

Ledtrådar (Ergo Fysik 1)

Nedan följer ledtrådar och lösningshjälp till en del uppgifter i *Ergo Fysik 1* av Pålsgård med flera (fjärde upplagans första tryckning).

Detta är en tidig version. Säg gärna till om du hittar konstigheter eller saknar någon uppgift!

Kapitel 9

9.01 Tänk på att en elektron har laddningen $-e$, och en proton laddningen $+e$, där e är elementarladdningen ($e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ C, kan slås upp i formelsamlingen).

9.02 (a) Tänk på att positiv laddning i allmänhet innebär ett *underskott* av elektroner. (b) En elektron har laddningen $-1,602 \cdot 10^{-19}$ C.

9.03 (a) Laddningen delas lika på kula A och C (det blir alltså $+6$ nC på vardera). (b) Den totala laddningen ($(+6$ nC) $+ (+12$ nC) $= +18$ nC) delas lika på B och C.

9.04 När C berör kula A kommer de att dela på totala laddningen $(+26$ nC) $+ (-6$ nC) $= +20$ nC. När sedan C berör kula B kommer de att dela på totala laddningen $(+10$ nC) $+ (-9$ nC) $= +1$ nC.

9.05 Använd Coulombs lag med $Q_1 = Q_2 = 10,0 \cdot 10^{-9}$ C och $r = 0,18$ m.

9.06 Använd Coulombs lag och lös ut den okända laddningen. Se upp med alla tiopotenser!

9.07 Protonens laddning är lika med elementarladdningen som kan slås upp i formelsamlingen ($1,602 \cdot 10^{-19}$ C).

9.08 Alt. 1: Utgå från situationen i A där kraften är 1 ruta och tänk på att om endera laddningen fördubblas så fördubblas kraften (och vice versa) och om avståndet halveras så ökar kraften med en faktor fyra (och vice versa).

Alt. 2: Låt en ruta vara till exempel 1 m och beräkna kraftens storlek i A. Gör sedan samma sak i övriga deluppgifter och beräkna för varje fall hur många gånger större kraften är jämfört med i A.

Alt. 3: Låt kraften i A vara F_A ($= k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$). Kraften i till exempel B kan då skrivas

$$F_B = k \frac{(2Q_1)(0,5Q_2)}{r^2} = 2 \cdot 0,5 \cdot k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} = 2 \cdot 0,5 \cdot F_A = F_A.$$

Kan resonera på liknande sätt i övriga uppgifter.

9.09 Rita noggrann kraftfigur för laddningen i mitten (den påverkas av en elektrisk kraft åt höger från vänstra laddningen och en elektrisk kraft åt höger från högra laddningen). Beräkna krafternas storlekar med hjälp av Coulombs lag. Bestäm sedan resultanten till dessa två krafter.

9.10 Använd definitionen av fältstyrka (=kraft / laddning, i formelspråk $E = \frac{F}{q}$). Tänk på att elektriska fältet har samma riktning som den elektriska kraften på en *positiv* testladdning.

9.11 (a) Använd definitionen av fältstyrka (=kraft / laddning, i formelspråk $E = \frac{F}{q}$). Tänk på att protonens laddning är densamma som elementarladdningen ($1,602 \cdot 10^{-19}$ C, kan slås upp i formelsamlingen). (b) Använd Newtons andra lag på protonen. Protonens massa kan slås upp i formelsamlingen.

9.12 Om partikeln skall sväva måste kraftjämvikt råda, det vill säga tyngdkraften måste vara lika stor som elektriska kraften ($mg = qE$).

9.13 Använd definitionen av spänning (=energiomsättning / laddning, i formelspråk $U = \frac{W}{Q}$). Energiomsättningen är här lika stor som det utträttade arbetet.

9.14 Använd definitionen av spänning (=energiomsättning / laddning, i formelspråk $U = \frac{W}{Q}$). Energiomsättningen är här lika stor som det utträttade arbetet.

9.15 Använd definitionen av spänning (=energiomsättning / laddning, i formelspråk $U = \frac{W}{Q}$).

9.16 Använd definitionen av spänning (=energiomsättning / laddning, i formelspråk $U = \frac{W}{Q}$). Elektronens laddning är lika med $-e$, där e är elementarladdningen, som man kan slå upp i formelsamlingen. Här kan man dock bortse från tecknet. Energiomsättningen är här lika stor som det utträttade arbetet.

9.17 Använd att elektriska fältstyrkan i ett homogent fält mellan två parallella plattor ges av $E = \frac{U}{d}$, där U är spänningen mellan plattorna och d plattavståndet.

9.18 Använd att elektriska fältstyrkan i ett homogent fält mellan två parallella plattor ges av $E = \frac{U}{d}$, där U är spänningen mellan plattorna och d plattavståndet.

9.19 (a) Här gäller att arbetet = förändringen av rörelseenergin. (b) Använd definitionen av spänning (=energiomsättning / laddning, i formelspråk $U = \frac{W}{Q}$). (c) Tänk dig att partikeln har åkt mellan två parallella plattor med plattavståndet $d = 0,14$ cm. Använd sedan att elektriska fältstyrkan i ett homogent fält mellan två parallella plattor ges av $E = \frac{U}{d}$, där U är spänningen mellan plattorna och d plattavståndet.

9.20 Bestäm först elektriska fältstyrkan ($E = \frac{U}{d}$). Använd sedan kraftjämvikt på droppen (om den svävar måste den vara i jämvikt och tyngdkraften måste vara lika stor som elektriska kraften ($mg = qE$). Ur detta kan droppens laddning bestämmas. Tänk sedan på att elektronens laddning är $-e$, där e är elementarladdningen, som kan slås upp i formelsamlingen.

9.21 Använd definitionen av ström (= laddning / tidsenhet, i formelspråk $I = \frac{Q}{t}$).

9.22 Använd definitionen av ström (= laddning / tidsenhet, i formelspråk $I = \frac{Q}{t}$) och bestäm först laddningen Q . Tag sedan reda på hur många elektronladdningar detta motsvarar (elektronens laddning är $-e$, där e är elementarladdningen, som kan slås upp i formelsamlingen).

9.23 Använd definitionen av ström (= laddning / tidsenhet, i formelspråk $I = \frac{Q}{t}$).

9.24 Bör vara detsamma, det kan inte försvinna eller plötsligt dyka upp laddning i lampan (att strömmen är 0,50 A innebär ju att laddningsmängden 0,50 C passerar varje sekund, ty $1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$).

9.25 Detta är en riktig ful-koppling! (En voltmeter skall alltid kunna tas bort på ett enkelt vis.) Men tänk på att vi kan gå i en slinga från batteriet till lampan till motståndet till amperemetern tillbaka till batteriet. Och notera att voltmeteren är kopplad parallellt med motståndet.

9.26 Tänk efter vad som händer med de olika strömmarna i kretsen om 1 eller 2 går sönder. Om 3 går sönder? Om 4 går sönder?

9.27 Tänk på definitionen av resistans ($R = \frac{U}{I}$)

9.28 (a) Konstant resistans innebär att spänningen U är proportionell mot strömmen I ("Ohms lag"). (b) Ser man inte direkt kan det hjälpa att hitta på en egen gradering av axlarna och räkna utifrån denna.

9.29 Gör avläsningar av strömmen vid de olika spänningarna och beräkna resistansen från definitionen av resistans ($R = \frac{U}{I}$). Se Exempel 12 i boken.

9.30 Om motståndet följer Ohms lag så är spänningen U proportionell mot strömmen I , vilket innebär att kurvan är en rät linje genom origo. Är det så här?

9.31 (a) Slå upp konstantans resistivitet i formelsamlingen. (Ja, det finns ett material som heter konstantan! På halländska uttalas det "känn-stann-taaan".) Använd sedan $R = \rho \frac{l}{A}$, med vars hjälp resistansen för en tråd kan beräknas. (b) Använd definitionen av resistans ($R = \frac{U}{I}$).

9.32 (a) Slå upp aluminiums resistivitet i formelsamlingen. Använd sedan $R = \rho \frac{l}{A}$. (b) Använd $R = \rho \frac{l}{A}$ för att bestämma en övre gräns för resistiviteten. Botanisera sedan i formelsamlingen.

9.33 När resistansen $R = \frac{U}{I}$ för en komponent skall bestämmas gäller det att man vet strömmen genom komponenten (I) och spänningen över komponente (U). Dessa är dock svåra att mäta samtidigt. I (a) mäter Elin spänningen korrekt, men om inte voltmeteren har mycket hög resistans så kommer strömmätningen inte att ge strömmen genom motståndet (ser du varför?). I (b) mäter Elin strömmen genom motståndet korrekt, men om inte amperemetern har mycket liten resistans så kommer spänningsmätningen inte att ge spänningen över motståndet (ser du varför?).

9.34 (a) Seriekopplade motstånd "sitter efter varandra". (b) För seriekopplade motstånd gäller $R_E = R_1 + R_2 + R_3$. (c) Huvudströmmen = (spänningen över spänningskällan)/(kretsens ersättningsresistans). (d) Använd definitionen av resistans ($R = \frac{U}{I}$) vid vart och ett av motstånden.

9.35 Tänk på att "ström in till en punkt" = "ström ut från punkten" (eftersom laddning inte kan försvinna eller skapas).

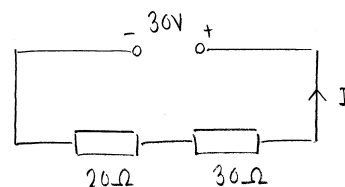
I (a) behöver man börja med den översta grenpunkten för att ta reda på strömmen i den vertikala ledaren. Sedan kan man gå vidare till den undre grenpunkten.

9.36 (b) Spänningen över motstånden är densamma och lika med 12 V (de är parallellkopplade). Då kan grenströmmarna beräknas med hjälp av definitionen av resistans ($R = \frac{U}{I}$). Sedan gäller att huvudströmmen är summan av grenströmmarna ($I = I_1 + I_2$). (c) Alt. 1: Eftersom ersättningsresistansen är den resistans som ensam ger samma huvudström så gäller att ersättningsresistansen = (spänningen över spänningskällan)/(huvudströmmen). Alt. 2: $\frac{1}{R_E} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$. (d) När tre motstånd är parallellkopplade fås ersättningsresistansen ur $\frac{1}{R_E} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$. Om ytterligare en ledningsväg öppnas upp bör totala resistansen (ersättningsresistansen) minska.

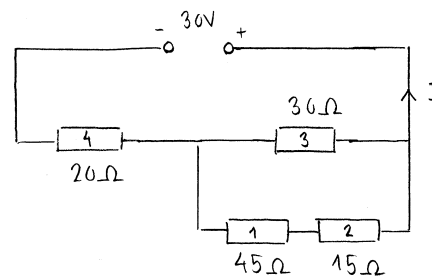
9.37 (a) Bestäm först ersättningsresistansen ($R_E = R_1 + R_2$ vid seriekoppling). Sedan kan huvudströmmen beräknas (= (spänningen över spänningskällan)/(kretsens ersättningsresistans)). Använd därefter definitionen av resistans ($R = \frac{U}{I}$) vid 15 Ω -motståndet. (b) Spänningen över 15 Ω -motståndet är densamma som spänningen över spänningskällan. Använd definitionen av resistans ($R = \frac{U}{I}$) vid 15 Ω -motståndet.

9.38 Bestäm först spänningen över motstånd 1 (från $R = \frac{U}{I}$). Spänningen över motstånd 2 måste vara lika stor (parallellkopplade motstånd). Bestäm sedan strömmen genom motstånd 2 ((1,24 - 0,80) A = 0,44 A). Beräkna till sist motstånd 2:s resistans (med $R = \frac{U}{I}$).

9.39 (a) När B är öppen kan kretsen förenklas:



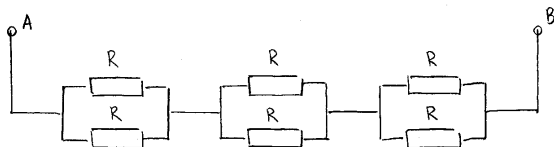
(b) Rita om kopplingschemat så att det tydligt syns vilka motstånd som är kopplade parallellt respektive i serie:



Beräkna sedan ersättningsresistansen till de två parallellkopplade motstånden ($\frac{1}{R_{\text{par}}} = \frac{1}{30 \Omega} + \frac{1}{(45+15) \Omega}$), och sedan totala ersättningsresistansen (= 20 Ω + R_{par}). Sedan kan huvudströmmen beräknas (= (spänningen över spänningskällan)/(kretsens ersättningsresistans))

9.40 (a) Hur många olika kopplingar kan man göra med ett motstånd? Med två motstånd? Med tre motstånd?

9.41 Rita om kretsen:



Varje motstånd ovan symboliserar en värmetråd med resistansen $0,80 \text{ m} \cdot 5,0 \Omega/\text{m} = 4,0 \Omega$. Bestäm sedan ersättningsresistansen till två parallellkopplade värmetrådar ($2,0 \Omega$). Totala ersättningsresistansen blir sedan $(2,0 + 2,0 + 2,0) \Omega$.

9.42 Tänk på att potentialen i jord är 0, och att spänningen mellan två punkter = potentialskillnaden.

9.43 Tänk på att förändringen av elektriska lägesenergin är lika med det uträttade arbetet. Tänk också på att elektriska lägesenergin är 0 vid jord. Då kan elektriska lägesenergin för protonen vid övre plattan bestämmas. Använd sedan definitionen av potential ($V_P = \frac{W_P}{Q}$, där W_P är elektriska lägesenergin för positiv testladdning Q (med jord som 0-nivå)).

9.44 (a) Använd "specialsambandet" $E = \frac{U}{d}$. (b) Tänk på att elektriska lägesenergin i ett homogent fält mellan två plattor kan beräknas med $W_e = \pm QEs$, där s är vinkelräta avståndet till den jordade plattan (som utgör 0-nivå). Använd sedan definitionen av potential ($V_P = \frac{W_P}{Q}$, där W_P är elektriska lägesenergin för positiv testladdning Q (med jord som 0-nivå)).

9.45 Man kan göra på olika sätt. Alt 1: Tänk på att spänningen mellan två punkter = potentialskillnaden. Använd sedan definitionen av spänning (=energiomsättning / laddning, i formelspråk $U = \frac{W}{Q}$). Här är energiomsättningen lika med ökningen av rörelseenergin (och lika med minskningen av elektriska lägesenergin). Alt. 2: Bestäm först elektriska lägesenergin i de två punkterna med hjälp av definitionen av potential ($V_P = \frac{W_P}{Q}$, där W_P är elektriska lägesenergin för positiv testladdning Q (med jord som 0-nivå)). Använd sedan energiprincipen (som här kan skrivas $W_e^A + W_k^A = W_e^B + W_k^B$) för att bestämma ökningen av rörelseenergin ($\Delta W_k = W_k^B + W_k^A = W_e^A - W_e^B$).

9.46 Man kan göra på olika sätt, men enklast är nog att tänka på att spänningen mellan två punkter = potentialskillnaden, och sedan använda definitionen av spänning (=energiomsättning / laddning, i formelspråk $U = \frac{W}{Q}$). Här är energiomsättningen lika med ökningen av rörelseenergin (och lika med minskningen av elektrisk lägesenergi). Eftersom hastigheten från början var 0, och därmed också rörelseenergin, kan därmed den nya rörelseenergin bestämmas. Eftersom rörelseenergin ges av $W_k = \frac{mv^2}{2}$ kan till sist hastigheten bestämmas om man vet protonens massa (kan slås upp i formelsamlingen).

9.47 Starta en potentialvandring vid jord, där potentialen är 0, och gå till respektive punkt. Tänk på att potentialen *minskar*

om vi går i strömmens riktning genom ett motstånd (och *ökar* om vi går i strömmens riktning genom en spänningskälla). Tänk också på att spänningen mellan två punkter = potentialskillnaden. (Hur stor är spänningen över motståndet?).

9.48 Om strömmen genom komponent är I , och spänningen över komponenten är U , är den utvecklade effekten $P = UI$. Dessutom gäller definitionen av resistans, $R = \frac{U}{I}$.

9.49 (a) Använd $W = UI t$. (b) Använd definitionen av effekt $P = \frac{W}{t}$ samt $P = UI$ på formen $P = \frac{U^2}{R}$ (med nätspänningen $U = 230 \text{ V}$). (c) Använd definitionen av effekt $P = \frac{W}{t}$. Använd $P = UI$.

9.50 Märkningen innebär att lampan utvecklar effekten 60 W när den är ansluten till spänningen 230 V . Använd definitionen av effekt ($P = \frac{W}{t}$) för att bestämma hur stor energimängd som omsatts. Tänk på att kWh är en energienhet ($1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$).

9.51 (a) Respektive resistans kan beräknas med $P = UI$ på formen $P = \frac{U^2}{R}$, där $U = 230 \text{ V}$ (nätspänningen). (b) är lamporna kopplade i serie eller parallellt?

9.52 Märkningen på framlyktans lampa innebär att effekten $2,4 \text{ W}$ utvecklas när spänningen över lampan är $4,8 \text{ V}$. Vi utgår fram att lampan i baklyktan är sådan att spänningen över framlyktans lampa är just $4,8 \text{ V}$. Använd $P = UI$ för framlyktans lampa för att bestämma strömmen genom densamma. Hur stor är då strömmen genom lampan i baklyktan? Hur stor är spänningen över lampan i baklyktan (tänk på att lamporna är seriekopplade till spänningskällan på $6,0 \text{ V}$). Använd $P = UI$ för att bestämma hur stor effekt som utvecklas i baklyktans lampa.

9.53 Rita kopplingskretsen och beräkna ersättningsresistansen. Använd sedan $P = UI$ på formen $P = \frac{U^2}{R}$ med nätspänningen $U = 230 \text{ V}$.

9.54 (a) Använd $P = UI$. Räkna på vad som händer under en minut. Hur stor energimängd avger värmelementet? (Använd definitionen av effekt, $P = \frac{W}{t}$.) Hur stor energimängd (eller om man så vill, hur stort värme) upptar vattnet? Temperaturökningen kan bestämmas med hjälp av $Q = cm\Delta T$.