referenslistan ska enligt Harvardsystemet ha följande grundform:

Författare (utgivningsår). Rubrik på det refererade arbetet. Källa.

I de fall en organisation ansvarar för källmaterialet ersätts författarnamnet med organisationens namn, och grundformen blir då:

Organisation (förkortning för organisationen) (utgivningsår). Rubrik på det refererade arbetet. Källa.

Typen av källa påverkar hur referenserna ser ut eftersom den typ av information som behövs för att identifiera källan varierar. Nedan ges exempel på hur referenser ska skrivas för de allra vanligaste källorna.

Observera att man för elektroniska källor av typen webbsidor och uppslagsverk ska ange senaste datum då man läste materialet på webben, eftersom material på webben ständigt förändras. Datumet anges inom hakparentes sist i referensen.

Då uppgift om utgivningsår saknas anger man detta med hjälp av förkortningen ”u. å.” (utan årtal).

Referenslistan ska skrivas i bokstavsordning efter första författarens efternamn. Om två referenser har samma förstaförfattare, ordnas referenserna utgående från den andra författarens efternamn osv. Om samma författare eller författargrupp återfinns i flera referenser ordnas referenserna kronologiskt (äldsta referensen först).

Exempel på referenslistor finns dels i slutet på detta dokument, dels i exempelrapporterna i bilaga 1-2.

Referens till bok med författare:

Grundform: Författare (utgivningsår). *Titel på det refererade arbetet*. Förlagsort: Förlag.

Exempel: Zumdahl, S. S. & DeCoste, D. J. (2012). *Chemical principles*. Pacific Grove, Calif.: Brooks/Cole.

Referens till bok med redaktör:

Grundform: Redaktör (red.) (utgivningsår). *Titel på det refererade arbetet*. Förlagsort: Förlag.

Exempel: Goering, R. V. (red.) (2007). *Mims' medicinal microbiology*. 4. uppl., St. Louis, Mo.; Mosby.

Referens till tidskriftsartikel:

Grundform: Författare (utgivningsår.) *Titel på det refererade arbetet*. *Tidskriftens titel*, volym(nummer), sidor. Beständig länk (om sådan finns).*

Exempel: Myers, S. H., Brunton, V. G. & Unciti-Broceta, A. (2016). AXL inhibitors in cancer: A medicinal chemistry perspective. *Journal of Medicinal Chemistry*, 59(8) ss. 3593-3608. DOI: 10.1021/acs.jmedchem.5b01273

Referens till elektroniska webbsidor:

Grundform: Författare/organisation (utgivningsår). *Titel på webbsidan*. URL
[Datum då referensen lästes]

* Den beständiga länken underlättar för läsaren att lokalisera källmaterialet, men måste inte anges om referensen är fullständig i övrigt.

Exempel: Centers for disease control and prevention (CDC) (2015). *About antimicrobial resistance*. <http://www.cdc.gov/drugresistance/about.html> [2016-05-26]

Referens till tryckta uppslagsverk:

Grundform: *Uppslagsverkets titel* (utgivningsår). Förlagsort: Förlag.

Exempel: *Nationalencyklopedin* (1989-1996). Höganäs: Bra Böcker.

Referens till elektroniska uppslagsverk som kräver abonnemang; författare angiven:

Grundform: Författare (utgivningsår). Titel på det refererade arbetet. I *Uppslagsverkets titel*. Tillgänglig: Uppslagsverkets titel. [Datum då referensen lästes]

Exempel: Tansjö, L. (u. å.). Periodiska systemet. I *Nationalencyklopedin*. Tillgänglig: Nationalencyklopedin. [2016-05-26]

Referens till fria elektroniska uppslagsverk; ingen författare angiven:

Grundform: *Uppslagsverkets titel* (utgivningsår). Titel på det refererade arbetet. URL [Datum då referensen lästes]

Exempel: FASS (2015). Bambec. <http://www.fass.se/LIF/product?nplId=19901207000412&userType=0> [2016-05-26]

Vilka referenser kan man använda?

De källor du använder bör vara så vetenskapliga som möjligt. Det är alltid bäst att referera till faktagranskade vetenskapliga uppsatser/artiklar, men det är även acceptabelt att referera till uppslagsverk, * läroböcker och laborationshandledningar. Öka antalet vetenskapliga källor efterhand som du vänjer dig att söka litteratur med t.ex. OneSearch (sökfunktionen på universitetsbibliotekets hemsida <https://lnu.se/ub/>), Google Scholar (<https://scholar.google.se/> eller <https://scholar.google.com/>) eller Web of Science (<https://lnu.se/ub/>).

* Generellt sett bör du undvika att referera till Wikipedia, om inte din lärare anger annat.

Bilagor

I bilagor placerar man sådant som tar så stor plats att det är olämpligt att placera materialet i rapportens löpande text. Alla bilagor måste dock omnämnas i den löpande texten. Vanligtvis anges det i laborationshandledningen vilka dokument som ska bifogas som bilagor. Några exempel på material som lämpligen bifogas som bilagor är stora tabeller, stora figurer, beräkningar och utskrifter från instrument. Riskanalysen är ett exempel på en stor tabell som bifogas som bilaga.

Samtliga bilagor ska numreras (skriv "Bilaga 1" eller motsvarande i övre högra hörnet eller sidhuvudet) och placeras efter själva rapporten i nummerordning. När du hänvisar till en bilaga i den löpande texten bör du skriva "se bilaga 1" eller motsvarande.

Bilagorna ska ha samma format som rapporten i övrigt – anpassa storleken på skannade utskrifter och liknande. Om du lämnar in rapporten i utskriven form ska utskrifter från instrument vikas ihop till lämplig storlek.

Några vanligt förekommande fel är att:

- Figurer som inlämnats som bilagor saknar figurtext – alla figurer måste förses med figurtext oberoende av placering.
- Tabeller som inlämnats som bilagor saknar tabellrubrik – alla tabeller måste förses med rubrik oberoende av placering.
- Bilagorna är onumrerade.
- Det saknas hänvisning från den löpande texten om att det finns en bilaga och vad den innehåller.
- Utskrifter från instrument lämnas in som en rulle.

I engelskspråkiga rapporter benämns denna del *Appendix* eller *Appendices*.

Riskanalys

Inför varje laboration skall du, som ovan nämnts, genomföra en riskanalys. Efter att du genomfört laborationen ska riskanalysen bifogas som en bilaga till laborationsrapporten.

För riskanalys av kemikalier finns en särskild blankett som du kan hämta från kursens hemsida. Blanketten innehåller en matris med plats för data för två kemikalier per sida, samt information om vem som genomfört riskanalysen och datum för analysen.

För vissa kemikalier finns inga särskilda faro- eller skyddsangivelser. I så fall ska du i ange att data saknas.

Mer information om hur du fyller i blanketten för riskanalys av kemikalier får du i samband med de inledande kemikurserna. Ett exempel på en ifylld riskanalysblankett finner du i bilaga 1.

Rekommendationer för en kortfattad laborationsrapport

Under nedanstående rubriker diskuteras delarna i en kortfattad laborationsrapport *i den ordning* som de ska skrivas i laborationsrapporten. Vanligen finns det en förlaga på kursens hemsida. Förlagan innehåller instruktioner (i form av ledtexter) om vilka delar som ska ingå i rapporten – följ instruktionerna noga, så att du får med all efterfrågad information. För ett exempel på en kortfattad laborationsrapport, se exempelrapporten i bilaga 2.

Sammanfattning

Sammanfattningen i en kortfattad laborationsrapport ska i princip ha samma innehåll som sammanfattningen i en fullständig laborationsrapport (se ovan).

En lämplig struktur på sammanfattningen kan vara:

1. Syftet med laborationen.
2. Metoder som använts under laborationen.
3. Vilka resultat du erhöll.
4. Vilka slutsatser du dragit utgående från resultaten.

Introduktion

Introduktionen i en kortfattad laborationsrapport ska i princip ha samma innehåll som introduktionen i en fullständig laborationsrapport (se ovan), med den skillnaden att introduktionen i en kortfattad rapport är kortare än introduktionen i en fullständig rapport.

En lämplig struktur på introduktionen kan vara:

1. Bakgrund (beskrivning av metod och/eller apparatur).
2. Teori (beskrivning av fenomenet som studerats, inklusive eventuella reaktionsformler, matematiska samband och liknande).

Material och metoder

Avsnittet material och metoder utgår i många fall, eftersom den mesta informationen redan finns i laborationshäftet. I de fall då instruktionerna säger att avsnittet ska ingå i rapporten ska den i princip ha samma innehåll som avsnittet om material och metoder i en fullständig laborationsrapport (se ovan).

Resultat

Resultatdelen i en kortfattad laborationsrapport ska i princip ha samma innehåll som resultatdelen i en fullständig laborationsrapport (se ovan)

Beskriv resultaten i löpande text och presentera gärna rådata i tabellform. Eventuella uträkningar presenteras i bilagor.

Diskussion

Diskussionsdelen i en kortfattad laborationsrapport ska i princip ha samma innehåll som diskussionsdelen i en fullständig laborationsrapport (se ovan).

Jämför och diskutera dina fynd, koppla till teori och syfte, ange möjliga felkällor och dra en slutsats.

Referenser

Referenslistan i en kortfattad laborationsrapport ska i princip ha samma innehåll som referenslistan i en fullständig laborationsrapport (se ovan).

Bilagor

Bilagorna till en kortfattad laborationsrapport ska utformas på samma sätt som bilagorna till en fullständig laborationsrapport (se ovan).

Risikanalys

Denna bilaga ska alltid bifogas, även om avsnittet ”Material och metoder ” har utgått.

Rekommendationer för en resultatrapport

Resultatrapporten är mycket kortfattad och innehåller vanligen endast information om det resultat du erhållit – introduktions-, resultats- och diskussionsavsnitten utgår vanligen helt. Ibland efterfrågas bakgrundsinformation i form av konkreta frågor.

På kursens hemsida finns en förlaga med information (i form av ledtexter) om vilka resultat och beräkningar som ska redovisas. Följ instruktionerna noga, så att du får med all efterfrågad information. För ett exempel på en resultatrapport, se exempelrapporten i bilaga 3.

Inlämning av rapporter

Rapporter kan inlämnas i elektronisk form eller pappersform – följ alltid de instruktioner du fått av kursansvarig lärare. De rapporter som ska inlämnas i pappersform ska häftas ihop och gärna placeras i en plastficka.

Om du ska lämna in din rapport för ny granskning (t.ex. om den första versionen av rapporten blivit underkänd) ska du alltid bifoga den gamla rapporten till den nya versionen.

Information om vilka tidsgränser som gäller för inlämning av laborationsrapporterna inom en kurs ska finnas på kursens hemsida (MyMoodle). Där ska även finnas information om vilka tidsgränser som gäller för inlämning av korrigerade laborationsrapporter.

Plagiering

Rapporter ska (om inte annat anges i instruktionerna) skrivas enskilt, vilket innebär att det räknas som plagiering om du kopierar text från en annan student eller annan källa.

Motivet till att rapporten ska vara enskild är att den utgör underlag för examination på kursen. För att undvika misstanke om plagiering ska du, med undantag för avbildningar av dokument som innehåller rådata (t.ex. utskrift från apparatur), inte infoga fotografiska eller skannade avsnitt i din laborationsrapport. Det är således *inte* tillåtet (om inte din lärare ger annan information) att infoga skannade formler, riskanalyser eller liknande.

Om en lärare/handledare misstänker att plagieringen skett medvetet kan du anmälas till disciplinnämnden för misstanke om fusk.

För mer information om vad plagiering är och hur du undviker att plagiera, se Refero-antiplagieringsguide (2009) på <http://refero.lnu.se/>.

Referenser

Backman, J. (2016). *Rapporter och uppsatser*. Upplaga 3:1. Lund: Studentlitteratur.

Högskolan i Borås (2016). *Guide till Harvardsystemet*.

<https://www.hb.se/Biblioteket/Skriva-och-referera/Guide-till-harvardsystemet/> [2016-06-01]

Liber (2008). *Svenska skrivregler*. <https://skrivregler.liber.se/> [2016-01-14]

Linnéuniversitet (u. å.) *En liten guide till akademiskt skrivande*.

https://lnu.se/globalassets/dokument---gemensamma/bibliotek/skriva-och-referera/guide_akademiskt_skrivande_web.pdf [2016-05-26]

Linnéuniversitets universitetsbibliotek (2016). *Skriva referenser*. <https://lnu.se/ub/skriva-och-referera/skriva-referenser/> [2016-05-26]

Refero-antiplageringsguide (2009). <http://refero.lnu.se/> [2016-01-14]

SAOB (2010). *Förkortningar i SAOB*. <http://g3.spraakdata.gu.se/saob/foerkortn.shtml> [2016-05-24]

Språkrådet (2008). *Svenska skrivregler*. Stockholm: Liber.

Register

- Akademiska uppsatser, 9
- Aktiv form, 12, 24
- Bilagor, 29, 31
- Binominal nomenklatur, 12, 14
- Diagram, 16
- Diskussion, 24, 31
- Fet stil, 14
- Figurer, 14, 15, 20, 23, 29
- Figurtext, 15
- Forskningsrapporter, 9
- Fullständig laborationsrapport, 18
- Förkortningar, 12
- Försättsblad, 18
- Inlämning av rapporter, 33
- Introduktion, 19, 30
- Kortfattad laborationsrapport, 30, 32
- Kursivering, 14
- Laborationsrapportens layout, 14
- Laborationsrapportens språk, 12
- Laborationsrapportens struktur, 18
- Laborationsrapporter, 9
- Matematiska ekvationer, 17
- Material och kemikalier, 21
- Material och metoder, 20
- Metodbeskrivning, 21
- Paginerings, 14
- Passiv form, 12
- Personliga pronomen, 12, 24
- Plagiering, 33
- Radavstånd, 14
- Reaktionsformler, 17
- Referenser, 25, 31, 34
- Referenslista, 26
- Resultat, 22, 30
- Riskanalys, 21, 29, 31
- Riskanalys av kemikalier, 29
- Sammanfattning, 19, 30
- Sidnummer, 14
- Strukturformler, 15
- Tabeller, 14, 23, 29
- Tabellrubrik, 15
- Tempus, 12, 19, 22, 24
- Typsnitt, 14
- Vetenskapliga dokument, 9
- Vetenskapliga uppsatser, 9

Allmän kemi 7,5 hp

Handledare: Aden Abner

Syra-bas-titrering

Bestämning av halten ättiksyra i vinäger



*På framsidan anges
laborationens titel,
författarens namn,
grupp, medlaborant,
handledare samt
laborations- och
inlämningsdatum.*

Toni Tamiu, Nutrilivs, grupp A1

Medlaborant: Kim Karlemo

Laboration utförd: 170420

Rapport inlämnad: 170421

Sammanfattning

Syftet med laborationen var att bestämma halten ättiksyra (angiven i mass-%) i kommersiell vinäger genom syra-bas-titrering med en natriumhydroxidlösning med känd koncentration.

Vinägern innehöll 2,99 mass-% ättiksyra, vilket avrundat blir 3 mass-%, som är densamma som den som anges på förpackningen (3 mass-%).

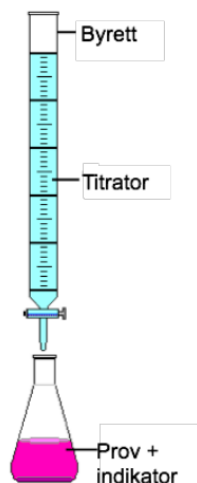
Introduktion

Vinäger utgörs av en vattenlösning av ättiksyra (etansyra, $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$, HOAc) och olika smakämnen beroende på vilken råvara som används (Nationalencyklopedin u. å.). Ättiksyra är en svag organisk syra och ger vinäger sin typiska stickande lukt och sura smak. Vinäger används främst i matlagning (t.ex. dressing och inläggningar).

Syra-bas-titrering är en analysmetod som kan användas för kvantitativ bestämning av mängden av ett ämne i ett prov med okänd koncentration (Zdansky 1997). Om analyten (ämnet med okänd koncentration) utgörs av en syra använder man som titrator en basisk lösning vars koncentration är noga känd. Ättiksyra kan titreras med en basisk natriumhydroxidlösning (NaOH(aq)) som titrator. Koncentrationen hos natriumhydroxidlösningen måste vara väl känd för att resultatet ska vara tillförlitligt.

Vid syra-bas-titrering används en byrett försedd med kran (se figur 1). Byretten är försedd med en skala som medger avläsning av volymer på 0,5 ml när.

Ekvivalentspunkten kan indikeras med fenolftalein, som ändrar färg från ofärgad (sur lösning) till rosa (neutral lösning) (Chang & Goldsby 2016).



Figur 1. Titrering av ett surt prov med natriumhydroxid som titrator och fenolftalein som indikator.

För att få ett tillförlitligt resultat i titreringarna måste de repeteras tre gånger och avvikelsen mellan det minsta och det största värdet bör vara mindre än 0,5 % avseende volymen titrator.

Bestämning av koncentrationen hos vinägern

För neutralisation av utspädd vinäger krävs det 1 mol NaOH per mol HOAc enligt reaktionsformel (1).

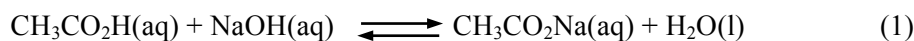
I sammanfattningen beskrivs kortfattat syftet med laborationen, vilka metoder som använts, erhållet resultat samt din slutsats.

I introduktionen beskrivs bakgrunden eller teorin till laborationen.

Första gången en metod eller ett instrument används ska du beskriva hur detta fungerar i introduktionen.

Illustrerar gärna apparatur och metoder.

En figur ska alltid föras med figurtext under figuren.



Substansmängden HOAc i de utspädda provlösningarna kan beräknas med hjälp av formel (2) eftersom det enligt formel (1) gäller att $n(\text{HOAc}) = n(\text{NaOH})$ vid ekvivalenspunkten.

$$n(\text{HOAc}) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) \quad (2)$$

Substansmängden HOAc i den koncentrerade (ursprungliga) vinägern kan beräknas enligt formel (3), som tar hänsyn till utspädningen av den koncentrerade vinägern i samband med analysen.

$$n(\text{HOAc, konc}) = n(\text{HOAc, utsp}) \cdot V(\text{HOAc, utsp})/V(\text{HOAc, konc}) \quad (3)$$

Massan HOAc i koncentrerad vinäger erhålls genom att substansmängden HOAc multipliceras med molmassan för HOAc enligt formel (4).

$$m(\text{HOAc}) = M(\text{HOAc}) \cdot n(\text{HOAc, konc}) \quad (4)$$

Den koncentrerade vinägers massa erhålls genom att densiteten hos den koncentrerade vinägern multipliceras med vinägers ursprungliga volym enligt formel (5).

$$m(\text{vinäger}) = d(\text{vinäger}) \cdot V(\text{vinäger}) \quad (5)$$

Slutligen kan den koncentrerade vinägers koncentration (angiven i mass-%) beräknas genom att massan hos HOAc divideras med massan för den koncentrerade vinägern enligt formel (6).

$$\text{mass-\% (HOAc)} = m(\text{HOAc})/m(\text{vinäger}) \quad (6)$$

Vid laborationen användes syra-bas-titrering för att bestämma halten ättiksyra i vinäger, angivet i mass-%.

Material och metoder

Använt material

Vid laborationen användes vinäger med okänd koncentration, natriumhydroxidlösning ($\text{NaOH}(\text{aq})$) med koncentrationen $9,992 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$, avjonat vatten, fenolftaleinlösning (2 % i etanol), en byrett försedd med kran samt en pH-meter (Mettler Toledo F20). Se bilaga 1 för riskanalys av använda kemikalier; dataunderlag har hämtats från Klara produktdatabas.

Bestämning av koncentrationen ättiksyra i vinägern

Vinäger (10,01 ml) mättes upp med Voll-pipett och överfördes till en mätkolv (50,01 ml). Vinägern späddes med avjonat vatten till märket på mätkolven. Lösningen blandades nog.

Byretten monterades i ett stativ, sköljdes med en liten portion av natriumhydroxidlösningen och fylldes sedan till märket med natriumhydroxidlösning. Sköljningen genomfördes eftersom byretten innehöll vattendroppar som kunde påverka volymangivelsen på byretten. Utspädd vinäger (10,01 ml) överfördes med hjälp av en Voll-pipett till en 100 ml E-kolv och fem droppar fenolftalein tillsattes som indikator. Lösningen titrerades med natriumhydroxidlösning. Titreringen utfördes totalt tre gånger. Byretten fylldes på till märket med ny natriumhydroxidlösning mellan titreringarna.

I introduktionen ska matematiska samband och formler för kemiska reaktioner beskrivas.

Samtliga formler ska numreras.

Kemiska formler skall vara balanserade.

Variabler i matematiska formler bör skrivas med kursiv stil.

Avsluta introduktionen med att mot aktuell bakgrund ange laborationens syfte.

Under rubriken "Material och metoder" anges vilka kemikalier, den specialutrustning samt de metoder som använts vid laborationen.

En förteckning över använda kemikalier ska bifogas som bilaga.

Strukturera avsnittet med hjälp av underrubriker. Beskriv i löpande text hur du utförde laborationen.

Resultat

Det krävdes 9,99 ml av en natriumhydroxidlösning med koncentrationen $9,992 \cdot 10^{-2}$ M för att neutralisera en utspädd vinägerlösning. Det innebär att substansmängden ättiksyra i den utspädda vinägerlösningen var $9,982 \cdot 10^{-4}$ mol. När man tar hänsyn till utspädningen (10,01 ml koncentrerad vinäger späddes till 50,01 ml) innebär det att den ursprungliga volymen (10,01 ml) koncentrerad vinäger innehöll $4,987 \cdot 10^{-3}$ mol ättiksyra, som har massan 0,299 g. Den koncentrerade vinägern antogs ha densiteten 1,00 g/ml, varför koncentrationen i den ursprungliga, koncentrerade vinägern var 2,99 mass-% (enligt etiketten på förpackningen skulle koncentrationen vara 3 mass-%). Se bilaga 2 för beräkningar; dataunderlag har hämtats från "Aylward and Findlay's SI Chemical Data" (Blackman & Gahan 2014).

Diskussion

En bestämning av koncentrationen ättiksyra i en kommersiell vinäger gav att vinägern innehöll 2,99 mass-% ättiksyra. Analysresultatet överensstämmer med uppgiften på vinägerflaskans etikett, enligt vilken koncentrationen hos vinägern ska vara 3 mass-% ättiksyra. Felkällor vid denna laboration kan vara felavläsningar vid pipettering och titrering. Dessa felkällor kan leda till fel i beräkningarna. Att vår bestämning av koncentrationen ättiksyra i vinägern överensstämmer väl med informationen på etiketten betyder antingen att vi lyckats laborera med hög noggrannhet eller att eventuella fel motverkat varandra.

Referenser

- Blackman, A. & Gahan, L. (2014). *Aylward and Findlay's SI Chemical Data*. 7. uppl., Milton: John Wiley & Sons.
- Chang, R & Goldsby, K. (2016). *Chemistry*. 12. uppl., New York: McGraw-Hill.
- Nationalencyklopedin (u. å.). *Vinäger*. Tillgänglig: Nationalencyklopedin. [2016-05-26]
- Zdansky, G. (1997). *Handledning i kemisk laboratorieteknik*, 2. uppl., Lund: Studentlitteratur.

Under rubriken "Resultat" beskriver du resultatet i löpande text. Rådata bör redovisas i tabellform. Ange inga uträkningar här - bifoga dessa som bilaga.

Diskussionen är den viktigaste delen i din rapport. Här knyter du ihop alla trådar.

Jämför ditt resultat med förväntat resultat eller litteraturvärde.

Dra egna slutsatser, jämför med teorin. Ange eventuella felkällor.

Bland referenserna anger du var du hittat relevant information.

Riskbedömning av kemiska ämnen för kurslaboratorier

Kemiskt ämne (ev synonymer)	Aggregationstillstånd, koncentration	Formel
H-fraser	Faroangivelser (uttolkade)	
P-fraser	Skyddsangivelser (uttolkade)	
Hygieniskt gränsvärde (om sådant finns)		Förvaringsplats
Särskild utrustning, särskild skyddsutrustning, avfallshantering, övrigt		

Kemiskt ämne (ev synonymer)	Aggregationstillstånd, koncentration	Formel
H-fraser	Faroangivelser (uttolkade)	
P-fraser	Skyddsangivelser (uttolkade)	
Hygieniskt gränsvärde (om sådant finns)		Förvaringsplats
Särskild utrustning, särskild skyddsutrustning, avfallshantering, övrigt		

Skyddskläder & skyddsglasögon ska alltid användas vid arbete med kemikalier.

Riskbedömning utförd av	Datum
<i>Toni Tamius</i>	
Ansvarigs signatur	Datum



Riskbedömning av kemiska ämnen för kurslaboratorier

Kemiskt ämne (ev synonymer)	Aggregationstillstånd, koncentration	Formel
H-fraser	Faroangivelser (uttolkade)	
P-fraser	Skyddsangivelser (uttolkade)	
Hygieniskt gränsvärde (om sådant finns)		Förvaringsplats
Särskild utrustning, särskild skyddsutrustning, avfallshantering, övrigt		

Kemiskt ämne (ev synonymer)	Aggregationstillstånd, koncentration	Formel
H-fraser	Faroangivelser (uttolkade)	
P-fraser	Skyddsangivelser (uttolkade)	
Hygieniskt gränsvärde (om sådant finns)		Förvaringsplats
Särskild utrustning, särskild skyddsutrustning, avfallshantering, övrigt		

Skyddskläder & skyddsglasögon ska alltid användas vid arbete med kemikalier.

Riskbedömning utförd av	Datum
<i>Toni Tamius</i>	
Ansvarigs signatur	Datum



Beräkningar

Bilaga 2

Bestämning av koncentrationen hos vinägern

Tabell 1. Volym NaOH(aq) som krävdes för neutralisation av HOAc(aq)

Titring nr	Volym NaOH/ml
1	10,01
2	9,98
3	9,97
Medelvärde:	9,99
Maximalt fel:	0,40 %

Maximalt fel = (högsta mätvärdet - lägsta mätvärdet) / medelvärde =

$$= [(10,01 - 9,97) / 9,99] \cdot 100 \% = 0,40 \%$$

Koncentration natriumhydroxidlösning: $c(\text{NaOH}) = 9,992 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$

Volym NaOH enligt tabell 1: $9,99 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3$

Molförhållande HOAc:NaOH enligt formel (1):

1 mol HOAc svarar mot 1 mol NaOH

Substansmängd HOAc i utspädda prover enligt formel (2): $n(\text{HOAc}) =$

$$= c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) = 9,99 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 \cdot 0,0999 \text{ mol/dm}^3 = 9,982 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Utspädning: $10,01 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3$ vinäger späds till $50,01 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3$

Substansmängd HOAc i koncentrerad vinäger enligt formel (3): $n(\text{HOAc, konc}) =$

$$= n(\text{HOAc, utsp}) \cdot V(\text{HOAc, utsp}) / V(\text{HOAc, konc}) =$$

$$= 9,982 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 50,01 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 / 10,01 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 = 4,987 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Molmassa ättiksyra: $M(\text{HOAc}) = 60,05 \text{ g/mol}$

Massa HOAc i koncentrerad vinäger enligt formel (4):

$$m(\text{HOAc}) = M(\text{HOAc}) \cdot n(\text{HOAc, konc}) = 60,05 \text{ g/mol} \cdot 4,987 \cdot 10^{-3} \text{ mol} =$$

$$= 0,2995 \text{ g}$$

Volym koncentrerad vinäger: $V(\text{vinäger}) = 10,01 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 = 10,01 \text{ ml}$

Densitet koncentrerad vinäger: $d(\text{vinäger}) = 1,00 \text{ g/ml}$

Massan hos den koncentrerade vinägern enligt formel (5):

$$m(\text{vinäger}) = d(\text{vinäger}) \cdot V(\text{vinäger}) = 1,00 \text{ g/ml} \cdot 10,01 \text{ ml} = 10,01 \text{ g}$$

Massprocent ättiksyra i vinägern enligt formel (11): $\text{mass-\%}(\text{HOAc}) =$

$$= m(\text{HOAc}) / m(\text{vinäger}) = (0,2995 \text{ g} / 10,01 \text{ g}) \cdot 100 \% = \underline{2,99 \text{ mass-\%}}$$

Redovisa beräkningar i en bilaga. Hänvisa till denna bilaga i texten och kom ihåg att ange resultatet i resultatdelen.

Skriv tydliga tabellrubriker och figurtexter.

Ange ditt resultat med korrekt antal gällande siffror.

Ange ditt resultat med korrekt antal gällande siffror.

Laboration 2	Kortfattad labrapport Syra-bas-titrering	Namn: Kurs: Handledare:	Toni Tamius Nutrilivs Aden Abner	Grupp: Lab.datum:	A1 170420
-----------------------------------	---	--	--	--	------------------

Sammanfattning *(Syfte, metod, resultat och slutsats)*

Syftet med laborationen var att bestämma halten ättiksyra (angiven i mass-%) i kommersiell vinäger genom syra-bas-titrering med en natriumhydroxidlösning. Vinägern innehöll 2,99 mass-% ättiksyra, vilket avrundat blir 3 mass-%, som är densamma som den som anges på förpackningen (3 mass-%).

Inledning *(Bakgrund, teori, balanserade reaktionsformler)*

Vinäger utgörs av en vattenlösning av ättiksyra (etansyra, $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$, HOAc) och olika smakämnen beroende på vilken råvara som används (Nationalencyklopedin u. å.). Ättiksyra är en svag organisk syra och ger vinäger sin typiska stickande lukt och sura smak. Vinäger används främst i matlagning (t.ex. dressing och inläggningar).

Syra-bas-titrering är en analysmetod som kan användas för kvantitativ bestämning av mängden av ett ämne i ett prov med okänd koncentration (Zdansky 1997). Om analyten (ämnet med okänd koncentration) utgörs av en syra använder man som titrator en basisk lösning vars koncentration är noga känd. Ättiksyra kan titreras med en basisk natriumhydroxidlösning (NaOH(aq)) som titrator.

Vid syra-bas-titrering används en byrett försedd med kran. Byretten är försedd med en skala som medger avläsning av volymer på 0,5 ml när. Ekvivalentspunkten kan indikeras med fenolftalein, som ändrar färg från ofärgad (sur lösning) till rosa (neutral lösning) (Chang & Goldsby 2016).

För att få ett tillförlitligt resultat i titreringarna måste de repeteras tre gånger och avvikelsen mellan det minsta och det största värdet bör vara mindre än 0,5 % avseende volymen titrator.

Reaktionsformel för titrering av vinäger med NaOH(aq)



Resultat *(Beskriv resultaten i löpande text, rådata presenteras i tabeller, eventuella uträkningar presenteras i bilagor)*

Det krävdes 9,99 ml av en natriumhydroxidlösning med koncentrationen $9,992 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$ för att neutralisera en utspädd vinägerlösning. Det innebär att substansmängden ättiksyra i den utspädda vinägerlösningen var $9,982 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$. När man tar hänsyn till utspädningen (10,01 ml koncentrerad vinäger späddes till 50,01 ml) innebär det att den ursprungliga volymen (10,01 ml) koncentrerad vinäger innehöll $4,987 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ ättiksyra, som har massan 0,299 g. Den koncentrerade vinägern antogs ha densiteten 1,00 g/ml, varför koncentrationen i den ursprungliga, koncentrerade vinägern var 2,99 mass-%. Se bilaga 1 för beräkningar; dataunderlag har hämtats från "Aylward and Findlay's SI Chemical Data" (Blackman & Gahan 2014).

Ledtexten har här angivits med blå text.

I sammanfattningen beskrivs kortfattat syftet med laborationen, vilka metoder som använts, erhållet resultat samt din slutsats.

I introduktionen beskrivs bakgrunden eller teorin till laborationen.

Första gången en metod eller ett instrument används ska du beskriva hur detta fungerar i introduktionen.

I introduktionen ska formler för kemiska reaktioner beskrivas. Formlerna skall vara balanserade och numrerade.

Under rubriken "Resultat" beskriver du inledningsvis resultaten i löpande text.

Titring av vinäger med NaOH(aq)

Titring nr	Volym NaOH/ml
1	10,01
2	9,98
3	9,97
Medelvärde:	9,99
Maximalt fel:	0,4 %

$c(\text{NaOH}): 9,992 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$

$M(\text{HOAc}): 60,05 \text{ g/mol}$

$n(\text{NaOH}): 9,982 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

$n(\text{HOAc, konc}): 4,987 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

$m(\text{HOAc}): 0,299 \text{ g}$

$m(\text{vinäger}): 10,01 \text{ g}$

$\text{mass-\% (HOAc)}: 2,99 \text{ mass-\%}$

Diskussion

(Jämför och diskutera den experimentella ättiksyrahalten med den som står angiven på förpackningen, koppla till teori och syftet, ange möjliga felkällor.)

En bestämning av koncentrationen ättiksyra i en kommersiell vinäger gav att vinägern innehöll 2,99 mass-% ättiksyra. Analysresultatet överensstämmer med uppgiften på vinägerflaskans etikett, enligt vilken koncentrationen hos vinägern ska vara 3 mass-% ättiksyra. Felkällor vid denna laboration kan vara felavläsningar vid pipettering och titring. Dessa felkällor kan leda till fel i beräkningarna. Att vårt analysresultat överensstämmer väl med informationen på etiketten betyder antingen att vi lyckats laborera med hög noggrannhet eller att eventuella fel motverkat varandra.

Referenser

Blackman, A. & Gahan, L. (2014). *Aylward and Findlay's SI Chemical Data*. 7. uppl., Milton: John Wiley & Sons.

Chang, R & Goldsby, K. (2016). *Chemistry*. 12. uppl., New York: McGraw-Hill.

Nationalencyklopedin (u. å.). *Vinäger*. Tillgänglig: Nationalencyklopedin. [2016-05-26]

Zdansky, G. (1997). *Handledning i kemisk laboratorieteknik*. 2. uppl., Lund: Studentlitteratur.

Risikanalys

(Sammanställning av vilka risker som är förknippade med de kemikalier som används i laborationen, vilka förberedelser som måste göras för att minimera riskerna, strategier vid en eventuell olycka, miljöaspekter)

Se bilaga 2; dataunderlag har hämtats från Klara produktdatabas.

Diskussionen är den viktigaste delen i din rapport. Här knyter du ihop alla trådar.

Jämför ditt resultat med förväntat resultat eller litteraturvärde.

Dra egna slutsatser, jämför med teorin. Ange eventuella felkällor.

Bland referenserna anger du var du hittat relevant information.

Beräkningar

Bilaga 1

Bestämning av koncentrationen hos vinäger

Tabell 1. Volym NaOH(aq) som krävdes för neutralisation av HOAc(aq)

Titring nr	Volym NaOH/ml
1	10,01
2	9,98
3	9,97
Medelvärde:	9,99
Maximalt fel:	0,40 %

$$\text{Maximalt fel} = (\text{högsta mätvärdet} - \text{lägsta mätvärdet}) / \text{medelvärde} = \\ = [(10,01 - 9,97) / 9,99] \cdot 100 \% = 0,40 \%$$

$$\text{Koncentration natriumhydroxidlösning: } c(\text{NaOH}) = 9,992 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{Volym NaOH enligt tabell 1: } 9,99 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3$$

$$\text{Substansmängd NaOH: } n(\text{NaOH}) = V(\text{NaOH}) \cdot c(\text{NaOH}) = \\ = 9,99 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 \cdot 0,0999 \text{ mol/dm}^3 = 9,982 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Molförhållande HOAc:NaOH enligt formel (1):

$$1 \text{ mol HOAc svarar mot } 1 \text{ mol NaOH}$$

$$\text{Substansmängd HOAc i utspädda prover: } n(\text{HOAc}) = n(\text{NaOH}) = 9,982 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\text{Utspädning: } 10,01 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 \text{ vinäger späds till } 50,01 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3$$

$$\text{Substansmängd HOAc i koncentrerad vinäger: } n(\text{HOAc, konc}) = \\ = n(\text{HOAc, utsp}) \cdot V(\text{HOAc, utsp}) / V(\text{HOAc, konc}) = \\ = 9,982 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 50,01 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 / 10,01 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 = 4,987 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{Molmassa ättiksyra: } M(\text{HOAc}) = 60,05 \text{ g/mol}$$

Massa HOAc i koncentrerad vinäger:

$$m(\text{HOAc}) = M(\text{HOAc}) \cdot n(\text{HOAc, konc}) = \\ = 60,05 \text{ g/mol} \cdot 4,987 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 0,2995 \text{ g}$$

$$\text{Volym koncentrerad vinäger: } V(\text{vinäger}) = 10,01 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 = 10,01 \text{ ml}$$

$$\text{Densitet koncentrerad vinäger: } d(\text{vinäger}) = 1,00 \text{ g/ml}$$

Massan hos den koncentrerade vinägern:

$$m(\text{vinäger}) = d(\text{vinäger}) \cdot V(\text{vinäger}) = \\ = 1,00 \text{ g/ml} \cdot 10,01 \text{ ml} = 10,01 \text{ g}$$

$$\text{Massprocent ättiksyra i vinägern: mass-\% (HOAc)} = m(\text{HOAc}) / m(\text{vinäger}) = \\ = (0,2995 \text{ g} / 10,01 \text{ g}) \cdot 100 \% = \underline{2,99 \text{ mass-\%}}$$

Redovisa beräkningar i en bilaga. Hänvisa till denna bilaga i texten och kom ihåg att ange resultatet i resultatdelen.

Skriv tydliga tabellrubriker och figurtexter.

Ange ditt resultat med korrekt antal gällande siffror.

Riskbedömning av kemiska ämnen för kurslaboratorier

Kemiskt ämne (ev synonymer)	Aggregationstillstånd, koncentration	Formel
H-fraser	Faroangivelser (uttolkade)	
P-fraser	Skyddsangivelser (uttolkade)	
Hygieniskt gränsvärde (om sådant finns)		Förvaringsplats
Särskild utrustning, särskild skyddsutrustning, avfallshantering, övrigt		

Kemiskt ämne (ev synonymer)	Aggregationstillstånd, koncentration	Formel
H-fraser	Faroangivelser (uttolkade)	
P-fraser	Skyddsangivelser (uttolkade)	
Hygieniskt gränsvärde (om sådant finns)		Förvaringsplats
Särskild utrustning, särskild skyddsutrustning, avfallshantering, övrigt		

Skyddskläder & skyddsglasögon ska alltid användas vid arbete med kemikalier.

Riskbedömning utförd av	Datum
<i>Toni Tamius</i>	
Ansvarigs signatur	Datum



Riskbedömning av kemiska ämnen för kurslaboratorier

Kemiskt ämne (ev synonymer)	Aggregationstillstånd, koncentration	Formel
H-fraser	Faroangivelser (uttolkade)	
P-fraser	Skyddsangivelser (uttolkade)	
Hygieniskt gränsvärde (om sådant finns)		Förvaringsplats
Särskild utrustning, särskild skyddsutrustning, avfallshantering, övrigt		

Kemiskt ämne (ev synonymer)	Aggregationstillstånd, koncentration	Formel
H-fraser	Faroangivelser (uttolkade)	
P-fraser	Skyddsangivelser (uttolkade)	
Hygieniskt gränsvärde (om sådant finns)		Förvaringsplats
Särskild utrustning, särskild skyddsutrustning, avfallshantering, övrigt		

Skyddskläder & skyddsglasögon ska alltid användas vid arbete med kemikalier.

Riskbedömning utförd av	Datum
<i>Toni Tamius</i>	
Ansvarigs signatur	Datum



Laboration 2	Resultatrapport Syra-bas-titrering	Namn: Kurs: Handledare:	Toni Tamius Nutrilivs Aden Abner	Grupp: Lab.datum:	A1 170420
------------------------	--	-------------------------------	--	----------------------	--------------

Vilken är reaktionsformel för titrering av vinäger med NaOH(aq)?



Tabell. Titrering av vinäger med NaOH(aq)

Titration nr	Volym NaOH/ml
1	10,01
2	9,98
3	9,97
Medelvärde:	9,99
Maximalt fel:	0,40 %

$$c(\text{NaOH}): 9,992 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$$

$$M(\text{HOAc}): 60,05 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{NaOH}): 9,982 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n(\text{HOAc, konc}): 4,987 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$m(\text{HOAc}): 0,299 \text{ g}$$

$$m(\text{vinäger}): 10,01 \text{ g}$$

$$\text{mass-\% (HOAc): } 2,99 \text{ mass-\%}$$

Är det erhållna resultatet rimligt?

Det erhållna resultatet var att koncentrationen ättiksyra i en kommersiell vinäger är 2,99 mass-%, vilket avrundat blir 3 mass-%. Detta värde är detsamma som anges på förpackningen. Felkällor vid denna laboration kan vara felavläsningar vid pipettering och titrering. Att vår bestämning av koncentrationen ättiksyra i vinägern väl överensstämmer med informationen på etiketten betyder antingen att vi lyckats laborera med hög noggrannhet eller att eventuella fel motverkat varandra.

Riskanalys bifogas som bilaga 1.

Beräkningar bifogas som bilaga 2.

Ledtexten har här angivits med blå text.

Besvara alla frågor.

Besvara alla frågor.

Bifoga de bilagor som efterfrågas.

Riskbedömning av kemiska ämnen för kurslaboratorier

Kemiskt ämne (ev synonymer)	Aggregationstillstånd, koncentration	Formel
H-fraser	Faroangivelser (uttolkade)	
P-fraser	Skyddsangivelser (uttolkade)	
Hygieniskt gränsvärde (om sådant finns)		Förvaringsplats
Särskild utrustning, särskild skyddsutrustning, avfallshantering, övrigt		

Kemiskt ämne (ev synonymer)	Aggregationstillstånd, koncentration	Formel
H-fraser	Faroangivelser (uttolkade)	
P-fraser	Skyddsangivelser (uttolkade)	
Hygieniskt gränsvärde (om sådant finns)		Förvaringsplats
Särskild utrustning, särskild skyddsutrustning, avfallshantering, övrigt		

Skyddskläder & skyddsglasögon ska alltid användas vid arbete med kemikalier.

Riskbedömning utförd av	Datum
<i>Toni Tamius</i>	
Ansvarigs signatur	Datum



Riskbedömning av kemiska ämnen för kurslaboratorier

Kemiskt ämne (ev synonymer)	Aggregationstillstånd, koncentration	Formel
H-fraser	Faroangivelser (uttolkade)	
P-fraser	Skyddsangivelser (uttolkade)	
Hygieniskt gränsvärde (om sådant finns)		Förvaringsplats
Särskild utrustning, särskild skyddsutrustning, avfallshantering, övrigt		

Kemiskt ämne (ev synonymer)	Aggregationstillstånd, koncentration	Formel
H-fraser	Faroangivelser (uttolkade)	
P-fraser	Skyddsangivelser (uttolkade)	
Hygieniskt gränsvärde (om sådant finns)		Förvaringsplats
Särskild utrustning, särskild skyddsutrustning, avfallshantering, övrigt		

Skyddskläder & skyddsglasögon ska alltid användas vid arbete med kemikalier.

Riskbedömning utförd av	Datum
<i>Toni Tamius</i>	
Ansvarigs signatur	Datum



Beräkningar

Bilaga 2

Bestämning av koncentrationen hos vinäger

Tabell 1. Volym NaOH(aq) som krävdes för neutralisation av HOAc(aq).

Titration nr	Volym NaOH/ml
1	10,01
2	9,98
3	9,97
Medelvärde:	9,99
Maximalt fel:	0,40 %

$$\text{Maximalt fel} = (\text{högsta mätvärdet} - \text{lägsta mätvärdet}) / \text{medelvärde} = \\ = [(10,01 - 9,97) / 9,99] \cdot 100 \% = 0,40 \%$$

$$\text{Koncentration natriumhydroxidlösning: } c(\text{NaOH}) = 9,992 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{Volym NaOH enligt tabell 1: } 9,99 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3$$

$$\text{Substansmängd NaOH: } n(\text{NaOH}) = V(\text{NaOH}) \cdot c(\text{NaOH}) = \\ = 9,99 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 \cdot 0,0999 \text{ mol/dm}^3 = 9,982 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Molförhållande HOAc:NaOH enligt formel (1):

1 mol HOAc svarar mot 1 mol NaOH

$$\text{Substansmängd HOAc i utspädda prover: } n(\text{HOAc}) = n(\text{NaOH}) = 9,982 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\text{Utspädning: } 10,01 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 \text{ vinäger späds till } 50,01 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3$$

$$\text{Substansmängd HOAc i koncentrerad vinäger: } n(\text{HOAc, konc}) = \\ = n(\text{HOAc, utsp}) \cdot V(\text{HOAc, utsp}) / V(\text{HOAc, konc}) = \\ = 9,982 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 50,01 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 / 10,01 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 = 4,987 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{Molmassa ättiksyra: } M(\text{HOAc}) = 60,05 \text{ g/mol}$$

Massa HOAc i koncentrerad vinäger:

$$m(\text{HOAc}) = M(\text{HOAc}) \cdot n(\text{HOAc, konc}) = \\ = 60,05 \text{ g/mol} \cdot 4,987 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 0,2995 \text{ g}$$

$$\text{Volym koncentrerad vinäger: } V(\text{vinäger}) = 10,01 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 = 10,01 \text{ ml}$$

$$\text{Densitet koncentrerad vinäger: } d(\text{vinäger}) = 1,00 \text{ g/ml}$$

Massan hos den koncentrerade vinägern:

$$m(\text{vinäger}) = d(\text{vinäger}) \cdot V(\text{vinäger}) = \\ = 1,00 \text{ g/ml} \cdot 10,01 \text{ ml} = 10,01 \text{ g}$$

$$\text{Massprocent ättiksyra i vinägern: } \text{mass-\%}(\text{HOAc}) = m(\text{HOAc}) / m(\text{vinäger}) = \\ = (0,2995 \text{ g} / 10,01 \text{ g}) \cdot 100 \% = \underline{2,99 \text{ mass-\%}}$$

Redovisa beräkningar i en bilaga. Hänvisa till denna bilaga i texten och kom ihåg att ange resultatet i resultatdelen.

Skriv tydliga tabellrubriker och figurtexter.

Ange ditt resultat med korrekt antal gällande siffror.