Ledtrådar (Ergo Fysik 2)

Nedan följer ledtrådar och lösningshjälp till en del uppgifter i *Ergo Fysik 2* av Pålsgård med flera (tredje upplagans första tryckning).

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

Kapitel 6

6.01 Avståndet från jordens centrum är $(6\,371+600)$ km $=$ $6\,971$ km. Ställ upp Newton II ($R = ma$ med $a = \frac{v^2}{r} = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$) för Hubble-teleskopet. Tänk på att resultanten på Hubble-teleskopet här enbart utgörs av gravitationskraften, det vill säga $R = G\frac{Mm}{r^2}$. Newton II blir alltså

$$G\frac{Mm}{r^2} = \frac{mv^2}{r},$$

varur farten v kan bestämmas, alternativt

$$G\frac{Mm}{r^2} = \frac{m\cdot 4\pi^2 r}{T^2},$$

varur omloppstiden T kan bestämmas.

6.02 Ställ upp Newton II ($R = ma$ med $a = \frac{v^2}{r} = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$) för satelliten. Tänk på att resultanten på satelliten här enbart utgörs av gravitationskraften, det vill säga $R = G\frac{Mm}{r^2}$. Newton II blir alltså

$$G\frac{Mm}{r^2} = \frac{m\cdot 4\pi^2 r}{T^2},$$

varur banradien r kan bestämmas.

6.03 (b) Ställ upp Newton II ($R = ma$ med $a = \frac{v^2}{r} = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$) för månen. Tänk på att resultanten på månen här enbart utgörs av gravitationskraften, det vill säga $R = G\frac{Mm}{r^2}$. Newton II blir alltså

$$G\frac{Mm}{r^2} = \frac{m\cdot 4\pi^2 r}{T^2},$$

varur planetens massa M kan bestämmas.

6.04 Ställ upp Newton II ($R = ma$ med $a = \frac{v^2}{r} = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$) för månen. Tänk på att resultanten på månen här enbart utgörs av gravitationskraften, det vill säga $R = G\frac{Mm}{r^2}$. Newton II blir alltså

$$G\frac{Mm}{r^2} = \frac{m\cdot 4\pi^2 r}{T^2},$$

varur planetens massa M kan bestämmas.

6.05 Det uträttade arbetet är lika med förändringen av elektriska lägesenergin, W. Använd sedan definitionen av spänning, $U = \frac{W}{Q}$ (se 6.06 nedan).

6.06 Tänk på att om en partikel med laddning q rör sig mellan två punkter i ett elektriskt fält, mellan vilka spänningen är U, så kommer partikelns elektriska energi att öka eller minska med $W = qU$ (detta följer av definitionen av spänning, $U \mathrel{\hat=} \frac{W}{q}$). Energiprincipen ger

$$qU = \frac{mv^2}{2},$$

varur v kan bestämmas. En helimumkärna består av två protoner och två neutroner. Dessa partiklars massor finns i formelsamlingen.

6.07 ...

6.08 ...

6.09 Tänk på att om en partikel med laddning q rör sig mellan två punkter i ett elektriskt fält, mellan vilka spänningen är U, så kommer partikelns elektriska energi att öka eller minska med $W = qU$ (detta följer av definitionen av spänning, $U \mathrel{\hat=} \frac{W}{q}$). Energiprincipen ger, om partikeln startar från vila,

$$qU = \frac{mv^2}{2},$$

varur v kan bestämmas. Om partikeln från början har hastigheten v_0 så ger energiprincipen

$$\frac{mv^2}{2} + qU = \frac{mv^2}{2}.$$

6.10 (a) Tänk på att om en partikel med laddning q rör sig mellan två punkter i ett elektriskt fält, mellan vilka spänningen är U, så kommer partikelns elektriska energi att öka eller minska med $W = qU$ (detta följer av definitionen av spänning, $U \mathrel{\hat=} \frac{W}{q}$). Energiprincipen ger, om partikeln startar från vila,

$$qU = \frac{mv^2}{2},$$

varur U kan bestämmas. Elektronens massa finns i formelsamlingen. (b) Eftersom fältet är homogent kan $E = \frac{U}{d}$ användas. (c) Eftersom elektriska fältet är homogent så är elektriska fältstyrkan konstant. Då är också kraften på elektronen konstant, och då är accelerationen konstant. Formeln $s = \frac{v_0+v}{2}t$, som gäller vid likformigt accelererad rörelse, kan således användas.

6.11 Tänk på elektronerna kommer att göra en kaströrelse (eftersom kraften varje elektron hela tiden är riktad åt ett och samma håll). Rörelsen kan alltså ses som sammansatt av en likformig rörelse längs med plattorna (i x-led), och en likformigt accelererad rörelse vinkelrätt mot plattorna (i y-led). (a) I x-led är farten konstant och därför gäller det att $x = v_{0x}t$. (b) Bestäm först fältstyrkan ($E = \frac{U}{d} = 1\,750$ V/m), sedan elektriska kraften på en elektron ($F = qE = 2{,}80\cdot 10^{-16}$ N), och till sist accelerationen (fås ur Newton II, $R = ma$, med $R = F_E$). (c) Den sökta vinkeln är vinkeln mellan hastigheten efter passagen, $\vec{v}$, och elekronstrålens ursprungliga riktning. Denna vinkel ges av $\arctan\frac{v_y}{v_x}$, där v_x är farten i x-led efter passagen och v_y är farten i y-led efter passagen (rita figur!). Farten i x-led är konstant (inga krafter verkar i x-led) vilket gör att $v_x = 1{,}8 \cdot 10^7$ m/s. Hastigheten i y-led fås ur $v_y = v_{0y}t + at$.

6.12 Bestäm först fältstyrkan ($E = \frac{U}{d} = 8{,}75 \cdot 10^5$ V/m). Kraften fås sedan med $F = qE$. (b) Accelerationen fås ur ur Newton II, $R = ma$, med $R = F_E$. (c) Stoftpartiklarna kommer att göra en kaströrelse. Inför ett koordinatsystem med plattorna i x-riktningen. Då är $v_x = 1{,}2$ m/s. De stoftpartiklar som tar längst tid att fånga är de som kommer in precis vid den platta som har motsatt laddning som stoftpartiklarna. En sådan stoftpartikel behöver röra sig 4,0 cm innan den fastnar på andra plattan. Bestäm först hur långt tid det tar för en stoftpartikel att röra sig dessa 4,0 cm (kan använda $y = v_{0y}t + \frac{at^2}{2}$). Hur långt har den då rört sig i x-led?

6.13 Använd först $F = qvB$ för att bestämma kraften. Accelerationen fås sedan ur Newton II ($R = ma$). Data för elektronen respektive protonen finns i formelsamlingen (tänk på att både elektronens och protonens laddning är lika med *elementarladdningen*).

6.14 Rita figur och använd högerhandsregeln.

6.15 ...

6.16 ...

6.17 Elektronen rör sig rätlinjigt. Då måste den vara i jämvikt och då måste elektriska kraften och magnetiska kraften balansera varandra, det vill säga $F_\mathrm{e} = F_\mathrm{m}$, eller $qE = qvB$.

6.18 Använd Newton II ($R = ma$). Här är resultanten lika med den magnetiska kraften ($F = qvB$), och accelerationen är vid cirkelrörelse med konstant fart $a = \frac{v^2}{r}$.

6.19 Använd Newton II ($R = ma$). Här är resultanten lika med den magnetiska kraften ($F = qvB$), och accelerationen är vid cirkelrörelse med konstant fart $a = \frac{v^2}{r}$. Newton II blir alltså här $qvB = \frac{mv^2}{r}$, varur B kan bestämmas. Använd högerhandsregel 1 för att få rätt kraftriktning.

6.20 (a) Vid accelerationen omvandlas elektrisk energi till rörelseenergi. Detta ger att $W_k = qU$, där U är accelerationsspänningen (120 V). (b) Newton II ($R = ma$) med $R = qvB$ och $a = \frac{v^2}{r}$ ger

$$qvB = \frac{mv^2}{r} \quad \Rightarrow \quad qB = \frac{mv}{r} = \frac{p}{r}.$$

Ur detta kan rörelsemängden p bestämmas. (c) Använd sambandet mellan rörelseenergi och rörelsemängd, $W_k = \frac{p^2}{2m}$, för att bestämma massan m. Räkna sedan om massan till atommassa (1 u = $1{,}66 \cdot 10^{-27}$ kg).

6.21 (a) Tänk först ut vilken riktning den elektriska kraften (F_e) på en positivt laddad jon mellan plattorna har. Eftersom jonerna rör sig rakt fram måste den magnetiska kraften (F_m) vara lika stor, men motsatt riktad. (b) Kraftjämvikt ger att $F_e = F_m$, vilket ger att $qE = qvB$. (c) Använd Newton II ($R = ma$). Här är resultanten lika med den magnetiska kraften ($F = qvB$), och accelerationen är vid cirkelrörelse med konstant fart $a = \frac{v^2}{r}$. Newton II blir alltså här $qvB = \frac{mv^2}{r}$, varur m kan bestämmas. (d) När jonen passerar mellan S_1 och S_2 ökar dess rörelseenergi med qU, där U är accelerationsspänningen (3 000 V). Energiprincipen ger $\frac{mv_1^2}{2} + qU = \frac{mv_2^2}{2}$, varur sökta farten v_1 kan bestämmas (v_2 är farten vid S_2 och S_3, som ju beräknades i (b)).