Formativt bedömningsstöd

Fysik

LÄRARHANDLEDNING

Skolverket

LÄRARHANDLEDNING TILL LABORATIONEN
”STRÖM, SPÄNNING OCH ELSÄKERHET”

Fysik

Formativt bedömningsstöd

Innehåll

Elsäkerhet? ... 4
Centralt innehåll ... 5
Översikt och tidsåtgång ... 5
Material ... 6
Riskbedömning ... 6
Teoretisk bakgrund ... 7
Övergripande om formativ återkoppling ... 7

LEKTION 1

LABORATION 1
Att hitta samband ... 8
Förkunskaper ... 9
Material ... 10
Genomförande ... 10
Formativ återkoppling ... 11

LEKTION 2

LABORATION 1
Att hitta samband ... 13
Material ... 13
Genomförande ... 14
Formativ återkoppling ... 15

LEKTION 3 OCH 4

LABORATION 2
Att testa samband ... 18
Material ... 18
Genomförande ... 19
Formativ återkoppling ... 20

BILAGA 1
Förslag på fler elevuppgifter ... 24

Elsäkerhet?

Inledning

Det är viktigt att hantera elektriska kretsar på ett säkert sätt – så att man inte skadar sig själv, andra eller apparaterna. För att kunna veta vad som är säkert behöver man förstå sambandet mellan de tre viktiga storheterna: spänning, ström(styrka) och resistans. Sambandet har även praktiska konsekvenser för de allra flesta elektriska apparater i elevens vardag.

Huvudsyftet med de två laborationerna[1] Experiment 1 och Experiment 2 som ingår i detta stödmaterial i fysik är att ge elever möjlighet att undersöka sambandet mellan ström och spänning för olika resistiva komponenter: resistor (motstånd) och glödlampa. Dels ska eleverna upptäcka ett samband, dels ska de testa sambandets begränsningar. Om eleverna ska hinna med båda laborationerna på avsatt tid är det viktigt att detta inte är första gången som de arbetar med elektriska kretsar.

I Experiment 1 är syftet att eleverna ska upptäcka och formulera Ohms lag för en resistor med stöd av deluppgifter som fokuserar olika aspekter av förmågan att genomföra systematiska undersökningar.

Syftet med Experiment 2 är att undersöka om Ohms lag stämmer för en annan resistor och för en glödlampa. I denna andra laboration får eleverna formulera kvantitativa förutsägelser utifrån Ohms lag samt jämföra dessa med sina mätresultat.

Laborationerna är tänkta som en helhet där eleverna ges tillfälle att utforska ett fenomen, formulera samband kring fenomenet, använda det formulerade sambandet för att formulera förutsägelser och pröva sambandet genom att jämföra sina förutsägelser med sina mätresultat. Det går förstås att arbeta med en av laborationerna, exempelvis Experiment 1 i årskurs 7 och Experiment 2 i årskurs 9. Om man bara genomför laborationen Experiment 2 är det viktigt att eleverna fått kunskaper om Ohms lag på ett annat sätt innan, exempelvis genom mer styrda laborationer som återfinns i flera läromedel. I Bilaga 1 finns förslag på teoretiska uppgifter som kan göras som uppföljning på laborationerna.

Stödmaterialet består av

- lärarhandledning
- elevhäfte
- bildspel

1. Grundidén för dessa laborationer kommer från Physics Union Mathematics (PUM): https://www.physport.org/methods/method.cfm?G=Physics_Union_Mathematics

Centralt innehåll

Stödmaterialet anknyter till flera delar av det centrala innehållet i fysik:

- Sambandet (...) mellan ström och spänning i elektriska kretsar. Hur kretsarna kan användas i elektrisk utrustning.
- Några instrument för att mäta fysikaliska storheter, till exempel (...) ström.
- Användning av mätvärden i enkla beräkningar (...).
- Observationer och experiment med såväl analoga som digitala verktyg. (...) planering, utförande, värdering av resultat samt dokumentation med bilder, tabeller, diagram och rapporter.

Översikt och tidsåtgång

Stödmaterialet består av olika delar som visas nedan med ungefärliga tidsangivelser. Med en lektionslängd på 40–60 minuter tar hela materialet 4 lektioner. Delarna kan även användas var för sig eller i kombinationer som tar kortare tid i anspråk. I förslaget nedan ger brytningen för Experiment 1 mellan lektion 1 och 2 möjlighet att ta in elevmaterial för formativ återkoppling inför nästa lektion/del. För Experiment 2 kan man förslagsvis bryta mellan delarna där eleverna testar en annan resistor än i Experiment 1 och glödlampan.

Laboration 1 deluppgift 1–9

LEKTION 1

Läsa
Inledningen och vilka av dessa ord är du bekant med

10 minuter

Planera och genomföra
Spännings- och strömmätningar

- deluppgifter 1–4
- bilder 2–7 i bildspelet

30 minuter

Dokumentera
Tabell

- deluppgift 5
- bild 8 i bildspelet

10 minuter

LEKTION 2

Dokumentera
Variabler och graf

- deluppgift 6
- bild 9 i bildspelet

20 minuter

Tolka
Ohms lag och orsakssamband

- deluppgifter 7–8
- bild 10 i bildspelet

15 minuter

Utvärdera

- deluppgift 9

10 minuter

Laboration 2

LEKTION 3

Återkoppla
Återkoppla till Experiment 1 och repetera Ohms lag.

10 minuter

Genomföra uppgiften för annan resistor
- deluppgifter 1–3
- bilder 2–10 i bildspelet

45 minuter

LEKTION 4

Genomföra uppgiften för glödlampan
- deluppgifter 4–7
- bilder 2–10 i bildspelet

35 minuter

Tolka och utvärdera hela laborationen
- deluppgifter 9–10
- bild 11 i bildspelet

15 minuter

Läsa och samtal
Elsäkerhet i hemmet
- deluppgift 11

10 minuter

Båda laborationerna är ganska öppna och kräver mer tid vid genomförandet än vanliga ”kokbokslaborationer”. Man kan introducera Ohms lag med en mer styrd laboration än ”Laboration 1” (flera läromedel har exempelinstruktioner) och sedan endast genomföra den andra laborationen (”Laboration 2”) i sin helhet.

Material

- Olika batterier, exempelvis 6 AA-batterier med 2 enkla batterihållare och 2 dubbla batterihållare eller liknande
- Några sladdar, några krokodilklämmor
- 2 multimetrar som mäter ström, spänning och resistans
- Glödlampa, exempelvis 24 V eller 6 V
- Några resistorer
- Rutat papper; man kan gärna använda millimeterpapper men detta är inte nödvändigt

Till Experiment 1 behövs endast en resistor. Till Experiment 2 behövs en glödlampa och en resistor med en annan resistans än den som används i Experiment 1.

Riskbedömning

De spänningar och strömstyrkor som är aktuella för några AA-batterier kopplade i kretsar är inte farliga så länge kretsarna inte kortsluts. Kortslutning kan leda till hög värmeutveckling i batterierna och till att säkringen i multimetern kan brännas. Eleverna ska informeras om riskerna och läraren ska kontrollera kopplingarna innan de sluts. Denna riskbedömning gäller för alla laborationer i detta stödmaterial.

Teoretisk bakgrund

Ohms lag, $U = R * I$, stämmer bra för vissa elektriska komponenter, så kallade resistorer (motstånd) eftersom deras temperatur inte ökar mycket vid vanliga spänningsvärden. Däremot ökar exempelvis glödlampors temperatur mycket när ström av elektroner flyter genom dess glödtråd. Denna temperaturökning gör att glödtrådens atomer svänger mer kraftigt och ”står i vägen” för elektronerna som flyter genom tråden. Kort och gott säger man att trådens resistans ökar när trådens temperatur ökar. Vid högre temperaturer får man då mindre ström, och för att få lika stor ström som vid lägre temperaturer skulle man behöva tillämpa högre spänning.

I fallet med glödlampor är egentligen temperaturökningen önskvärd. För att få tråden att glöda behöver vi värma upp den ordentligt. Men ofta är temperaturökningen inte så bra eftersom den leder till energiförluster.

Övergripande om formativ återkoppling

Återkoppling föreslås att ges på grupp- och klassnivå, och inte på individnivå.

Större arbetsgrupper rekommenderas, med 3–4 elever per grupp. På så vis blir det färre grupper per klass, vilket möjliggör för läraren att iaktta alla grupperna och hela klassen. Samtidigt öppnar ett större antal elever per grupp för rikare diskussioner kring fysikuppgifterna. Återkoppling kan ges både under arbetets gång och utifrån insamlade elevsvar.

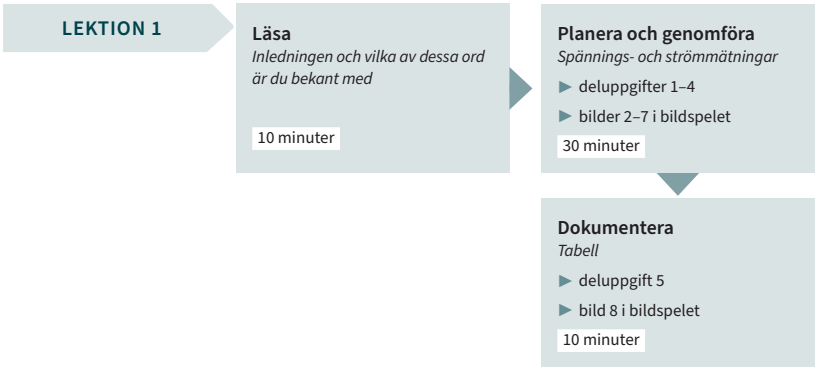
Elevgrupperna får gärna, under sina diskussioner, skriva på whiteboards eller på större pappersark, A3 eller större. På så sätt blir det lättare för läraren att fånga upp vad eleverna gör och för elevgrupperna att visa sina resultat för varandra. Dessa whiteboards kan bli särskilt användbara vid lärarstopp (avstämningar i helklass).

Gör gärna ett kort lärarstopp inför och efter varje deluppgift. Grupperna kan dela sina resultat med varandra och föra en diskussion om dessa. Syftet är att ge eleverna möjligheten att vara förberedda inför den nästkommande deluppgiften även om de inte lyckats så bra med den föregående som man nu diskuterar tillsammans.

För de olika aspekterna är en grundläggande nivå definierad för att möjliggöra arbetet med progression i förmågan att genomföra systematiska undersökningar. Elevgrupperna kan prestera under, på eller över den grundläggande nivån. Eleverna kan alltså vara på väg mot den grundläggande nivån eller så är de på väg mot en mer avancerad nivå. Dessa nivåer beskrivs mer detaljerat i samband med formativ återkoppling till respektive lektion.

Meningen med nivåerna är formativ: dessa nivåer ska inte i första hand användas till att skapa betygsunderlag i kursen, utan för att ge eleverna adekvat återkoppling kring arbetet med systematiska undersökningar inom fysikämnet. Dessa fysiklaborationer ger inte förslag på bedömning av kunskaper på området elektriska kretsar utan uteslutande på bedömning av de färdigheter och kunskaper som omfattas av förmågan att genomföra systematiska undersökningar.

Laboration 1



Huvudsyftet med laborationen Experiment 1 är att låta eleverna upptäcka och formulera Ohms lag för en resistor. Deluppgifterna fokuserar olika aspekter av förmågan att genomföra systematiska undersökningar:

- Inledningstext om ström, spänning och elsäkerhet samt deluppgifter 1–4 fokuserar aspekterna planera och genomföra,
- deluppgifter 5–6 fokuserar aspekten att dokumentera,
- deluppgifter 7–9 fokuserar aspekten att tolka.

Syftet med deluppgifter 1–4 är att eleverna ska befästa grundläggande kunskaper om hur man kopplar ihop elektriska kretsar, ritar kopplingsscheman och hur man kan använda multimetrar för att ta reda på spänning över och ström genom en resistor, som förberedelse inför efterföljande laborativa moment. Syftet med deluppgift 5 är att öva på att dokumentera resultat i en tabell.

Om man genomför laboration 1 på två lektioner om ungefär 50–60 minuter var kan man gärna avbryta den första lektionen när eleverna gjort klart sina tabeller i deluppgift 5. Den efterföljande lektionen börjar då med att använda mätvärdena och göra en graf (deluppgift 6). Därefter arbetar eleverna med att hitta orsakssamband och variabler (deluppgifter 7–8).

Förkunskaper

Eleverna bör tidigare ha kommit i kontakt med grundläggande ellära, eftersom det annars är mycket information att ta in på kort tid. Är området helt nytt för eleverna kan man behöva avsevärt mycket mer tid för detta moment. Nedan listas viktiga begrepp och praktiska färdigheter som eleverna borde ha fått undervisning om innan de börjar arbeta med laborationerna.

- Spänning och batteri som spänningskälla; spänningens koppling till energi.
- Villkor för att ström ska flyta: sluten krets och spänningskälla.
- Serie- och parallellkopplingar.
- Hur volt- och amperemetern kopplas för att mäta spänning respektive ström.
- Att eleverna någon gång har övat på enkla kopplingar innan (med exempelvis glödlampor och batterier).
- Symboler för enheter: V, A, Ω.
- Grafiska symboler i kopplingsscheman: glödlampa, motstånd, amperemeter, voltmeter, batteri.

Förkunskaperna ovan kan tränas upp både laborativt, digitalt (som exempelvis ”Circuit Construction Kit” bland PhET-simuleringar) och via elevdiskussioner med exempelvis Skolverkets concept cartoons till området elektricitet (till exempel ”Tar strömmen slut?”). Alternativt kan man tänka sig att eleverna lär sig begreppen och färdigheterna från listan ovan när de genomför dessa laborationer, men då behöver undervisningstiden förlängas avsevärt.

Förutom förkunskaperna ovan ska eleverna ha fått viss undervisning om och tillfälle att öva på följande delar i förmågan att genomföra systematiska undersökningar (i parentes anges förmågans relevanta aspekter):

- Att göra enkla skisser och korta beskrivningar (med ord) av förlopp i enkla fysikaliska försök (aspekten att observera och beskriva).
- Att planera enstaka steg i en undersökning – men det händer fortfarande att de glömmer bort något viktigt steg (aspekten att planera en systematisk undersökning).
- Variabelförsök: att man i systematiska undersökningar ändrar en parameter/variabel åt gången (aspekten att planera en systematisk undersökning).
- Att göra enkla tabeller och i ett koordinatsystem rita grafer för ett samband mellan två variabler (aspekten att dokumentera).
- Att fånga upp enkla samband och mönster utifrån den insamlade data, såsom exempelvis att en graf visar proportionalitet, att en storhet är konstant (aspekten att tolka resultat och dra slutsatser).
- Att kontrollera sina beräkningar och anteckningar samt fundera på möjliga felkällor (aspekten att utvärdera en undersökning).

Material

- Olika batterier, exempelvis 6 AA-batterier med 2 enkla batterihållare och 2 dubbla batterihållare
- Några sladdar, några krokodilklämmor
- 2 multimetrar som mäter ström, spänning och resistans
- En resistor
- Rutat papper; man kan gärna använda millimeterpapper men detta är inte nödvändigt
- Bildspel (bild 1–10)
- Elevhäfte

Genomförande

Inledningstext om ström, spänning och elsäkerhet: Inledningstexten i elevhäftet är skriven för att motivera laborationen med att upptäcka ett samband och väcka elevernas intresse för undersökningar av samband mellan strömstyrka, spänning och resistans i elektriska kretsar. Läs gärna igenom texten högt med eleverna.

Planera och genomföra (Deluppgifter 1–4): Om eleverna inte är vana att rita kopplingsscheman kan de gärna rita separata kopplingsscheman för olika antal batterier (deluppgift 3b). Efter deluppgift 1 kan det vid behov vara bra att påpeka för hela klassen det allra viktigaste: att en krets behöver slutas för att ström ska kunna flyta genom den, att spänning är kopplad till energi, och att ett batteri är en spänningskälla som ger den energi som är nödvändig för att ström ska kunna flyta. Man kan även behöva ta upp kopplingsscheman och de symboler som används där (se bild 3 i bildspelet), samt begreppet resistor (motstånd) och vad värdet som står angivet på ett batteri betyder. Inför deluppgift 2 kan det vara bra att förklara de olika inställningarna på multimetrarna.

Det kan vara en bra idé att sammanfatta hela detta moment. Exempelvis kan man fråga om hur elevernas kopplingsscheman såg ut, om man kunde koppla in både ampere- och voltmetern samtidigt och om det var någon skillnad i hur man kopplar in volt- och amperemetern. Använd gärna några kopplingsscheman i bildspelet (bilderna 3–7).

Dokumentera (Deluppgift 5): Här får eleverna arbeta praktiskt med att strukturera upp sina mätvärden i en tabell. Om denna deluppgift får avsluta lektionen kan elevhäften samlas in och ge underlag för formativ återkoppling i början av nästa lektion. Råd kring formativ återkoppling till deluppgift 5 ges under lektion 2, i samband med deluppgift 6, som också handlar om dokumentation.

Formativ återkoppling

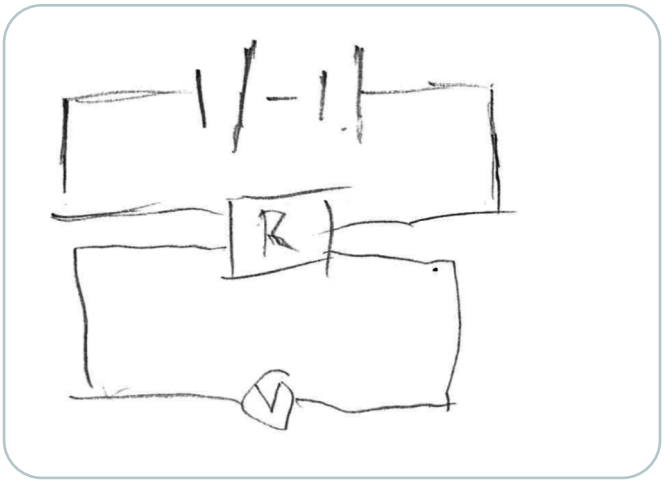
Planera och genomföra en undersökning

Planera en undersökning (uppgifter 1–2a, 3abc och 4ab)	
Grundläggande nivå	**Mer utvecklad nivå**
Eleven beskriver de viktigaste stegen i sin undersökning med ord och skisser. Eleven skissar enkla slutna kretsar, till exempel är sladdarna inte ritade med linjal men det finns inga gap mellan komponenterna. Eleven ritar in minst ett mätinstrument: voltmetern så att spänningen kan avläsas eller amperemetern så att strömmen kan avläsas.	Elevens beskrivning innehåller alla stegen och viktiga detaljer, exempelvis planerar eleven för seriekoppling av batterier med syftet att uppnå flera olika värden på spänning över komponenten. Eleven ritar noggranna och korrekta kopplingsscheman med korrekt inritade mätinstrument och motiverar mätarnas placering samt beskriver tydligt hur batterierna ska kopplas för att spänningen ska öka (seriekoppling).
Genomföra en undersökning (uppgifter 2b, 3def och 4c)	
Grundläggande nivå	**Mer utvecklad nivå**
Eleven kopplar ihop en krets med rätt komponenter och mätinstrument. Eleven läser av spänningen på ett batteri, med hjälp av voltmetern. Eleven kopplar ihop kretsarna med hänsyn tagen till säkerheten för materialen (böjer inte sladdar för kraftigt, kortsluter inte). Eleven kan avläsa mätinstrumenten. Eleven kan göra avläsningsfel, till exempel skriver inte eleven med enheter vid avläsningen eller uppmärksammar prefixen framför (till exempel milliampere).	Eleven gör dessutom korrekta förutsägelser om värden på spänning utifrån markeringarna på batterierna, både för ett och flera batterier i serien. Eleven kopplar ihop kretsarna och utgår från sina ritade kopplingsscheman. Kopplingarna är korrekt gjorda och eleven har god kontroll på sin undersökning, till exempel visar att kopplingarna är gjorda enligt kopplingsschemat. Eleven kan avläsa mätinstrumenten med korrekta enheter.

Förslag på guidande frågor och tips till eleverna när de arbetar med uppgifter 1–4:

- Hur vet ni att det finns ström i kretsen?
- Rita kopplingsschemat utifrån din koppling (om det är svårt att först rita och sedan koppla, speciellt i uppgift 1).
- Visar ert kopplingsschema en sluten krets?
- Placerades mätinstrumentet på rätt ställe i kretsen? Hur vet ni det?
- Varför kopplar ni in voltmetern/amperemetern just på det stället i din krets/koppling?
- Vad ser ni för värden på era instrument? Var noga med att anteckna de olika värdena och enheterna (exempelvis A eller mA).
- Vad är det för enhet för spänning/ström?
- Stämmer era resultat som ni har skrivit in med det ni har observerat?

Elevens svar

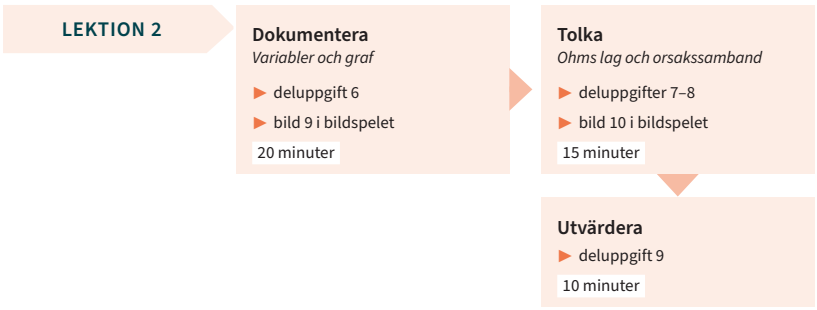


Lärarens fråga

Visar ert kopplingsschema en sluten krets?

Autentiskt elevsvar där voltmetern ritats in på ett huvudsakligen korrekt sätt även om elevernas kopplingsschema avviker till utseendet från det som normalt ritas i böcker. Vidare ser man att batterierna kopplas i serie med varandra, vilket också är korrekt. Däremot behöver eleverna arbeta med sin noggrannhet vid ritandet av kopplingsscheman – se frågan under elevsvaret.

Laboration 1



Syftet med det inledande momentet ”Dokumentera” (deluppgifter 5–7) är att ge eleverna möjlighet att utveckla sin förmåga att dokumentera systematiska undersökningar. Här får eleverna arbeta praktiskt med att strukturera upp sina mätvärden med hjälp av tabeller och grafer. Denna praktiska verksamhet vävs samman med teoretiska resonemang kring oberoende och beroende variabler samt orsakssamband; dessa teoretiska resonemang kopplas hela tiden till elevernas egna experimentella resultat. Momentet ska bereda väg för deluppgifterna 7–8 där eleverna ska identifiera samband mellan variablerna.

Syftet med deluppgifter 7–8 är att eleverna med utgångspunkt i egna mätvärden representerade på olika sätt (tabell och graf) ska identifiera ett samband mellan ström och spänning. Sambandet ska de beskriva med ord och med en matematisk funktionsformel.

Syftet med deluppgift 9 är att eleverna ska få tillfälle att kritiskt granska och utvärdera sin undersökning. Felkällor och möjliga (och redan tillämpade) förbättringar är i fokus här.

Material

- Olika batterier, exempelvis 6 AA-batterier med 2 enkla batterihållare och 2 dubbla batterihållare
- Några sladdar, några krokodilklämmor
- 2 multimetrar som mäter ström, spänning och resistans
- En resistor
- Rutat papper; man kan gärna använda millimeterpapper men detta är inte nödvändigt
- Bildspel (bild 8–10)
- Elevhäfte

Genomförande

Dokumentera (Deluppgifter 5–6): I bild 8 i bildspelet finns exempel på en tydlig tabellmall och förslag på formativ återkoppling ges nedan. Frågorna i deluppgift 5 (”Kan man ha spänning utan ström? Ström utan spänning?”) kan tyckas triviala, men det är viktigt att eleverna ska få tid att svara på dem ordentligt, genom egna mätningar. Denna deluppgift är väl värd ett kort lärarstopp där orsakssambandet mellan spänning och ström synliggörs.

Tipsen som ges i deluppgift 6 ger vägledning för att förstå begreppen oberoende och beroende variabler. Om det behövs mer hjälp kan man berätta om ett annat orsakssamband med en oberoende och en beroende variabel. Exempelvis kan man berätta om olika stora krafter med vilka man drar i samma pulka och som orsakar pulkans olika acceleration (kraft är oberoende variabeln, acceleration är beroende variabeln).

I deluppgift 6 kan eleverna behöva få stöd kring konstruktion av tydliga grafer, se bild 9 i bildspelet och förslag på formativa frågor nedan.

Tolka (Deluppgifter 7–8): Det kan vara bra att i samband med uppgiften 9 visa för eleverna några förslag på möjliga grafer som ser ut som deras grafer och sådana som skiljer sig i något avseende, som till exempel: en rät linje som inte är en proportionalitet, en horisontell linje, en vertikal linje, en andragradsfunktion, en exponentialfunktion (se bild 10 i bildspelet).

Man kan gärna sammanfatta momentet med att berätta för eleverna att de nu återupptäckt Ohms lag och att proportionalitetskonstanten R i Ohms lag skriven som $U=RI$ kallas för resistans. Egentligen hade det varit fördelaktigt att skriva Ohms lag som $I=1/R\ U$. Matematiskt är dessa två formler fullständigt likvärdiga, men den andra har fördelen att den betonar orsakssambandet: spänningen som orsak placeras till höger om likhetstecknet.

Resistansen kan mätas direkt med hjälp av en multimeter – låt gärna eleverna göra det! Sedan kan de jämföra den uppmätta resistansen med riktningskoefficienten för sin I-U-graf. Man får komma ihåg att resistorn (eller en annan komponent) ska vara helt bortkopplad vid resistansmätning; ström ska inte flyta genom den under mätningen av resistans.

Utvärdera (Deluppgift 9): Denna uppgift skulle man kunna genomföra som en helklassdiskussion. Vid behov kan man ta upp några exempel på felkällor och förbättringar från andra sammanhang som eleverna tidigare arbetat med (exempelvis inom mekanik). Under de guidande frågorna och tipsen nedan återfinns några möjliga felkällor, allmänna och uppgiftsspecifika.

Formativ återkoppling

Dokumentera samt tolka resultat och dra slutsatser

Aspekten att dokumentera tillämpas och tränas genomgående i hela laborationen men betonas särskilt i deluppgifterna 5 (tabell) och 6 (graf). Aspekten att tolka resultat och dra slutsatser är viktig för deluppgifterna 7–8.

Dokumentera (uppgifter 5 och 6)	
Grundläggande nivå	**Mer utvecklad nivå**
Eleven ritar en tabell där resultaten kan föras in och det är tydligt vad värdena står för. Eleven ritar en graf med ström och spänning på varsin axel. De flesta mätpunkter är tydligt markerade. Någon beteckning på axlarna kan saknas (exempelvis enheter) men det framgår tydligt vilka storheter motsvarar vilka axlar. Den valda skalan är korrekt och möjliggör en avläsning men stora delar av utrymmet på papperet lämnas blanka/oanvända.	Eleven ritar en korrekt tabell med rad- och kolumnrubriker som innehåller enheter. Tabellen fungerar även för upprepade mätvärden. Eleven ritar en tydlig graf för ström som funtkion av spänning. Alla mätpunkter är tydligt markerade. Axlarna är tydligt och korrekt beskrivna, med både storheter och enheter. Den valda skalan är anpassad till mätvärdena och utrymmet på papperet.
Tolka resultat och dra slutsatser (uppgifter 5b och 6a)	
Grundläggande nivå	**Mer utvecklad nivå**
Eleven drar slutsatsen att det krävs spänning för att det ska finnas ström i kretsen och visar det med mätinstrumenten.	Eleven identifierar ström som den beroende och spänning som den oberoende variabeln.

Förslag på guidande frågor och tips till eleverna:

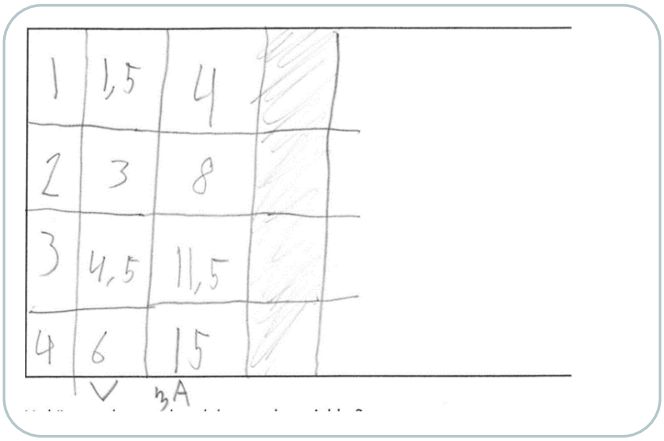
- Hur ser en tabell ut? Vad (mer) ska man ha med i en tabell/graf? Har ni med enheter?
- Hur ser en graf ut?
- Vad heter storheterna och enheterna och hur förkortar ni dem?
- Är er tabell/graf tydlig så att alla förstår den? Till exempel är skalan relevant i grafen?
- Hur ska ni välja skala för er graf?
- Vilken variabel ska man ha på *x*- och *y*-axeln?
- Vad är det som ni ändrar? (oberoende variabel)
- Vad är det som påverkas av ändringen? (beroende variabel)

Förslag på guidande frågor och tips till eleverna (tolka resultat och dra slutsatser):

- Hur vet ni att spänningen finns? Vad grundar ni det på?
- Vad visar mätinstrumenten?

Elevens svar

Lärarens fråga



Autentiskt elevsvar till uppgift 5. Exempel på guidande frågor ges under elevsvaret.

Vad (mer) ska man ha med i en tabell?

Bra att ni har med enheter i er tabell. Men vad heter storheterna?

Är er tabell tydlig så att alla förstår den?

Är alla kolumner tydligt utmarkerade med storhet?

Tolka resultat och dra slutsatser

Tolka resultat och dra slutsatser	
Grundläggande nivå	**Mer utvecklad nivå**
Eleven använder sig av sin graf (och eventuellt även sin tabell) för att med ord uttrycka att grafen blir en rät linje och/eller att en ökning i spänning leder till en ökning i ström.	Eleven använder sig av sin graf (och eventuellt även sin tabell) för att med ord uttrycka att strömmen är proportionell mot spänningen. Eleven uttrycker dessutom proportionaliteten som en funktionsformel.

Förslag på guidande frågor och tips till eleverna:

- Kan du berätta hur strömmen påverkas av spänningen, utifrån grafen eller tabellen?
- Stämmer det matematiska sambandet som ni formulerat med de beräkningar/den graf ni gjorde? Hur ser ni det?
- Hur brukar man skriva upp formler som beskriver räta linjer? ($y = kx + m$) Vad är k- och m-värdena för era grafer?

Utvärdera och förbättra en undersökning

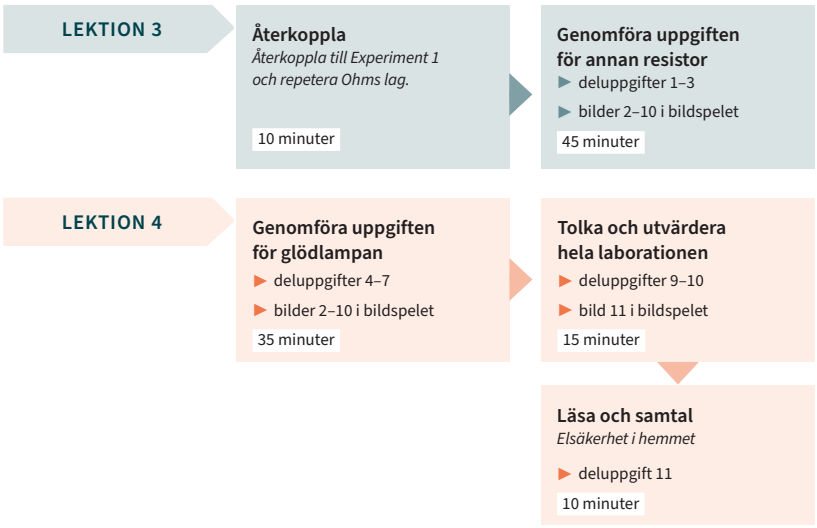
Aspekten att utvärdera och förbättra en undersökning betonas i deluppgift 9, men den återfinns även i deluppgift 3.

Utvärdera och förbättra en undersökning (uppgift 9)	
Grundläggande nivå	**Mer utvecklad nivå**
Eleven identifierar någon felkälla. Eleven resonerar kring resultatens rimlighet. Eleven konstaterar att man ska vara noggrann vid avläsningar. Eleven ger förslag på någon enstaka förbättring. Den föreslagna förbättringen har inte stor relevans för utfallet (exempelvis att bara använda korta sladdar).	Eleven identifierar flera felkällor och hur de påverkar resultatet. Eleverna resonerar kring resultatens rimlighet utifrån sitt eget utförande (till exempel att de samlade flera mätpunkter, var noga vid avläsningar). Eleven resonerar dessutom kring vikten av att samla in fler mätpunkter (minst 5). Eleven ger förslag på flera förbättringar. De föreslagna förbättringarna är för det mesta relevanta för utfallet (exempelvis att undersöka flera resistorer och andra komponenter, att ta ännu fler mätpunkter, att undersöka mätinstrumentens och batteriernas inre resistans).
Föslag på guidande frågor och tips till eleverna: ● Vad gör att mätresultaten i en laboration är mindre noggranna eller mindre pålitliga? (noggranna mätningar, antal mätpunkter upprepade mätningar, uppmätt spänning eller markeringar på batteriet, korrekt inkopplade instrument) ● Är era resultat rimliga? Hur vet ni att ni kan lita på dem? (Vi mätte noggrant, vi hade flera mätpunkter, korrekt inkopplade mätinstrument, vi såg till att kretsen stämde med kopplingsschemat.) ● Vad mer skulle man kunna göra för att förbättra era undersökningar? ● Är det bara resistorer som har resistans? Vad annars hade ni i era kretsar?	

Möjliga felkällor

- Allmänna:
  - Avläsningsfel
  - Inte tillräckligt många mätpunkter för att kunna dra slutsatser av grafen/tabellen
  - Att man antar något som egentligen inte stämmer
- Uppgiftsspecifika:
  - Resistans i sladdarna
  - Resistans i mätarna, det vill säga att amperemeterns resistans inte är noll (vilket leder till ett spänningsfall över amperemetern) och att voltmeterns resistans inte är oändligt stor (vilket leder till en ström genom voltmetern)
  - Felaktiga kopplingar, kortslutning, glapp i kopplingarna
  - Batteriernas inre resistans

Laboration 2



Huvudsyftet med Experiment 2 är att låta eleverna testa om ett samband, Ohms lag, alltid gäller. Eleverna har formulerat Ohms lag själva genom att ha arbetat med Experiment 1 alternativt fått undervisning om den på ett annat vis. Deluppgifterna fokuserar olika aspekter av förmågan att genomföra systematiska undersökningar:

- Återkoppling från experiment 1 och deluppgifter 1–2, planera och genomföra experiment med resistor (annorlunda värde mot Experiment 1),
- deluppgift 3–4 beskriva experimentuppställningen och formulera en förutsägelse för experiment med glödlampan
- deluppgift 5–7, genomföra och dokumentera experimentet med glödlampan
- deluppgift 8–9, tolka, mer specifikt att jämföra egna förutsägelser med experimentets utfall
- deluppgift 10, jämföra förväntade värden med uppmätta och dra slutsats

Om Experiment 2 genomförs på två lektioner (50–60 minuter vardera) är det lämpligt att bryta efter deluppgift 4 (mätningar för den första komponenten och förutsägelse för den andra).

Material

- Olika batterier, exempelvis 6 AA-batterier med 2 enkla batterihållare och 2 dubbla batterihållare
- Några sladdar, några krokodilklämmor
- 2 multimetrar som mäter ström, spänning och resistans
- En resistor med en annan resistans än den som används i laborationen ”Upptäcka ett samband”.
- En glödlampa
- Rutat papper; man kan gärna använda millimeterpapper men detta är inte nödvändigt

Genomförande

Mäta resistans, formulera en förutsägelse och genomföra mätning. (deluppgifter 1–3): Eleverna börjar med att undersöka en resistor. I deluppgift 1 ska de bestämma komponentens resistans i en direkt mätning med en multimeter (aspekten att genomföra). Här kan man behöva förklara hur man direkt mäter resistans för en elektrisk komponent (som exempelvis resistor eller glödlampa); det viktigaste är att komponenten ska vara bortkopplad från en sluten krets.

I deluppgifter 2–3 ska eleverna genom att använda Ohms lag göra en förutsägelse om hur deras tidigare graf kommer att ändras med ett annat värde på resistorn samt mäta och se om förutsägelsen stämde.

Formulera en förutsägelse (deluppgift 4–5): Deluppgifter 4–5 handlar om att pröva en annan komponent, glödlampan. I deluppgift 4 ritar eleverna ett kopplingsschema och i deluppgift 5 mäter de glödlampans kalla resistans. De ska nu kunna uttrycka Ohms lag med hjälp av ord och en graf för I som funktion av U. Funktionssambandet mellan I och U är ges av läraren i början av lektion 3. Sedan ska de med hjälp av den uppmätta resistansen konstruera en tabell med förväntade värden på I för de tillgängliga värdena på U. De tillgängliga värdena på U bestäms antingen genom mätningar (bäst) eller genom avläsning på batterierna. Tre representationer (ord, graf och tabell) används för att formulera en förutsägelse om experimentets förväntade utfall. Det är särskilt viktigt att de använder sig av alla tre representationerna för att utrycka förutsägelsen om experimentets förväntade utfall: ord, graf (utan värden) och tabell (med konkreta värden på I och U).

Genomföra och dokumentera (Deluppgifter 6–7): Syftet med denna uppgift är att eleverna ska få genomföra sina mätningar. De ska även dokumentera mätningarna med hjälp av tabell och graf.

Tolka (Deluppgifter 8–9): Syftet med denna uppgift är att eleverna ska få jämföra sina egna förutsägelser med sina egna mätresultat och utifrån denna jämförelse avgöra om Ohms lag gäller för den undersökta komponenten. Särskilt viktigt för jämförelserna är att graferna och tabellerna till deluppgifter 5 och 7 är tydliga och lätta att tolka.

För en resistor får man en graf som visar att I är proportionellt mot U. För en glödlampa avviker I-U-grafen från proportionalitet (se bild 11 i bildspelet). Med några få mätpunkter (4–5) kommer eleverna att kunna se att grafen för glödlampan inte visar en proportionalitet men de kommer inte att kunna avgöra om grafen är en rät linje (som skär i den vertikala axeln ovanför origo) eller om den föreställer en icke-linjär funktion. Man skulle behöva ännu fler mätpunkter för att kunna avgöra detta.

Formativ återkoppling

Planera och genomföra en undersökning

Planera en undersökning (uppgift 4)	
Grundläggande nivå	**Mer utvecklad nivå**
Eleven beskriver de viktigaste stegen i sin undersökning med ord och skisser. Eleven skissar enkla slutna kretsar, till exempel är sladdarna inte ritade med linjal men det finns inga gap mellan komponenterna. Eleven ritar in minst ett mätinstrument: voltmetern så att spänningen kan avläsas eller amperemetern så att strömmen kan avläsas.	Elevens beskrivning innehåller alla stegen och viktiga detaljer, exempelvis planerar hen för seriekoppling av batterier med syftet att uppnå flera olika värden på spänning över komponenten. Eleven ritar korrekta kopplingsscheman med korrekt inritade mätinstrument och motiverar mätarnas placering samt beskriver tydligt hur batterierna ska kopplas för att spänningen ska öka (seriekoppling).
Genomföra en undersökning (uppgift 1 och 5a)	
Grundläggande nivå	**Mer utvecklad nivå**
Eleven utför en mätning med en ohmmeter (multimeter).	

Förslag på guidande frågor och tips till eleverna:

- Vad var syftet med experimentet?
- Har ni beskrivit tillräckligt utförligt ert experiment? Vad menar ni med … ?
- Varför ser era kopplingar ut så här?
- Vad kommer ni att mäta och varför vill ni undersöka detta?

Formulera en förutsägelse

Formulera en förutsägelse	
Grundläggande nivå	**Mer utvecklad nivå**
Eleven förutsäger att grafen blir en rät linje. Eleven ritar en tabell och skriver i den värden på förväntade spänningar i de olika kretsarna.	Eleven förutsäger att grafen blir en rät linje som går genom koordinatsystemets origo (en proportionalitet). Eleven ritar en tabell och skriver i den korrekta värden på förväntade spänningar samt beräknar de korrekta värdena på den förväntade strömstyrkan.

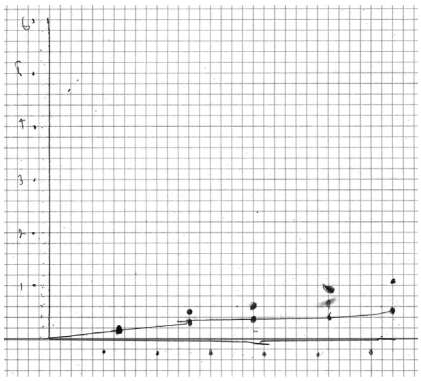
Förslag på guidande frågor och tips till eleverna:

- Vad förväntar ni er?
- Kan ni jämföra med vad ni fick fram i laboration 1 ”Upptäcka ett samband”?
- Om man skrev $y = kx$ – vad skulle då sambandet betyda? Vad skulle $y = kx + m$ kunna betyda?
- Den förväntade grafen ska ni bara skissa: hur kommer den att se ut? – Utifrån det matematiska sambandet som ni nu beskrivit med ord. (Ohms lag).
- Ni säger att grafen blir en rät linje – var kommer denna linje skära i y-axeln? (om eleverna inte tänker på att sambandet är en proportionalitet)
- Vad är viktigt att ha med i er tabell?
- Skriv konkreta värden på I och U i er tabell.
- Hur kan ni beräkna ström (I) utifrån U? Behöver ni ha något mer för att kunna göra det? (resistans som mättes i uppgift 3)
- Hur vet ni att förutsägelsen är rimlig? (så såg det ut i laboration 1 ”Upptäcka ett samband”, men vi behöver testa den!)

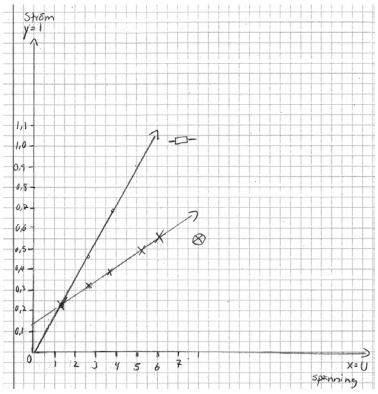
Genomföra och dokumentera

Genomförandet och dokumentationen liknar genomförandet och dokumentationen i Experiment 1. Se stöd för formativ återkoppling som återfinns där. På nästa sida visas exempel på elevers ritade grafer från Experiment 2.

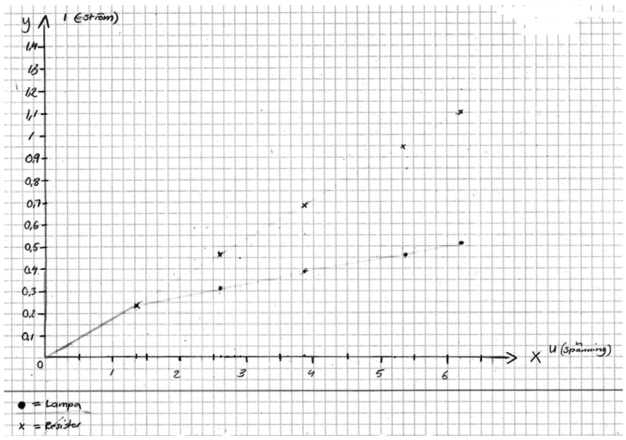
a)



b)



c)



Grafer ritade av några elevgrupper. Graf (a) behöver förbättras för att man ska kunna dra några slutsatser: exempelvis borde eleverna gradera den vertikala axeln (”*y*-axeln”) på så sätt att mer av det tillgängliga utrymmet används till grafen. I graf (b) har eleverna ritat två räta linjer: en proportionalitet för resistorn och en annan typ av rät linje för glödlampa. Grafen för glödlampan är inte helt korrekt men med så få mätpunkter är det svårt att avgöra huruvida mätpunkterna bildar en rät linje eller en icke-linjär funktion; det viktigaste fångas ändå upp av eleverna: att I inte är proportionellt mot *U*. Det största felet är att grafen för glödlampan verkar antyda att man kan ha ström vid noll spänning. Graf (c) är en klar förbättring jämfört med graf (b): eleverna inser att noll spänning borde ge noll ström och samtidigt fångar de upp skillnaden mellan graferna vad gäller proportionalitet och dess avsaknad.

Tolka resultat och dra slutsatser

Tolka resultat och dra slutsatser	
Grundläggande nivå	**Mer utvecklad nivå**
● **Resistorn:** Eleven använder sig av sin graf (och eventuellt även sin tabell) för att med ord uttrycka att grafen blir en rät linje och/eller att en ökning i spänning leder till en ökning i ström. ● **Glödlampan:** Eleverna konstaterar att *I*-*U*-grafen för glödlampan avviker från en rät linje. ● **Bedömning:** Eleven drar slutsatsen att Ohms lag håller för resistorn men inte för lampan. Denna slutsats dras utifrån en jämförelse gjord utifrån minst en representation (exempelvis med ord).	● **Resistorn:** Eleven använder sig av sin graf (och eventuellt även sin tabell) för att med ord uttrycka att strömmen är proportionell mot spänning. ● **Glödlampan:** Eleverna konstaterar att *I*-*U*-grafen för glödlampan avviker från en rät linje och har något förslag på vad det kan bero på. ● **Bedömning:** Eleven avgör att Ohms lag håller för resistorn men inte för lampan och utgår i sin bedömning från jämförelser gjorda utifrån alla tre representationerna: ordbeskrivning, tabell och graf.
Förslag på guidande frågor och tips till eleverna: ● Hur ser tabellerna ut? Beskriv sambandet mellan ström och spänning med ord: finns det likheter eller olikheter i jämförelse med er tolkning av Ohms lag. ● Hur ser graferna för resistorn och glödlampan ut? Beskriv med ord. ● Vad observerar ni för likheter eller olikheter med den förväntade grafen för respektive komponent? ● Vad måste ni konstatera om Ohms lag för den aktuella komponenten när ni jämför era förutsägelser med era uppmätta resultat? Stämmer den?	

Utvärdera och förbättra en undersökning

Utvärderingen av denna laboration, som genomförs i deluppgift 10, liknar utvärderingen av Laboration 1. Se stöd för formativ återkoppling som återfinns där.

Förslag på fler elevuppgifter[2]

1. Standarduppgift

Du kopplar ett 75 Ω-motstånd till ett 9 V-batteri. Vad är strömmen genom motståndet?

2. Förklara

En person råkar röra med ena handen vid en elektrisk ledning på 230 V medan den andra handen rör vid något som är kopplat till jord, exempelvis en kran eller diskbänk. Bestäm strömmen genom personens kropp när händerna är torra (100 000 Ω i resistans) och när de är våta (1000 Ω i resistans). Är någon av strömmarna eller kanske båda farliga? Förklara hur du vet det.

3. Standarduppgift

När spänningen i volt över en tunn platinatråd ökar ändras strömmen i ampere enligt nedan:

(I; U) = (0 A; 0 V), (0.112 A; 1.00 V), (0.337 A; 3.00 V) och (0.675 A; 6.10 V).

Rita en graf för ström som en funktion av spänning och avgör om platinatråden uppfyller Ohms lag. Om den gör det – hur mycket är trådens resistans?

2. Uppgifterna kommer från Physics Union Mathematics (PUM): https://www.physport.org/methods/method.cfm?G=Physics_Union_Mathematics.