

Ergo Fysik 2

Lösningar till Ergo Fysik 2, 47-10672-1, kp 1-8

Tryckfel (första tryckningen)

Sida	Var	Står	Skall stå
111	Exempel rad 4	$\dots = 3,68 \cdot 10^{19} \text{ J}$	$\dots = 3,68 \cdot 10^{19} \text{ J}$
140	Exempel 1 rad 5	$\dots = 600 \cdot 2,5 \text{ N} = 1500 \text{ N}$	$\dots = 600 \cdot 2,5 \text{ Nm} = 1500 \text{ Nm}$
148	Rad 5-6	<i>centralkraft</i>	<i>centripetalkraft</i>

Svar kontrollfrågor

340	Uppg 7 b, kp 4	2,1 m/s	-2,8 m/s
-----	----------------	---------	----------

Facit

344	Uppg 3.18	$6,63 \cdot 10^{-19} \text{ J}$	$E = 6,63 \cdot 10^{-19} \text{ J}, p = 2,2 \cdot 10^{-27} \text{ kgm/s}$
344	Uppg 3.19	$E = hf = 5,90 \cdot 10^{-26} \text{ J}, P = NE/t = 11,8 \text{ kW}$	$p = 3,94 \cdot 10^{-5} \text{ kgm/s}$
347	Uppg 7.13	9,3 mA	19 mA
348	Test 1, uppg 4	0,56 m	1,68 m

Om lösningarna:

I en del uppgifter kan sista värdesiffran i svaret bli olika beroende på vilka tabellvärden man använder. Det är helt i sin ordning.

1. Mekaniska vågor

Räkna fysik

1.01

a) $T = \frac{60}{30} \text{ s} = 2,0 \text{ s}$ $f = \frac{1}{T} = 0,50 \text{ Hz}$

b) $f = 50 \text{ Hz}$ $T = \frac{1}{f} = 0,020 \text{ s}$

1.02

Avläs i figuren:

$A = 2,0 \text{ cm}$ $T = 4,0 \text{ s}$ $f = \frac{1}{T} = 0,25 \text{ Hz}$

1.03 a)

$F = kx$

$k = \frac{F}{x} = \frac{85}{0,25} \text{ N/m} = 340 \text{ N/m}$

b) $W = \frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} \cdot 340 \cdot 0,25^2 \text{ J} \approx 11 \text{ J}$

1.04

a) $F = kx$, k = linjens riktningskoefficient

$k = \frac{\Delta F}{\Delta x} = \frac{15}{0,06} \text{ N/m} = 250 \text{ N/m}$

b) Bestäm arean under grafen från 0 till 4,5 cm.

$W = \frac{0,045 \cdot 11}{2} \text{ J} = 0,25 \text{ J}$

1.05

a) Kinetisk energi omvandlas till energi hos den elastiska mattan.

$W_k = \frac{mv^2}{2}$

$W = \frac{1}{2} kx^2$

$\frac{mv^2}{2} = \frac{1}{2} kx^2$

$k = \frac{mv^2}{x^2} = \frac{87 \cdot 9,5^2}{0,25^2} \text{ N/m} = 125628 \text{ N/m} \approx 130 \text{ kN/m}$

b) Den maximala kraften

$F = kx = 125628 \cdot 0,25 \text{ N} \approx 31 \text{ kN}$

(Medelkraften är 16 kN)

1.06

$T = \frac{60}{150} \text{ s} = 0,40 \text{ s}$ $f = \frac{1}{T} = 2,5 \text{ Hz}$

1.07

Se facit

1.08

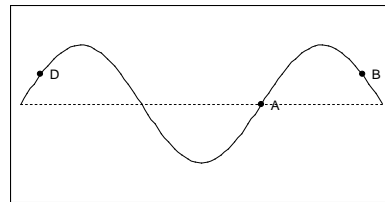
a) $v = \lambda f$ $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{1,6}{0,85} \text{ m} = 1,9 \text{ m}$

b) Se facit

1.09

a) Se facit

b) Samma bokstav ligger i fas.



c) $T = \frac{1}{f} = 0,63 \text{ s}$ för alla punkter

1.10 a)

$v = \lambda f = 0,25 \cdot 40 \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}$

$s = vt$ $t = \frac{s}{v} = \frac{500}{10} \text{ s} = 50 \text{ s}$

b)

$v = \frac{s}{t} = \frac{30}{5,0} \text{ m/s} = 6,0 \text{ m/s}$

$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{6,0}{40} \text{ m} = 0,15 \text{ m}$

1.11

$v = \frac{s}{t} = \frac{0,10}{0,50} \text{ m/s} = 0,20 \text{ m/s}$

$5\lambda = 10 \text{ cm}$ $\lambda = 2,0 \text{ cm}$

$v = \lambda f$ $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{0,20}{0,02} \text{ Hz} = 10 \text{ Hz}$

1.12

a) Avläsning ur t.ex. s/t -grafen ger:

$A = \frac{0,24 - 0,16}{2} \text{ m} = 0,04 \text{ m}$

$T = (1 - 0,2) \text{ s} = 0,8 \text{ s}$

$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,8} \text{ Hz} = 1,25 \text{ Hz}$

b) Avläsning ur v/t och a/t -graferna ger:

$v = 0 \text{ m/s}$, $a = -2,5 \text{ m/s}^2$

Vikten är högst upp i sitt vändläge

c) Vid 0,2 s och 1,8 s

d) Antingen högst upp eller längst ner.

- e) Hastigheten är som störst när vikten passerar jämviktsläget 0,20 m.
 f) Accelerationen är som störst i vändlägena. Hastigheten är då 0.
 g) Kraften har samma riktning som accelerationen. När kraften är riktad uppåt är vikten under jämviktsläget.
 h) $F_{\max} = a_{\max} \cdot m = 2,5 \cdot 0,45 \text{ N} = 1,1 \text{ N}$
 i) $k = \frac{F}{x} = \frac{1,1}{0,04} \text{ N/m} = 28 \text{ N/m}$

1.13

- a) Infalls- och reflektionsvinkeln mäts mot normalen, $i = r = 90^\circ - 35^\circ = 55^\circ$. Se figur 1.12 på sid. 22 i läroboken.
 b) Se facit

1.14

Tid för ljudsignalen att gå till fiskstimmet:

$$t = \frac{42}{2} \text{ ms} = 21 \text{ ms}$$

$$s = vt = 1,53 \cdot 10^3 \cdot 0,021 \text{ m} = 32 \text{ m}$$

1.15

Se facit och figur 1.13 på sid. 23 i läroboken.

1.16

Se facit

1.17

Se facit och sid. 26 i läroboken.

1.18

Pulsen rör sig åt höger. Punkt A rör sig neråt och B rör sig uppåt.

1.19

Högst upp på ruta 4 och tillbaka igen, d.v.s. totalt 8 rutor.

1.20

Se facit

1.21

Se facit och exempel 9 på sid. 31 i läroboken.

1.22

Se facit

1.23

a) Vid 1:a nodlinjen är vägskillnaden, Δs

$$\Delta s = \frac{\lambda}{2} = \frac{26}{2} \text{ cm} = 13 \text{ cm}$$

$$s_2 = 57 \text{ cm} - 13 \text{ cm} = 44 \text{ cm} \text{ eller}$$

$$s_2 = 57 \text{ cm} + 13 \text{ cm} = 70 \text{ cm}$$

b) Vid 2:a nodlinjen är vägskillnaden, Δs

$$\Delta s = \frac{3\lambda}{2} = \frac{3 \cdot 26}{2} \text{ cm} = 39 \text{ cm}$$

$$s_2 = 72 \text{ cm} - 39 \text{ cm} = 33 \text{ cm} \text{ eller}$$

$$s_2 = 72 \text{ cm} + 39 \text{ cm} = 111 \text{ cm}$$

1.24

a) 1:a nodlinjen: $KB - KA = \frac{\lambda}{2}$

b) $\lambda = 2 \cdot 3,0 \text{ cm} = 6,0 \text{ cm}$

c) Samma nodlinje: $LB - LA = KB - KA = 3,0 \text{ cm}$

d) M ligger på 2:a nodlinjen:

$$MB - MA = \frac{3\lambda}{2} = 9,0 \text{ cm}$$

1.25

Avståndet mellan intilliggande noder är $\frac{\lambda}{2}$.

Avståndet mellan 2:a och 6:e noden är 2λ .

$$2\lambda = 45 \text{ cm}$$

$$\lambda = 22,5 \text{ cm}$$

1.26

a) $\lambda = 18 \text{ cm} \Rightarrow \frac{\lambda}{2} = 9 \text{ cm}$ mellan två noder.

b) Samma, d.v.s. 9 cm

c) $v = \lambda f = 0,18 \cdot 25 \text{ m/s} = 4,5 \text{ m/s}$

1.27

a) $v = \lambda f \quad \lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{512} \text{ m} = 0,664 \text{ m}$

b)

$$f = 20 \text{ Hz} : \quad \lambda = \frac{v}{f} = 17 \text{ m}$$

$$f = 20 \text{ kHz} : \quad \lambda = \frac{v}{f} = 0,017 \text{ m}$$

1.28

$$s = vt \quad t = \frac{s}{v} = \frac{100}{340} \text{ s} = 0,29 \text{ s} \text{ för sent. Tiden blir}$$

för kort.

1.29

$$v = \lambda f \quad \lambda = \frac{v}{f} = \frac{1500}{2 \cdot 10^6} \text{ m} = 0,75 \text{ mm}$$

$$\text{Upplösningen} \approx \frac{\lambda}{2} = \frac{0,75}{2} \text{ mm} = 0,4 \text{ mm}$$

1.30

$$s = vt$$

$$\text{Luft: } t_1 = \frac{s}{v} = \frac{750}{340} \text{ s} = 2,2059 \text{ s}$$

$$\text{Mark: } t_2 = t_1 - 2,0 \text{ s} = 0,2059 \text{ s}$$

$$v = \frac{s}{t_2} = 3,6 \text{ km/s}$$

1.31

$$\text{Öppen pipa, grundton: } l = \frac{\lambda_1}{2} \quad v = \lambda_1 f_1 = 2lf_1$$

$$\text{Sluten pipa: grundton: } l = \frac{\lambda_2}{4} \quad v = \lambda_2 f_2 = 4lf_2$$

$$4lf_2 = 2lf_1$$

$$f_2 = \frac{2f_1}{4} = \frac{2 \cdot 380}{4} \text{ Hz} = 190 \text{ Hz}$$

1.32

Öppen pipa:

$$1. \text{ grundton: } l = \frac{\lambda}{2}$$

$$2. \text{ 1:a övertton: } l = \frac{2\lambda}{2}$$

$$3. \text{ 2:a övertton: } l = \frac{3\lambda}{2} \text{ o.s.v.}$$

$$1. \lambda = 2l \quad f_1 = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{2l} = \frac{340}{4,8} \text{ Hz} = 70,8 \text{ Hz}$$

$$2. \lambda = \frac{2l}{2} \quad f_2 = 2 \frac{v}{2l} = 2f_1$$

$$3. \lambda = \frac{2l}{3} \quad f_3 = 3 \frac{v}{2l} = 3f_1 \text{ o.s.v}$$

$$f_n = n \cdot 70,8 \text{ Hz} \quad \text{där } n \geq 1$$

1.33

Intelligande övertoner:

$$f_1 = 375 \text{ Hz}$$

$$f_2 = 450 \text{ Hz}$$

$$f_3 = 525 \text{ Hz}$$

$$f_3 - f_2 = f_2 - f_1 = 75 \text{ Hz}$$

Se uppgift 1.32: Pipans grundton = differensen mellan tonerna, d.v.s. 75 Hz.

1.34

$$l = 34,0 \text{ cm}$$

$$f_0 = 380 \text{ Hz} \quad \text{när } l = \frac{\lambda_0}{2} \text{ (grundton)} \quad \lambda_0 = 2l$$

$$v = \lambda f \quad f_0 = \frac{v}{\lambda_0} = \frac{v}{2l}$$

$$\text{a) 1:a övertton: } l = \lambda_1$$

$$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{l} = 2f_0 = 760 \text{ Hz}$$

$$\text{b) 2:a övertton: } l = \frac{3\lambda_2}{2} \quad \lambda_2 = \frac{2l}{3}$$

$$f_2 = \frac{v}{\lambda_2} = 3 \frac{v}{2l} = 3f_0 = 1140 \text{ Hz}$$

$$\text{c) } v = \lambda_0 f_0 = 2 \cdot 0,34 \cdot 380 \text{ m/s} = 258 \text{ m/s}$$

1.35

$$l = \frac{\lambda_0}{2} \quad \lambda_0 = 2l = 1,60 \text{ m}$$

$$v = \lambda_0 f_0 \quad f_0 = \frac{v}{\lambda_0} = \frac{520}{1,6} \text{ Hz} = 325 \text{ Hz}$$

1.36

$$L = 10 \lg \frac{I}{10^{-12}}$$

$$L = 10 \lg \frac{10 \cdot 10^{-6}}{10^{-12}} \text{ dB} = 70 \text{ dB}$$

1.37

$$L = 10 \lg \frac{I}{10^{-12}}$$

$$20 = 10 \lg \frac{I}{10^{-12}}$$

$$\lg \frac{I}{10^{-12}} = 2$$

$$\frac{I}{10^{-12}} = 10^2$$

$$I = 10^{-10} \text{ W/m}^2$$

1.38

$$L_1 = 10 \lg \frac{10^{-6}}{10^{-12}} \text{ dB} = 60 \text{ dB}$$

$$\text{a) } L_2 = 10 \lg \frac{2 \cdot 10^{-6}}{10^{-12}} \text{ dB} = 63 \text{ dB}$$

$$L_2 - L_1 = (63 - 60) \text{ dB} = 3 \text{ dB}$$

$$\text{b) } L_3 = 10 \lg \frac{10 \cdot 10^{-6}}{10^{-12}} \text{ dB} = 70 \text{ dB}$$

$$L_3 - L_1 = (70 - 60) \text{ dB} = 10 \text{ dB}$$

$$\text{c) } L_4 = 10 \lg \frac{10^{-3}}{10^{-12}} \text{ dB} = 90 \text{ dB}$$

$$L_4 - L_1 = (90 - 60) \text{ dB} = 30 \text{ dB}$$

1.39

$$\text{a) } I = \frac{P}{A} = \frac{12}{4\pi \cdot 8^2} \text{ W/m}^2 = 15 \text{ mW/m}^2$$

$$\text{b) } L = 10 \lg \frac{14,9 \cdot 10^{-3}}{10^{-12}} \text{ dB} = 100 \text{ dB}$$

Testa dig i fysik

1.

$$\lambda = 48 \text{ cm} \quad f = 0,45 \text{ Hz}$$

$$v = \lambda f = 0,48 \cdot 0,45 \text{ m/s} = 0,216 \text{ m/s}$$

$$s = 0,96 \text{ m} \quad s = vt$$

$$t = \frac{s}{v} = \frac{0,96}{0,216} \text{ s} = 4,4 \text{ s}$$

2.

$$t = \frac{s}{v} = \frac{30}{340} \text{ s} = 0,088 \text{ s}$$

Antal svängningar blir: $440 \cdot 0,088 \text{ st} = 39 \text{ st}$

3.

Lådans längd =

$$= \frac{\lambda}{4} = \frac{\frac{v}{f}}{4} = \frac{v}{4f} = \frac{340}{4 \cdot 440} \text{ m} = 0,19 \text{ m}$$

4.

Andra övertonen innebär 4 nodpunkter, en i vardera änden och två på strängen. Strängens längd motsvarar då $1,5\lambda_2$.

Avståndet mellan två nodpunkter =

$$0,5\lambda_2 = 0,28 \Rightarrow \lambda_2 = 0,56 \text{ m}$$

Strängens längd = $1,5\lambda_2 = 1,5 \cdot 0,56 \text{ m} = 0,84 \text{ m}$

När strängen svänger med grundtonen är strängens längd = $0,5\lambda = 0,84 \text{ m} \Rightarrow \lambda = 1,68 \text{ m}$

5.

$$L = 10 \lg \frac{I}{10^{-12}}$$

$$75 = 10 \lg \frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow I = 31,6 \mu\text{W/m}^2$$

$$L = 10 \lg \frac{8 \cdot 31,6 \cdot 10^{-6}}{10^{-12}} \text{ dB} = 84 \text{ dB}$$

6.

$$PA - PB = 1,5\lambda = (2 \cdot 4,65 - 2 \cdot 2,45) \text{ cm} = 4,4 \text{ cm} \Rightarrow \lambda = 2,9 \text{ cm}$$

$$v = f \cdot \lambda = 15 \cdot 2,9 \text{ cm/s} = 44 \text{ cm/s}$$

7.

$$\text{Avståndet mellan 2 min: } \frac{\lambda}{2}$$

$$v = \lambda f \quad \lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{2150} \text{ m} = 0,158 \text{ m}$$

$$\frac{\lambda}{2} = \frac{0,158}{2} \text{ m} = 0,079 \text{ m} = 7,9 \text{ cm}$$

8.

$$l = \frac{\lambda}{2} \quad \lambda = 2l$$

$$v = \lambda f \quad \text{konstant}$$

$$\lambda_1 f_1 = \lambda_2 f_2$$

$$2l_1 f_1 = 2l_2 f_2$$

$$l_2 = \frac{l_1 f_1}{f_2} = \frac{0,840 \cdot 220}{262} \text{ m} = 0,705 \text{ m}$$

Strängens längd blir 0,705 m

2. Ljusvågor

Räkna fysik

2.01

Infallsvinkeln och reflektionsvinkeln är lika stora. Båda vinklarna mäts mot normalen. Vinkeln mellan den reflekterade och den infallande ljusstrålen är 132° . Vi får:
Infallsvinkeln = reflektionsvinkeln

$$i = r = \frac{132^\circ}{2} = 66^\circ$$

2.02

Klockan visar tio minuter i två. Testa själv med 2 speglar!
Du ser "spegelbildens spegelbild" i resp. spegel och därför blir bilden rättvänd.
(Klappen på väckarklockan i spegeln är ritad åt fel håll.)

2.03

Infallsvinklarna är 42° och 58° .
Reflektionsvinklarna är lika stora som infallsvinklarna, d.v.s. 42° och 58° . Vinkeln, ν , mellan de reflekterade strålarna är då:
 $\nu = 58^\circ - 42^\circ = 16^\circ$

2.04

Se facit i läroboken.

2.05

Rita den reflekterade strålen (30° mot normalen) i den första spegeln.
Spegelarna och den reflekterade strålen bildar nu en triangel med vinklarna 45° , 60° och en okänd vinkel w . Vinkelsumman i en triangel är 180° vilket ger $w = 75^\circ$.
Reflektionsvinkeln = infallsvinkeln i den andra spegeln, dvs. $90 - 75 = 15^\circ$.

2.06

a) Använd brytningslagen:
 $n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$, där $\alpha_1 = 50,0^\circ$, $\alpha_2 = 28,6^\circ$ och $n_1 = 1$ (luft). Vi får:

$$n_2 = \frac{n_1 \sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{1 \cdot \sin 50,0^\circ}{\sin 28,6^\circ} = 1,60$$

b) $\alpha_1 = 25,0^\circ$. Brytningsvinkeln blir:

$$\sin \alpha_2 = \frac{n_1 \sin \alpha_1}{n_2} = \frac{1 \cdot \sin 25,0^\circ}{1,60} = 0,264$$

$$\alpha_2 = 15,3^\circ$$

2.07

Brytningsindex definieras: $n = \frac{c}{v}$

För glaset gäller:

$$v_{\text{glas}} = 0,86 \cdot v_{\text{vatten}} = 0,86 \cdot \frac{c}{n_{\text{vatten}}} = \frac{0,86c}{1,33} = 0,6466c$$

$$n_{\text{glas}} = \frac{c}{v_{\text{glas}}} = \frac{c}{0,6466c} = 1,55$$

2.08

a) Infallsvinkeln och brytningsvinkeln mäts mot normalen.

Vinklarna i figuren är mätta mot diamantytan. Vi får:

$$\text{Infallsvinkeln: } \alpha_1 = 90^\circ - 45^\circ = 45^\circ$$

$$\text{Brytningsvinkeln: } \alpha_2 = 90^\circ - 73^\circ = 17^\circ$$

b) Brytningslagen: $n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$, där $n_1 = 1$ (luft). Vi får:

$$n_2 = \frac{n_1 \sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{1 \cdot \sin 45^\circ}{\sin 17^\circ} = 2,42$$

2.09

a) Ljuset bryts från normalen. Det går från ett material med högre brytningsindex till ett material med lägre brytningsindex, d.v.s. från glas till luft.

b) Infallsvinkeln är $32,0^\circ$. Reflektionsvinkeln, α , är lika stor som infallsvinkeln, $\alpha = 32,0^\circ$.

Brytningsvinkeln, β , beräknas med hjälp av brytningslagen: $n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \beta$, där $n_1 = 1,50$ (glas) och $n_2 = 1$ (luft). Vi får:

$$\sin \beta = \frac{n_1 \sin \alpha_1}{n_2} = \frac{1,50 \cdot \sin 32,0^\circ}{1} = 0,79488$$

$$\beta = 52,6^\circ$$

2.10

Ljuset bryts i glasprismats båda gränssytor. Vinklarna mellan ljusstrålen och glasytorna är lika stora på båda sidor om glasprismat. Då måste vinklarna mellan ljusstrålen och gränssytor inuti prismat också vara lika stora. Ljusstrålen i glaskroppen är då parallell med prismats basyta eftersom glasprismat är likbent.

Vi kan beräkna brytningsvinkeln i glasprismat. Toppvinkeln i prismat är 50° . Basvinklarna, ν , kan då beräknas:

$$2\nu + 50^\circ = 180^\circ$$

$$\nu = \frac{180^\circ - 50^\circ}{2} = 65^\circ$$

Både infallsvinkeln och brytningsvinkeln mäts mot normalen. Vi får:

$$\text{Infallsvinkeln } \alpha_1 = 90^\circ - 47^\circ = 43^\circ$$

$$\text{Brytningsvinkeln } \alpha_2 = 90^\circ - 65^\circ = 25^\circ$$

Brytningslagen ger: $n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$, där $n_1 = 1$ (luft).

Vi får:

$$n_2 = \frac{n_1 \sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{1 \cdot \sin 43^\circ}{\sin 25^\circ} = 1,6$$

2.11

a) Ljuset bryts från normalen när det går från glas till luft.

Ljusstråle T kan inte höra till ljusstråle P eftersom brytningsvinkeln i så fall är mindre än infallsvinkeln. Den reflekterade strålen S kommer att försvinna.

b) Den reflekterade ljusstrålen R och den brutna ljusstrålen T försvinner.

c) Brytningslagen ger: $n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$, där $\alpha_1 = 26^\circ$, $\alpha_2 = 41^\circ$ och $n_2 = 1$ (luft).

Vi får:

$$n_1 = \frac{n_2 \sin \alpha_2}{\sin \alpha_1} = \frac{1 \cdot \sin 41^\circ}{\sin 26^\circ} = 1,5$$

2.12

Använd brytningslagen: $n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$, där $n_1 = 1$ (luft).

Infallsvinkeln är vinkeln mellan ljusstrålen och en vertikal normal.

Den kan beräknas med hjälp av måtten i figuren:

$$\tan \alpha_1 = \frac{7,5}{3,0} = 2,5$$

$$\alpha_1 = 68,20^\circ$$

Brytningsvinkeln beräknas på motsvarande sätt:

$$\tan \alpha_2 = \frac{7,0}{10,0} = 0,70$$

$$\alpha_2 = 34,99^\circ$$

Brytningsindex blir:

$$n_2 = \frac{n_1 \sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{1 \cdot \sin 68,20^\circ}{\sin 34,99^\circ} = 1,62$$

2.13

Gränsvinkeln för totalreflektion är $43,6^\circ$. Då är brytningsvinkeln 90° .

Brytningslagen ger: $n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$, där $n_2 = 1$ (luft). Vi får:

$$n_1 = \frac{n_2 \sin \alpha_2}{\sin \alpha_1} = \frac{1 \cdot \sin 90^\circ}{\sin 43,6^\circ} = 1,45$$

2.14

Vatten: $n_1 = 1,333$, Is: $n_2 = 1,311$

Gränsen för totalreflektion inträffar när brytningsvinkeln är 90° .

Brytningslagen ger: $n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$

Vi får:

$$\sin \alpha_1 = \frac{n_2 \sin \alpha_2}{n_1} = \frac{1,311 \cdot \sin 90^\circ}{1,333} = 0,9835$$

$$\alpha_1 = 79,6^\circ$$

2.15

Glasets brytningsindex är n . Brytningslagen ger:

$$n \sin 38,3^\circ = 1,0 \cdot \sin 90^\circ$$

$$n = \frac{1}{\sin 38,3^\circ} = 1,613$$

Från glas till vatten:

$$n \sin \alpha = 1,33 \cdot \sin 90^\circ$$

$$\sin \alpha = \frac{1,33}{n}$$

$$\alpha = 55,5^\circ$$

2.16

a) Gränsen för totalreflektion inträffar när brytningsvinkeln är 90° .

Brytningslagen ger: $n_g \sin \alpha_g = n_p \sin \alpha_p$, där

$$n_g = 1,50 \text{ och } n_p = 1,45$$

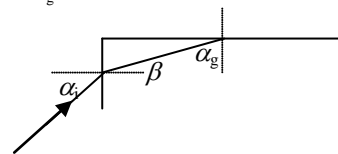
Vi får:

$$\sin \alpha_g = \frac{n_p \sin \alpha_p}{n_g} = \frac{1,45 \cdot \sin 90^\circ}{1,50} = 0,96667$$

$$\alpha_g = 75,2^\circ$$

b) Infallsytan vid A, där ljuset träffar fibern, är vinkelrät mot plathöljet (vid B). Brytningsvinkeln vid A blir därför:

$$\beta = 90^\circ - \alpha_g = 90^\circ - 75,2^\circ = 14,8^\circ$$



Infallsvinkeln beräknas med hjälp av brytningslagen:

$$n_i \sin \alpha_i = n_g \sin \beta$$

$$\sin \alpha_i = \frac{n_g \sin \beta}{n_i} = \frac{1,50 \cdot \sin 14,8^\circ}{1} = 0,384$$

$$\alpha_i = 22,6^\circ$$

c) När α_i minskar kommer brytningsvinkeln, β , också att minska.

Det leder till att infallsvinkeln vid B, α_g , ökar, eftersom $\alpha_g = 90^\circ - \beta$.

Då blir infallsvinkeln större än gränsvinkeln för totalreflektion, se figur ovan.

2.17

Max när $d \sin \theta = n\lambda$; $\sin \theta = \frac{n\lambda}{d}$

a)

$$n = 1: \sin \theta = \frac{550 \cdot 10^{-9}}{0,120 \cdot 10^{-3}} = 0,00458$$

$$\theta = 0,26^\circ$$

b)

$$n = 5: \sin \theta = \frac{5 \cdot 550 \cdot 10^{-9}}{0,120 \cdot 10^{-3}} = 0,0229$$

$$\theta = 1,31^\circ$$

c)

$$n = 10: \sin \theta = \frac{10 \cdot 550 \cdot 10^{-9}}{0,120 \cdot 10^{-3}} = 0,0458$$

$$\theta = 2,63^\circ$$

2.18

Se facit

2.19

a) $d \sin \theta = n\lambda$; $\sin \theta = \frac{n\lambda}{d}$

$$n = 2: \sin \theta = \frac{2 \cdot 663 \cdot 10^{-9}}{2,00 \cdot 10^{-6}} = 0,633$$

$$\theta = 39,3^\circ$$

b) Se facit

2.20

$$d \sin \theta = n\lambda \quad n = 1$$

$$\tan \theta = \frac{1,83 - 1,00}{2,00} = 0,415 \quad \theta = 22,5^\circ$$

$$d = \frac{n\lambda}{\sin \theta} = \frac{633 \cdot 10^{-9}}{\sin 22,5^\circ} \text{ m} = 1,65 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

2.21

$$d = \frac{10^{-3}}{655} \text{ m} = 1,5267 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$\theta = \frac{79,5^\circ}{2} = 39,75^\circ \quad n = 2$$

$$d \sin \theta = n\lambda$$

$$\lambda = \frac{d \sin \theta}{n} = \frac{1,5267 \cdot 10^{-6} \cdot \sin 39,75^\circ}{2} \text{ m}$$

$$\lambda = 488 \text{ nm}$$

Färgen är blå.

2.22

$$d \sin \theta = n\lambda$$

Störst vinkel ger störst våglängd.

$$\tan \theta_1 = \frac{83,8/2}{136} = 0,308 \quad \theta_1 = 17,1^\circ$$

$$n = 1 \quad d = \frac{1 \cdot \lambda}{\sin \theta_1} = \frac{628 \cdot 10^{-9}}{\sin 17,1^\circ} \text{ m} = 2,13 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$\tan \theta_2 = \frac{66,0/2}{136} = 0,2426 \quad \theta_2 = 13,6^\circ$$

$$\lambda_2 = d \sin \theta_2 = 2,13 \cdot 10^{-6} \cdot \sin 13,6^\circ \text{ m} = 503 \text{ nm}$$

2.23

$$d = \frac{10^{-3}}{500} \text{ m} = 2,0 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$d \sin \theta = n\lambda$$

$$\sin \theta = \frac{n\lambda}{d} = n \cdot \frac{589 \cdot 10^{-9}}{2 \cdot 10^{-6}} = n \cdot 0,2945$$

$$\sin \theta \leq 1$$

$$3 \cdot 0,2945 = 0,8835$$

$$4 \cdot 0,2945 = 1,178 \text{ ger}$$

$$n_{\max} = 3$$

$$n = 3 \text{ ger } 3 + 1 + 3 = 7 \text{ ljusfläckar}$$

2.24

a) Se facit

b) $d \sin \theta = n\lambda$

$$\text{violett: } \sin \theta_V = \frac{n\lambda_V}{d} = \frac{1 \cdot 400 \cdot 10^{-9}}{500 \cdot 10^{-6}} = 0,08$$

$$\theta_V = 4,59^\circ$$

$$\text{rött: } \sin \theta_R = \frac{n\lambda_R}{d} = \frac{1 \cdot 700 \cdot 10^{-9}}{500 \cdot 10^{-6}} = 0,14$$

$$\theta_R = 8,05^\circ$$

c) Avstånd från centralmax till 1:a ordningens max på skärmen: x_V resp. x_R Avstånd till skärmen: $s = 1,5 \text{ m}$

$$\tan \theta_V = \frac{x_V}{s}$$

$$x_V = s \tan \theta_V = 1,5 \cdot \tan 4,59^\circ \text{ m} = 0,1204 \text{ m}$$

$$\tan \theta_R = \frac{x_R}{s}$$

$$x_R = s \tan \theta_R = 1,5 \cdot \tan 8,05^\circ \text{ m} = 0,2121 \text{ m}$$

$$x_R - x_V = 9,17 \text{ cm}$$

2.25

a) $f = 2,45 \text{ GHz}$ $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{2,45 \cdot 10^9} \text{ m} = 0,122 \text{ m}$

b) Mikrovågorna ska inte kunna påverka något utanför ugnen, t.ex. den som står framför ugnen.

2.26

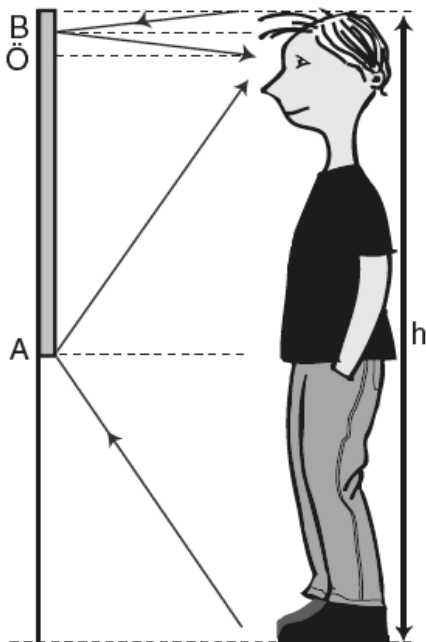
a) Radiovågor

b) $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{0,211} \text{ Hz} = 1,42 \text{ GHz}$

Testa dig i fysik

1.

Alternativ b. Ledning:



Ljuset från en punkt på foten reflekteras från punkt A, och ljuset från en punkt på hjässan reflekteras från en punkt B på spegeln. Spegeln måste vara minst hälften så hög som du är lång. Resultatet är oberoende av avståndet till spegeln.

2.

Alternativ c. Blått ljus har högre brytningsindex än rött ljus.

Det röda ljuset kommer att brytas mindre än det blåa. Du måste därför sikta längre ner.

3.

$$d = \frac{0,024}{15000} \text{ m} = 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

4.

Använd brytningslagen:

$n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$, där $n_1 = 1$ (luft), $\alpha_1 = 47^\circ$ och $\alpha_2 = 38^\circ$

$$n_2 = \frac{n_1 \sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{1 \cdot \sin 47^\circ}{\sin 38^\circ} = 1,19$$

5.

Använd brytningslagen:

$n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$, där $n_2 = 1$ (luft)

Gränsvinkeln för totalreflektion erhålls när brytningsvinkeln är 90° , $\alpha_2 = 90^\circ$.

För medium 1 gäller: $\alpha_1 = 24^\circ$

$$n_1 = \frac{n_2 \sin \alpha_2}{\sin \alpha_1} = \frac{1 \cdot \sin 90^\circ}{\sin 24^\circ} = 2,46$$

För medium 2 gäller: $\alpha_1 = 29^\circ$

$$n_1 = \frac{n_2 \sin \alpha_2}{\sin \alpha_1} = \frac{1 \cdot \sin 90^\circ}{\sin 29^\circ} = 2,06$$

För brytningsindex gäller: $n = \frac{c}{v}$.

Ljushastigheten är alltså störst i det ämne som har minst brytningsindex, d.v.s. 2,06.

Vi får:

$$v = \frac{c}{n} = \frac{3 \cdot 10^8}{2,06} \text{ m/s} = 1,5 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

6.

$$\tan \theta = \frac{1,4/2}{120} = 0,00583 \quad \theta = 0,334^\circ$$

$$d \sin \theta = n \lambda$$

$$d = \frac{n \lambda}{\sin \theta} = \frac{1 \cdot 542 \cdot 10^9}{\sin 0,334^\circ} \text{ m} = 9,1 \text{ m}$$

7.

$$d \sin \theta = n \lambda$$

$$d = \frac{0,01}{5000} \text{ m} = 2,0 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$\sin \theta_R = \frac{n \lambda_R}{d} = \frac{1 \cdot 650 \cdot 10^{-9}}{2,0 \cdot 10^{-6}} = 0,325$$

$$\theta_R = 18,97^\circ$$

$$\sin \theta_B = \frac{n \lambda_B}{d} = \frac{1 \cdot 450 \cdot 10^{-9}}{2,0 \cdot 10^{-6}} = 0,225$$

$$\theta_B = 13,00^\circ$$

$$\theta_R - \theta_B = 18,97^\circ - 13,00^\circ = 6,0^\circ$$

8.

Den nedre ljusstrålen fortsätter rakt fram. Den övre ljusstrålen bryts så att den träffar den bakre väggen 12 cm längre ner än framväggen, i samma punkt som den undre ljusstrålen.

Använd brytningslagen:

$n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$, där $n_1 = 1$ (luft).

Brytningsvinkeln kan bestämmas med hjälp av måtten i figuren:

$$\tan \alpha_2 = \frac{12}{35} = 0,343$$

$$\alpha_2 = 18,9^\circ$$

Brytningsindex för vatten: $n_2 = 1,33$

Vi får:

$$\sin \alpha_1 = \frac{n_2 \sin \alpha_2}{n_1} = \frac{1,33 \cdot \sin 18,9^\circ}{1} = 0,431$$

$$\alpha_1 = 26^\circ$$

9.

$$d \sin \theta = n\lambda$$

2:a ordningen överlappar 3:e när:

$$d \sin \theta_2 = d \sin \theta_3 \quad \text{eller}$$

$$2\lambda_2 \geq 3\lambda_3$$

$$\lambda_3 \leq \frac{2}{3}\lambda_2 \quad \text{där} \quad 400 \text{ nm} \leq \lambda \leq 700 \text{ nm}$$

$$\text{Övre gräns: } \lambda_3 = \frac{2}{3} \cdot 700 \text{ nm} = 470 \text{ nm}$$

Överlappning i intervallet 400 nm till 470 nm.

10.

Ljushastigheten i vatten:

$$c_v = \frac{c}{n_v} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,33} \text{ m/s} = 2,256 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Frekvensen är samma i luft och vatten, våglängden ändras:

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{460 \cdot 10^{-9}} \text{ Hz} = 6,52 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

Ny våglängd i vattnet:

$$\lambda_v = \frac{c_v}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{6,52 \cdot 10^{14}} \text{ m} = 346 \text{ nm}$$

$$d = \frac{10^{-3}}{1500} \text{ m} = 6,67 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

$$d \sin \theta = n\lambda$$

$$\sin \theta = \frac{n\lambda}{d} = \frac{1 \cdot 346 \cdot 10^{-9}}{6,67 \cdot 10^{-7}} = 0,519$$

$$\theta = 31,25^\circ$$

Avstånd från centralmax: x

$$s = 0,34 \text{ m}$$

$$\tan \theta = \frac{x}{s}$$

$$x = s \tan \theta = 0,34 \cdot \tan 31,25^\circ \text{ m} = 0,21 \text{ m} = 21 \text{ cm}$$

3. Kvantfysik

Räkna fysik

3.01

a) $W_k = 1,64 \text{ aJ} = \frac{1,64 \cdot 10^{-18}}{1,602 \cdot 10^{-19}} \text{ eV} = 10,2 \text{ eV}$

b) $W = 3,54 \text{ eV} = 3,54 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0,567 \text{ aJ}$

3.02

a) Energin ökar med: $W_k = eU = 150 \text{ eV}$

b) $W = 35 + 150 \text{ eV} = 185 \text{ eV}$

c)

$$W_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{9,1094 \cdot 10^{-31} \cdot (4,5 \cdot 10^6)^2}{2} \text{ J} =$$

$$= 9,22 \cdot 10^{-18} \text{ J} = 58 \text{ eV}$$

$$W = 58 + 150 \text{ eV} = 208 \text{ eV}$$

3.03

Se facit i läroboken.

3.04

a) $\Delta W = -0,240 - (-0,636) \text{ aJ} = 0,396 \text{ aJ}$

b)

$$W = hf$$

$$f = \frac{W}{h} = \frac{0,396 \cdot 10^{-18}}{6,626 \cdot 10^{-34}} \text{ Hz} = 5,98 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{5,98 \cdot 10^{14}} \text{ m} = 502 \text{ nm}$$

3.05

$$W = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{632,8 \cdot 10^{-9}} \text{ J} = 0,314 \text{ aJ}$$

$$W_3 = -0,144 - 0,314 \text{ aJ} = -0,458 \text{ aJ}$$

3.06

a) Bohrs formel:

$$W_n = -\frac{2,179}{n^2} \text{ aJ}$$

Högst frekvens:

$$\Delta W = W_\infty - W_2 = 0 - \left(-\frac{2,179}{2^2}\right) \text{ aJ} = 0,54475 \text{ aJ}$$

$$f = \frac{\Delta W}{h} = \frac{0,54475 \cdot 10^{-18}}{6,626 \cdot 10^{-34}} \text{ Hz} = 822 \text{ THz}$$

Lägst frekvens:

$$\Delta W = W_3 - W_2 = -\frac{2,179}{3^2} - \left(-\frac{2,179}{2^2}\right) \text{ aJ} = 0,3026 \text{ aJ}$$

$$f = \frac{\Delta W}{h} = \frac{0,3026 \cdot 10^{-18}}{6,626 \cdot 10^{-34}} \text{ Hz} = 457 \text{ THz}$$

b) Lägst frekvens till W_1 :

$$\Delta W = W_2 - W_1$$

$$\Delta W = -\frac{2,179}{2^2} - \left(-\frac{2,179}{1^2}\right) \text{ aJ} = 1,63425 \text{ aJ}$$

$$f = \frac{\Delta W}{h} = \frac{1,63425 \cdot 10^{-18}}{6,626 \cdot 10^{-34}} \text{ Hz} = 2467 \text{ THz}$$

750 THz är den största frekvensen för synligt ljus.

3.07

Se facit i läroboken.

3.08

a) De synliga linjerna i Balmerserien motsvarar övergångar från nivå 3, 4, 5 och 6 till nivå 2.

b)

$$W_k = W = W_6 - W_1 = -0,061 - (-2,179) \text{ aJ}$$

$$W_k = 2,118 \text{ aJ}$$

$$W_k = \frac{mv^2}{2}$$

$$v = \sqrt{\frac{2W_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,118 \cdot 10^{-18}}{9,1094 \cdot 10^{-31}}} \text{ m/s}$$

$$v = 2,16 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

c)

$f = 750 \text{ THz}$, $W = hf = 0,497 \text{ aJ} < 2,118 \text{ aJ}$ som behövs för att excitera atomen. Svaret är nej.

3.09

Se facit i läroboken.

3.10

a)

$$W = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{589 \cdot 10^{-9}} \text{ J} = 0,337 \text{ aJ}$$

$$W_3 - W_4 = -0,485 - (-0,823) \text{ aJ} = 0,338 \text{ aJ}$$

Mellan nivå 3 och 4

b)

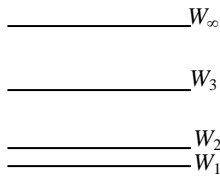
$$\Delta W = W_1 - W_4 = -0,221 - (-0,823) \text{ aJ} = 0,602 \text{ aJ}$$

$$\lambda = \frac{hc}{\Delta W} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{0,602 \cdot 10^{-18}} \text{ m} = 330 \text{ nm}$$

Ultraviolett

3.11

a)



b)

$$W_3 - W_2 = 0,372 \text{ aJ}$$

$$\lambda = \frac{hc}{W_3 - W_2} = 534 \text{ nm}$$

Linjen är grön.

c) $W_j = 0 - (-0,979) \text{ aJ} = 0,979 \text{ aJ}$

d) Störst energi ger minst våglängd:

$$W_\infty - W_1 = 0,979 \text{ aJ}$$

$$\lambda = \frac{hc}{W_\infty - W_1} = 203 \text{ nm}$$

3.12

a) Ljus med den våglängden absorberas i solatmosfären.

b) Kalium

3.13

Se läroboken sid. 107.

3.14

$$W_3 - W_1 = \frac{hc}{\lambda_{31}} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{400 \cdot 10^{-9}} \text{ J} = 0,49695 \text{ aJ}$$

$$W_3 - W_2 = \frac{hc}{\lambda_{32}} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{600 \cdot 10^{-9}} \text{ J} = 0,3313 \text{ aJ}$$

$$W_2 - W_1 = 0,49695 - 0,3313 \text{ aJ} = 0,16565 \text{ aJ}$$

$$\lambda = \frac{hc}{W_2 - W_1} = 1200 \text{ nm}$$

3.15

a)

$$W = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{360 \cdot 10^{-9}} \text{ J}$$

$$W = 5,53 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

b)

$$W_k = hf - W = 5,53 \cdot 10^{-19} - 3,68 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$W_k = 1,85 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$W_k = \frac{mv^2}{2}$$

$$v = \sqrt{\frac{2W_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,85 \cdot 10^{-19}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} \text{ m/s} = 6,34 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

c)

$$W = hf_g$$

$$f_g = \frac{W}{h} = 5,55 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

3.16

a)

$$W = hf - W_k = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 1,25 \cdot 10^{15} - 1,12 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$W = 7,17 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

b)

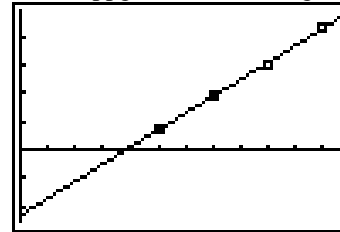
$$W_{400} = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{400 \cdot 10^{-9}} \text{ J}$$

$$W_{400} = 4,97 \cdot 10^{-19} \text{ J} < W$$

Inga elektroner frigörs. Fotonenergin är mindre än utträdesarbetet.

3.17

a) Lös uppgiften m.h.a. din grafräknare:

Grafen ovan visar W_k som funktion av f . Använd linjär regression (Linreg) för att anpassa en rät linje till punkterna. I linjens ekvation gäller att $Y = W_k$ och $X = f$. Plancks konstant och utträdesarbetet erhålls direkt ur linjens ekvation:

$$Y = 5,95 \cdot 10^{-34} X - 2,285 \cdot 10^{-19}$$

$$W_k = 6,0 \cdot 10^{-34} f - 2,3 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$W_k = hf - W$$

$$h = 6,0 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

$$W = 2,3 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

b) Använd grafen i a. Gränshfrekvensen är lika med linjens skärningspunkt med x -axeln:

$$f_g = 3,8 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

3.18

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{300 \cdot 10^{-9}} \text{ J}$$

$$E = 6,63 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34}}{300 \cdot 10^{-9}} \text{ kgm/s} = 2,2 \cdot 10^{-27} \text{ kgm/s}$$

3.19 En foton:

$$E = hf = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 89,1 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$E = 5,91 \cdot 10^{-26} \text{ J}$$

$$p = \frac{E_{tot}}{c} = \frac{2,0 \cdot 10^{29} \cdot 5,91 \cdot 10^{-26}}{2,9979 \cdot 10^8} \text{ kgm/s} = 3,94 \cdot 10^{-5} \text{ kgm/s}$$

3.20

$$p = \frac{E}{c}$$

$$E = pc = 5,45 \cdot 10^{-27} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ J} = 1,64 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

$$E = hf$$

$$f = \frac{E}{h} = 2,47 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

$$p = \frac{h}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = 122 \text{ nm}$$

3.21

Se facit i läroboken.

3.22

a)

$$p = mv = \frac{h}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{1,675 \cdot 10^{-27} \cdot 3,75 \cdot 10^3} \text{ m} = 1,06 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

b)

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{5,0 \cdot 10^{-9}} \text{ kgm/s} = 1,326 \cdot 10^{-25} \text{ kgm/s}$$

$$p = mv$$

$$v = \frac{p}{m} = \frac{1,326 \cdot 10^{-25}}{9,1 \cdot 10^{-31}} \text{ m/s} = 1,5 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

c) Se facit i läroboken.

3.23

a)

$$p = \frac{h}{\lambda} = mv$$

$$v = \frac{h}{\lambda m} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{0,1 \cdot 10^{-9} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}} \text{ m/s} = 7,29 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = 2,42 \cdot 10^{-17} \text{ J}$$

b)

$$E_k = eU$$

$$U = \frac{E_k}{e} = 151 \text{ kV}$$

c) För att få större våglängd ska hastigheten vara mindre. Då är den kinetiska energin mindre och spänningen, U , ska vara mindre.

3.24

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{1,00 \cdot 10^{-12}} \text{ kgm/s} = 6,63 \cdot 10^{-22} \text{ kgm/s}$$

$$p = \gamma mv = \frac{mv}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$1 - \frac{v^2}{c^2} = \left(\frac{mv}{p} \right)^2$$

$$\frac{m^2 v^2}{p^2} + \frac{v^2}{c^2} = 1$$

$$v^2 \left(\frac{m^2}{p^2} + \frac{1}{c^2} \right) = 1$$

$$v = \sqrt{\frac{1}{\frac{m^2}{p^2} + \frac{1}{c^2}}} = 2,77 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

3.25

a)

$$\Delta p \cdot \Delta x \geq \frac{h}{4\pi}$$

$$\Delta p = 0,05 p$$

$$p = mv = 1,0 \cdot 10^{-3} \cdot 0,50 \text{ kgm/s}$$

$$p = 0,50 \cdot 10^{-3} \text{ kgm/s}$$

$$\Delta p = 0,05 p = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ kgm/s}$$

$$\Delta x \geq \frac{h}{4\pi \cdot \Delta p} = 2,1 \cdot 10^{-30} \text{ m}$$

b)

$$p = mv = 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 2,0 \cdot 10^6 \text{ kgm/s}$$

$$p = 1,82 \cdot 10^{-24} \text{ kgm/s}$$

$$\Delta p = 0,05 p = 9,1 \cdot 10^{-26} \text{ kgm/s}$$

$$\Delta x \geq \frac{h}{4\pi \cdot \Delta p} = 5,8 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

3.26

a)

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

$$v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,18 \cdot 10^{-18}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} \text{ m/s}$$

$$v = 2,19 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

$$p = mv = 1,99 \cdot 10^{-24} \text{ kgm/s}$$

b)

$$\Delta x = 0,010 \text{ nm}$$

$$\Delta p \cdot \Delta x \geq \frac{h}{4\pi}$$

$$\Delta p \geq \frac{h}{4\pi \Delta x} = 5,28 \cdot 10^{-24} \text{ kgm/s}$$

c) Se facit i läroboken.

Testa dig i fysik

1.

Absorption om n^* är större än n , annars emission:

- a) Absorption b) Emission
c) Absorption

2.

$$\Delta W = W_6 - W_2 = -\frac{2,179}{6^2} - \left(-\frac{2,179}{2^2}\right) \text{ aJ} = 0,48422 \text{ aJ}$$

$$\Delta W = \frac{hc}{\lambda}, \quad \lambda = \frac{hc}{\Delta W} = 410 \text{ nm}$$

3.

Under 1 s: $W = Pt = 750 \cdot 1 \text{ J} = 750 \text{ J}$

$$W_{\text{foton}} = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{0,108} \text{ J} = 1,84 \cdot 10^{-24} \text{ J}$$

$$\text{Antal fotoner: } \frac{W}{W_{\text{foton}}} = \frac{750}{1,84 \cdot 10^{-24}} = 4,07 \cdot 10^{26} \text{ st}$$

4.

Längst våglängd när vi har minst energi.

$$\Delta W = W_2 - W_1 = -0,545 - (-2,179) \text{ aJ} = 1,634 \text{ aJ}$$

$$\Delta W = \frac{hc}{\lambda}, \quad \lambda = \frac{hc}{\Delta W} = 122 \text{ nm}$$

5.

a)

$$W_k = hf - W = \frac{hc}{\lambda} - W$$

$$W_k = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{430 \cdot 10^{-9}} - 2,28 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$W_k = 9,72 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

$$W_k = \frac{mv^2}{2}$$

$$v = \sqrt{\frac{2W_k}{m}} = 4,6 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

b)

$$W = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{630 \cdot 10^{-9}} \text{ J}$$

$$W = 3,16 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1,97 \text{ eV} < W_{\text{utr}}$$

Inga elektroner frigörs.

6.

$$\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{h}{4\pi}$$

$$\Delta t = 10^{-8} \text{ s}$$

$$\Delta E \geq \frac{h}{4\pi \cdot \Delta t} = 5,3 \cdot 10^{-27} \text{ J} = 3 \cdot 10^{-8} \text{ eV}$$

7.

a)

$$E_k = eU = 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 6,5 \cdot 10^6 \text{ J} = 1,04 \cdot 10^{-12} \text{ J}$$

b)

$$E_k = mc^2(\gamma - 1)$$

$$\gamma = \frac{E_k}{mc^2} + 1 = \frac{1,04 \cdot 10^{-12}}{1,673 \cdot 10^{-27} \cdot (3 \cdot 10^8)^2} + 1$$

$$\gamma = 1,0069$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$v = c \sqrt{1 - \frac{1}{\gamma^2}} = 0,117c = 3,5 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

$$\text{c) } \lambda = \frac{h}{p} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{1,67 \cdot 10^{-27} \cdot 3,5 \cdot 10^7} \text{ m} = 1,13 \cdot 10^{-14} \text{ m}$$

8.

$$W_\infty - W_2 = 0 - (-0,545) \text{ aJ} = 0,545 \text{ aJ}$$

9.

$$W = W_j + 5,0 \text{ eV} = 2,179 \cdot 10^{-18} + 5,0 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$W = 2,98 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

$$W = \frac{hc}{\lambda}, \quad \lambda = \frac{hc}{W} = 67 \text{ nm}$$

4. Kraft och rörelse

Räkna fysik

4.01

Momentjämvikt i samtliga fall. Den okända massan kan beräknas på följande sätt:

$$F_1 r_1 = F_2 r_2$$

$$m_1 g r_1 = m_2 g r_2$$

$$m_2 = \frac{m_1 r_1}{r_2}$$

$$\text{a) } m_2 = \frac{m_1 r_1}{r_2} = \frac{5 \cdot 1,2}{1,5} \text{ kg} = 4 \text{ kg}$$

$$\text{b) } m_2 = \frac{m_1 r_1}{r_2} = \frac{6 \cdot 0,8}{1,4} \text{ kg} = 3,4 \text{ kg}$$

$$\text{c) } m_2 = \frac{m_1 r_1}{r_2} = \frac{4 \cdot 1,4}{0,8} \text{ kg} = 7 \text{ kg}$$

4.02

Störst moment när tramporna är horisontellt. Hela tyngden verkar på en trampa. Vi får:

$$m = 68 \text{ kg}, r = 0,18 \text{ m}$$

$$M = Fr = mgr = 68 \cdot 9,82 \cdot 0,18 \text{ Nm} = 120 \text{ Nm}$$

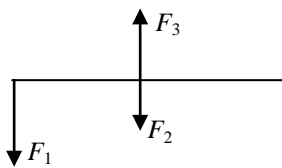
4.03

Anta att meterstavens hela tyngd verkar från tyngdpunkten.

Tyngden av en 0,5kg vikt verkar i ändpunkten.

Figur nedan visar kraftsituationen:

Beräkna krafterna:



$$F_1 = 0,5 \cdot 9,82 \text{ N} = 4,91 \text{ N}$$

$$F_2 = 0,12 \cdot 9,82 \text{ N} = 0,5892 \text{ N}$$

Vi har momentjämvikt:

$$F_1 r_1 + F_2 r_2 = F_3 r_3$$

$$F_1 r_1 + F_2 r_2 = 4,91 \cdot 1,0 + 0,5892 \cdot 0,5 \text{ Nm} = 5,4992 \text{ Nm}$$

$$F_3 = \frac{5,4992}{0,5} \text{ N} = 11 \text{ N}$$

4.04

Anta att plankans hela tyngd verkar från tyngdpunkten. Hela längden är 2,23m.

$$\text{Plankans tyngdpunkt: } r_p = \frac{l}{2} = \frac{2,23}{2} \text{ m} = 1,115 \text{ m}$$

$$\text{Nedåtvridande moment: } M = F_g r_p$$

Uppåtriktad kraft: $F = 268 \text{ N}$ verkar 1,52m från ändpunkten ger ett uppåtvridande moment.

Momentjämvikt:

$$F_g r_p = Fr$$

$$F_g = \frac{Fr}{r_p} = \frac{268 \cdot 1,52}{1,115} \text{ N} = 365 \text{ N}$$

Massan blir:

$$F_g = mg$$

$$m = \frac{F_g}{g} = \frac{365}{9,82} \text{ kg} = 37,2 \text{ kg}$$

4.05

$$x = v_{0x} t$$

$$t = \frac{x}{v_{0x}} = \frac{100}{0,50 \cdot 10^3} \text{ s} = 0,20 \text{ s}$$

$$y = -\frac{gt^2}{2} = -\frac{9,82 \cdot 0,20^2}{2} \text{ m} = -0,20 \text{ m}$$

Kulan träffar 0,20 m under.

4.06

$$\text{a) } x = v_{0x} \cdot t = 18,4 \cdot 2,3 \text{ m} = 42 \text{ m}$$

$$\text{b) } y = -\frac{gt^2}{2} = -\frac{9,82 \cdot 2,3^2}{2} \text{ m} = -26 \text{ m}$$

4.07

a)

$$y = -\frac{gt^2}{2}$$

$$t = \sqrt{\frac{-2y}{g}} = \sqrt{\frac{-2(-0,95)}{9,82}} \text{ s} = 0,440 \text{ s}$$

$$v_{0x} = \frac{x}{t} = \frac{1,10}{0,440} \text{ m/s} = 2,5 \text{ m/s}$$

b)

$$v_y = -gt = -9,82 \cdot 0,440 \text{ m/s} = 4,32 \text{ m/s}$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{2,5^2 + 4,32^2} \text{ m/s} = 5,0 \text{ m/s}$$

$$\tan \beta = \frac{v_y}{v_x} = -\frac{4,32}{2,5}$$

$$\beta = -60^\circ$$

4.08Tiden t att falla 48 m:

$$-48 = -\frac{9,82 \cdot t^2}{2}$$

$$t^2 = \frac{2 \cdot 48}{9,82} \text{ s} = 9,78 \text{ s}$$

$$t = 3,132$$

Hastigheten i x -led måste då minst vara:

$$67 = v_{0x} \cdot 3,13$$

$$v_{0x} = 21,4 \text{ m/s}$$

4.09**a)**

$$v_{0x} = 10 \cos 60^\circ = 5,0 \text{ m/s}$$

$$v_{0y} = 10 \sin 60^\circ = 8,7 \text{ m/s}$$

b)

$$v_y = v_{0y} - gt = 8,7 - 9,82 \cdot 1,5 \text{ m/s} = -6,07 \text{ m/s}$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{5,0^2 + (-6,07)^2} \text{ m/s} = 7,9 \text{ m/s}$$

$$\tan \beta = \frac{v_y}{v_x} = -\frac{6,07}{5,0}$$

$$\beta = -51^\circ$$

c)

$$x = 5,0 \cdot 1,50 \text{ m} = 7,5 \text{ m}$$

$$y = 8,66 \cdot 1,5 - 0,5 \cdot 9,82 \cdot t^2 \text{ m} = 1,9 \text{ m}$$

4.10

Se facit i läroboken.

4.11

$$\text{a) } y = v_{0y} \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2}$$

$$y = (16 \cdot \sin 52^\circ \cdot 3,6 - \frac{9,82 \cdot 3,6^2}{2}) \text{ m} = -18 \text{ m}$$

Klippan är 18 m hög

b) När stenen vänder är hastigheten 0

$$0 = 16 \cdot \sin 52^\circ - 9,82 \cdot t$$

$$t = 1,28 \text{ s}$$

$$y = v_{0y} \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2}$$

$$y = (16 \cdot \sin 52^\circ \cdot 1,28 - \frac{9,82 \cdot 1,28^2}{2}) \text{ m} = 8,1 \text{ m}$$

4.12

Se facit i läroboken.

4.13**a)**

$$x = 0,108 - 0,021 \text{ m} = 0,087 \text{ m}$$

$$y = -0,021 \text{ m}$$

$$v_{0y} = 0$$

$$y = -\frac{gt^2}{2}$$

$$t = \sqrt{\frac{2y}{g}} = \sqrt{\frac{2(-0,021)}{9,82}} \text{ s} = 0,0654 \text{ s}$$

$$x = v_{0x} t$$

$$v_{0x} = \frac{x}{t} = \frac{0,087}{0,0654} \text{ m/s} = 1,3 \text{ m/s}$$

4.14

Se facit i läroboken.

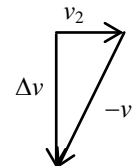
4.15

C. Muttern träffar i tangentens riktning.

4.16**a)** Se facit i läroboken.**b)**

$$v = \frac{s}{t} = \frac{2\pi r}{t}$$

$$r = \frac{vt}{2\pi} = \frac{30}{3,6} \cdot \frac{4,5}{2\pi} \text{ m} = 6,0 \text{ m}$$

4.17**a)****b)** Δv blir 4 rutor rakt neråt, $\Delta v = 20 \text{ m/s}$.**4.18** $\Delta v = v_2 - v_1$, v_2 är riktad åt rakt motsatt håll.**a)** $\Delta v = 12 - (-12) \text{ m/s} = 24 \text{ m/s}$ i v_2 :s riktning.**b)** $\Delta v = 12 - (-14) \text{ m/s} = 26 \text{ m/s}$ i v_2 :s riktning.**4.19**

Se facit i läroboken.

4.20

$$v = \frac{s}{t} = \frac{\pi r}{t} = \frac{\pi \cdot 29,5}{7,0} \text{ m/s} = 13,24 \text{ m/s}$$

$$a = \frac{v^2}{r} = \frac{13,24^2}{29,5} \text{ m/s}^2 = 5,9 \text{ m/s}^2$$

4.21

$$a = \frac{v^2}{r} = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r}{a}} = \sqrt{\frac{4\pi^2 \cdot 900}{9,82}} \text{ s} = 60,2 \text{ s}$$

Se också facit i läroboken.

4.22

a)

$$v = \frac{63}{3,6} \text{ m/s} = 17,5 \text{ m/s}$$

$$F = \frac{mv^2}{r} = \frac{70 \cdot 17,5^2}{150} \text{ N} = 0,14 \text{ kN}$$

b) Se facit i läroboken.

4.23

Se facit i läroboken.

4.24

a)

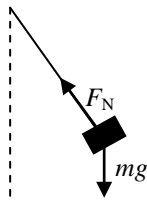
$$v = \frac{s}{t} = \frac{2\pi r}{t} = \frac{2\pi \cdot 6,0}{4,5} \text{ m/s} = 8,378 \text{ m/s}$$

$$a = \frac{v^2}{r} = \frac{8,378^2}{6,0} \text{ m/s}^2 = 11,70 \text{ m/s}^2$$

$$v = 8,4 \text{ m/s} \text{ och } a = 12 \text{ m/s}^2$$

b)

c)



$$mg = 40 \cdot 9,82 \text{ N} = 392,8 \text{ N} \approx 390 \text{ N}$$

Resultierande kraft, riktad in mot centrum:

$$F_R = ma = 40 \cdot 11,70 \text{ N} = 467,9 \text{ N}$$

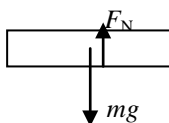
$$N = \sqrt{mg^2 + F_R^2} = 610 \text{ N}$$

$$\tan \alpha = \frac{F_R}{mg} = \frac{467,9}{392,8}$$

$$\alpha = 50^\circ$$

α är vinkeln mellan lodlinjen och linan till karusellstolen.

4.25



a)

b) Resultierande kraft:

$$F_R = mg - N = \frac{mv^2}{r}$$

$$mg = 2,55 \cdot 9,82 \text{ N} = 25 \text{ N}$$

$$N = mg - \frac{mv^2}{r} = 25,0 - \frac{2,55 \cdot 12^2}{80} = 20 \text{ N}$$

4.26

Se facit i läroboken.

4.27

a) Kulan får lägesenergi:

$$W_p = mgh = mgl$$

Den omvandlas till rörelseenergi:

$$W_k = \frac{mv^2}{2} \quad W_k = W_p \text{ ger}$$

$$\frac{mv^2}{2} = mgl \text{ . Vi får: } v = \sqrt{2gl}$$

b) I nedersta läget verkar tyngdkraften och snörkraften. Den resulterande kraften ger en centripetalacceleration:

$$F - mg = \frac{mv^2}{r} = \frac{mv^2}{l}$$

Från uppgift a får vi:

$$\frac{mv^2}{2} = mgl$$

$$\frac{mv^2}{l} = 2mg$$

Sätt in i det första uttrycket och lös ut F :

$$F = mg + \frac{mv^2}{l} = mg + 2mg = 3mg$$

4.28

a) Från A till B: Lägesenergi omvandlas till rörelseenergi: $E_A = E_B$

$$W_A = mgh_A, \quad W_B = \frac{mv_B^2}{2}$$

$$v_B = \sqrt{2gh_A} = \sqrt{2 \cdot 9,82 \cdot 0,60} \text{ m/s} = 3,4 \text{ m/s}$$

I läge B är den resulterande kraften:

$$F_N - mg = \frac{mv_B^2}{r}$$

$$F_N = mg + \frac{mv_B^2}{r} = 0,050 \cdot 9,82 + \frac{0,050 \cdot 3,4^2}{0,20} \text{ N} = 3,4 \text{ N}$$

Den totala energin bevaras. I läge C har vi:

$$W_C = mgh_C + \frac{mv_C^2}{2} \text{ . Vi vet att } W_C = W_A \text{ . Då får vi:}$$

$$v_C = \sqrt{2g(h_A - h_C)} = \sqrt{2 \cdot 9,82 \cdot (0,6 - 0,4)} \text{ m/s}$$

$$v_C = 1,98 \text{ m/s}$$

Normalkraften i C kan bestämmas m.h.a. uttrycket för den resulterande kraften:

$$mg + F_N = \frac{mv_C^2}{r}$$

$$F_N = \frac{mv_C^2}{r} - mg = \frac{0,050 \cdot 1,98^2}{0,20} - 0,491 \text{ N}$$

$$F_N = 0,491 \text{ N}$$

b) Normalkraften, $N = 0$

$$mg = \frac{mv^2}{r}$$

$$v = \sqrt{gr} = \sqrt{9,82 \cdot 0,20} \text{ m/s} = 1,4 \text{ m/s}$$

Testa dig i fysik

1.

Se facit i läroboken.

2.

$$a = \frac{v^2}{r} = \frac{\left(\frac{36}{3,6}\right)^2}{25} \text{ m/s}^2 = 4 \text{ m/s}^2$$

3.

Se facit i läroboken

4.

Momenten lika

$$0,25g \cdot 0,4 = 0,4g \cdot r$$

$$r = 0,25 \text{ m}$$

5.

Se facit i läroboken.

6.

$$v_{0x} = 90 \text{ km/h} = 25 \text{ m/s}$$

$$v_{0y} = 0$$

$$y = -56 \text{ m}$$

$$y = -\frac{gt^2}{2}$$

$$t = \sqrt{\frac{2y}{-g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot (-56)}{-9,82}} \text{ s} = 3,377 \text{ s}$$

$$x = v_{0x}t = 25 \cdot 3,377 \text{ m} = 84 \text{ m}$$

7.

$$\text{a) } a = \frac{v^2}{r} = \frac{8,5^2}{24} \text{ m/s}^2 = 3,0 \text{ m/s}^2$$

$$\text{b) } F = ma = 85 \cdot 3,0 \text{ N} = 260 \text{ N}$$

8.

$$F - mg = \frac{mv^2}{r}$$

$$F = mg + \frac{mv^2}{r} = 82 \cdot 9,82 + \frac{82 \cdot 5,2^2}{4,7} \text{ N}$$

$$F = 1280 \text{ N}$$

9.

$$v_0 = 16,7 \text{ m/s}, \alpha = 35^\circ, y = 0$$

$$x = v_{0x}t$$

$$y = v_{0y}t - \frac{gt^2}{2} = 0$$

$$t \left(v_{0y} - \frac{gt}{2} \right) = 0$$

$$t = \frac{2v_{0y}}{g} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$t = \frac{2 \cdot 16,7 \cdot \sin 35^\circ}{9,82} \text{ s} = 1,95 \text{ s}$$

$$x = v_{0x}t = v_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$x = 16,7 \cdot \cos 35^\circ \cdot 1,95 \text{ m} = 26,7 \text{ m}$$

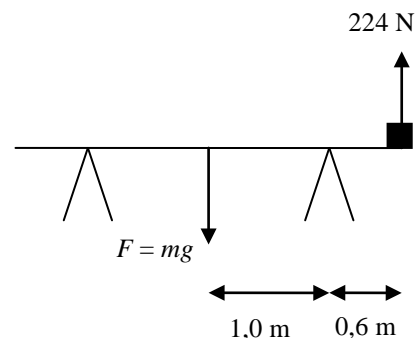
Bollen landar $31,6 - 26,7 \text{ m} = 4,9 \text{ m}$ framför målvakten.

10.

Bollen når högsta punkten efter halva tiden. Han måste springa med hastigheten

$$v = \frac{s}{t} = \frac{4,9}{0,5 \cdot 1,95} \text{ m/s} = 5,0 \text{ m/s}$$

11.



Momenten lika

$$224 \cdot 0,6 = mg \cdot 1,0$$

$$m = 14 \text{ kg}$$

5. Fält

Räkna fysik

5.01

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$
$$F = \frac{6,672 \cdot 10^{-11} \cdot 5,977 \cdot 10^{24} \cdot 1,989 \cdot 10^{30}}{(1,496 \cdot 10^{11})^2} \text{ N}$$
$$F = 3,54 \cdot 10^{22} \text{ N}$$

5.02

Tarzan:

$$F = G \frac{m_J m_T}{r^2} = \frac{6,672 \cdot 10^{-11} \cdot 60 \cdot 75}{0,45^2} \text{ N}$$

$$F = 1,5 \mu\text{N}$$

Månen:

$$F = G \frac{m_J m_m}{r^2} = \frac{6,672 \cdot 10^{-11} \cdot 60 \cdot 7,349 \cdot 10^{22}}{(3,844 \cdot 10^5)^2} \text{ N}$$

$$F = 2,0 \text{ mN}$$

Kraften från månen är störst

5.03

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$
$$r = \sqrt{G \frac{m_1 m_2}{F}} = \sqrt{\frac{6,672 \cdot 10^{-11} \cdot 4,5 \cdot 10^3 \cdot 5,977 \cdot 10^{24}}{1,0 \cdot 10^3}} \text{ m}$$
$$r = 4,24 \cdot 10^7 \text{ m}$$
$$h = r - r_{\text{jord}} = 4,24 \cdot 10^7 - 6378 \cdot 10^3 \text{ m} = 36 \text{ Mm}$$

5.04

a)

$$g_{\text{måne}} = G \frac{m_{\text{måne}}}{r_{\text{måne}}^2} = \frac{6,672 \cdot 10^{-11} \cdot 7,349 \cdot 10^{22}}{(1738 \cdot 10^3)^2} \text{ m/s}^2$$

$$g_{\text{måne}} = 1,62 \text{ m/s}^2$$

b) $m_{\text{mars}} = 0,11 m_{\text{jord}}$, $r_{\text{mars}} = 0,53 r_{\text{jord}}$

$$g_{\text{mars}} = G \frac{m_{\text{mars}}}{r_{\text{mars}}^2} = G \frac{0,11 m_{\text{jord}}}{(0,53 r_{\text{jord}})^2} = \frac{0,11}{0,53^2} g_{\text{jord}}$$

$$g_{\text{mars}} = 3,84 \text{ m/s}^2$$

$$5.05 \quad g = \frac{F_g}{m} = \frac{147}{15} \text{ N/kg} = 9,8 \text{ N/kg}$$

5.06

a)

$$r = 6371 + 400 \text{ km} = 6771 \text{ km}$$

$$g = G \frac{m_{\text{jord}}}{r^2} = 6,672 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{5,977 \cdot 10^{24}}{(6771 \cdot 10^3)^2} \text{ m/s}^2$$

$$g = 8,70 \text{ m/s}^2$$

b)

$$m = \frac{750}{9,82} \text{ kg}$$

$$mg = \frac{750}{9,82} \cdot 8,70 \text{ N} = 660 \text{ N}$$

5.07

a)

$$g_0 = G \frac{M}{r_0^2}$$

$$g = G \frac{M}{r^2}$$

$$\frac{g}{g_0} = \frac{1/r^2}{1/r_0^2} = \frac{r_0^2}{r^2}$$

$$g = g_0 \frac{r_0^2}{r^2}$$

b)

$$r = r_0 + h = 2r_0$$

$$g = g_0 \cdot \frac{r_0^2}{(2r_0)^2} = \frac{g_0}{4}$$

c)

$$g = \frac{g_0}{10} = g_0 \frac{r_0^2}{r^2}$$

$$r^2 = 10r_0^2$$

$$r = \sqrt{10} r_0 \approx 3,2 r_0$$

$$h = r - r_0 \approx 2,2 r_0$$

5.08

$$F = E \cdot q = 12000 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ N} = 1,9 \cdot 10^{-15} \text{ N}$$

5.09

$$E = \frac{U}{s} = \frac{450}{0,08} \text{ V/m} = 5,6 \text{ kV/m}$$

5.10

a)

$$F = QE$$

$$E = \frac{F}{Q} = \frac{8,8 \cdot 10^{-16}}{1,602 \cdot 10^{-19}} \text{ N/C} = 5,5 \text{ kN/C}$$

söderut

b) Proton: Lika stor kraft, motsatt riktning,

$$F = 8,8 \cdot 10^{-16} \text{ N söderut.}$$

5.11

a) Från plus till minus: Neråt.

b) $E = \frac{U}{d} = \frac{180}{0,12} \text{ V/m} = 1,5 \text{ kV/m}$

c) $F = QE = 3,2 \cdot 10^{-18} \cdot 1,5 \cdot 10^3 = 4,8 \cdot 10^{-15} \text{ N}$
riktad neråt.

5.12

$U = Ed = 3,0 \cdot 10^6 \cdot 0,70 \cdot 10^{-3} \text{ V} = 2,1 \text{ kV}$

5.13

a) $E = \frac{U}{s} = \frac{260}{0,12} \text{ V/m} = 2,2 \text{ kV/m}$

b) Oförändrad

c) Eftersom avståndet fördubblas halveras det elektriska fältet: 1,1 kV/m

5.14

$E = k \frac{Q}{r^2} = \frac{8,99 \cdot 10^9 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19}}{(5,29 \cdot 10^{-11})^2} \text{ V/m}$

$E = 5,15 \cdot 10^{11} \text{ V/m}$

riktat radiellt utåt.

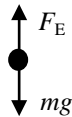
5.15

$E = k \frac{Q}{r^2}$

$Q = \frac{Er^2}{k} = \frac{3,0 \cdot 10^6 \cdot 0,025^2}{8,99 \cdot 10^9} \text{ C} = 2,1 \cdot 10^{-7} \text{ C}$

5.16

a)



b)

$mg = F_E$

$F_E = QE = \frac{QU}{d}$

$\frac{QU}{d} = mg$

$Q = \frac{mgd}{U} = \frac{2,2 \cdot 10^{-13} \cdot 9,82 \cdot 0,012}{16 \cdot 10^3} \text{ C}$

$Q = 1,6 \cdot 10^{-18} \text{ C}$

5.17

a)

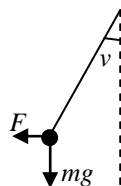
$v = 20^\circ$

$F = QE$

$\frac{F}{mg} = \tan v$

$F = mg \cdot \tan v = 0,01 \cdot 9,82 \cdot \tan 20^\circ = 0,0357 \text{ N}$

$E = \frac{F}{Q} = \frac{0,0357}{2,0 \cdot 10^{-7}} \text{ N/C} = 1,8 \cdot 10^5 \text{ N/C}$



b) $U = Ed = 1,8 \cdot 10^5 \cdot 0,085 \text{ V} = 15 \text{ kV}$

5.18

$W_p = qEs$

$W_p = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 12000 \cdot 0,085 \text{ J} = 1,6 \cdot 10^{-16} \text{ J}$

5.19

Fältstyrkan går från + till -, det vill säga neråt i samtliga fall.

a) A, B neråt, C och D uppåt

b) W_p ökar när den rör sig mot kraften från fältet: W_p ökar i A och D W_p minskar i B och C**5.20**

a) $F = E \cdot q = 1500 \cdot 6,4 \cdot 10^{-18} \text{ N} = 9,6 \cdot 10^{-15} \text{ N}$

b)

$W = F \cdot s = 9,6 \cdot 10^{-15} \cdot 0,28 \cdot \cos 45^\circ \text{ J} = 1,9 \cdot 10^{-15} \text{ J}$

5.21a) Protonerna "faller" mot P_2 . W_p är högre vid P_1 :

$W_p = qEs = 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 50 \cdot 10^3 \cdot 0,04 \text{ J}$

$W_p = 3,2 \cdot 10^{-16} \text{ J}$

b) Mitt emellan A och B är den potentiella energin hälften av värdet vid A, eftersom fältet är homogent.

$W_p = \frac{3,2 \cdot 10^{-16}}{2} \text{ J} = 1,6 \cdot 10^{-16} \text{ J}$

Resten av energin har omvandlats till kinetisk energi:

$W_k = \frac{mv^2}{2} = 1,6 \cdot 10^{-16} \text{ J}$

$v = \sqrt{\frac{2W_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-16}}{1,673 \cdot 10^{-27}}} \text{ m/s} = 4,4 \cdot 10^5 \text{ m/s}$

c) Den har bara kinetisk energi vid B. All potentiell energi har omvandlats till kinetisk energi:

$W_k = \frac{mv^2}{2} = 3,2 \cdot 10^{-16} \text{ J}$

$v = \sqrt{\frac{2W_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3,2 \cdot 10^{-16}}{1,673 \cdot 10^{-27}}} \text{ m/s} = 6,2 \cdot 10^5 \text{ m/s}$

$s = \bar{v}t = \frac{vt}{2}$

$t = \frac{2s}{v} = \frac{2 \cdot 0,04}{6,2 \cdot 10^5} \text{ s} = 1,3 \cdot 10^{-7} \text{ s}$

5.22

Se facit i läroboken.

5.23

Se facit i läroboken.

5.24

$$\frac{0,064 + 0,068 + 0,067 + 0,064 + 0,065 + 0,68}{6} = 0,066$$

Största avvikelse: $0,068 - 0,066 = 0,002$

$$B = 0,066 \pm 0,002 \text{ T}$$

5.25

$$F_{\max} = B \cdot I \cdot l = 0,065 \cdot 6 \cdot 0,15 \text{ N} = 59 \text{ mN}$$

$$F_{\min} = 0 \text{ N}$$

5.26

a)

$$F = BIl = 0,067 \cdot 3,0 \cdot 0,100 \text{ N} = 20 \text{ mN}$$

Se figur 5.16 på sid. 197 i läroboken

b)

$$F = BIl$$

$$B = \frac{F}{Il} = \frac{0,018}{6,5 \cdot 0,025} \text{ T} = 0,11 \text{ T}$$

5.27

Se facit i läroboken.

5.28

a)

$$F = BIl$$

$$B = \frac{F}{Il} = \frac{0,12}{5,0 \cdot 0,03} \text{ T} = 0,80 \text{ T}$$

b) Se facit i läroboken.

5.29

Se facit i läroboken.

5.30

Se figur 5.15 på sid. 196 i läroboken.

$$\cos 68^\circ = \frac{15 \mu\text{T}}{B}$$

$$B = \frac{15}{\cos 68^\circ} \mu\text{T} = 40 \mu\text{T}$$

5.31

Ledaren påverkas av jordmagnetiska fältets vertikalkomponent.

$$B = B_j \cdot \sin 64^\circ = 66 \cdot 10^{-6} \cdot \sin 64^\circ \text{ T} = 5,93 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

$$F = BIl = 5,93 \cdot 10^{-5} \cdot 7,2 \cdot 2,8 \text{ N} = 1,2 \text{ mN}$$

5.32

Alternativ D. Magnetiska flödestätheten avtar när avståndet ökar.

5.33

Se facit i läroboken.

5.34

$$B = k \frac{I}{a} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{12,8}{0,28} \text{ T} = 9,1 \mu\text{T}$$

5.35

a)

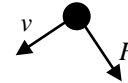
$$B = k \frac{I}{a}$$

$$B = \frac{Ba}{k} = \frac{6,4 \cdot 10^{-6} \cdot 0,12}{2 \cdot 10^{-7}} \text{ A} = 3,8 \text{ A}$$

$$\text{b) } B = k \frac{I}{a} = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 3,8}{0,22} \text{ T} = 3,5 \mu\text{T}$$

5.36

B-fält är riktat in i papperet. Kraften är vinkelrät mot v .



Använd

högerhandsregeln.

5.37

$$B = k \frac{I}{a} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{23}{0,46} \text{ T} = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

$$F = BIl = 1,0 \cdot 10^{-5} \cdot 23 \cdot 0,85 \text{ N} = 0,20 \text{ mN}$$

Testa dig i fysik

1.

$$F = BI l$$

$$l = \frac{F}{BI} = \frac{0,25}{0,025 \cdot 12,4} \text{ m} = 0,81 \text{ m}$$

2.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} = 6,672 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{1200 \cdot 6800}{12^2} \text{ N} = 3,8 \mu\text{N}$$

3.

$$g = G \cdot \frac{M_{\text{sol}}}{r_{\text{måne}}^2} = 6,672 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{1,989 \cdot 10^{30}}{(1738 \cdot 10^3)^2} \text{ m/s}^2$$

$$g = 4,4 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}^2$$

4.

$$B = k \cdot \frac{I}{a}$$

$$a = \frac{kI}{B} = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 4,0}{54 \cdot 10^{-6}} \text{ m} = 1,5 \text{ cm}$$

5.

$$r = 6,6 \cdot r_{\text{jord}}$$

$$F = G \frac{mM}{r^2} = 6,672 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{1800 \cdot 5,977 \cdot 10^{24}}{(6371 \cdot 10^3)^2} \text{ N}$$

$$F = 410 \text{ N}$$

6.

a) Den potentiella energin ökar. Den översta plattan är positiv.

b)

$$W = QU$$

$$Q = \frac{W}{U} = \frac{78 \cdot 10^{-9}}{540} \text{ C} = 0,14 \text{ nC}$$

8.

$$\text{a) } E = \frac{U}{d} = \frac{44}{4,0} \text{ V/m} = 11 \text{ V/m}$$

b) Parallell anslutning – samma spänning och avstånd: $E = 11 \text{ V/m}$

$$\text{c) } E = \frac{U}{2d} = \frac{44}{2 \cdot 4,0} \text{ V/m} = 5,5 \text{ V/m}$$

d) Spänningen fördelas över trådarna i förhållande till deras resistanser.

$$\text{Tråd 1: } R_0 = \rho \frac{l}{A} = \frac{\rho l}{\pi r_0^2}$$

Tråd 2:

$$R = \frac{\rho l}{\pi (2r_0)^2} = \frac{\rho l}{4\pi r_0^2} = \frac{R_0}{4} = 0,25 R_0$$

Total resistans = $1,25 R_0$

Spänningen fördelas över trådarna så att

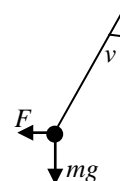
$$\frac{1}{1,25} \cdot 44 \text{ V} = 35,2 \text{ V} \text{ ligger över den första.}$$

$$E = \frac{U}{d} = \frac{35,2}{4,0} \text{ V/m} = 8,8 \text{ V/m}$$

9.

$$v = 8,5^\circ$$

$$\tan v = \frac{F}{mg}$$



$$F = mg \tan v = 0,0014 \cdot 9,82 \cdot \tan 8,5^\circ$$

$$F = 2,05 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

$$E = \frac{F}{Q} = \frac{2,05 \cdot 10^{-3}}{46 \cdot 10^{-9}} \text{ N/C} = 45 \text{ kN/C}$$

10.

Vertikal ledare:

$$B_1 = k \frac{I_1}{a_1} = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 2,5}{0,05} \text{ T} = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

inåt

Horisontell ledare:

$$B_2 = k \frac{I_2}{a_2} = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 4,5}{0,04} \text{ T} = 2,25 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

utåt

Resultande fält:

$$B = 2,25 \cdot 10^{-5} - 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ T} = 1,25 \cdot 10^{-5} \text{ T} \approx 13 \mu\text{T}$$

11.

Mellan ledarna samverkar B -fälten. Motriktade B -fält på utsidan. Den resulterande flödestätheten är noll på utsidan av ledarna, där $B_1 = B_2$.

$$B = k \frac{I}{a}$$

På avståndet x m från ledare 1:

$$k \frac{I_1}{x} = k \frac{I_2}{x+0,15}$$

$$3,6(x+0,15) = 1,0x$$

$$2,6x+0,15 = 0$$

$$x = -\frac{0,15}{2,6}$$

Orimligt! x kan inte vara negativ!

På avståndet x m från ledare 2:

$$k \frac{I_2}{x} = k \frac{I_1}{x+0,15}$$

$$1,0(x+0,15) = 3,6x$$

$$2,6x = 0,15$$

$$x = 0,058$$

Avståndet ska vara 5,8 cm utanför 1,0 A ledaren.

6. Rörelse i fält

Räkna fysik

6.01

$$r = r_0 + h = 6371 + 600 \text{ km} = 6971 \text{ km}$$

$$\frac{mv^2}{r} = G \frac{mM}{r^2}$$

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}} = 7,6 \text{ km/s}$$

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

$$T = \frac{2\pi r}{v} = 5791 \text{ s} = 1,6 \text{ h}$$

6.02

$$T = 96 \text{ min.}$$

$$\frac{mv^2}{r} = G \frac{mM}{r^2}$$

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

$$r = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}} = 6,9 \cdot 10^6 \text{ m}$$

6.03

$$\text{a) } v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \cdot 1,88 \cdot 10^9}{16,7 \cdot 24 \cdot 3600} \text{ m/s} = 8,19 \text{ km/s}$$

b)

$$\frac{mv^2}{r} = G \frac{mM}{r^2}$$

$$M = \frac{rv^2}{G} = 1,89 \cdot 10^{27} \text{ kg}$$

Se tabell i formelsamlingen. Planetens massa är 316 gånger så stor som jordens massa. Enligt tabellen måste det vara Jupiter.

6.04

$$T = 6,4 \text{ dygn, } r = 19700 \text{ km}$$

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{4\pi^2 mr}{T^2} = G \frac{mm_p}{r^2}$$

$$m_p = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2} = \frac{4\pi^2 (19700 \cdot 10^3)^3}{6,672 \cdot 10^{-11} \cdot (6,4 \cdot 24 \cdot 3600)^2} \text{ kg}$$

$$m_p = 1,5 \cdot 10^{22} \text{ kg}$$

6.05 $W = q \cdot U$

$$q = \frac{W}{U} = \frac{0,82 \cdot 10^{-12}}{1,28 \cdot 10^6} \text{ C} = 6,4 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

6.06

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

$$v = \sqrt{\frac{2qU}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 1,2 \cdot 10^6}{4 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27}}} \text{ m/s}$$

$$v = 1,1 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

6.07

$$\text{A, } \frac{mv^2}{2} = eU \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$$

6.08

a) Samma som den kinetiska energin 62 μJ

$$\text{b) } \frac{mv^2}{2} = eU$$

$$62 \cdot 10^{-6} = 8,3 \cdot 10^{-9} U$$

$$U = 7470 \text{ V} \approx 7,5 \text{ kV}$$

$$\text{c) } E = \frac{U}{s} = \frac{7470}{0,14} \text{ V/m} = 53 \text{ kV/m}$$

6.09

Den kinetiska energin ökar med:

$$\Delta W_k = eU = 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 250 \text{ J} = 4,005 \cdot 10^{-17} \text{ J}$$

a)

$$v_0 = 0$$

$$W_k = \frac{mv^2}{2} = \Delta W_k = 4,005 \cdot 10^{-17} \text{ J}$$

$$v = \sqrt{\frac{2W_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 4,005 \cdot 10^{-17}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} \text{ m/s}$$

$$v = 9,4 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

b)

$$v_0 = 5,0 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

$$W_k = \frac{mv_0^2}{2} + \Delta W_k$$

$$W_k = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (5,0 \cdot 10^6)^2}{2} + 4,005 \cdot 10^{-17} \text{ J}$$

$$W_k = 5,1 \cdot 10^{-17} \text{ J}$$

$$v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5,1 \cdot 10^{-17}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} \text{ m/s} = 11 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

6.10

a)

$$W_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (3,0 \cdot 10^7)^2}{2} \text{ J} = 4,095 \cdot 10^{-16} \text{ J}$$

$$W_k = eU$$

$$U = \frac{W_k}{e} = \frac{4,095 \cdot 10^{-16}}{1,602 \cdot 10^{-19}} = 2,6 \text{ kV}$$

$$\text{b) } E = \frac{U}{d} = \frac{2,6 \cdot 10^3}{0,01} = 2,6 \cdot 10^5 \text{ V/m}$$

c)

$$s = \bar{v}t = \frac{vt}{2}$$

$$t = \frac{2s}{v} = \frac{2 \cdot 0,01}{3,0 \cdot 10^7} \text{ s} = 0,67 \text{ ns}$$

6.11

a)

$$s = v_0 t$$

$$t = \frac{s}{v_0} = \frac{0,10}{1,8 \cdot 10^7} \text{ s} = 5,6 \text{ ns}$$

b)

$$F = eE = \frac{eU}{d}$$

$$F = ma$$

$$ma = \frac{eU}{d}$$

$$a = \frac{eU}{md} = \frac{1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 35}{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 0,02} \text{ m/s}^2 = 3,1 \cdot 10^{14} \text{ m/s}^2$$

c)

$$v_y = at = 3,1 \cdot 10^{14} \cdot 5,6 \cdot 10^{-9} \text{ m/s} = 1,71 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

$$\tan \alpha = \frac{v_y}{v_x} = \frac{1,71 \cdot 10^6}{1,8 \cdot 10^7} = 0,095$$

$$\alpha = 5,4^\circ$$

6.12

a)

$$F = qE = \frac{qU}{d} = \frac{6eU}{d} = \frac{6 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 35 \cdot 10^3}{0,04} \text{ N}$$

$$F = 8,4 \cdot 10^{-13} \text{ N}$$

b)

$$F = ma$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{8,4 \cdot 10^{-13}}{2,0 \cdot 10^{-11}} \text{ m/s}^2 = 0,042 \text{ m/s}^2$$

c) y-led:

$$y = 0,04 \text{ m}$$

$$y = \frac{at^2}{2}$$

$$t = \sqrt{\frac{2y}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,04}{0,042}} \text{ s} = 1,38 \text{ s}$$

$$\text{x-led: } x = v_0 t = 1,2 \cdot 1,38 \text{ m} = 1,7 \text{ m}$$

6.13

a) Proton:

$$F = qvB = 1,60 \cdot 10^{-19} \cdot 1,5 \cdot 10^7 \cdot 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

$$F = 7,7 \cdot 10^{-15} \text{ N}$$

$$F = ma$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{7,7 \cdot 10^{-15}}{1,67 \cdot 10^{-27}} \text{ m/s}^2 = 4,6 \cdot 10^{12} \text{ m/s}^2$$

b) Elektron:

$$F = 7,7 \cdot 10^{-15} \text{ N (samma som i a)}$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{7,7 \cdot 10^{-15}}{9,1 \cdot 10^{-31}} \text{ m/s}^2 = 8,4 \cdot 10^{15} \text{ m/s}^2$$

6.14

Använd högerhandsregeln.

Se facit i läroboken.

6.15

$$F = Bqv$$

$$Bqv = \frac{mv^2}{r} \Rightarrow r = \frac{mv}{Bq}$$

Sambanden ovan ger att:

v ökar $\Rightarrow F$ ökar och r ökar

Alternativ A är korrekt

6.16

Krafterna lika

$$Bqv = qE$$

$$v = \frac{E}{B} = \frac{600}{0,015} \text{ m/s} = 4 \cdot 10^4 \text{ m/s}$$

6.17

$$F_e = eE$$

$$F_m = evB$$

$$F_e = F_m$$

$$evB = eE$$

$$B = \frac{E}{v} = \frac{50 \cdot 10^3}{2,0 \cdot 10^7} \text{ T} = 2,5 \text{ mT}$$

B är riktat in i papperet (högerhandsregel)

$$\text{6.18 } a = \frac{v^2}{r}$$

a) Protonen

$$r = \frac{v^2}{a} = \frac{(1,5 \cdot 10^7)^2}{4,6 \cdot 10^{12}} \text{ m} = 49 \text{ m}$$

b) Elektronen

$$r = \frac{v^2}{a} = \frac{(1,5 \cdot 10^7)^2}{8,4 \cdot 10^{15}} \text{ m} = 2,7 \text{ cm}$$

6.19

$$F = qvB = \frac{mv^2}{r}$$

$$B = \frac{mv}{qr} = \frac{1,67 \cdot 10^{-27} \cdot 3,9 \cdot 10^6}{1,60 \cdot 10^{-19} \cdot 0,80} \text{ T} = 51 \text{ mT}$$

Se figur 9.18 på sid. 301 läroboken.

6.20**a)**

$$W_k = eU = 1,60 \cdot 10^{-19} \cdot 120 \text{ J} = 1,92 \cdot 10^{-17} \text{ J}$$

b)

$$F = evB = \frac{mv^2}{r}$$

$$p = mv = eBr = 1,60 \cdot 10^{-19} \cdot 0,061 \cdot 0,124 \text{ kgm/s}$$

$$p = 1,2 \cdot 10^{-21} \text{ kgm/s}$$

c)

$$W_k = \frac{mv^2}{2}$$

$$mv^2 = 2W_k$$

$$mv = p$$

$$\frac{mv^2}{mv} = \frac{2E_k}{p}$$

$$v = \frac{2W_k}{p} = 3,17 \cdot 10^4 \text{ m/s}$$

$$m = \frac{p}{v} = \frac{1,2 \cdot 10^{-21}}{3,17 \cdot 10^4} \text{ kg} = 3,8 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$$

$m \approx 23u$, grundämnet är Na.

6.21

a) Positiv partikel. Då är elektrisk kraft riktad åt höger och magnetisk kraft åt vänster. Enligt högerhandsregeln ska B-fält vara riktat ut ur papperet.

b)

$$F_e = eW$$

$$F_m = evB$$

$$evB = eW$$

$$v = \frac{E}{B} = \frac{1,2 \cdot 10^5}{0,60} \text{ m/s} = 2,0 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

c)

$$F = evB = \frac{mv^2}{r}$$

$$m = \frac{evBr}{v} = \frac{1,60 \cdot 10^{-19} \cdot 0,60 \cdot 0,072}{2,0 \cdot 10^5} \text{ kg}$$

$$m = 3,5 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$$

d) Vid S_3 har partikeln kinetisk energi:

$$W_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{3,5 \cdot 10^{-26} \cdot (2,0 \cdot 10^5)^2}{2} \text{ J}$$

$$W_k = 6,912 \cdot 10^{-16} \text{ J}$$

Under accelerationen från S_1 till S_2 ökar den kinetiska energin:

$$\Delta W_k = eU = 1,60 \cdot 10^{-19} \cdot 3000 \text{ J} = 4,8 \cdot 10^{-16} \text{ J}$$

Vid S_1 har neonjonen den kinetiska energin:

$$W_{k0} = 6,912 \cdot 10^{-16} - 4,8 \cdot 10^{-16} \text{ J} = 2,112 \cdot 10^{-16} \text{ J}$$

Hastigheten är då:

$$v = \sqrt{\frac{2W_{k0}}{m}} = 1,1 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

Testa dig i fysik

1.

$$\frac{T^2}{r^3} = \text{konstant}$$

$$r^3 = T^2 \cdot \frac{r_{jord}^3}{T_{jord}^2} = \frac{410^2 (1,496 \cdot 10^{11})^3}{365,256^2}$$

$$r = 1,6 \cdot 10^8 \text{ km}$$

2.

Den magnetiska kraften är alltid vinkelrät mot rörelseriktningen och böjer av banan. Alternativ C är korrekt.

3.

a)

$$F = qvB = \frac{mv^2}{r}$$

$$v = \frac{qBr}{m} = \frac{1,60 \cdot 10^{-19} \cdot 0,42 \cdot 0,48}{1,67 \cdot 10^{-27}} \text{ m/s}$$

$$v = 1,93 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

$$s = vt = 2\pi r$$

$$t = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi \cdot 0,48}{1,93 \cdot 10^7} \text{ s} = 0,16 \text{ } \mu\text{s}$$

b) Elektron

$$\frac{mv^2}{r} = qvB$$

$$r = \frac{mv}{qB} = \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 1,93 \cdot 10^7}{1,60 \cdot 10^{-19} \cdot 0,42} \text{ m} = 0,26 \text{ mm}$$

4.

$$E = \frac{F}{q} = \frac{am}{q} = \frac{3,4 \cdot 10^{10} \cdot 1,67 \cdot 10^{-27}}{1,60 \cdot 10^{-19}} \text{ N/C} = 350 \text{ N/C}$$

5.

a)

$$W_k = eU = 1,60 \cdot 10^{-19} \cdot 1,55 \cdot 10^3 \text{ J} = 2,48 \cdot 10^{-16} \text{ J}$$

$$W_k = \frac{mv^2}{2}$$

$$v = \sqrt{\frac{2W_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,48 \cdot 10^{-16}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} \text{ m/s} = 2,33 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

$$F = evB = 1,60 \cdot 10^{-19} \cdot 2,33 \cdot 10^7 \cdot 1,25 \text{ N}$$

$$F = 4,67 \cdot 10^{-12} \text{ N}$$

Störst kraft om v är vinkelrät mot B .

b) Minsta kraft: $F = 0 \text{ N}$ om v är parallell med B .

6.

a) Vinkelrätt mot fältet, då utträttas inget arbete.

b)

$$W = QEs = 24,5 \cdot 10^{-9} \cdot 1950 \cdot 0,70 \text{ J} = 3,3 \cdot 10^{-5} \text{ J}$$

$$\text{c) } W = QEs \cdot \cos 45^\circ = 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ J}$$

7.

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = eU$$

$$5,1 \cdot 10^{-17} - \frac{9,11 \cdot 10^{-31} v_0^2}{2} = 1,60 \cdot 10^{-19} \cdot 250$$

$$v_0 = 4,9 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

8.

$$\text{a) } W = W_k = 48 \mu\text{J}$$

b)

$$W = QU$$

$$U = \frac{W}{Q} = \frac{48 \cdot 10^{-6}}{6,4 \cdot 10^{-9}} \text{ V} = 7,5 \text{ kV}$$

$$\text{c) } E = \frac{U}{d} = \frac{7500}{0,118} \text{ V/m} = 64 \text{ kV/m}$$

7. Induktion

Räkna fysik

7.01

Se facit i läroboken.

7.02

Se facit i läroboken.

7.03

a) Se 7.02 a

b – d) Se facit i läroboken.

7.04

När det går ström i den vänstra kretsen kommer spolens högra ände att vara nordpol och den vänstra änden sydpol. Det innebär då att det finns ett magnetfält, som är riktat åt höger, i den högra spolen.

När antingen brytaren S öppnas eller resistansen ökar så kommer strömmen i den vänstra kretsen att minska och i och med detta försvagas magnetfältet. Lenz lag ger då att det måste genereras ett magnetfält, som är riktat åt höger, i den högra spolen. Den inducerade strömmen måste då ha moturs riktning.

$$7.05 \quad e = vBl = 0,15 \cdot 28 \cdot 10^{-3} \cdot 0,24 \text{ V} = 1,0 \text{ mV}$$

7.06

$$e = vBl$$

$$v = \frac{e}{Bl} = \frac{0,46}{50 \cdot 10^{-6} \cdot 42} \text{ m/s} = 220 \text{ m/s}$$

vänster sida är positiv (använd högerhandsregeln).

7.07

$$e = vBl = \frac{90}{3,6} \cdot 52 \cdot 10^{-6} \cdot \sin 68^\circ \cdot 1,6 \text{ V} = 1,9 \text{ mV}$$

7.08

a)

$$e = vBl = 0,24 \cdot 0,75 \cdot 0,40 \text{ V} = 0,072 \text{ V}$$

$$I = \frac{e}{R} = \frac{0,072}{0,18} \text{ A} = 0,40 \text{ A}$$

Strömmen går moturs.

$$b) \quad F = BIl = 0,75 \cdot 0,4 \cdot 0,4 \text{ N} = 0,12 \text{ N}$$

riktad åt vänster (använd högerhandsregeln)

Kraften verkar från magnetfältet. Den motverkar rörelsen. Skjutkraften måste vara lika stor, åt höger.

$$c) \quad P = eI = 0,072 \cdot 0,4 \text{ W} = 29 \text{ mW}$$

7.09

a) Använd högerhandsregeln. Den ände som är längst bort blir positivt laddad.

$$b) \quad e = vBl$$

$$l = \frac{e}{vB} = \frac{57 \cdot 10^{-3}}{0,85 \cdot 0,84} \text{ m} = 8,0 \text{ cm}$$

7.10

a) Moturs

b) Spänning induceras i KN:

$$e = vBl = 0,10 \cdot 0,80 \cdot 0,15 \text{ V} = 0,012 \text{ V}$$

$$I = \frac{e}{R} = \frac{0,012}{16 \cdot 10^{-3}} \text{ A} = 0,75 \text{ A}$$

c) Tills KN är ute ur fältet.

$$s = vt$$

$$t = \frac{s}{v} = \frac{0,20}{0,10} \text{ s} = 2,0 \text{ s}$$

$$W = eIt = 0,012 \cdot 0,75 \cdot 2,0 \text{ J} = 18 \text{ mJ}$$

7.11

Se facit i läroboken.

7.12

$$e = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{6,8 - 5,0}{2,4} \text{ V} = 0,75 \text{ V}$$

7.13

$$e = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{\pi \cdot 0,20^2 \cdot (145 \cdot 10^{-3} - 75 \cdot 10^{-3})}{0,25} \text{ V} = 35 \text{ mV}$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{35 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot \pi \cdot 0,20 \cdot 1,5} \text{ A} = 19 \text{ mA}$$

7.14

$$e = N \frac{d\Phi}{dt} = 800 \cdot \frac{320 \cdot 10^{-3} - 140 \cdot 10^{-3}}{0,12} \text{ V} = 1,2 \text{ kV}$$

7.15

a)

$$\Phi = BA = 0,80 \cdot 0,20 \cdot 0,15 \text{ Wb} = 0,024 \text{ Wb}$$

$$b) \quad \Delta\Phi = 0 - 0,024 \text{ Wb} = -0,024 \text{ Wb}$$

$$c) \quad e = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{0,024}{2,0} \text{ V} = 12 \text{ mV}$$

inducerad ström ger B -fält som är utåtriktat (motverkar minskning). Strömmen går moturs.

7.16

a)

$$\Delta\Phi = \Delta B \cdot A = (0,25 - 0,55) \cdot 0,02^2 \text{ Wb}$$

$$\Delta\Phi = -1,2 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$$

$$e = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{280 \cdot 1,2 \cdot 10^{-4}}{0,80} \text{ V} = 0,042 \text{ V}$$

Motverka flödesminskning, då går strömmen

medurs (dcbad)

$$I = \frac{e}{R} = \frac{0,042}{5} \text{ A} = 8,4 \text{ mA}$$

b)

$$e = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{280 \cdot 0,25 \cdot 0,02^2}{1,2} \text{ V} = 0,0233 \text{ V}$$

$$I = \frac{e}{R} = \frac{0,0233}{5} \text{ A} = 4,7 \text{ mA}$$

samma riktning som i a.

7.17

$$e = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{B \cdot \Delta A}{\Delta t}$$

$$B = -\frac{e \cdot \Delta t}{\Delta A} = \frac{60 \cdot 10^{-6} \cdot 1,2}{0,90(2,5-1,1)} \text{ T} = \underline{\underline{8 \mu\text{T}}}$$

7.18

$$e = -N\Phi'(t) = -NAB'(t)$$

a) Dra en tangent där kurvan är brantast, vid $t = 2,5\text{s}$. Bestäm tangentens riktningskoefficient. Bestäm spänningens belopp:

$$e = NAB'(2,5) = 50 \cdot 2 \cdot 0 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{(8-0) \cdot 10^{-3}}{3,2-1,2} \text{ V} \quad \text{b)}$$

$$e = 0,4 \text{ mV}$$

7.19

$$\text{a) } N = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{50}{2\pi} \text{ Hz} = 8 \text{ Hz}$$

$$\text{b) } \omega = 2\pi N = 2\pi \cdot 800 \text{ rad/s} = 5000 \text{ rad/s}$$

7.20

$$U_e = \frac{u_{\text{topp}}}{\sqrt{2}} = \frac{140}{\sqrt{2}} \text{ V} = 100 \text{ V}$$

7.21

$$I_e = \frac{i_{\text{topp}}}{\sqrt{2}}$$

$$i_{\text{topp}} = I_e \cdot \sqrt{2} = 2,5 \cdot \sqrt{2} \text{ A} = 3,5 \text{ A}$$

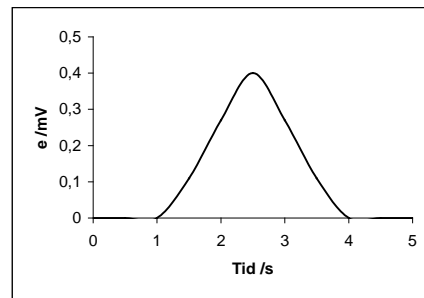
7.22

$$I = \frac{P}{U} = \frac{60}{230} \text{ A} = 0,26 \text{ A}$$

$$\hat{i} = I\sqrt{2} = 0,37 \text{ A}$$

7.23

$$\Phi = \Phi_m \cos \omega t$$



$$\text{a) } e = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = N\Phi_m \omega \sin \omega t = e_m \sin \omega t, \text{ där}$$

$$e_m = N\Phi_m \omega \text{ är max. inducerad spänning.}$$

b)

$$e_m = N\Phi_m \omega = 140 \cdot 2,50 \cdot 10^{-3} \cdot 100\pi \text{ V} = 110 \text{ V}$$

$$\omega = 2\pi f = 100\pi \text{ s}^{-1}$$

$$\text{Antal varv/s} = f = \frac{100\pi}{2\pi} = 50 \text{ varv/s}$$

c)

$$\omega = \frac{e_m}{N\Phi_m} = \frac{132}{140 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3}} \text{ s}^{-1} = 377 \text{ s}^{-1}$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = 60 \text{ Hz}$$

60 varv/s

7.24

a)

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{U_2}{U_1}$$

$$N_2 = N_1 \frac{U_2}{U_1} = 1000 \cdot \frac{12}{230} = 52 \text{ varv}$$

b)

$$I_2 = \frac{P}{U_2} = \frac{30}{12} \text{ A} = 2,5 \text{ A}$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$I_1 = I_2 \frac{N_2}{N_1} = 2,5 \cdot \frac{52}{1000} \text{ A} = 0,13 \text{ A}$$

7.25

a)

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{U_2}{U_1}$$

$$N_1 = N_2 \frac{U_1}{U_2} = 42\,000 \cdot \frac{11 \cdot 10^3}{132 \cdot 10^3} = 3\,500 \text{ varv}$$

b)

$$P_1 = 36 \text{ MW}$$

$$I_1 = \frac{P_1}{U_1} = \frac{36 \cdot 10^6}{11 \cdot 10^3} \text{ A} = 3,3 \cdot 10^3 \text{ A}$$

$$P_2 = 0,95 P_1 = 0,95 \cdot 36 \text{ MW} = 34,2 \text{ MW}$$

$$I_2 = \frac{P_2}{U_2} = \frac{34,2 \cdot 10^6}{132 \cdot 10^3} \text{ A} = 2,6 \cdot 10^2 \text{ A}$$

7.26

$$\lambda_{\text{max}} \cdot T = 2,90 \cdot 10^{-3}$$

$$\lambda_{\text{max}} = \frac{2,90 \cdot 10^{-3}}{980 + 273} \text{ m} = 2,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

7.27

$$U = \sigma T^4$$

$$T = \sqrt[4]{\frac{U}{\sigma}} = \sqrt[4]{\frac{520}{5,67 \cdot 10^{-8}}} \text{ K} = 309 \text{ K}$$

Klotets temperatur är 36 °C

7.28

$$s = vt = ct = 3,0 \cdot 10^8 \cdot 1 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 300 \text{ m}$$

7.29

a)

$$\lambda_{\text{max}} = 100 \text{ nm}$$

$$\lambda_{\text{max}} \cdot T = a$$

$$T = \frac{a}{\lambda_{\text{max}}} = \frac{2,90 \cdot 10^{-3}}{100 \cdot 10^{-9}} = 2,9 \cdot 10^4 \text{ K}$$

b)

$$U = \sigma T^4 = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot (2,9 \cdot 10^4)^4 \text{ W/m}^2$$

$$U = 4,0 \cdot 10^{10} \text{ W/m}^2$$

7.30

a)

$$\lambda_{\text{max}} = 600 \text{ nm}$$

$$\lambda_{\text{max}} \cdot T = a$$

$$T = \frac{a}{\lambda_{\text{max}}} = \frac{2,90 \cdot 10^{-3}}{600 \cdot 10^{-9}} = 4830 \text{ K}$$

Glödtråden skulle smälta om temperaturen var så hög!

b)

$$T = 60 + 273 \text{ K} = 333 \text{ K}$$

$$\lambda_{\text{max}} \cdot T = a$$

$$\lambda_{\text{max}} = \frac{a}{T} = \frac{2,90 \cdot 10^{-3}}{333} = 8,7 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

Infraröd strålning

7.31

a)

$$U = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{100}{4\pi \cdot 0,04^2} \text{ W/m}^2$$

$$U = 5,0 \text{ kW/m}^2$$

b)

$$U = \sigma T^4$$

$$T = \sqrt[4]{\frac{U}{\sigma}} = \sqrt[4]{\frac{5,0 \cdot 10^3}{5,67 \cdot 10^{-8}}} \text{ K} = 544 \text{ K}$$

Glödtrådens temp. $\approx 2000 \text{ K}$

7.32

$$\lambda_{\text{max}} = 299 \text{ nm}$$

$$\lambda_{\text{max}} \cdot T = a$$

$$T = \frac{a}{\lambda_{\text{max}}} = \frac{2,90 \cdot 10^{-3}}{299 \cdot 10^{-9}} = 9699 \text{ K} \approx 9700 \text{ K}$$

$$U = \sigma \cdot T^4 = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 9699^4 \text{ W/m}^2$$

$$U = 5,02 \cdot 10^8 \text{ W/m}^2$$

$$P = 2,3 \cdot 10^{28} \text{ W}$$

$$A = \frac{P}{U} = 4,58 \cdot 10^{19} \text{ m}^2$$

$$A = 4\pi r^2$$

$$r = \sqrt{\frac{A}{4\pi}} = 1,9 \cdot 10^9 \text{ m}$$

7.33

a) Se facit i läroboken.

b)

$$c = \frac{E_m}{B_m}$$

$$E_m = cB_m = 3 \cdot 10^8 \cdot 2,0 \cdot 10^{-6} \text{ V/m} = 0,60 \text{ kV/m}$$

Testa dig i fysik

1.

$$e = vBl$$

$$B = \frac{e}{vl} = \frac{0,028}{1,8 \cdot 0,18} \text{T} = 86 \text{ mT}$$

2.

$$e = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -600 \cdot \frac{(0,26 - 0,69) \cdot 10^{-3}}{3,6} \text{V} = 72 \text{ mV}$$

3.

a)

$$\hat{u} = Ri = 18 \cdot 2,8 \text{V} = 50,4 \text{V}$$

$$U = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} = 36 \text{V}$$

b)

$$I = \frac{\hat{i}}{\sqrt{2}} = \frac{2,8}{\sqrt{2}} \text{A} = 1,98 \text{A}$$

$$P = UI = 50,4 \cdot 1,98 \text{W} = 71 \text{W}$$

4.

$$\hat{u} = 2 \cdot 30 \text{V} = 60 \text{V}$$

$$T = 5 \cdot 4,0 \text{ms} = 20 \text{ms}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,02} \text{Hz} = 50 \text{Hz}$$

$$u(t) = \hat{u} \sin 2\pi ft = 60 \sin 100\pi t$$

5.

a)

$$T = 35^\circ\text{C} = 35 + 273 \text{K} = 308 \text{K}$$

$$U = \sigma T^4 = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 308^4 \text{W/m}^2$$

$$U = 510 \text{W/m}^2$$

$$P = UA = 510 \cdot 1,2 \text{W} = 0,61 \text{kW}$$

b)

$$P_{\text{netto}} = \sigma(T^4 - T_0^4) \cdot A$$

$$T_0 = 20^\circ\text{C} = 293 \text{K}$$

$$P_{\text{netto}} = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot (308^4 - 293^4) \cdot 1,2 \text{W}$$

$$P_{\text{netto}} = 0,11 \text{kW}$$

6.

$$e = -\frac{d\Phi}{dt} \text{ Alternativ C är rätt.}$$

7.

$$\Phi(t) = 0,04t^2 + 0,25t$$

$$e(t) = -\Phi'(t) = -(0,08t + 0,25)$$

$$e(4,0) = -(0,08 \cdot 4 + 0,25) \text{V} = -0,57 \text{V}$$

$$e(10) = -(0,08 \cdot 10 + 0,25) \text{V} = -1,05 \text{V}$$

Spänningens belopp är 0,57 V resp. 1,05 V.

8.

a) Den inducerade strömmen ger ett uppåtriktat magnetfält i den vänstra spolen. Strömmen går moturs.

b) Åt höger. (Magnetfältet i den högra spolen blir uppåtriktat)

9.

Arean ändras till noll. Då ändras flödet:

$$e = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{B \cdot \Delta A}{\Delta t} = \frac{B \cdot \pi r^2}{\Delta t}$$

$$e = \frac{0,24 \cdot \pi \cdot 0,10^2}{0,075} \text{V} = 0,10 \text{V}$$

8. Astrofysik

Räkna fysik

8.01

$$p = 1,42 \cdot 10^{-6} \text{ rad}$$

$$r = \frac{a}{p} = \frac{1,5 \cdot 10^{11}}{1,42 \cdot 10^{-6}} \text{ m} = 1,056 \cdot 10^{17} \text{ m}$$

$$r = \frac{1,056 \cdot 10^{17}}{9,46 \cdot 10^{15}} \text{ ljusår} = 11,2 \text{ ljusår}$$

8.02

$$p = 2,44 \cdot 10^{-8} \text{ rad}$$

$$r = \frac{a}{p} = \frac{1,5 \cdot 10^{11}}{2,44 \cdot 10^{-8}} \text{ m} = 6,15 \cdot 10^{18} \text{ m}$$

$$r = \frac{6,15 \cdot 10^{18}}{9,46 \cdot 10^{15}} \text{ ljusår} = 650 \text{ ljusår}$$

8.03

$$P = 5,6 \cdot 10^{29} \text{ W}$$

$$I = 2,0 \cdot 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

$$I = \frac{P}{4\pi r^2}$$

$$r = \sqrt{\frac{P}{4\pi I}} = 1,49 \cdot 10^{20} \text{ m}$$

$$r = \frac{1,49 \cdot 10^{20}}{9,46 \cdot 10^{15}} \text{ ljusår} = 1,6 \cdot 10^4 \text{ ljusår}$$

8.04

Solens effekt finns i formelsamlingen.

$$I = 2,0 \cdot 10^{-14} \text{ W/m}^2$$

$$P = 3 \cdot 10^5 \cdot P_{sol} = 3 \cdot 10^5 \cdot 3,9 \cdot 10^{26} \text{ W}$$

$$P = 1,17 \cdot 10^{32} \text{ W}$$

$$r = \sqrt{\frac{P}{4\pi I}} = 2,16 \cdot 10^{22} \text{ m} = 2,3 \cdot 10^6 \text{ ljusår}$$

8.05

Se facit i läroboken.

8.06

$$\frac{v}{c} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0}$$

$$\Delta\lambda = \frac{0,0090}{2} \text{ nm} = 0,0045 \text{ nm}$$

$$v = c \cdot \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = 3 \cdot 10^8 \cdot \frac{0,0045}{656,0} \text{ m/s} = 2,1 \text{ km/s}$$

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

$$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi \cdot 6,96 \cdot 10^8}{2,1 \cdot 10^3} \text{ s} = 2,13 \cdot 10^6 \text{ s}$$

$$T \approx 25 \text{ dygn}$$

8.07

$$\lambda_{\max} = 400 \text{ nm}$$

$$\lambda_{\max} \cdot T = a$$

$$T = \frac{a}{\lambda_{\max}} = \frac{2,90 \cdot 10^{-3}}{400 \cdot 10^{-9}} = 7,25 \cdot 10^3 \text{ K}$$

Spektralklass F (6000 – 7500 K)

Se diagram på sid. 295 i läroboken.

Utstrålad effekt ca. 5 ggr solens effekt.

8.08

Per fusion: $4,3 \cdot 10^{-12} \text{ J}$

Det går åt 4 väteatomer per He-kärna som bildas.

Antal fusioner per sekund:

$$\frac{10 \cdot 10^9}{4 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27}} = 1,5 \cdot 10^{36}$$

Utstrålad effekt:

$$P = 4,3 \cdot 10^{-12} \cdot 1,5 \cdot 10^{36} \text{ W} = 6,4 \cdot 10^{24} \text{ W}$$

$$P_{sol} = 3,9 \cdot 10^{26} \text{ W}$$

$$\frac{P}{P_{sol}} = 0,017$$

Se diagram på sid. 295 i läroboken:

klass M

8.09

Se avsnitt 8.3 och fig. 8.11 på sid. 297 i läroboken.

8.10

a)

$$r_0 = 2\gamma \cdot \frac{m}{c^2} = \frac{2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 1,989 \cdot 10^{30}}{(3 \cdot 10^8)^2} \text{ m}$$

$$r_0 = 2,9 \text{ km}$$

Massan = 10 solmassor.

Då blir radien = $10r_0 = 29 \text{ km}$

b)

$$r_0 = 2,9 \cdot 6 \cdot 10^6 \text{ km} = 1,8 \cdot 10^{10} \text{ m} \approx 25r_{sol}$$

$$r_{sol} = 6,96 \cdot 10^5 \text{ km}$$

8.11

a)

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \cdot 30000 \cdot 9,46 \cdot 10^{15}}{250 \cdot 10^6 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600} \text{ m/s}$$

$$v = 2,3 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

$$a = \frac{v^2}{r} = \frac{(2,3 \cdot 10^5)^2}{30000 \cdot 9,46 \cdot 10^{15}} \text{ m/s}^2$$

$$a = 1,8 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}^2$$

b)

$$\frac{mv^2}{r} = \gamma \frac{mM}{r^2}$$

$$M = \frac{v^2 r}{\gamma} = 2,2 \cdot 10^{41} \text{ kg}$$

$$m_{sol} = 1,989 \cdot 10^{30} \text{ kg}$$

$$\frac{M}{m_{sol}} = \frac{2,2 \cdot 10^{41}}{1,989 \cdot 10^{30}} = 1,1 \cdot 10^{11}$$

8.12

$$v = Hr$$

$$r = \frac{v}{H} = \frac{0,08 \cdot 3 \cdot 10^8}{\frac{20 \cdot 10^3}{10^6}} \text{ ljusår} = 1,2 \cdot 10^9 \text{ ljusår}$$

Galaxen avlägsnar sig. Det blir en rödförskjutning.

8.13

$$v = Hr = \frac{20}{10^6} \cdot 50 \cdot 10^6 \text{ km/s} = 1,0 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{v}{c}$$

$$\Delta\lambda = \lambda_0 \cdot \frac{v}{c} = 656,3 \cdot \frac{1,0 \cdot 10^6}{3 \cdot 10^8} \text{ nm} = 2,2 \text{ nm}$$

8.14

Se facit i läroboken.

Testa dig i fysik

1.

$$I = \frac{P}{4\pi r^2}$$

$$r = \sqrt{\frac{P}{4\pi I}} = \sqrt{\frac{4,8 \cdot 10^{30}}{4\pi \cdot 10 \cdot 10^{-9}}} \text{ m} = 6,18 \cdot 10^{18} \text{ m}$$

$$r = \frac{6,18 \cdot 10^{18}}{9,46 \cdot 10^{15}} \text{ ljusår} = 650 \text{ ljusår}$$

2.

$$v = 30 \text{ km/s}$$

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{v}{c}$$

$$\Delta\lambda = \lambda_0 \cdot \frac{v}{c} = 630,250 \cdot \frac{30 \cdot 10^3}{3 \cdot 10^8} \text{ nm} = 0,063 \text{ nm}$$

$$\lambda = \lambda_0 + \Delta\lambda = 630,313 \text{ nm}$$

3.

$$\Delta E = Pt = 3,9 \cdot 10^{26} \cdot 5 \cdot 10^9 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ J}$$

$$\Delta E = 6,15 \cdot 10^{43} \text{ J}$$

$$\Delta E = \Delta mc^2$$

$$\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2} = 6,8 \cdot 10^{26} \text{ kg}$$

$$\frac{\Delta m}{m} = \frac{6,8 \cdot 10^{26}}{1,989 \cdot 10^{30}} = 3,4 \cdot 10^{-4} = 0,034 \%$$

4.

$$v = Hr$$

$$r = \frac{v}{H} = \frac{1500}{\frac{20}{10^6}} \text{ ljusår} = 7,5 \cdot 10^7 \text{ ljusår}$$