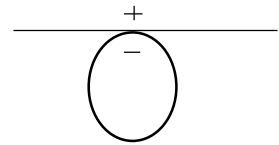


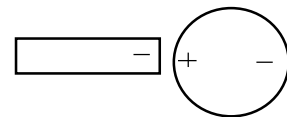
Inför prov på elektricitet – övningsprov - lösningar

1. .

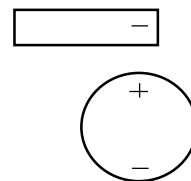
- a. Gummi är mer elektronegativt än hår. Ballongen blir negativt laddad och håret blir positivt. När ballongen förs nära taket åker de negativa laddningarna iväg (influens). Kvar blir det positiva laddningar. De negativa laddningarna i ballongen dras mot de positiva laddningarna i taket men hoppar inte över. Det blir en kraft uppåt som är större än tyngdkraften.



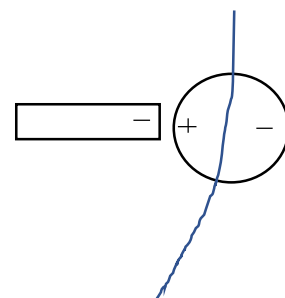
- b. Plast är mer elektronegativt än hår. Håret blir positivt och linjalen blir negativ. När linjalen hålls nära burken flyttar de negativa laddningarna i burken sig till andra sidan. Närmast linjalen är burken positiv. Sedan dras de positiva laddningarna i burken mot linjalen. Burken följer med eftersom laddningarna inte kan lämna burken. När burken rullar flyttar sig de negativa laddningarna hela tiden så att de är på bortsidan av burken. Den repellerande kraften, mellan de negativa laddningarna i linjalen och de i burken, är mindre än, mellan de negativa laddningarna i linjalen och de positiva i burken eftersom avståndet är större, se Coulombs lag i uppgift 2.



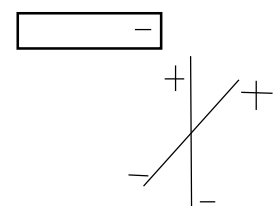
- c. Plast är mer elektronegativt än hår så kammen drar till sig elektroner från håret. Några av elektronerna som är närmast ytan hoppar över. När kammen hålls över mannagrynen trycks de negativa laddningarna i mannagrynen bort av kammen. Mannagrynen blir positivt laddade närmast kammen och negativa i andra ändan. De negativa laddningarna i kammen drar mer i de positiva laddningarna i mannagrynet än de trycker bort de negativa som är längre bort från kammen än de positiva. Den attraherande kraften är starkare än den repellerande kraften och tyngdkraften tillsammans. Det gör att mannagrynen åker upp.



- d. Plats är mer elektronegativt än ylle. Skeden blir negativ då den får elektroner från håret. Vattenmolekyler har en positiv ända och en negativ. Från början har de slumpmässig orientering. När de känner av de negativa laddningarna i skeden vrider de sig så att de positiva är närmast skeden. Den attraherande kraften från skeden på den negativa ändan av vattenmolekylen är starkare än den repellerande kraften på den positiva ändan eftersom avståndet är större till den positiva laddningen. Då dras vattnet mot skeden. Kraften avtar med kvadraten på avståndet.



- e. Kammen blir negativ eftersom den är mer elektronegativ än håret. När kammen hålls nära elektroskopet trycks de negativa laddningarna i elektroskopet bort från kammen. Inga laddningar hoppar över. Kvar nära kammen blir det positiva laddningar i elektroskopet. Elektroskopet ger utslag eftersom både visaren



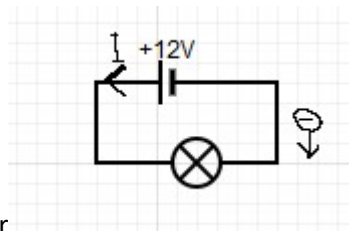
och den fasta pinnen har samma laddning. De trycks bort från varandra.

2. Coulombs lag. Alla värden utan prefix.

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} = 8,99 \cdot 10^9 \frac{73 \cdot 10^{-9} \cdot 9,7 \cdot 10^{-6}}{0,023^2} = 12N$$

- Svar: Kraften på den vänstra kulan är 12N åt vänster. Lika laddningar repellerar, stöter bort varandra.
- Svar: Kraften på den högra kulan är också 12N men åt höger.

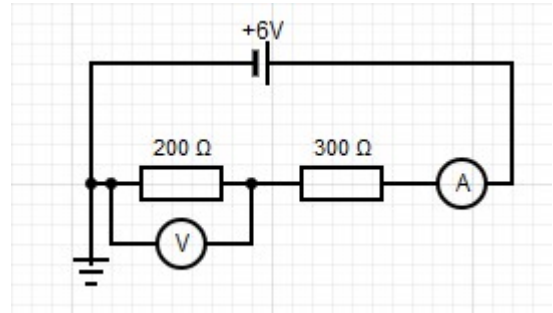
3. .



- Svar: se figur
- Svar: Strömmen är lika stort överallt i kretsen. Elektronerna går runt. Inga tillkommer och inga försvinner. De får mer energi när de passerar batteriet och förlorar sin energi i lampan.
- $P=UI$
 $I=P/U=24W/12V=2A$
Svar: 2A
- $Q=It=2A \cdot 38 \cdot 60\text{sek}=4560As$
 x är antalet elektroner
(20 kakor * 5 kr/st = 100 kr) (lös ett enklare problem)
 $x \cdot 1,602 \cdot 10^{-19}C=4560C$
 $x=4560/(1,602 \cdot 10^{-19})=2,8 \cdot 10^{22}$ stycken
Svar: $2,8 \cdot 10^{22}$ stycken
- $U=RI$
 $R=U/I=12/2=6\text{ohm}$
Svar: 6ohm
- $E=Pt=24 \cdot 38 \cdot 60Ws=54\,720Ws$
Svar: 55kWs
- $54\,720Ws/3600(s/h) = 15,2Wh=0,0152kWh$
 $0,0152kWh \cdot 2,30 \text{ kr/kWh} = 0,035kr$
Svar: 0,035kr

4. Ett batteri med spänningen 6V och två resistorer med resistanserna 200 ohm och 300 ohm kopplas i serie så att ström flyter i kretsen.

- Rita kopplingschema. Svar: Se figur nedan.
- Rita in en voltmeter som mäter spänningen över 200 ohms motståndet. Svar: Se nedan. Voltmetersnär mäter potentialskillnaden på ena sidan motståndet jämfört med den andra sidan av motståndet.
- Rita in en amperemeter som mäter strömmen genom 300 ohms resistorn. Se figur nedan. Amperemetern mäter hur mycket laddning (Coulomb) som passerar varje sekund. Jämför med en vattenmätare som mäter hur många liter vatten som passerar.



- d. Vad visar amperemetern?

Svar: Ersätt resistorerna med en resistor $R = 200 \text{ ohm} + 300 \text{ ohm} = 500 \text{ ohm}$

Strömmen i den kretsen blir $I = U/R = 6 / 500 = 0,012A$

Svar: 0,012A

- e. Vad visar voltmeteren?

$U_{200} = R_{200} I = 200 \text{ ohm} * 0,012A = 2,4V$

Svar: 2,4V

- f. Hur stor är effektutvecklingen i 200 ohms motståndet?

$P_{200} = U_{200} * I = 2,4V * 0,012A = 0,0288W$

Svar: 0,029W

- g. Hur stor är effektutvecklingen totalt i kretsen?

Svar: Använd hela spänningen

$P_{\text{totalt}} = UI = 6V * 0,012A = 0,072W$

Eller spänningen över 300 ohms resistorn

$U_{300} = R_{300} I = 300 \text{ ohm} * 0,012A = 3,6V$

Effektutveckling i 300 ohms resistorn

$P_{300} = U_{300} * I = 3,6V * 0,012A = 0,0432W$

$P_{\text{totalt}} = P_{200} + P_{300} = 0,0288W + 0,0432W = 0,072W$ (samma svar)

Svar: 0,072W

- h. Jorda vid minuspolen. Rita ut i kopplingschemat. Hur stor är potentialen mellan resistorerna?

Svar: Se figur ovan.

Potentialen vid minuspolen är 0V. Strömmen i resistorn går åt vänster. Energin för en positiv laddning ökar då vi går mot strömmen genom resistorn. Potentialen ökar med:

$U = RI = 200 \text{ ohm} * 0,012A = 2,4V$

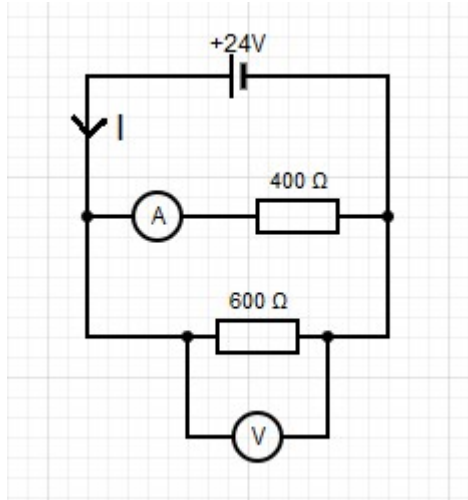
Alternativ lösning

Potentialen ökar med 6V då vi följer går från minuspol till pluspol i batteriet. (Energin hos en positiv laddning ökar då den går från minuspol till pluspol i batteriet.) Potentialen minskar sedan med spänningen över 300ohms-resistorn då vi följer strömmen. (Energin hos en positiv partikel förbrukas då den passerar genom 300 ohms-resistorn.)

$0V + 6V - 3,6V = 2,4V$ (samma svar)

Svar: potentialen är 2,4V

5. Ett batteri med spänningen 24 V kopplas ihop med två parallellkopplade resistorer så att ström flyter genom båda resistorerna. Resistorerna är på 400 ohm respektive 600 ohm.
- Rita kopplingschema. Svar: Se figur nedan.
 - Rita in en amperemeter som mäter strömmen genom 400 ohms motståndet. Svar: Se nedan.
 - Rita in en voltmeter som mäter spänningen över 600 ohms motståndet. Svar: Se nedan.



- Vad visar voltmeteren?
Svar: 24V
- Vad visar amperemeteren?
 $U=RI$
 $I=U/R=24V / 400 \text{ ohm} = 0,06A$
- Hur stor ström lämnar batteriet.
Strömmen genom 600 ohms motståndet.
 $I_{600}=U / R = 24V / 600 \text{ ohm} = 0,04A$
 $I_{\text{total}} = I_{400} + I_{600} = 0,06A + 0,04A = 0,1A$
Svar: 0,10A
- Hur stor ström går genom 600 ohms motståndet?
Se lösningar för uppgift f. Svar: 0,04A
- Det båda resistorerna ska ersättas med en resistor så att lika stor ström lämnar batteriet som med det båda resistorerna. Hur stor ska den resistansen vara?
 $R_{\text{total}} = R_{400} * R_{600} / (R_{400} + R_{600}) = 400 * 600 / (400 + 600) = 240 \text{ ohm}$. Rimligt eftersom ersättningresistansen vid parallellkoppling alltid är mindre än den minsta resistansen i parallellkopplingen.
Alternativ lösning till f:
 $I_{\text{total}} = U / R_{\text{total}} = 24V / 240 \text{ ohm} = 0,1A$
Svar: 240 ohm

6. (Svårare) I en julgransbelysning sitter det 16 lampor. Om man skruvar ur en lampa slocknar alla. Lamporna är märkta 14V 3W. I en sjuarmad ljusstake sitter det sju glödlampor som är märkta 34V 3W. Sju lampor märkta 14V 3W sätts i den sjuarmade ljusstaken. Med hur stor effekt lyser de tillsammans?

Lösning:

Resistansen i en lampa märkt 14V 3W blir:

$$P = UI = (\text{ersätt } I \text{ med } U/R \text{ ty } I=U/R) = U^2/R \Rightarrow [\text{bryt ut } R]$$

$$R = U^2/P = 14^2 / 3 = 65,3333... \text{ohm}$$

7 lampor i serie med 230 V.

$$\text{Spänningen över en lampa blir } 230V / 7 = 32,8571...V$$

Effekten i en lampa blir

$$P=UI = (\text{byt ut } I \text{ mot } U/R \text{ ty } I = U/R)=U^2/R = 32,8571^2 / 65,333 = 16,52W$$

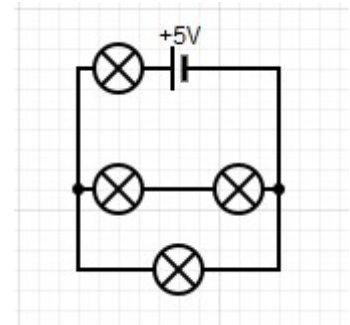
Total effekt blir

$$7 * 16,52W = 115,67W$$

Svar: ca 120W (I teorin men en lampa märkt 14V klarar inte spänningen 32,8571 V utan går sönder istället. Borde ha gjort uppgiften tvärt om 16 lampor från tre sjuarmade ljusstakar sätts i en julgransbelysning.)

7. Vilken lampa lyser starkast och vilken lyser svagast?

Strömmen lämnar pluspolen och passerar genom lampan som kommer lysa starkast. Strömmen är mindre i den andra lamporna. Strömmen delar sig efter den första lampan. Det är mer resistans med två lampor i serie än med en lampa. Strömmen genom de två seriekopplade lamporna blir mindre än genom den ensamma lampan under. Genom de seriekopplade lamporna flyter minst ström och de lyser därför svagast.



Effektutvecklingen i en lampa ges av:

$$P=UI=(U \text{ kan bytas mot } RI \text{ ty } U=RI)=RI^2$$

Alla lampor har samma resistans så den lampa som får störst ström lyser starkast.

Alternativ lösning:

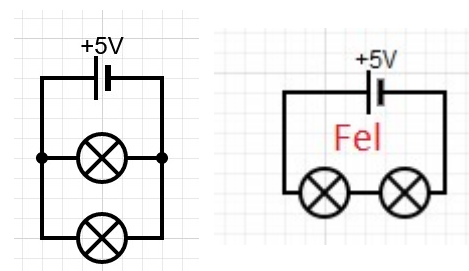
Elektronerna lämnar minuspolen. De delar upp sig i förgreningspunkten till höger om lamporna. Några elektroner går genom de båda seriekopplade lamporna i den övre grenen. Fler elektroner går i den ensamma grenen med en lampa, ty där är motståndet lägre. Sedan går grenarna ihop och elektronerna blir fler. Slutligen passerar de den sista lampan. Fler elektroner är mer ström. Mest ström i den översta lampan som därför lyser starkast. Minst ström flyter genom de båda seriekopplade lamporna. Lika mycket ström flyter genom bägge. De lyser svagast.

Svar: Översta lampan lyser starkast. Svagast lyser de båda seriekopplade lamporna. Båda lyser lika svagt.

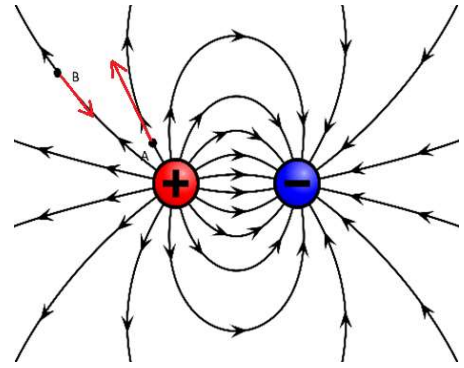
8. Rita en krets med två lampor och ett batteri. Om man skruvar ur den ena lampan fortsätter den andra att lysa.

Svar: En sluten krets krävs för att elektronerna ska kunna gå runt och runt. Om en lampa skruvas ur i en seriekoppling bryts kretsen. Den högra kretsen är alltså ingen lösning på problemet.

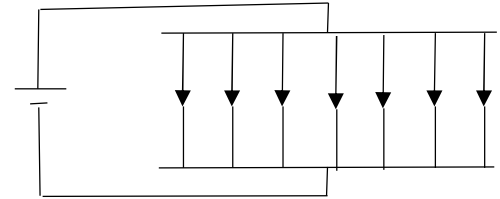
I parallellkopplingen, vänster krets, lyser den andra lampan om den första skruvas ur. Kretsen är fortfarande sluten för den iskruvade lampan.



9. En positiv laddning är vid A och en negativ laddning är vid B.
- Rita in kraften på laddningen vid A och på laddningen vid B som orsakas av det elektriska fältet.
Svar: se figur till höger. Pilarna följer fältlinjernas riktning i punkten. (Tangentens riktning)
 - Vilken kraft är störst?
Svar: Vid A eftersom fältlinjerna är tätare där blir kraften större.



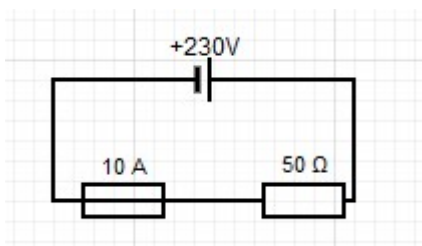
10. En spänningskälla på 3000 V kopplat till två metallplattor, se figur.
- Beräkna den elektriska fältstyrkan mellan plattorna.
Svar: Homogent fält:
 $d = 25\text{mm} = 0,025\text{m}$ (avståndet mellan plattorna)
 $E = U / d = 3000\text{ V} / 0,025\text{m} = 120\,000\text{V/m}$
Svar: 120 kV



- Rita ut det elektriska fältet mellan plattorna. Markera fältriktningen.
Svar: Riktningen ges av kraften på en positiv testladdning. Riktningen blir nedåt eftersom den övre plattan är positiv och den undre är negativ. Svar: se figur
- Med hur stor kraft påverkas en elektron som befinner sig mitt mellan plattorna?
Svar:
 $F = E * Q = 120\,000\text{ V/m} * 1,602 * 10^{-19}\text{ C} = 1,9 * 10^{-14}\text{ N}$
Kraften riktas uppåt mot den positiva plattan.
Svar: $1,9 * 10^{-14}\text{ N}$ uppåt

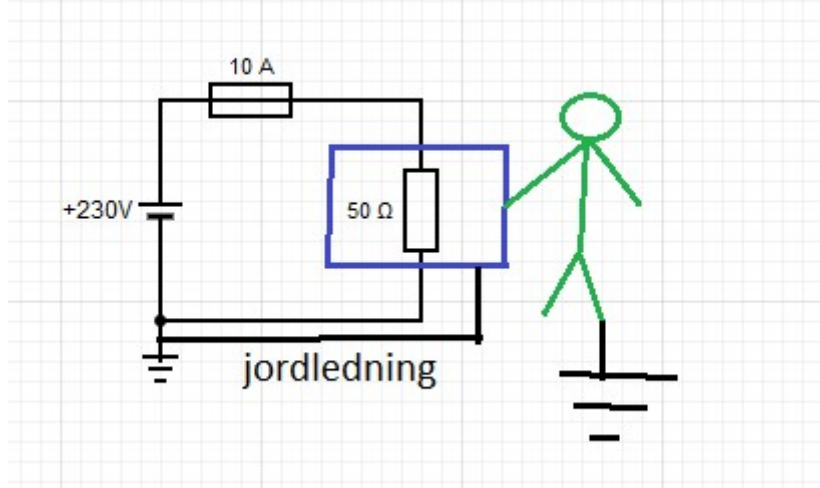
11. Elsäkerhet.

- Varför har man säkringar. Rita en krets med en säkring och förklara.
Svar:



Om strömmen blir större än vad säkringen tål till exempel 10A så går säkringen. Kretsen bryts då vid säkringen. Ingen ström flyter i kretsen. Annars kan det bli för varmt i ledningen. Ledningen går i väggen. Där blir det då varmt. Det kan bli så varmt så att det börjar brinna.

- b. Varför kopplas tvättmaskinens metallskal till jord? Rita och förklara.



Svar: Om tvättmaskinens metallhölje (blått) på grund av ett fel kommer i kontakt med +230V så kommer strömmen gå genom personen som håller i skalet. Men med en jordledning så går strömmen istället den lättaste vägen som är genom jordledningen. Ingen ström går genom människan. (Två olika jordpunkter ses som samma punkt.)

12. Om åska.

- a. Hur kommer det sig att det blir blixtar när det är åskoväder?

Svar: Starka vindar i molnen gör att molnets undersida blir negativ och molnets översida blir positiv. De negativa laddningarna i marken trycks bort av de negativa laddningarna i molnets underkant. Marken blir positiv. En atom eller molekyl som befinner sig i luften kan slitas isär om det blir tillräckligt negativt i molnet och tillräckligt positivt i marken. Atomen eller molekylens positiva del dras mot det negativa molnet och den negativa delen dras mot marken. Det bildas joner i luften. Med joner hela vägen ner till marken så är luften en god ledare istället för en isolator. Laddning kan sedan flyta mellan moln och mark (blixten). Det blir stor ström under kort tid.

- b. Var ska man undvika att befinna sig då det åskar?

Svar: Under höga träd eller byggnader. Blixten slår gärna ner i höga föremål. De är helt enkelt närmare molnen. Om föremålen därtill är spetsiga blir risken större för nedslag.

- c. Var är det säkrare att befinna sig då det åskar?

Svar: Liggandes på marken långt från höga föremål. I en bil med kaross av metall fungerar också bra. Det blir som Faradays bur. Elektronerna går på utsidan av buren (bilen).

13. Potential

- a. Hur stor är potentialen i punkterna A, B, C och D i kretsen nedan?

Svar: Ersätt de tre resistorerna med en resistor.

$$R = 200 + 300 + 500 = 1000 \text{ ohm.}$$

$$\text{Strömmen i kretsen blir } I = U / R = 24 / 1000 = 0,024 \text{ A}$$

Potentialen i A är noll eftersom kretsen är jordad där.

$$V_A = 0V$$

Potentialen i B är högre eftersom vi följer strömmen genom resistorn.

$$\text{Potentialen stiger med } R * I = 200 * 0,024 = 4,8 \text{ V}$$

$$V_B = 4,8V$$

Från B till C stiger potentialen med $R * I = 300 * 0,024 = 7,2 \text{ V}$ från 4,8 V i B.

$$V_C = 4,8 + 7,2 = 12 \text{ V}$$

Potentialen stiger med $R * I = 500 * 0,024 = 12V$ när vi går från C till D.

$$V_D = 12 + 12 = 24 \text{ V}$$

Ett alternativ sätt att få potentialen i D är att gå genom batteriet. Potentialen är 0 V i A och ökar med polspänningen 24 V då vi går från minus till plus i batteriet.

$V_D = 24 \text{ V}$. (Energien hos en positiv laddning ökar när den går från minus till plus i batteriet.)

När den positiva laddningen rör sig från D till C förlorar den elektrisk energi, potentialen minskar med $R \cdot I = 500 \cdot 0,024 = 12 \text{ V}$.

$$V_C = 24 - 12 = 12 \text{ V}$$

När den positiva laddningen fortsätter från C till B förlorar den mer elektrisk energi.

Potentialen minskar med $R \cdot I = 300 \cdot 0,024 = 7,2 \text{ V}$

$$V_B = 12 - 7,2 = 4,8 \text{ V}$$

När den positiva laddningen fortsätter från B till A förlorar den mer elektrisk energi. Det blir varmt i resistorn. Elektrisk energi blir värmeenergi. Potentialen minskar med $R \cdot I = 200 \cdot$

$$0,024 = 4,8 \text{ V}$$

$$V_A = 4,8 - 4,8 = 0 \text{ V}$$

- b. Hur stor är den potentiella elektriska energin för en proton i punkten D nedan?

svar:

$$E = U_{DA} \cdot Q$$

$$U_{DA} = V_D - V_A = 24 - 0 = 24 \text{ V}$$

Eller kanske enklare

$$E = V_D \cdot Q$$

$$Q = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$E = 24 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} = 3,8 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

- c. Varför pratar man om potential istället för potentiell elektrisk energi?

Svar: Laddade partiklar i elektriska kretsar är antingen elektroner eller protoner. Elektronens laddning är negativ och protonens är positiv. Annars är de lika stora, det vill säga $1,602 \cdot 10^{-19} \text{ Coulomb}$. Det blir lagom stora tal om man pratar om potential istället för elektrisk potentiell energi.

