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

a) $f = \frac{1}{T} \Leftrightarrow T = \frac{1}{f} \quad T = \frac{1}{f} = \frac{1}{20} = 0{,}050\,\text{s}$

b) Frekvensen är antal svängningar per sekund

$f = \frac{12}{3}\,\text{Hz} = 4\ \text{Hz}$

2

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

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

3
Avläs i figuren

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

4
a) Räkna ut fjäderkonstanten med Hookes lag

$F = kx \quad k = \frac{F}{x} = \frac{0{,}300 \cdot 9{,}82}{0{,}10}\ \text{N/m} = 29{,}5\ \text{N/m}$

b) Beräkna först kraften med Hookes lag, därefter kan du beräkna massan

$F = kx = 12 \cdot 0{,}082\ \text{N} = 0{,}984\ \text{N}$

$F = mg \quad m = \frac{F}{g} = \frac{0{,}984}{9{,}82}\ \text{kg} = 0{,}100\ \text{kg} = 100\ \text{g}$

c) Beräkna förlängningen x med Hookes lag

$F = kx \quad x = \frac{F}{k} = \frac{0{,}250 \cdot 9{,}82}{12{,}3}\ \text{m} = 0{,}200\ \text{m} = 20{,}0\ \text{cm}$

5

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

6
Beräkna våghastigheten med sambandet $v = \lambda f$

$v = \lambda f = 0{,}15 \cdot 20\,\text{m/s} = 3\,\text{m/s}$

7
Ljudets hastighet i luft är 340 m/s

$v = \lambda f \quad \lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{170}\,\text{m} = 2\,\text{m}$

8

$v = \lambda f \quad f = \frac{v}{\lambda} = \frac{4{,}0}{0{,}20}\,\text{Hz} = 20\,\text{Hz}$

9
Avståndet mellan två näraliggande förtunningar är en våglängd

$v = \lambda f \quad f = \frac{v}{\lambda} = \frac{342}{0{,}622}\,\text{Hz} = 550\,\text{Hz}$

10

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

b) Se facit.

11

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

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

12
a) $F = kx$, k = linjens riktningskoefficient

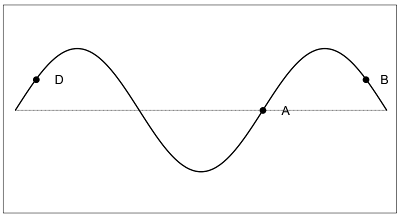
$k = \frac{\Delta F}{\Delta x} = \frac{15}{0{,}06}\,\text{N/m} = 250\,\text{N/m}$

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

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

13
Se facit.

14
a) Se facit.
b) Samma bokstav ligger i fas.



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

15
a)

$v = \lambda f = 0{,}25 \cdot 40\ \text{m/s} = 10\ \text{m/s} \qquad s = vt \qquad t = \frac{s}{v} = \frac{500}{10}\,\text{s} = 50\,\text{s}$

b)

$v = \frac{s}{t} = \frac{30}{5{,}0}\,\text{m/s} = 6{,}0\,\text{m/s} \qquad \lambda = \frac{v}{f} = \frac{6{,}0}{40}\,\text{m} = 0{,}15\,\text{m}$

16

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

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

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

17
Se facit.

18

a) Kinetisk energi omvandlas till energi hos den elastiska mattan

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

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

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

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

b) Den maximala kraften

$F = kx = 125\,628 \cdot 0,25\,\text{N} = 31\,\text{kN}$

(Medelkraften är 16 kN)

19

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

$$A = \frac{0,24 - 0,16}{2}\,\text{m} = 0,04\ \text{m} = 4\ \text{cm}$$

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

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

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

$v = 0$ m/s $\quad a = -2,5$ 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.

f) Accelerationen är som störst i nedre vändläget. Hastigheten är då 0 m/s.

g) Kraften har samma riktning som accelerationen. När kraften är riktad uppåt är vikten under jämviktsläget och när kraften är riktad nedåt är vikten ovanför jämviktsläget.

h) $F_{max} = a_{max} \cdot m = 2,5 \cdot 0,45\,\text{N} = 1,1\,\text{N}$

i) $k = \frac{F}{x} = \frac{1,1}{0,04}\,\text{N/m} = 30\ \text{N/m}$

20 Tiden för en fullständig svängning är

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}.$$

a) $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{0,125}{8,7}}\ \text{s} = 0,75\ \text{s}$

b) $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{0,500}{8,7}}\ \text{s} = 1,5\ \text{s}$

21

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Leftrightarrow T^2 = 4\pi^2 \cdot \frac{m}{k} \Leftrightarrow k = 4\pi^2 \cdot \frac{m}{T^2}$$

$$k = 4\pi^2 \cdot \frac{0,650}{1,53^2}\ \text{N/m} = 11,0\ \text{N/m}$$

22

Lös ut *m* ur sambandet $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$. Börja med att kvadrera båda leden.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Leftrightarrow m = \frac{kT^2}{4\pi^2} \qquad m = \frac{kT^2}{4\pi^2} = \frac{7,7 \cdot 2,0^2}{4\pi^2}\ \text{kg} = 0,78\ \text{kg}$$

23

a) Räkna först ut fjäderkonstanten med Hookes lag

$$F = kx \qquad k = \frac{F}{x} = \frac{0,450 \cdot 9,82}{0,078}\ \text{N/m} = 56,7\ \text{N/m}$$

Nu kan du beräkna svängningstiden

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{0,450}{56,7}}\ \text{s} = 0,56\ \text{s}$$

b) Viktens största hastighet är

$v_{max} = \omega A$, där $\omega = \frac{2\pi}{T}$.

A är största utslaget från jämviktsläget.

$$v_{max} = \omega A = \frac{2\pi \cdot A}{T} = \frac{2\pi \cdot 0,046}{0,56}\ \text{m/s} = 0,52\ \text{m/s}$$

c) Viktens har sin största hastighet i jämviktsläget (0,52 m/s) och där är fjäderns längd $(15,2 + 7,8)$ cm = 23 cm.

d) När Stefan drar ut fjädern från jämviktsläget får den potentiell energi som sedan omvandlas till rörelseenergi.

$$W_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{m(\omega A)^2}{2} = \frac{m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 A^2}{2}$$

$$W_k = \frac{0,450\left(\frac{2\pi}{0,56}\right)^2 \cdot 0,046^2}{2}\ \text{J} = 0,060\ \text{J}$$

24

Jämför frekvenserna med varandra genom sambandet $f = \frac{1}{T}$.

$\frac{f_2}{f_1} = \frac{1/T_2}{1/T_1} = \frac{T_1}{T_2}$. Du får $f_2 = \frac{T_1}{T_2} \cdot f_1 = \frac{\sqrt{m_1}}{\sqrt{m_2}} \cdot f_1$

$$f_2 = \frac{\sqrt{0,480}}{\sqrt{0,720}} \cdot 2,5\ \text{Hz} = 2,0\ \text{Hz}$$

25

Räkna först ut fjäderkonstanten med Hookes lag.

$$F = kx \qquad k = \frac{F}{x} = \frac{64 \cdot 9,82}{0,012}\ \text{N/m} = 52,4\ \text{kN/m}$$

Nu kan du beräkna svängningstiden. Tänk på att både bilen och Lea svänger.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{1084}{52,4 \cdot 10^3}}\ \text{s} = 0,9\ \text{s}$$

Frekvensen blir $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,9}$ Hz $= 1,1$ Hz .

26
Jämför frekvenserna med varandra genom sambandet $f = \frac{1}{T}$. Beteckna frekvensen då en fjäder svänger med f_1 och frekvensen då två fjädrar svänger med f_2. Fjäderkonstanten då en fjäder svänger betecknas med k och fjäderkonstanten då två fjädrar svänger betecknas med $\frac{1}{2}k$ (se läroboken s 20).

$\frac{f_2}{f_1} = \frac{1/T_2}{1/T_1} = \frac{T_1}{T_2}$. Du får $f_2 = \frac{T_1}{T_2} \cdot f_1 = \frac{\sqrt{\frac{1}{k}}}{\sqrt{\frac{1}{\frac{1}{2}k}}} \cdot f_1$ Hz $=$

$= \sqrt{\frac{1}{k} \cdot \frac{1}{2}k} \cdot f_1$ Hz $= \sqrt{\frac{1}{2}} \cdot f_1$ Hz $= 0,7 f_1$ Hz

27
a) Infalls- och reflektionsvinkeln mäts mot normalen, $i = r = 90° - 35° = 55°$. Se figur 1.15 på s 28 i läroboken.
b) Se facit.

28
Tid för ljudsignalen att gå till fiskstimmet

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

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

29
Se facit och figur 1.16 på s 29 i läroboken.

30
Se facit.

31
Enligt reflektionslagen är reflektionsvinkeln lika stor som infallsvinkeln, se s 28. Rita normalen mot berget genom punkten P upp till isytan. Du får två kongruenta, rätvinkliga trianglar. Beräkna sidan s = (SP + PG) med sambandet
$s = vt = 3,3 \cdot 10^3 \cdot 30,3 \cdot 10^{-3}$ m $= 100$ m . Sträckorna SP och PG är då 50 m vardera. Beräkna isens tjocklek med Pythagoras sats
$h^2 + 40^2 = 50^2 \quad h = 30$ m

32
Se facit och s 32 i läroboken.

33
Pulsen rör sig åt höger. Punkt A rör sig neråt och B rör sig uppåt.

34
Högst upp på ruta 4 och tillbaka igen, d.v.s. totalt 8 rutor.

35
Vägskillnaden mellan vågkällorna och nodlinjen är $(7,0 - 4,0)$ cm $= 3,0$ cm. Detta motsvarar en halv våglängd. Våglängden är 6,0 cm.

36
Vägskillnaden mellan vågkällorna och andra nodlinjen är en och en halv våglängd. Eftersom våglängden är 8,0 cm så är en och en halv våglängd 12,0 cm. Vi får 2 möjligheter
$\Delta s = (15 - x) = 12 \quad x = 3$ cm eller
$\Delta s = (x - 15) = 12 \quad x = 27$ cm .

37
Avståndet mellan två nodpunkter är alltid en halv våglängd i en stående våg. Våglängden är därför 7,0 cm.

38
Då avståndet mellan två nodpunkter intill varandra alltid är en halv våglängd i en stående våg blir avståndet mellan tredje och femte nodpunkten en våglängd. Därför är våglängden 5,8 cm.

39
Avståndet mellan intilliggande noder är $\frac{\lambda}{2}$.
Avståndet mellan 2:a och 6:e noden är 2λ.
$2\lambda = 45\,\text{cm}$
$\lambda = 22,5\,\text{cm}$

40
a) Avståndet mellan intilliggande noder i en stående våg är $\frac{\lambda}{2}$. Avståndet blir 9 cm.
b) Avståndet mellan intilliggande bukar i en stående våg är $\frac{\lambda}{2}$. Avståndet blir 9 cm.
c) Beräkna hastigheten med sambandet
$v = f \cdot \lambda = 25 \cdot 0,18$ m/s $= 4,5$ m/s.

41
Se facit.

42
a) Snöret är 0,90 m och svängningen är 2,5 våglängder. Våglängden är $\lambda = \frac{0.90}{2,5}$ m $= 0,40$ m.
b) Beräkna våghastigheten med sambandet
$v = f \cdot \lambda = 25 \cdot 0,40$ m/s $= 10$ m/s.

43

a) Vid 1:a nodlinjen är vägskillnaden

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

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

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

b) Vid 2:a nodlinjen är vägskillnaden

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

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

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

44

Vägskillnaden mellan vågkällorna och andra nodlinjen är en och en halv våglängd.
Uppmätta avstånd: AP = 3,5 cm och BP = 6,2 cm.
Vägskillnad: $(6,2-3,5)$ cm = 2,7 cm, vilket motsvarar $2,7\cdot 5$ cm = 13,5 cm i verkligheten eftersom figuren är ritad i skala 1:5. Alltså:

$$\Delta s = \frac{3\lambda}{2} = 13,5\,\text{cm} \qquad \lambda = 9\ \text{cm}.$$

Utbredningshastigheten blir
$v = f\lambda = 12\cdot 0,09$ m/s = 1,1 m/s.

45

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

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:

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

46

a) Fyra bukar = 2λ $\quad \lambda = 0,60$ m

b) $v = f\lambda = 30\cdot 0,6$ m/s = 18 m/s

c)
Nästa mönster får ytterligare en buk. 5 bukar = $2,5\lambda$

$$\lambda = \frac{1,2}{2,5}\ \text{m} = 0,48\ \text{m}.$$

Frekvensen blir

$$v = f\lambda \Leftrightarrow f = \frac{v}{\lambda} \qquad f = \frac{18}{0,48}\ \text{Hz} = 37,5\ \text{Hz}$$

47

a) Se facit.
b) Minsta avståndet mellan två positioner med destruktiv interferens är en våglängd.

$$v = f\lambda \Leftrightarrow \lambda = \frac{v}{f} \qquad \lambda = \frac{340}{1,2\cdot 10^3}\ \text{m} = 0,28\ \text{m}$$

48

a) Se facit.
b) Om alla sändare sände med samma frekvens skulle du då och då komma in i områden där radiovågorna tar ut varandra genom destruktiv interferens. För att förhindra detta sänder sändarna med olika frekvenser. För att man ska slippa byta frekvens manuellt när man kör bil så finns RDS. Detta system växlar automatiskt till den sändare längs vägen som sänder den önskade kanalen.

49

Se facit.

50

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

b)

$$f = 20\,\text{Hz}: \quad \lambda = \frac{v}{f} = 17\,\text{m} \qquad f = 20\,\text{kHz}: \quad \lambda = \frac{v}{f} = 0,017\,\text{m}$$

51

I en pipa öppen i ena änden motsvarar rörets längd en kvarts våglängd: $l = \dfrac{\lambda}{4} \Leftrightarrow \lambda = 4l$

Grundtonen blir

$$v = f\lambda \Leftrightarrow f = \frac{v}{\lambda} \qquad f = \frac{340}{4\cdot 0,17}\ \text{Hz} = 500\ \text{Hz}$$

I en pipa öppen i båda ändarna motsvarar rörets längd en halv våglängd: $l = \dfrac{\lambda}{2} \Leftrightarrow \lambda = 2l$

Grundtonen blir

$$v = f\lambda \Leftrightarrow f = \frac{v}{\lambda} \qquad f = \frac{340}{2\cdot 0,17}\ \text{Hz} = 1000\ \text{Hz}$$

52

a) Beräkna först våglängden

$$v = f\lambda \Leftrightarrow \lambda = \frac{v}{f} \qquad \lambda = \frac{340}{142}\ \text{m} = 2,4\ \text{m}$$

För grundtonen i en sluten pipa gäller att längden

$$l = \frac{\lambda}{4} \qquad l = \frac{2,4}{4}\ \text{m} = 0,6\ \text{m}$$

b) Beräkna först våglängden

$$v = f\lambda \Leftrightarrow \lambda = \frac{v}{f} \qquad \lambda = \frac{340}{348}\ \text{m} = 0,98\ \text{m}$$

För första övertonen i en öppen pipa är längden
$l = \lambda \qquad l = 0,98$ m

53

I en sträng motsvarar strängens längd en halv våglängd för grundtonen. Därefter ökar våglängden en halv våglängd för varje överton. Vi kan jämföra frekvenserna med varandra.
Grundton

$$l = \frac{\lambda}{2} \Leftrightarrow \lambda = 2l \qquad v = f_1\lambda = f_1 2l \qquad f_1 = 330\ \text{Hz}$$

1:a övertonen $l = \lambda \quad v = f_2 l$. Jämför med grundtonen $f_1 2l = f_2 l \Leftrightarrow f_2 = 2f_1 \quad f_2 = 660$ Hz

2:a övertonen $l = \frac{3\lambda}{2} \Leftrightarrow \lambda = \frac{2l}{3}$ $\quad v = f_3\lambda = f_3\frac{2l}{3}$.

Jämför med grundtonen

$f_1 2l = f_3\frac{2l}{3} \Leftrightarrow f_3 = 3f_1 \quad f_3 = 990$ Hz

54

Grundton

$l = \frac{\lambda}{2} \Leftrightarrow \lambda = 2l \quad v = f\lambda \Leftrightarrow f = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{2l} \quad f = \frac{520}{2\cdot 0{,}80}$ Hz $= 325$ Hz

55

I 3:e övertonen är $l = 2\lambda$. Avståndet mellan två bukar är $\frac{\lambda}{2}$. Eftersom avståndet mellan bukarna är 22,0 cm så måste strängen vara 4 gånger längre, dvs 88 cm.

Grundton

$l = \frac{\lambda}{2} \Leftrightarrow \lambda = 2l \quad \lambda = 2\cdot 0{,}88\text{ m} = 1{,}76\text{ m}.$

56

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

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

57

Den uppmätta ljudintensiteten är $I = 10^{-11}$ W/m^2, $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2. Ljudnivån beräknar du genom sambandet $L = 10\lg\frac{I}{I_0} = 10\lg\frac{10^{-11}}{10^{-12}}$ dB $= 10$ dB

58

Ljudnivån beräknar du genom sambandet

$L = 10\lg\frac{I}{I_0} = 10\lg\frac{10\cdot 10^{-6}}{10^{-12}}$ dB $= 70$ dB

59

Ljudintensiteten *I*, beräknar du genom sambandet

$L = 10\lg\frac{I}{I_0}$.

Du får

$10\lg\frac{I}{I_0} = 20 \Leftrightarrow \lg\frac{I}{I_0} = 2 \Leftrightarrow \frac{I}{I_0} = 10^2$

$I = I_0\cdot 10^2\text{ W/m}^2 = 10^{-12}\cdot 10^2\text{ W/m}^2 = 10^{-10}\text{ W/m}^2$

60

Ljudintensiteten *I*, beräknar du genom sambandet

$L = 10\lg\frac{I}{I_0}$. Du får

$10\lg\frac{I}{I_0} = 135 \Leftrightarrow \lg\frac{I}{I_0} = 13{,}5 \Leftrightarrow \frac{I}{I_0} = 10^{13{,}5}$

$I = I_0\cdot 10^{13{,}5}\text{ W/m}^2 = 10^{-12}\cdot 10^{13{,}5}\text{ W/m}^2 =$

$= 10^{1{,}5}\text{ W/m}^2 = 32\text{ W/m}^2$

61

$s = vt \quad t = \frac{s}{v} = \frac{100}{340}\text{s} = 0{,}3\,\text{s}$ för sent. Tiden blir för kort.

62

Beräkna först tiden tryckvågorna tar för att färdas genom luften $s = vt \Leftrightarrow t = \frac{s}{v} \quad t = \frac{750}{340}$ s $= 2{,}21$ s.

Enligt texten når tryckvågorna genom marken oss efter 0,21 s. Beräkna hastigheten

$s = vt \Leftrightarrow v = \frac{s}{t} \quad v = \frac{750}{0{,}21}$ m/s $= 3{,}6$ km/s.

63

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

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

$4lf_2 = 2lf_1$

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

64

Öppen pipa

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

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

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

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

65

$l = 33{,}0\,\text{cm}$

$f_0 = 294\,\text{Hz}$ när $l = \frac{\lambda_0}{2}$ (grundton) $\lambda_0 = 2l$

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

a) 1:a överton: $l = \lambda_1$

$f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{l} = 2f_0 = 588\,\text{Hz}$

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

$f_2 = \frac{v}{\lambda_2} = 3\frac{v}{2l} = 3f_0 = 882\,\text{Hz}$

c) $v = \lambda_0 f_0 = 2 \cdot 0{,}33 \cdot 294\,\text{m/s} = 194\,\text{m/s}$

66

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

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

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

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

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

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

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

67

Intilliggande 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 64. Pipans grundton = differensen mellan tonerna, d.v.s. 75 Hz.

68

a) Ljudet kommer att breda ut sig i alla riktningar som ett klot. Klotets area är $A = 4\pi r^2$.

$$I = \frac{P}{A} = \frac{12}{4\pi\cdot 8{,}0^2}\ \text{W/m}^2 = 15\ \text{mW/m}^2$$

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

Testa dig i fysik

1
Se facit.

2

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

Antal svängningar blir: $440 \cdot 0{,}088$ st $=$ 40 st

3
Lådans längd =

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

4

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

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

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

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

5
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 är
$0{,}5\lambda_2 = 0{,}28\ \text{m} \quad \lambda_2 = 0{,}56\ \text{m}$
Strängens längd = $1{,}5\lambda_2 = 1{,}5 \cdot 0{,}56\,\text{m} = 0{,}84\,\text{m}$
När strängen svänger med grundtonen är strängens våglängd $0{,}5\lambda = 0{,}84\ \text{m} \quad \lambda = 1{,}68\ \text{m}$

6

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

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

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

7

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

$\lambda = 2{,}9\ \text{cm}$

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

8
a) Om det tar 20 µs för ljudet att reflekteras från huden och 75 µs att reflekteras från njurens framsida så tar det 55 µs för ljudet att gå fram och tillbaka mellan huden och njurens framsida. Ena vägen tar 27,5 µs .
Avstånd från hud till njurens framsida
$s = vt = 1500 \cdot 27{,}5 \cdot 10^{-6}\ \text{m} = 0{,}041\ \text{m} = 4{,}1\ \text{cm}.$

b) Med samma resonemang tar det $(152 - 20)\ \mu\text{s} = 132\ \mu\text{s}$ för ljudet att gå fram och tillbaka mellan huden och njurens baksida. Ena vägen tar 66 µs . Eftersom ljudet tar 27,5 µs för att nå fram till njuren tar det $(66 - 27{,}5)\ \mu\text{s} = 38{,}5\ \mu\text{s}$ för ljudet att gå genom njuren. Storleken på njuren beräknas till
$s = vt = 1550 \cdot 38{,}5 \cdot 10^{-6}\ \text{m} = 0{,}060\ \text{m} = 6{,}0\ \text{cm}.$

9

Avståndet mellan 2 min är $\frac{\lambda}{2}$

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

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

10

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

$v = \lambda f \quad$ konstant

$\lambda_1 f_1 = \lambda_2 f_2$

$2l_1 f_1 = 2l_2 f_2$

$l_2 = \frac{l_1 f_1}{f_2} = \frac{0{,}840 \cdot 220}{262}\,\text{m} = 0{,}705\,\text{m} = 70{,}5\,\text{cm}$

Strängens längd blir 70,5 cm.

11
a) Vägskillnaden mellan högtalarna och Pelle är 16 cm. Vid konstruktiv interferens motsvarar detta en våglängd. Vi får ljudets hastighet till
$v = f \cdot \lambda = 2150 \cdot 0{,}16\ \text{m/s} = 340\ \text{m/s}.$

b) När frekvensen ökas kommer det vid något tillfälle bli destruktiv interferens mellan ljudvågorna. Då är vägskillnaden fortfarande 16 cm men motsvarar då 1,5 λ. Vi får

$v = f \cdot \lambda \qquad f = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{\left(\frac{0{,}16}{1{,}5}\right)}\ \text{Hz} = 3200\ \text{Hz}.$

2. Ljusvågor

Räkna fysik

1
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

$$i = r = \frac{132°}{2} = 66°$$

2
Infallsvinklarna är 42° och 58°.
Reflektionsvinklarna är lika stora som infallsvinklarna, d.v.s. 42° och 58°. Vinkeln, v, mellan de reflekterade strålarna är då:
$v = 58° - 42° = 16°$

3
a) För brytningsindex gäller $n = \frac{c}{v}$. Du får

$$n = \frac{c}{v} = \frac{3{,}0 \cdot 10^8}{2{,}4 \cdot 10^8} = 1{,}25.$$

b) Använd sambandet $n = \frac{c}{v} \Leftrightarrow v = \frac{c}{n}$

$$v = \frac{3{,}0 \cdot 10^8}{1{,}47} \text{ m/s} = 2{,}04 \cdot 10^8 \text{ m/s}.$$

4
Brytningslagen är $n_1 \sin\alpha_1 = n_2 \sin\alpha_2$, där $n_1 = 1$ (luft). Du får

$$n_2 = \frac{n_1 \sin\alpha_1}{\sin\alpha_2} = \frac{1 \cdot \sin 64°}{\sin 32°} = 1{,}70$$

5
a) Brytningslagen är $n_1 \sin\alpha_1 = n_2 \sin\alpha_2$, där $n_1 = 1$ (luft) och $n_2 = 1{,}28$ (plast). Du får

$$n_2 = \frac{n_1 \sin\alpha_1}{\sin\alpha_2} \Leftrightarrow \sin\alpha_2 = \frac{n_1 \sin\alpha_1}{\sin n_2}$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{1 \cdot \sin 57°}{1{,}28} \qquad \alpha_2 = 41°$$

b) $n_1 \sin\alpha_1 = n_2 \sin\alpha_2$, där $n_1 = 1$ (luft) och $n_2 = 1{,}28$ (plast). Du får

$$\sin\alpha_1 = \frac{n_2 \sin\alpha_2}{n_1} = \frac{1{,}28 \cdot \sin 29°}{1} \qquad \alpha_1 = 38°$$

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

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

b) $\alpha_1 = 25{,}0°$. Brytningsvinkeln blir

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

$\alpha_2 = 15{,}3°$

7
Infallsvinkeln är lika stor som reflektionsvinkeln.
Därför är $\alpha = 38°$.
Använd brytningslagen för att beräkna β.
$n_1 \sin\alpha = n_2 \sin\beta$, där $n_1 = 1{,}42$ (glas) och $n_2 = 1$ (luft). Du får

$$n_1 \sin\alpha = n_2 \sin\beta \Leftrightarrow \sin\beta = \frac{n_1 \sin\alpha}{n_2}$$

$$\sin\beta = \frac{1{,}42 \cdot \sin 38°}{1} \qquad \beta = 61°$$

8
a) Infallsvinkeln och brytningsvinkeln mäts mot normalen.
Vinklarna i figuren är mätta mot diamantytan. Vi får
Infallsvinkeln $\alpha_1 = 90° - 45° = 45°$
Brytningsvinkeln $\alpha_2 = 90° - 73° = 17°$
b) Brytningslagen är $n_1 \sin\alpha_1 = n_2 \sin\alpha_2$, där $n_1 = 1$ (luft). Vi får

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

9
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°. Reflektionsvinkeln, α, är lika stor som infallsvinkeln, $\alpha = 32{,}0°$.
Brytningsvinkeln, β, beräknas med hjälp av brytningslagen $n_1 \sin\alpha = n_2 \sin\beta$, där $n_1 = 1{,}50$ (glas) och $n_2 = 1$ (luft). Vi får

$$\sin\beta = \frac{n_1 \sin\alpha}{n_2} = \frac{1{,}50 \cdot \sin 32{,}0°}{1} = 0{,}79488$$

$\beta = 52{,}6°$

10
Infallsvinkeln blir här gränsvinkeln $\alpha_g = 39{,}8°$.
Då är brytningsvinkeln 90°.
Brytningslagen ger $n_1 \sin\alpha_g = n_2 \sin 90°$, där $n_2 = 1$ (luft). Vi får

$$n_1 = \frac{n_2 \sin\alpha_2}{\sin\alpha_g} = \frac{1 \cdot \sin 90°}{\sin 39{,}8°} = 1{,}56$$

11
Gränsvinkeln för totalreflektion är 43,6°. Då är brytningsvinkeln 90°.
Brytningslagen ger $n_1 \sin\alpha_1 = n_2 \sin\alpha_2$, där $n_2 = 1$ (luft). Vi får

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

12

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

Gränsen för totalreflektion inträffar när brytningsvinkeln är 90°.

Brytningslagen är $n_1 \sin\alpha_1 = n_2 \sin\alpha_2$

Vi får

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

$\alpha_1 = 79,6°$

13

Se facit i läroboken.

14

Rita den reflekterade strålen (30° mot normalen) i den första spegeln.

Speglarna 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°.

Reflektionsvinkeln = infallsvinkeln i den andra spegeln, dvs. 90 – 75 = 15°.

15

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

Här får vi $n_{\text{glas}} = \frac{c}{v_{\text{glas}}}$.

För glaset gäller

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

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

16

Ljuset bryts i glasprismats båda gränsytor. Vinklarna mellan ljusstrålen och glasytorna är lika stora på båda sidor om glasprismat. Då måste vinklarna mellan ljusstrålen och gränsytorna 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, *v*, kan då beräknas

$2v + 50° = 180°$

$$v = \frac{180° - 50°}{2} = 65°$$

Både infallsvinkeln och brytningsvinkeln mäts mot normalen. Vi får

Infallsvinkeln $\alpha_1 = 90° - 47° = 43°$

Brytningsvinkeln $\alpha_2 = 90° - 65° = 25°$

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

Vi får

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

17

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 om vi täcker över stråle P.

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

c) Brytningslagen är $n_1 \sin\alpha_1 = n_2 \sin\alpha_2$, där $\alpha_1 = 26°$, $\alpha_2 = 41°$ och $n_2 = 1$ (luft).

Vi får

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

18

Gränsvinkeln för totalreflektion från glas till luft är 38,3°. Då är brytningsvinkeln 90°. Brytningslagen ger $n_1 \sin\alpha_g = n_2 \sin 90°$, där $n_2 = 1$ (luft). Vi får

$$n_1 = \frac{n_2 \sin\alpha_2}{\sin\alpha_g} = \frac{1\cdot\sin 90°}{\sin 38,3°} = 1,613$$

Från glas till vatten $\left(n_{\text{glas}} = 1,613,\ n_{\text{vatten}} = 1,33\right)$

$n_{\text{glas}} \sin\alpha = n_{\text{vatten}} \sin 90°$

$$\sin\alpha = \frac{1,33\cdot 1}{1,613} \qquad \alpha = 55,5°$$

19

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

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

$\alpha_1 = 68,20°$

Brytningsvinkeln beräknas på motsvarande sätt

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

$\alpha_2 = 34,99°$

Brytningsindex för vätskan blir

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

20

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

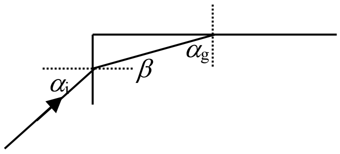
Brytningslagen ger $n_{\text{glas}} \sin\alpha_g = n_{\text{plast}} \sin 90°$, där $n_{\text{glas}} = 1,50$ och $n_{\text{plast}} = 1,45$

Vi får

$$\sin\alpha_g = \frac{1,45\cdot\sin 90°}{1,50} = 0,96667 \qquad \alpha_g = 75,2°$$

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

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



Infallsvinkeln beräknas med hjälp av brytningslagen

$n_i \sin \alpha_i = n_{glas} \sin \beta$

$\sin \alpha_i = \dfrac{n_{glas} \sin \beta}{n_i} = \dfrac{1,50 \cdot \sin 14,8°}{1} = 0,384$

$\alpha_i = 22,6°$

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

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

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

21

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

a)

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

$\theta = 0,26°$

b)

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

$\theta = 1,31°$

c)

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

$\theta = 2,63°$

22

a) När gittret har 300 spalter per mm så är spaltavståndet $1/300$ mm $= 0,0033$ mm $= 3,3$ µm.

b) Gitterkonstanten eller spaltavståndet är $2,5 \cdot 10^{-6}$ m $= 2,5 \cdot 10^{-3}$ mm $= 0,0025$ mm. Det finns $1/0,0025 = 400$ spalter per mm.

23

$d \sin \theta = n\lambda \Leftrightarrow \lambda = \dfrac{d \sin \theta}{n}$

$n = 1: \quad \lambda = \dfrac{1,7 \cdot 10^{-6} \cdot \sin 22,1°}{1}$ m $= 640$ nm.

24

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

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

$\theta = 39,3°$

b) Se facit

25

När gittret har 800 spalter per mm så är spaltavståndet (gitterkonstanten)

$d = 1/800$ mm $= 0,00125$ mm $= 1,25 \cdot 10^{-6}$ m.

$d \sin \theta = n\lambda \Leftrightarrow \sin \theta = \dfrac{n\lambda}{d}$

$n = 1: \quad \sin \theta = \dfrac{1 \cdot 560 \cdot 10^{-9}}{1,25 \cdot 10^{-6}} = 0,448$

$\theta = 26,6°$

$n = 2: \quad \sin \theta = \dfrac{2 \cdot 560 \cdot 10^{-9}}{1,25 \cdot 10^{-6}} = 0,896$

$\theta = 63,6°$

26

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

$\tan \theta = \dfrac{1,83 - 1,00}{2,00} = 0,415 \qquad \theta = 22,5°$

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

27

När gittret har 500 spalter per mm så är spaltavståndet (gitterkonstanten)

$d = 1/500$ mm $= 0,00200$ mm $= 2,00 \cdot 10^{-6}$ m.

$d \sin \theta = n\lambda \Leftrightarrow \sin \theta = \dfrac{n\lambda}{d}$

$n = 1: \quad \sin \theta = \dfrac{1 \cdot 633 \cdot 10^{-9}}{2,00 \cdot 10^{-6}} = 0,3165$

Eftersom sinusvärdet inte kan vara över 1 så är $n = 3$ den högsta ordningens ljusmaximum som kan förekomma $(3 \cdot 0,3165 = 0,9495)$.

28

Du kan beräkna spaltavståndet *d*, med sambandet

$d \sin \theta = n\lambda \Leftrightarrow d = \dfrac{n\lambda}{\sin \theta}$. Börja med att beräkna θ.

$\tan \theta = \dfrac{1,66/2}{9,00} = 0,0922 \qquad \theta = 5,27°$

$n = 1 \quad d = \dfrac{1 \cdot \lambda}{\sin \theta} = \dfrac{633 \cdot 10^{-9}}{\sin 5,27°}$ m $= 6,89$ µm

29

När gittret har 655 spalter per mm så är spaltavståndet (gitterkonstanten)

$d = 1/655$ mm $= 0,001527$ mm $= 1,527 \cdot 10^{-6}$ m.

$d \sin \theta = n\lambda \Leftrightarrow \lambda = \dfrac{d \sin \theta}{n}$, där θ är vinkeln mellan centralmaximum och strålen. $\theta = 79,5°/2 = 39,75°$

$n = 2: \quad \lambda = \dfrac{1,527 \cdot 10^{-6} \cdot \sin 39,75°}{2}$ m = 488 nm.

Färgen är blå, se s 76.

30

$d \sin\theta = n\lambda$

Störst vinkel ger störst våglängd.

$\tan\theta_1 = \dfrac{83,8/2}{136} = 0,308 \quad \theta_1 = 17,1°$

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

$\tan\theta_2 = \dfrac{66,0/2}{136} = 0,2426 \quad \theta_2 = 13,6°$

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

31

Beräkna först gitterkonstanten

$d = 1/500$ mm $= 0,002$ mm $= 2,0 \cdot 10^{-6}$ m

$d \sin\theta = n\lambda$

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

$\sin\theta \leq 1$

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

$4 \cdot 0,2945 = 1,178$ ger

$n_{max} = 3$

$n = 3$ ger $3 + 1 + 3 = 7$ ljusfläckar

32

a) Se facit

b) Här kan du använda sambanden

$n = \dfrac{c}{v}$ och $v = f\lambda$. När ljuset går från luft till vätska ändras våglängden men frekvensen är konstant.

Du får $n = \dfrac{c}{v} = \dfrac{f \cdot \lambda_1}{f \cdot \lambda_2} = \dfrac{633 \cdot 10^{-9}}{422 \cdot 10^{-9}} = 1,50.$

33

a) Se facit

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

violett: $\sin\theta_v = \dfrac{n\lambda_v}{d} = \dfrac{1 \cdot 400 \cdot 10^{-9}}{5,00 \cdot 10^{-6}} = 0,08$

$\theta_v = 4,59°$

rött: $\sin\theta_r = \dfrac{n\lambda_r}{d} = \dfrac{1 \cdot 700 \cdot 10^{-9}}{5,00 \cdot 10^{-6}} = 0,14$

$\theta_r = 8,05°$

c) Avstånd från centralmax till 1:a ordningens max på skärmen: x_v resp. x_r

Avstånd till skärmen: $s = 1,5\,\text{m}$

$\tan\theta_v = \dfrac{x_v}{s}$

$x_v = s \tan\theta_v = 1,5 \cdot \tan 4,59°\,\text{m} = 0,1204\,\text{m}$

$\tan\theta_r = \dfrac{x_r}{s}$

$x_r = s \tan\theta_r = 1,5 \cdot \tan 8,05°\,\text{m} = 0,2121\,\text{m}$

$x_r - x_v = 9,17\,\text{cm}$

34

Beräkna först gitterkonstanten

$d = 1/1180$ mm $= 8,47 \cdot 10^{-4}$ mm $= 8,47 \cdot 10^{-7}$ m

och därefter våglängden i glaset

$d \sin\theta = n\lambda$. Vi får $\lambda_{glas} = \dfrac{d \sin\theta}{n}$.

$n = 1: \quad \lambda_{glas} = \dfrac{8,47 \cdot 10^{-7} \cdot \sin 29°}{1} = 411$ nm.

Brytningsindex i glas blir

$n = \dfrac{c}{v} = \dfrac{f \cdot \lambda_{luft}}{f \cdot \lambda_{glas}} = \dfrac{633 \cdot 10^{-9}}{411 \cdot 10^{-9}} = 1,54.$

35

a) Rita en stråle från punkten där ljuset träffar CD-skivan till punkten A och en till punkten B. CD-skivan fungerar som ett reflektionsgitter där den inkommande strålen reflekteras i sig själv (centralmaximum). Strålen B som avböjs minst är första och A andra ordningens ljusmaximum.

b) Du kan beräkna spaltavståndet *d*, med sambandet

$d \sin\theta = n\lambda \Leftrightarrow d = \dfrac{n\lambda}{\sin\theta}$. Börja med att beräkna vinkeln mellan den inkommande laserstrålen och den reflekterade strålen mot punkten B.

$\tan\theta_B = \dfrac{21}{(13 + 34)} = 0,447 \quad \theta_B = 24,08°$

$n = 1 \quad d = \dfrac{1 \cdot \lambda}{\sin\theta_1} = \dfrac{1 \cdot 632,8 \cdot 10^{-9}}{\sin 24,08°}\,\text{m} = 1,55 \cdot 10^{-6}\,\text{m}.$

Vinkeln mellan den inkommande laserstrålen och den reflekterade strålen mot punkten A är

$\theta_A = 58,24°$

$n = 2 \quad d = \dfrac{2 \cdot \lambda}{\sin\theta_1} = \dfrac{2 \cdot 632,8 \cdot 10^{-9}}{\sin 58,24°}\,\text{m} = 1,49 \cdot 10^{-6}\,\text{m}$

Ett rimligt svar blir $d = 1,5 \cdot 10^{-6}\,\text{m} = 1,5\,\mu\text{m}$

c) Se facit

36

a) $f = 2,45\,\text{GHz} \quad \lambda = \dfrac{c}{f} = \dfrac{3,00 \cdot 10^8}{2,45 \cdot 10^9}\,\text{m} = 0,122\,\text{m}$

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

37

a) Radiovågor (mikrovågor)

b) $f = \dfrac{c}{\lambda} = \dfrac{3,00 \cdot 10^8}{0,211}\,\text{Hz} = 1,42\,\text{GHz}$

38

a) Radarvågor rör sig med ljusets hastighet

$c = f\lambda \Leftrightarrow \lambda = \dfrac{c}{f} \qquad \lambda = \dfrac{3,0 \cdot 10^8}{3,0 \cdot 10^9} = 0,10$ m.

Teoretiskt kan man se föremål som är en halv våglängd, dvs 5 cm.

b) Pulsen ska hinna fram och tillbaka på 1,0 ms. Det betyder att vi ska räkna ut hur lång sträcka pulsen hinner på halva tiden (0,5 ms).

$s = ct = 3,0 \cdot 10^8 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3}$ m $= 150$ km.

Testa dig i fysik

1

$c = f\lambda \Leftrightarrow f = \dfrac{c}{\lambda}$

$f = \dfrac{3{,}0 \cdot 10^8}{650 \cdot 10^{-9}}\ \text{Hz} = 4{,}6 \cdot 10^{14}\ \text{Hz}$

2

Använd brytningslagen:

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

$n_2 = \dfrac{n_1 \sin\alpha_1}{\sin\alpha_2} = \dfrac{1 \cdot \sin 47°}{\sin 38°} = 1{,}19$

3

Infallsvinkeln blir här gränsvinkeln α_g

Brytningsvinkeln vid totalreflektion är 90°.

Brytningslagen ger $n_1 \sin\alpha_g = n_2 \sin 90°$, där $n_1 = 1{,}33$ (vatten) och $n_2 = 1$ (luft). Vi får

$\sin\alpha_g = \dfrac{n_2 \sin 90°}{n_1} = \dfrac{1 \cdot \sin 90°}{1{,}33} = 0{,}752$

$\alpha_g = 49°$

4

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

5

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

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

6

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°, $\alpha_2 = 90°$.

För medium 1 gäller: $\alpha_1 = 24°$

$n_1 = \dfrac{n_2 \sin\alpha_2}{\sin\alpha_1} = \dfrac{1 \cdot \sin 90°}{\sin 24°} = 2{,}46$

För medium 2 gäller: $\alpha_1 = 29°$

$n_1 = \dfrac{n_2 \sin\alpha_2}{\sin\alpha_1} = \dfrac{1 \cdot \sin 90°}{\sin 29°} = 2{,}06$

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

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

Vi får

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

7

$\tan\theta = \dfrac{1{,}4/2}{120} = 0{,}00583 \qquad \theta = 0{,}334°$

$d \sin\theta = n\lambda$

$d = \dfrac{n\lambda}{\sin\theta} = \dfrac{1 \cdot 542 \cdot 10^{-9}}{\sin 0{,}334^o}\ \text{m} = 93\ \mu\text{m}$

8

$d \sin\theta = n\lambda$

$d = 1/5000\ \text{cm} = 2{,}0 \cdot 10^{-4}\ \text{cm} = 2{,}0 \cdot 10^{-6}\ \text{m}$

$\sin\theta_r = \dfrac{n\lambda_r}{d} = \dfrac{1 \cdot 650 \cdot 10^{-9}}{2{,}0 \cdot 10^{-6}} = 0{,}325$

$\theta_r = 18{,}97°$

$\sin\theta_b = \dfrac{n\lambda_b}{d} = \dfrac{1 \cdot 450 \cdot 10^{-9}}{2{,}0 \cdot 10^{-6}} = 0{,}225$

$\theta_b = 13{,}00°$

$\theta_r - \theta_b = 18{,}97° - 13{,}00° = 6{,}0°$

9

a) När gittret har 300 linjer per mm så är spaltavståndet (gitterkonstanten)

$d = 1/300\ \text{mm} = 0{,}00333\ \text{mm} = 3{,}33 \cdot 10^{-6}\ \text{m}$.

$d \sin\theta = n\lambda \Leftrightarrow \lambda = \dfrac{d \sin\theta}{n}$, där θ är vinkeln mellan centralmaximum och strålen.

$\tan\theta = 0{,}193/1 \qquad \theta = 10{,}9°$.

$n = 1: \quad \lambda = \dfrac{3{,}33 \cdot 10^{-6} \cdot \sin 10{,}9°}{1}\ \text{m} = 632\ \text{nm}$.

b) För 2:a ordningens maximum gäller

$d \sin\theta = n\lambda \Leftrightarrow \sin\theta = \dfrac{n\lambda}{d}$

$\sin\theta = \dfrac{2 \cdot 632 \cdot 10^{-9}}{3{,}33 \cdot 10^{-6}} = 0{,}379 \qquad \theta = 22{,}3°$

$\tan 22{,}3° = 0{,}410$ (41,0 cm från centralmaximum)

För 3:e ordningens maximum gäller

$d \sin\theta = n\lambda \Leftrightarrow \sin\theta = \dfrac{n\lambda}{d}$

$\sin\theta = \dfrac{3 \cdot 632 \cdot 10^{-9}}{3{,}33 \cdot 10^{-6}} = 0{,}569 \qquad \theta = 34{,}6°$

$\tan 34{,}6° = 0{,}691$ (69,1 cm från centralmaximum)

Avståndet mellan 2:a och 3:e ordningens maximum är $(69{,}1 - 41{,}0)\ \text{cm} = 28{,}1\ \text{cm}$.

c) För 4:e ordningens maximum gäller

$d \sin\theta = n\lambda \Leftrightarrow \sin\theta = \dfrac{n\lambda}{d}$

$\sin\theta = \dfrac{4 \cdot 632 \cdot 10^{-9}}{3{,}33 \cdot 10^{-6}} = 0{,}758 \qquad \theta = 49{,}3°$

$\tan 49{,}3° = 1{,}16$ (1,16 m från centralmaximum)

Duger inte eftersom skärmen bara är 2,00 m bred.

Detta innebär att det maximalt finns 7 st maximum, 3 st till vänster, 3 till höger och centralmaximum.

10

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

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

$\alpha_2 = 18,9°$

Brytningsindex för vatten: $n_2 = 1,33$

Vi får

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

$\alpha_1 = 26°$

11

$d\sin\theta = n\lambda$

2:a ordningen överlappar 3:e när

$d\sin\theta_2 = d\sin\theta_3$ eller

$2\lambda_2 \geq 3\lambda_3$

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

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

Överlappning i intervallet 400 nm till 470 nm.

12

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

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,00 \cdot 10^8}{460 \cdot 10^{-9}}\,\text{Hz} = 6,52 \cdot 10^{14}\,\text{Hz}$$

Ny våglängd i vattnet

$$\lambda_v = \frac{c}{f} = \frac{3,00 \cdot 10^8}{6,52 \cdot 10^{14}}\,\text{m} = 346\,\text{nm}$$

$d = 1/1500\,\text{mm} = 6,67 \cdot 10^{-4}\,\text{mm} = 6,67 \cdot 10^{-7}\,\text{m}$

$d\sin\theta = n\lambda$

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

$\theta = 31,25°$

Avstånd från centralmaximum, x

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

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

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

3. Kvantfysik

Räkna fysik

1

a)

$$\Delta W = W_2 - W_1 = \left(-\frac{2{,}179}{2^2} - \left(-\frac{2{,}179}{1^2}\right)\right)\ \text{aJ} = 1{,}634\,\text{aJ}$$

b)

$$W = hf = \frac{hc}{\lambda} \Leftrightarrow \lambda = \frac{hc}{W}$$

$$\lambda = \frac{hc}{W} = \frac{6{,}626\cdot 10^{-34}\cdot 2{,}998\cdot 10^{8}}{1{,}634\cdot 10^{-18}}\,\text{m} = 122\,\text{nm}$$

2

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

b) $W = 3{,}54\,\text{eV} = 3{,}54\cdot 1{,}602\cdot 10^{-19}\,\text{J} = 5{,}67\cdot 10^{-19}\,\text{J}$

3

Du vet att $\Delta W = 12{,}75$ eV och att $W_1 = -13{,}60$ eV.

$\Delta W = W - W_1 \Leftrightarrow W = \Delta W + W_1$

Du kan nu beräkna W

$W = \Delta W + W_1 = (12{,}75 - 13{,}60)$ eV $= -0{,}85$ eV

$W_4 = -0{,}85$ eV (Se exempel 1)

4

Se facit i läroboken.

5

a)

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

b)

$W = hf$

$$f = \frac{W}{h} = \frac{0{,}396\cdot 10^{-18}}{6{,}626\cdot 10^{-34}}\,\text{Hz} = 598\ \text{THz}$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{2{,}998\cdot 10^{8}}{598\cdot 10^{12}}\,\text{m} = 502\,\text{nm}$$

6

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

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

7

Börja med att beräkna en fotons energi

$$W = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6{,}626\cdot 10^{-34}\cdot 2{,}998\cdot 10^{8}}{694{,}3\cdot 10^{-9}}\,\text{J} =$$

$$= 2{,}861\cdot 10^{-19}\ \text{J}$$

Rubinlaserns effekt är 2,0 mW. Det betyder att lasern varje sekund sänder ut energin 2,0 mJ. Antalet fotoner som sänds ut varje sekund blir

$$\frac{2{,}0\cdot 10^{-3}}{2{,}861\cdot 10^{-19}}\,\text{st} = 7{,}0\cdot 10^{15}\ \text{st.}$$

8

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

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

c)

$$W_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{9{,}109\cdot 10^{-31}\cdot\left(4{,}5\cdot 10^{6}\right)^2}{2}\,\text{J} =$$

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

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

9

a) Bohrs formel

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

Högst frekvens

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

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

Lägst frekvens

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

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

b) Lägst frekvens till W_1

$\Delta W = W_2 - W_1$

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

$$f = \frac{\Delta W}{h} = \frac{1{,}63425\cdot 10^{-18}}{6{,}626\cdot 10^{-34}}\ \text{Hz} = 2470\ \text{THz}$$

750 THz är den högsta frekvensen som ger synligt ljus.

10

Se facit i läroboken.

11

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

b)

$$W_\text{k} = W = W_6 - W_1 = \left(-0{,}061 - (-2{,}179)\right)\ \text{aJ}$$

$$W_\text{k} = 2{,}12\cdot 10^{-18}\ \text{J}$$

$$W_\text{k} = \frac{mv^2}{2}$$

$$v = \sqrt{\frac{2W_\text{k}}{m}} = \sqrt{\frac{2\cdot 2{,}12\cdot 10^{-18}}{9{,}109\cdot 10^{-31}}}\ \text{m/s}$$

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

c)

$f = 750\,\text{THz}$, $W = hf = 0{,}497\cdot 10^{-18}$ J.

$0{,}497\cdot 10^{-18}\ \text{J} < 2{,}12\cdot 10^{-18}\ \text{J}$ som behövs för att excitera atomen. Svaret är nej.

12

a)

$$\Delta W = W_2 - W_1 = \left(-\frac{2{,}179}{2^2} - \left(-\frac{2{,}179}{1^2}\right)\right)\ \text{aJ} =$$

$$= 1{,}63\,\text{aJ} = 1{,}63\cdot 10^{-18}\ \text{J}$$

b)

$$W_\text{k} = \frac{3}{2}kT \Leftrightarrow T = \frac{2W_\text{k}}{3k},\ \text{där } k = 1{,}38\cdot 10^{-23}\ \text{J/K}$$

$$T = \frac{2\cdot 1{,}63\cdot 10^{-18}}{3\cdot 1{,}38\cdot 10^{-23}}\ \text{K} = 79\cdot 10^3\ \text{K}$$

c) Vätets jonisationsenergi är 2,179 aJ. Temperaturen som behövs är

$$T = \frac{2W_\text{k}}{3k} = \frac{2\cdot 2{,}179\cdot 10^{-18}}{3\cdot 1{,}38\cdot 10^{-23}}\ \text{K} = 105\cdot 10^3\ \text{K}$$

13

Se facit i läroboken.

14

$$W = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6{,}626\cdot 10^{-34}\cdot 2{,}998\cdot 10^8}{404{,}7\cdot 10^{-9}}\ \text{J} = 0{,}491\ \text{aJ}$$

15

Se facit

16

a)

$$W = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6{,}626\cdot 10^{-34}\cdot 2{,}998\cdot 10^8}{589\cdot 10^{-9}}\ \text{J} = 0{,}337\,\text{aJ}$$

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

Mellan nivå 3 och 4

b)

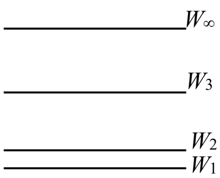
$$\Delta W = W_1 - W_4 = \left(-0{,}221 - (-0{,}823)\right)\text{aJ} = 0{,}602\,\text{aJ}$$

$$\lambda = \frac{hc}{\Delta W} = \frac{6{,}626\cdot 10^{-34}\cdot 2{,}998\cdot 10^8}{0{,}602\cdot 10^{-18}}\ \text{m} = 330\,\text{nm}$$

Nej (ultraviolett)

17

a)



b)

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

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

Linjen är grön.

c)

$$W_\text{jon} = \left(0 - (-0{,}979)\right)\ \text{aJ} =$$

$$= 0{,}979\,\text{aJ} = 0{,}979\cdot 10^{-18}\ \text{J}$$

d) Störst energi ger minst våglängd

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

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

18

a) Ljus med den våglängden absorberas i solatmosfären.

b) Kalium, K

19

Se läroboken s 118

20

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

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

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

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

21

a) Kvicksilveratomen får ett energitillskott på 0,783 aJ

$$W_3 - W_1 = 0{,}783\,\text{aJ} \Leftrightarrow W_3 = (W_1 + 0{,}783)\,\text{aJ}$$

$$W_3 = (-1{,}672 + 0{,}783)\,\text{aJ} = -0{,}889\,\text{aJ}$$

b)

$$W = \frac{hc}{\lambda} \Leftrightarrow \lambda = \frac{hc}{W} = \frac{6{,}626\cdot 10^{-34}\cdot 2{,}998\cdot 10^8}{0{,}783\cdot 10^{-18}}\,\text{m} = 254\,\text{nm}$$

Ultraviolett strålning.

c) Se facit

d) Spänningen tillför energin

$$W = q\cdot U = 1{,}602\cdot 10^{-19}\cdot 150\ \text{J} = 24\ \text{aJ}$$

En excitation kräver energin 0,783 aJ, så energin räcker teoretiskt till

$$\frac{24\cdot 10^{-18}}{0{,}783\cdot 10^{-18}}\ \text{st} = 30\ \text{st excitationer.}$$

22

Energiövergångarna $W_1 \to W_4$ och $W_4 \to W_1$ är lika stora

Beräkna storleken på energiövergångarna genom att sätta in de olika våglängderna i sambandet $W = \dfrac{hc}{\lambda}$.

$$W_4 \to W_1: \frac{hc}{\lambda} = \frac{6{,}626\cdot 10^{-34}\cdot 2{,}998\cdot 10^8}{330\cdot 10^{-9}}\ \text{J} = 6{,}0196\cdot 10^{-19}\ \text{J}$$

$$W_3 \to W_2: \frac{hc}{\lambda} = \frac{6{,}626\cdot 10^{-34}\cdot 2{,}998\cdot 10^8}{1140\cdot 10^{-9}}\ \text{J} = 1{,}7425\cdot 10^{-19}\ \text{J}$$

$$W_2 \to W_1: \frac{hc}{\lambda} = \frac{6{,}626\cdot 10^{-34}\cdot 2{,}998\cdot 10^8}{589\cdot 10^{-9}}\ \text{J} = 3{,}3726\cdot 10^{-19}\ \text{J}$$

Du får $W_4 \to W_3 =$

$$= \left(6{,}0196\cdot 10^{-19} - 1{,}7425\cdot 10^{-19} - 3{,}3726\cdot 10^{-19}\right)\ \text{J} =$$

$$= 9{,}045\cdot 10^{-20}\ \text{J}$$

Våglängden blir

$$W = \frac{hc}{\lambda} \Leftrightarrow \lambda = \frac{hc}{W}$$

$$\lambda = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 2,998 \cdot 10^{8}}{9,045 \cdot 10^{-20}} \text{ m} = 2196 \text{ nm}$$

23

$4,54 \text{ eV} = 4,54 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Gränsfrekvensen får du genom

$$hf_{\mathrm{g}} = W_{\mathrm{u}} \Leftrightarrow f_{\mathrm{g}} = \frac{W_{\mathrm{u}}}{h}$$

$$f_{\mathrm{g}} = \frac{4,54 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19}}{6,626 \cdot 10^{-34}} \text{ Hz} = 1,1 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

24

$$hf = W_{\mathrm{u}} + W_{\mathrm{k}} \Leftrightarrow W_{\mathrm{k}} = hf - W_{\mathrm{u}}$$

$$W_{\mathrm{k}} = hf - W_{\mathrm{u}} = (5,8 - 4,54) \text{ eV} = 1,26 \text{ eV}$$

25

a)

$$W = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 2,998 \cdot 10^{8}}{360 \cdot 10^{-9}} \text{ J}$$

$$W = 5,52 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

b)

$$W_{\mathrm{k}} = hf - W_{\mathrm{u}} = \left(5,52 \cdot 10^{-19} - 3,68 \cdot 10^{-19}\right) \text{J}$$

$$W_{\mathrm{k}} = 1,84 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$W_{\mathrm{k}} = \frac{mv^2}{2}$$

$$v = \sqrt{\frac{2W_{\mathrm{k}}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,84 \cdot 10^{-19}}{9,109 \cdot 10^{-31}}} \text{ m/s} = 6,35 \cdot 10^{5} \text{ m/s}$$

c)

$$W = hf_g$$

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

26

a)

$$W_{\mathrm{u}} = hf - W_{\mathrm{k}} = \left(6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 1,25 \cdot 10^{15} - 1,12 \cdot 10^{-19}\right) \text{J}$$

$$W_{\mathrm{u}} = 7,16 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

b)

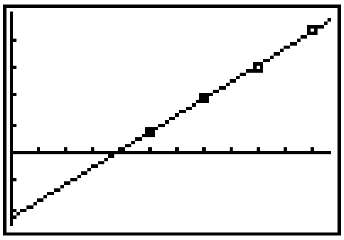
$$W_{400} = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 2,998 \cdot 10^{8}}{400 \cdot 10^{-9}} \text{ J}$$

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

Nej, inga elektroner frigörs eftersom $W_{400} < W_{\mathrm{u}}$.
Fotonenergin är mindre än utträdesarbetet.

27

a) Lös uppgiften med hjälp av grafräknare eller dator



Grafen ovan visar W_{k} som funktion av *f*. Använd linjär regression 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:

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

$$W_{\mathrm{k}} = \left(6,0 \cdot 10^{-34} f - 2,3 \cdot 10^{-19}\right) \text{ J}$$

$$W_{\mathrm{k}} = hf - W_{\mathrm{u}}$$

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

$$W_{\mathrm{u}} = 2,3 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

b) Använd grafen i a. Gränsfrekvensen är lika med linjens skärningspunkt med *x*-axeln

$$f_{\mathrm{g}} = 3,8 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

28

a) Se figur 3.18

b) Börja med att beräkna den energi som krävs för att sända ut ljus med våglängden 580 nm.

$$W = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 2,998 \cdot 10^{8}}{580 \cdot 10^{-9}} \text{ J} = 3,42 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Eftersom detta är den längsta möjliga våglängd så är den beräknade energin lika stor som utträdesarbetet, så $W_{\mathrm{u}} = 3,42 \cdot 10^{-19}$ J.

c) För att sända ut fotoner med våglängden 290 nm krävs energin

$$W = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 2,998 \cdot 10^{8}}{290 \cdot 10^{-9}} \text{ J} =$$

$$= 6,85 \cdot 10^{-19} \text{ J.}$$

Einsteins formel för den fotoelektriska effekten är $hf = W_{\mathrm{u}} + W_{\mathrm{k}} \Leftrightarrow W_{\mathrm{k}} = hf - W_{\mathrm{u}}$. Eftersom $W_{\mathrm{k}} = U \cdot e$, där *U* är tröskelspänningen, får vi

$$W_{\mathrm{k}} = hf - W_{\mathrm{u}} \Leftrightarrow U \cdot e = hf - W_{\mathrm{u}} \Leftrightarrow U = \frac{hf - W_{\mathrm{u}}}{e}.$$

$$U = \frac{6,85 \cdot 10^{-19} - 3,42 \cdot 10^{-19}}{1,602 \cdot 10^{-19}} \text{ V} = 2,14 \text{ V}$$

29

Rörelsemängden hos en foton är lika med energin dividerad med ljushastigheten

$$p = \frac{E}{c} = \frac{5,34 \cdot 10^{-18}}{2,998 \cdot 10^{8}} \text{ kgm/s} = 1,78 \cdot 10^{-26} \text{ kgm/s}$$

30
Våglängden för en foton kan beräknas genom sambandet $p = \frac{h}{\lambda} \Leftrightarrow \lambda = \frac{h}{p}$.

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34}}{1,82 \cdot 10^{-27}} \text{ m} = 364 \text{ nm}$$

31

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 2,998 \cdot 10^{8}}{300 \cdot 10^{-9}} \text{J}$$

$$E = 6,62 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

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

32
En foton

$$E = hf = 6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 89,1 \cdot 10^{6} \text{ J} = 5,91 \cdot 10^{-26} \text{J}$$

Samtliga fotoner

$$p = \frac{E_{\text{tot}}}{c} = \frac{2,00 \cdot 10^{29} \cdot 5,91 \cdot 10^{-26}}{2,998 \cdot 10^{8}} \text{kgm/s} =$$

$$= 3,94 \cdot 10^{-5} \text{ kgm/s}$$

33

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

$$E = 5,45 \cdot 10^{-27} \cdot 2,998 \cdot 10^{8} \text{ J} = 1,63 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

$$E = hf$$

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

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

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

34
En proton med rörelsemängden $p = mv$ har vågegenskaper med våglängden

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34}}{1,673 \cdot 10^{-27} \cdot 3,0 \cdot 10^{6}} \text{ m} =$$

$$= 1,3 \cdot 10^{-13} \text{ m}$$

35
En proton med rörelsemängden $p = mv$ och våglängden $1,0 \cdot 10^{-13}$ m rör sig med hastigheten

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} \Leftrightarrow v = \frac{h}{m\lambda}$$

$$v = \frac{6,626 \cdot 10^{-34}}{1,673 \cdot 10^{-27} \cdot 1,0 \cdot 10^{-13}} \text{ m/s} = 4,0 \cdot 10^{6} \text{ m/s}$$

36
Heisenbergs obestämbarhetsrelation kan skrivas

$$\Delta p \cdot \Delta x \geq \frac{h}{4\pi} \Leftrightarrow \Delta x \geq \frac{h}{4\pi \cdot \Delta p}, \text{ där } \Delta p = \Delta(mv)$$

Vi får

$$\Delta x \geq \frac{6,626 \cdot 10^{-34}}{4\pi \cdot 1,673 \cdot 10^{-27} \cdot 3 \cdot 10^{6} \cdot 10^{-4}} \text{ m}$$

$$\Delta x \geq 10^{-10} \text{ m}$$

37
a)

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

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

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

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

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

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

b)

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

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

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

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

38
Se facit i läroboken.

39
a)

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

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34}}{1,675 \cdot 10^{-27} \cdot 3,75 \cdot 10^{3}} \text{m} = 1,05 \cdot 10^{-10} \text{m}$$

b)

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34}}{5,0 \cdot 10^{-9}} \text{kgm/s} = 1,326 \cdot 10^{-25} \text{ kgm/s}$$

$$p = mv$$

$$v = \frac{p}{m} = \frac{1,326 \cdot 10^{-25}}{9,109 \cdot 10^{-31}} \text{m/s} = 1,5 \cdot 10^{5} \text{ m/s}$$

c) Se facit i läroboken.

40
a)

$$E_{\text{k}} = \frac{mv^2}{2}$$

$$v = \sqrt{\frac{2E_{\text{k}}}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,18 \cdot 10^{-18}}{9,109 \cdot 10^{-31}}} \text{ m/s}$$

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

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

b)

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

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

$$\Delta p \geq \frac{h}{4\pi \Delta x} = 5,3 \cdot 10^{-24} \text{ kgm/s}$$

c) Se facit i läroboken.

41

a)

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

$$v = \frac{h}{\lambda m} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34}}{0,1 \cdot 10^{-9} \cdot 9,109 \cdot 10^{-31}} \text{ m/s} = 7,27 \cdot 10^{6} \text{ m/s}$$

$$E_\text{k} = \frac{mv^2}{2} = 2,41 \cdot 10^{-17}\,\text{J}$$

b)

$$E_\text{k} = eU$$

$$U = \frac{E_\text{k}}{e} = 150\,\text{V}$$

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

42

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34}}{1,00 \cdot 10^{-12}} \text{kgm/s} = 6,63 \cdot 10^{-22} \text{ kgm/s}$$

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

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

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

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

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

43 Se facit

44

a) Storleken på den infallande och den utgående fotonens rörelsemängder kan du räkna fram genom att dela upp elektronens rörelseriktning i x- och y-komposanter

Infallande (x-led)

$$2,30 \cdot 10^{-22} \cdot \cos 30° = 1,99 \cdot 10^{-22} \text{ kgm/s}$$

Utgående (y-led)

$$2,30 \cdot 10^{-22} \cdot \sin 30° = 1,15 \cdot 10^{-22} \text{ kgm/s}$$

b) Börja med att beräkna elektronens hastighet. Vi räknar relativistiskt.

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

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

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

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

$$v = \sqrt{\frac{1}{\frac{m^2}{p^2} + \frac{1}{c^2}}} = 1,931 \cdot 10^{8} \text{ m/s}$$

$$\left(m = 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}, p = 2,30 \cdot 10^{-22} \text{ kgm/s}\right)$$

Inför följande beteckningar

Energin för den infallande fotonen

$$E_{\gamma\,\text{in}} = p_{\gamma\,\text{in}} \cdot c = 5,97 \cdot 10^{-14} \text{ J}$$

Energin för den utgående fotonen

$$E_{\gamma\,\text{ut}} = p_{\gamma\,\text{ut}} \cdot c = 3,45 \cdot 10^{-14} \text{ J}$$

Elektronens kinetiska energi efter stöten

$$E_\text{ke} = mc^2(\gamma - 1) = 2,52 \cdot 10^{-14} \text{ J}$$

där $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = 1,307$

Energin är bevarad om

$E_{\gamma\,\text{in}} = E_{\gamma\,\text{ut}} + E_\text{ke}$ (Sätt in värdena och kontrollera)

45 Se facit

Testa dig i fysik

1

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

a) absorption **b)** emission

c) absorption

2

Längst våglängd när vi har minst energi.

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

$$\Delta W = \frac{hc}{\lambda} \Leftrightarrow \lambda = \frac{hc}{\Delta W}$$

$$\lambda = 122\,\text{nm}$$

3

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

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

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

4

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

5

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

$$= 0,48422 \text{ aJ}$$

$$\Delta W = \frac{hc}{\lambda} \Leftrightarrow \lambda = \frac{hc}{\Delta W}$$

$$\lambda = 410 \text{ nm}$$

6

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

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

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

7

a)

$$W_{\text{k}} = hf - W = \frac{hc}{\lambda} - W$$

$$W_{\text{k}} = \left(\frac{6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 2,998 \cdot 10^8}{430 \cdot 10^{-9}} - 2,28 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \right) \text{ J}$$

$$W_{\text{k}} = 9,67 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

$$W_{\text{k}} = \frac{mv^2}{2}$$

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

b)

$$W = \frac{hc}{\lambda} = 3,16 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

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

Elektronen frigörs inte eftersom $W < W_{\text{u}}$.

8

$$W = \left(W_{\text{jon}} + 5,0 \right) \text{ eV} = \left(2,179 \cdot 10^{-18} + 5,0 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \right) \text{ J}$$

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

$$W = \frac{hc}{\lambda} \Leftrightarrow \lambda = \frac{hc}{W}$$

$$\lambda = 67 \text{ nm}$$

9

a)

$$E_{\text{k}} = QU = 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 6,5 \cdot 10^6 \text{ J} = 1,04 \cdot 10^{-12} \text{ J}$$

b)

$$E_{\text{k}} = mc^2 (\gamma - 1)$$

$$\gamma = \frac{E_{\text{k}}}{mc^2} + 1 = \frac{1,04 \cdot 10^{-12}}{1,673 \cdot 10^{-27} \cdot \left(2,998 \cdot 10^8 \right)^2} + 1$$

$$\gamma = 1,0069$$

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

$$v = c\sqrt{1 - \frac{1}{\gamma^2}} = 0,117c = 3,51 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

c)

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34}}{1,673 \cdot 10^{-27} \cdot 3,51 \cdot 10^7} \text{ m} = 1,13 \cdot 10^{-14} \text{ m}$$

4. Kraft och rörelse

Räkna fysik

1
För kraftmoment gäller
$M = Fr = 50 \cdot 0{,}80 \text{ Nm} = 40 \text{ Nm}$

2
Andra jämviktsvillkoret ger sambandet
$F_1 r_1 = F_2 r_2$. Beräkna F_2 i de 3 olika fallen.

10 cm: $F_2 = \dfrac{F_1 r_1}{r_2} = \dfrac{6{,}0 \cdot 0{,}15}{0{,}10} \text{ N} = 9{,}0 \text{ N}$

15 cm: $F_2 = \dfrac{F_1 r_1}{r_2} = \dfrac{6{,}0 \cdot 0{,}15}{0{,}15} \text{ N} = 6{,}0 \text{ N}$

20 cm: $F_2 = \dfrac{F_1 r_1}{r_2} = \dfrac{6{,}0 \cdot 0{,}15}{0{,}20} \text{ N} = 4{,}5 \text{ N}$

3
Momentjämvikt i samtliga fall. Den okända massan kan beräknas på följande sätt:

$F_1 r_1 = F_2 r_2$

$m_1 g r_1 = m_2 g r_2$

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

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

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

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

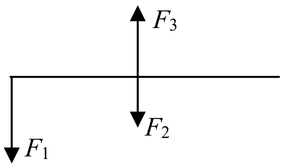
4
Störst moment när tramporna är horisontella. Hela tyngden verkar på en trampa. Vi får
$m = 68 \text{ kg}, r = 0{,}18 \text{ m}$

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

5
a) För kraftmoment gäller $M = Fr$, där r är det vinkelräta avståndet från en linje genom kraften F till vridningspunkten.
Moment moturs $M = Fr = 62 \cdot 1{,}25 \text{ Nm} = 78 \text{ Nm}$
Moment medurs
$M = Fr = 76 \cdot 1{,}25 \cdot \cos 38° \text{ Nm} = 75 \text{ Nm}$
b) Moturs eftersom momentet är störst i den riktningen.

6
Anta att meterstavens hela tyngd verkar från tyngdpunkten.
Tyngden av en 0,5kg vikt verkar i ändpunkten.
Figuren visar kraftsituationen

Beräkna krafterna



$F_1 = 0{,}5 \cdot 9{,}82 \text{ N} = 4{,}91 \text{ N}$
$F_2 = 0{,}12 \cdot 9{,}82 \text{ N} = 1{,}1784 \text{ N}$
Vi har momentjämvikt:
$F_1 r_1 + F_2 r_2 = F_3 r_3$
$F_1 r_1 + F_2 r_2 = (4{,}91 \cdot 1{,}0 + 1{,}1784 \cdot 0{,}5) \text{ Nm} = 5{,}4992 \text{ Nm}$

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

7
För kraftmoment gäller $M = Fr$, där r är det vinkelräta avståndet från en linje genom kraften F till vridningspunkten. Här verkar krafterna lika långt från vridningspunkten.
Moment moturs $M_1 = F_1 r = mgr = 2{,}43 \cdot 9{,}82 \cdot r$
Moment medurs $M_2 = F_2 r = F_2 \cdot r \cdot \cos 32°$
För att det ska vara jämvikt måste $M_1 = M_2$
$2{,}43 \cdot 9{,}82 \cdot r = F_2 \cdot r \cdot \cos 32°$

$F_2 = \dfrac{2{,}43 \cdot 9{,}82 \cdot r}{r \cdot \cos 32°} \text{ N} = 28 \text{ N}$

8
a) Anta att plankans hela tyngd verkar från tyngdpunkten. Hela längden är 2,23 m.

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

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

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

Massan blir
$F_g = mg$

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

b) Eftersom plankan är i vila måste summan av krafterna som verkar på plankan vara noll. Nedåtriktade kraften är 365 N. Den ena uppåtriktade kraften är 268 N, då måste den andra uppåtriktade kraften vara $(365-268)$ N = 97 N.

Här behöver vi inte ta hänsyn till något moment eftersom kraften verkar i vridningspunkten.

9

a) För vågräta kast gäller

$x = v_0 t = 15\cdot 2{,}5 \text{ m} = 38 \text{ m}$

b) För vågräta kast gäller

$$y = -\frac{1}{2}gt^2 = -\frac{1}{2}\cdot 9{,}82\cdot 2{,}5^2 \text{ m} = -31 \text{ m}$$

Klippan är 31 m hög.

10

$x = v_{0x}t$

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

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

Kulan träffar 0,20 m under pricken.

11

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

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

Stenen har fallit 26 m.

12

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)

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

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

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

$\beta = -60°$

Hastigheten är 5,0 m/s med riktningen 60° mot golvet.

13

a)

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

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

b)

$v_x = 5{,}0\text{m/s}$

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

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

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

$\beta = -50{,}5°$

c)

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

$y = (8{,}66\cdot 1{,}5 - 0{,}5\cdot 9{,}82\cdot 1{,}50^2) \text{ m} = 1{,}9 \text{ m}$

14

Se facit i läroboken.

15

t betecknar tiden det tar att falla 48 m

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

$$t = \sqrt{\frac{2\cdot 48}{9{,}82}}\text{ s} = 3{,}13 \text{ s}$$

Beräkna hastigheten i *x*-led

$$x = v_{0x}t \Leftrightarrow v_{0x} = \frac{x}{t}$$

$$v_{0x} = \frac{67}{3{,}13}\text{ m/s} = 21{,}4 \text{ m/s}$$

Hastigheten i *x*-led bör minst vara $v_{0x} = 22$ m/s

16

a) Horisontell led

$v_{0x} = v_0\cos\alpha = 14\cdot\cos 30° \text{ m/s} = 12 \text{ m/s}$

Vertikal led

$v_{0y} = v_0\sin\alpha = 14\cdot\sin 30° \text{ m/s} = 7{,}0 \text{ m/s}$

b) Hastigheten i horisontell led ändras inte, 12 m/s. I vertikal led är hastigheten efter 1 s

$v_y = v_{0y} - gt = (7{,}0-9{,}82\cdot 1) \text{ m/s} = -2{,}8 \text{ m/s}$

c) Kulan är längst upp när $v_y = 0$ m/s. Lös ut *t* och beräkna när $v_y = 0$ m/s.

$$v_y = v_{0y} - gt \Leftrightarrow t = \frac{v_{0y}-v_y}{g}$$

$$t = \frac{7{,}0-0}{9{,}82} = 0{,}71 \text{ s}$$

d) Kulan når höjden

$$y = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 = \left(7{,}0\cdot 0{,}71 - \frac{1}{2}\cdot 9{,}82\cdot 0{,}71^2\right) \text{ m} = 2{,}5 \text{ m}$$

e) Hela rörelsen är symmetrisk, det vill säga att det tar lika lång tid för kulan att komma upp till högsta höjden som att landa på samma höjd som den kastades. $t = 2\cdot 0{,}71 \text{ s} = 1{,}4 \text{ s}$

f) Var kulan landar bestäms av sambandet

$x = v_{0x}\cdot t = 12\cdot 1{,}4 \text{ m} = 17$ m från utgångspunkten.

17

a) Kulan hamnar 100 cm från utgångspunkten efter tiden $t = 20\cdot 0{,}04 \text{ s} = 0{,}8$ s. Hastigheten i

x-riktningen blir $v_x = \dfrac{x}{t} = \dfrac{1{,}00}{0{,}8} \text{ m/s} = 1{,}3 \text{ m/s}$.

b) Du kan läsa i figuren att kulan befinner sig 60 cm över horisontalplanet då den är 25 cm och 75 cm från utgångspunkten. När detta sker kan du beräkna genom värdena i sambandet $x = v_{0x}\cdot t$

25 cm: $t=\frac{x}{v_x}=\frac{0,25}{1,3}$ s $=0,20$ s

75 cm: $t=\frac{x}{v_x}=\frac{0,75}{1,3}$ s $=0,60$ s

c) Kulans hela rörelse tar 0,80 s. När kulan når som högst, 80 cm upp i luften, har halva tiden passerat. Det tar då 0,40 s att falla tillbaka till utgångsnivån. Bortsett från riktningen kommer kulans utgångshastighet och hastigheten vid nedslaget vara lika stora. Hastigheten i y-riktningen vid höjden 80 cm är 0 m/s. $v_y=v_{0y}-gt \Leftrightarrow v_{0y}=v_y+gt$

$v_{0y}=0+gt=9,82\cdot 0,4\,\text{m/s}=3,93\,\text{m/s}$

$v=\sqrt{v_x^2+v_{0y}^2}=\sqrt{1,3^2+3,93^2}\,\text{m/s}=4,1\,\text{m/s}$

$\tan\beta=\frac{v_y}{v_x}=\frac{3,93}{1,3}$

$\beta=72°$

I facit står 73°

18

a) Beräkna först de båda hastighetskomposanterna

$v_{0x}=12\cos 56°=6,71\,\text{m/s}$

$v_{0y}=12\sin 56°=9,95\,\text{m/s}$

Tiden det tar att kasta bollen 10 m blir

$t=\frac{x}{v_{0x}}=\frac{10}{6,71}$ s $=1,49$ s

Bollen når höjden $y=v_{0y}t-\frac{1}{2}gt^2=$

$=9,95\cdot 1,49-\frac{1}{2}\cdot 9,82\cdot 1,49^2$ m $=3,9$ m. Eftersom startpunkten ligger 1,70 m över marken kommer bollen att träffa väggen på höjden

$(3,9+1,70)$ m $=5,6$ m.

b) Hastigheten i x-riktningen är konstant $v_x=6,71\,\text{m/s}$.

Hastigheten i y-riktningen efter 1,49 s kan vi beräkna till

$v_y=v_0\sin\alpha-gt=9,95-9,82\cdot 1,49$ m/s

$v_y=-4,68$ m/s

Bollens hastighet när den träffar väggen är

$v=\sqrt{v_x^2+v_y^2}=8,2$ m/s

19

a) När bollen når sin högsta punkt är $v_y=0$ m/s.

Du får $v_y=v_{0y}-gt \Leftrightarrow t=\frac{v_{0y}-v_y}{g}=\frac{v_{0y}}{g}$

$t=\frac{v_{0y}}{g}=\frac{25\cdot\sin 32°}{9,82}$ s $=1,3$ s. Bollens höjd är

$y=v_{0y}t-\frac{1}{2}gt^2=v_0\sin\alpha\cdot t-\frac{1}{2}gt^2=$

$=25\cdot\sin 32°\cdot 1,3-\frac{9,82\cdot 1,3^2}{2}$ m $=8,9$ m

b) Hastigheten i den högsta punkten är v_x eftersom $v_y=0$ m/s. $v_x=25\cdot\cos 32°$ m/s $=21$ m/s.

Bollen påverkas av tyngdaccelerationen som är $-g=-9,82$ m/s^2.

c) Rörelsen är symmetrisk så det tar lika lång tid att komma ned som det tog upp till högsta höjden. Totala tiden blir 2,7 s. Bollen är $x=v_{0x}\cdot t=25\cdot\cos 32°\cdot 2,7$ m $=57$ m från utgångspunkten.

d) Eftersom rörelsen är symmetrisk så är hastigheten 25 m/s i riktning 32° ned mot marken.

20

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

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

Klippan är 18 m hög

b) När stenen vänder är hastigheten 0 m/s

$0=16\cdot\sin 52°-9,82\cdot t$

$t=1,28$ s

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

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

21

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

$t=\sqrt{-\frac{2y}{g}}=\sqrt{-\frac{2(-2,1)}{9,82}}\,\text{s}=0,65\,\text{s}$

$v_{0x}=\frac{x}{t}=\frac{9,0}{0,65}\,\text{m/s}=13,8\,\text{m/s}\approx 50$ km/h

Teoretiskt möjligt om han körde rakt ut från bron men detta är inte så troligt.

22

a)

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

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

$v_{0y}=0$

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

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

$x=v_{0x}t$

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

23
Hastighets- och lägesformlerna i y-riktningen är

$$\begin{cases} v_y = v_0 \sin\alpha - gt \ (1) \\ y = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 = v_0 \sin\alpha \cdot t - \frac{1}{2}gt^2 \ (2) \end{cases}$$

Lägesformeln i x-riktningen är

$$x = v_{0x} \cdot t = v_0 \cos\alpha \cdot t \ (3)$$

I den här uppgiften vet du bara att bollen flyger iväg 130 m och att vinkeln är 25°. Detta betyder att du måste arrangera om formlerna så att du får samband där tiden t inte ingår. När bollen är uppe på sin högsta höjd är $v_y = 0$. Använd detta och lös ut t ur ekvation (1). $0 = v_0 \sin\alpha - gt \Leftrightarrow t = \frac{v_0 \sin\alpha}{g}$.

Detta är tiden bollen tar för att komma halvvägs (högst upp). Hela banan tar dubbelt så lång tid ($2t$).

a) För att ta reda på utgångshastigheten sätter du in värdena i ekvation (3). x =130 m, tiden är $2t$ och vinkeln är 25°.

$$x = v_{0x} \cdot t = v_0 \cos\alpha \cdot t = v_0 \cos\alpha \cdot \frac{2v_0 \sin\alpha}{g} =$$

$$= \frac{v_0^2 2\sin\alpha\cos\alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$x = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \Leftrightarrow v_0 = \sqrt{\frac{xg}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{130 \cdot 9{,}82}{\sin 50°}} \text{ m/s} =$$

$$= 41 \text{ m/s}$$

b) För att ta reda på hur högt bollen når sätter du in värdet på $t = \frac{v_0 \sin\alpha}{g}$ i formel (2) och förenklar uttrycket.

$$y = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 = v_0 \sin\alpha \cdot \frac{v_0 \sin\alpha}{g} - \frac{1}{2}g \cdot \left(\frac{v_0 \sin\alpha}{g}\right)^2$$

$$y = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g} = \frac{41^2 \cdot (\sin 25°)^2}{2 \cdot 9{,}82} \text{ m} = 15 \text{ m}$$

24

a) $x = v_{0x} \cdot t \Rightarrow v_{0x} = \frac{x}{t} = \frac{11{,}0}{0{,}65} \text{ m/s} = 16{,}9 \text{ m/s}$

$$y = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow v_{0y} = \frac{y + 0{,}5gt^2}{t} =$$

$$= \frac{2{,}45 + 0{,}5 \cdot 9{,}82 \cdot 0{,}65^2}{0{,}65} \text{ m/s} = 7{,}0 \text{ m/s}$$

b) $v_0 = \sqrt{{v_{0x}}^2 + {v_{0y}}^2} = 18$ m/s. Vinkeln får du fram genom $\tan\alpha = \frac{v_{0y}}{v_{0x}}$ $\quad \alpha = 22°$

25

a) Använd sambandet från uppgift 23 b för att hitta den största höjden

$$y = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g} = \frac{8{,}2^2 \cdot (\sin 21°)^2}{2 \cdot 9{,}82} \text{ m} = 0{,}44 \text{ m}$$

Höjden över marken blir (1,15 + 0,44) m = 1,6 m.

b) Lägesformeln i y-riktningen är

$$y = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 = v_0 \sin\alpha \cdot t - \frac{1}{2}gt^2$$

Om vi lägger origo i utgångspunkten kommer längdhopparen att landa på $y = -1{,}15$ m. Sätt in värdena och lös andragradsekvationen

$$-1{,}15 = 8{,}2 \cdot \sin 21° \cdot t - \frac{1}{2} \cdot 9{,}82t^2$$

$(t_1 = -0{,}270 \text{ s}),\ t_2 = 0{,}868 \text{ s}$

Hur långt kommer då längdhopparen under denna tid? Sätt in värdena och räkna.

$x = v_{0x} \cdot t = 8{,}2 \cdot \cos 21° \cdot 0{,}868 \text{ m} = 6{,}6 \text{ m}.$

26

a) Se facit i läroboken.

b)

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

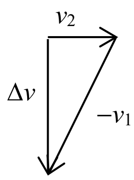
$$r = \frac{vt}{2\pi} = \frac{30}{3{,}6} \cdot \frac{4{,}5}{2\pi} \text{m} = 6{,}0 \text{m}$$

27

C. Muttern träffar i tangentens riktning.

28

a)



b) Δv blir 4 rutor rakt neråt, $\Delta v = 20 \text{ m/s}$.

29 $\Delta v = v_2 - v_1$, v_2 är riktad åt rakt motsatt håll.

a) $\Delta v = (12 - (-12)) \text{ m/s} = 24 \text{ m/s}$ i samma riktning som farten ut från kurvan.

b) $\Delta v = (12 - (-14)) \text{ m/s} = 26 \text{ m/s}$ i samma riktning som farten ut från kurvan.

30

Beräkna centripetalkraften

$$F_c = \frac{mv^2}{r} = \frac{0{,}50 \cdot 15^2}{0{,}82} \text{ N} = 140 \text{ N}$$

31

Centripetalkraften får inte vara större än friktionskraften om bilen ska kunna hålla sig kvar på vägen. Sätt krafterna lika för att beräkna högsta hastighet. $F_\mu = \frac{mv^2}{r} \Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{F_\mu r}{m}}$

$$v = \sqrt{\frac{1800 \cdot 150}{1200}} \text{ m/s} = 15 \text{ m/s (54 km/h)}$$

32

Centripetalaccelerationen är

$$a = \frac{4\pi^2 r}{T^2} = \frac{4\pi^2 \cdot 14}{14^2} \text{ m/s}^2 = 2{,}8 \text{ m/s}^2$$

33
Banhastigheten kan beräknas genom

$$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \cdot 3186 \cdot 10^3}{24 \cdot 3600}\ \text{m/s} = 232\ \text{m/s}.$$

Centripetalaccelerationen beräknar du genom sambandet $a = \frac{v^2}{r} = 0{,}0168\ \text{m/s}^2$.

34
a)

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

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

Inåt mot centrum i svängen.
b) Se facit i läroboken.

35

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

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

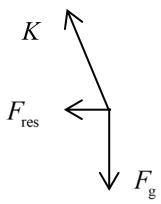
36

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

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

Kraften på fötterna från underlaget ger personerna den nödvändiga centripetalaccelerationen.

37
a) Resultanten är riktad vågrätt in mot centrum.



$$F_{\text{res}} = mg \tan\alpha = 0{,}35\ \text{MN}$$

b) $F_{\text{res}} = \frac{mv^2}{r} \Leftrightarrow r = \frac{mv^2}{F_{\text{res}}}$

$r = 2{,}0\ \text{km}$

c) $K = \sqrt{F_{\text{res}}^2 + F_{\text{g}}^2} = 0{,}77\ \text{MN}$

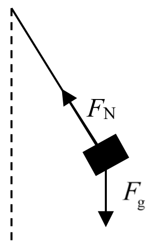
38
a)

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

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

$v = 8{,}4$ m/s och $a = 12$ m/s²

b)



c) $F_{\text{g}} = mg = 40 \cdot 9{,}82\ \text{N} = 390\ \text{N}$
Resulterande kraft, riktad in mot centrum

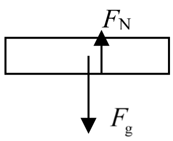
$$F_{\text{res}} = ma = 40 \cdot 11{,}70\ \text{N} = 470\ \text{N}$$

$$F_{\text{N}} = \sqrt{F_{\text{g}}^2 + F_{\text{res}}^2} = 610\ \text{N} = 0{,}61\ \text{kN}$$

$$\tan\alpha = \frac{F_{\text{res}}}{F_{\text{g}}} = \frac{470}{390}$$

$\alpha = 50°$
α är vinkeln mellan lodlinjen och linan till karusellstolen.

39
a)



b) Resulterande kraft

$$F_{\text{res}} = F_{\text{g}} - F_{\text{N}} = \frac{mv^2}{r}$$

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

$$F_{\text{N}} = F_{\text{g}} - \frac{mv^2}{r} = \left(25 - \frac{2{,}55 \cdot 12^2}{80}\right)\ \text{N} = 20\ \text{N}$$

40
För att paketet ska lätta från sätet måste $F_{\text{N}} = 0\ \text{N}$.

Eftersom $F_{\text{N}} = F_{\text{g}} - \frac{mv^2}{r}$ får du $F_{\text{g}} = \frac{mv^2}{r}$.

$$F_{\text{g}} = \frac{mv^2}{r}$$

$$mg = \frac{mv^2}{r} \Leftrightarrow v = \sqrt{gr}$$

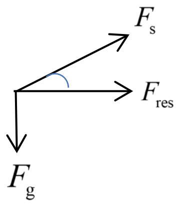
$$v = \sqrt{9{,}82 \cdot 80}\ \text{m/s} = 28\ \text{m/s} \approx 100\ \text{km/h}$$

41
a) Se figur 4.20 i exempel 12
b) I exempel 12 kan du se att

$$v = \sqrt{\mu r g} = \sqrt{0{,}7 \cdot 80 \cdot 9{,}82}\ \text{m/s} = 23{,}5\ \text{m/s} \approx 84\ \text{km/h}$$

c) Se facit

42 a)



b) Kulans acceleration är

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{5,40^2}{2,05}\ \text{m/s}^2 = 14,2\ \text{m/s}^2$$

Vinkeln mellan vajern och horisontalplanet

$$\tan\alpha = \frac{F_g}{F_{res}} = \frac{mg}{ma_c}$$

$$\alpha = 34,6°$$

Dragkraften i vajern kan du beräkna med Pythagoras sats $F_s = \sqrt{F_g^2 + F_{res}^2} = 125\ \text{N}$

c)

$v_0 = 25{,}1\ \text{m/s},\ v_{0x} = 25{,}1 \cdot \cos 40{,}2°\ \text{m/s} = 19{,}2\ \text{m/s}$

När släggan är i sin högsta punkt är $v_y = 0$ m/s så släggans hastighet är 19,2 m/s.

Släggan påverkas bara av tyngdkraften så accelerationen är g (9,82 m/s^2).

d) Lägesformeln i y-riktningen är

$$y = v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 = v_0 \sin\alpha \cdot t - \frac{1}{2}gt^2$$

Om vi lägger origo i utgångspunkten kommer släggan att landa på $y = -1{,}80$ m. Sätt in värdena och lös ekvationen

$$-1{,}80 = 25{,}1 \cdot \sin 40{,}2° \cdot t - \frac{1}{2} \cdot 9{,}82t^2$$

$(t_1 = -0{,}108\ \text{s}),\ t_2 = 3{,}407\ \text{s}$

Hur långt kommer då släggan under denna tid? Sätt in värdena och räkna.

$x = v_{0x} \cdot t = 25{,}1 \cdot \cos 40{,}2° \cdot 3{,}407\ \text{m} = 65{,}3\ \text{m}.$

43

a) Kulan får lägesenergi:

$W_p = mgh = mgl$

Den omvandlas till rörelseenergi:

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

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

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

44

a) Från A till B: Lägesenergi omvandlas till rörelseenergi $W_A = W_B$

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

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

I läge B är den resulterande kraften:

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

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

Den totala energin bevaras. I läge C har vi

$W_C = mgh_C + \frac{mv_C^2}{2}$. Vi vet att $W_C = W_A$. 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 med hjälp av uttrycket för den resulterande kraften:

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

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

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

b) Normalkraften, $F_N = 0$

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

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

Testa dig i fysik

1
Se facit

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
Momenten lika

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

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

4

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

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

5
Se facit

6

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

$v_{0y} = 0$

$y = -56 \text{ m}$

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

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

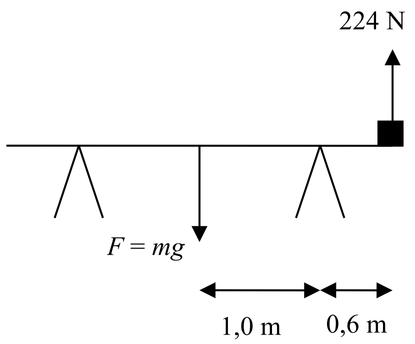
$x = v_{0x}t = 25 \cdot 3,377 \text{ m} = 84 \text{ m}$

7
I den lägsta punkten påverkas stuntmannen av tyngden F_g och kraften i repet F_{rep}. Kraften i repet verkar uppåt och tyngden verkar nedåt. Accelerationen pekar uppåt och därför är resultanten riktad uppåt. $F_{res} = ma$. Vi får

$$F_{rep} - F_g = ma \Leftrightarrow F_{rep} = ma + F_g = \frac{mv^2}{r} + mg$$

$$F_{rep} = \left(\frac{82 \cdot 5,2^2}{4,7} + 82 \cdot 9,82\right) \text{ N} = 1,3 \text{ kN}$$

8



Momenten lika

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

$m = 14 \text{ kg}$

9

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

$x = v_{0x}t$

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

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

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

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

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

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

Bollen landar $(31,6 - 26,7)$ m $= 4,9$ m framför målvakten.

10
Bollen når högsta punkten efter halva tiden. Han måste springa med hastigheten

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

11

a) För centripetalacceleration gäller att

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{4\pi^2 r}{T^2} = \frac{4\pi^2 \cdot 3,7}{3,0^2} \text{ m/s}^2 = 16 \text{ m/s}^2$$

b) Se figur 4.24. Enligt resonemanget i exempel 15 är

$S_1 = ma_c + F_g = m(a_c + g) = 65(16 + 9,82) \text{ N} = 1,7 \text{ kN}$

c) Se figur 4.24. Enligt resonemanget i exempel 15 är

$S_2 = ma_c - F_g = m(a_c - g) = 65(16 - 9,82) \text{ N} = 0,42 \text{ kN}$

d) Gränsen går vid att kraften från stolsitsen är noll. Sambandet är $S_2 = ma_c - F_g = m(a_c - g)$. Kraften blir noll när $a_c = g$. Vi får

$$a_c = \frac{v^2}{r} = \frac{4\pi^2 r}{T^2} \Leftrightarrow T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r}{a_c}}$$

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 \cdot 3,7}{9,82}} \text{ s} = 3,9 \text{ s}$$

5. Fält

Räkna fysik

1

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$F = 6{,}672\cdot 10^{-11}\cdot\frac{0{,}942\cdot 0{,}942}{(0{,}85)^2}\ \text{N}$$

$$F = 8{,}2\cdot 10^{-11}\ \text{N}$$

2

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2} \Leftrightarrow r = \sqrt{G\frac{m_1 m_2}{F}}$$

$$r = \sqrt{6{,}672\cdot 10^{-11}\cdot\frac{9{,}109\cdot 10^{-31}\cdot 9{,}109\cdot 10^{-31}}{2{,}2\cdot 10^{-59}}}\ \text{m}$$

$$r = 1{,}6\ \mu\text{m}$$

3

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$F = 6{,}672\cdot 10^{-11}\cdot\frac{5{,}972\cdot 10^{24}\cdot 1{,}989\cdot 10^{30}}{(1{,}496\cdot 10^{11})^2}\ \text{N}$$

$$F = 3{,}54\cdot 10^{22}\ \text{N}$$

Båda krafterna är lika stora.

4

Tarzan

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

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

Månen

$$F = G\frac{m_J m_m}{r^2} = 6{,}672\cdot 10^{-11}\cdot\frac{60\cdot 7{,}342\cdot 10^{22}}{(3{,}844\cdot 10^{8})^2}\ \text{N}$$

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

Kraften från månen är störst

5

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$r = \sqrt{G\frac{m_1 m_2}{F}} = \sqrt{6{,}672\cdot 10^{-11}\cdot\frac{4{,}5\cdot 10^{3}\cdot 5{,}972\cdot 10^{24}}{1{,}0\cdot 10^{3}}}\ \text{m}$$

$$r = 42\cdot 10^{6}\ \text{m}$$

$$h = r - r_{\text{jord}} = \left(42\cdot 10^{6} - 6371\cdot 10^{3}\right)\ \text{m} = 36\cdot 10^{6}\ \text{m}$$

6

Gravitationsfältstyrkan är

$$g = \frac{F_{\text{g}}}{m} = \frac{5{,}2}{0{,}57}\ \text{N/kg} = 9{,}1\ \text{N/kg}$$

7

$$g = \frac{F_{\text{g}}}{m} \Leftrightarrow F_{\text{g}} = gm$$

$$F_{\text{g}} = 9{,}75\cdot 1{,}45\ \text{N} = 14{,}1\ \text{N}$$

8 $g = \frac{F_g}{m} = \frac{147}{15{,}0}\ \text{N/kg} = 9{,}80\ \text{N/kg}$

9

a)

$$g_{\text{måne}} = G\frac{m_{\text{måne}}}{r_{\text{måne}}^2} = 6{,}672\cdot 10^{-11}\cdot\frac{7{,}342\cdot 10^{22}}{(1737\cdot 10^{3})^2}\ \text{m/s}^2$$

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

b)

$$g_{\text{mars}} = G\frac{m_{\text{mars}}}{r_{\text{mars}}^2} = 6{,}672\cdot 10^{-11}\cdot\frac{6{,}42\cdot 10^{23}}{(3396\cdot 10^{3})^2}\ \text{m/s}^2$$

$$g_{\text{mars}} = 3{,}7\ \text{m/s}^2$$

10

a)

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

$$g_{\text{Mir}} = G\frac{m_{\text{jord}}}{r^2} = 6{,}672\cdot 10^{-11}\cdot\frac{5{,}972\cdot 10^{24}}{(6771\cdot 10^{3})^2}\ \text{m/s}^2$$

$$g_{\text{Mir}} = 8{,}7\ \text{m/s}^2$$

b)

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

$$mg_{\text{Mir}} = \frac{750}{9{,}82}\cdot 8{,}7\ \text{N} = 660\ \text{N}$$

11

a) Punkterna ligger närmast månen eftersom den har mindre gravitationskraft än jorden.

b) Gravitationskraften från jorden på rymdskeppet, där x är avståndet mellan jorden och rymdskeppet kan skrivas som

$$F = G\frac{M_{\text{jord}}\cdot m_{\text{r}}}{x^2}$$

Gravitationskraften från månen på rymdskeppet, där $(60{,}0R - x)$ är avståndet mellan månen och rymdskeppet kan skrivas som

$$F = G\frac{M_{\text{måne}}\cdot m_{\text{r}}}{(60{,}0R - x)^2}$$

Sätt krafterna lika $G\frac{M_{\text{jord}}\cdot m_{\text{r}}}{x^2} = G\frac{M_{\text{måne}}\cdot m_{\text{r}}}{(60{,}0R - x)^2}$.

Enligt texten är $\frac{M_{\text{jord}}}{M_{\text{måne}}} = 81$. Du får

$$81(60{,}0R - x)^2 - x^2 = 0$$

När du löser ekvationen får du

$x_1 = 54{,}0R$ och $x_2 = 67{,}5R$

c) I punkten mellan jorden och månen eftersom resultantkraften är noll.

12

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)

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

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

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

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

13

Den elektriska fältstyrkan är

$$E = \frac{F}{Q} = \frac{3,2 \cdot 10^{-16}}{1,602 \cdot 10^{-19}} \text{ kN/C} = 2,0 \text{ kN/C}$$

14

Den elektriska kraften är

$$F = QE = 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 50 \cdot 10^3 \text{ N} = 8,0 \cdot 10^{-15} \text{ N}$$

15

Den elektriska fältstyrkan mellan plattorna är

$$E = \frac{U}{s} = \frac{450}{0,15} \text{ V/m} = 3,0 \text{ kV/m}$$

16

Den elektriska kraften på protonen är

$$F = QE = 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 20 \cdot 10^3 \text{ N} = 3,2 \cdot 10^{-15} \text{ N}$$

17

Den elektriska kraften på en elektron är

$$F = QE = 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 12\,000 \text{ N} = 1,9 \cdot 10^{-15} \text{ N}$$

18

Den elektriska fältstyrkan mellan plattorna är

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

19

a) Styrkan i det elektriska fältet är

$$F = QE$$

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

Riktningen är rakt söderut.

b) Kraften på protonen skulle bli lika stor (samma laddning) och den skulle ha samma riktning som det elektriska fältet, rakt söderut.

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

20

a) Från plus till minus, lodrätt nedåt.

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

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

Kraften är riktad lodrätt nedåt.

21

Spänningen måste minst vara

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

22

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

b) Oförändrad, 260 V

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

23

Det elektriska fältet E_2 är riktat åt vänster. Då är platta C positivt laddad. Elektronen kommer att attraheras av plattan och röra sig åt höger. När den passerat genom hålet i platta C kommer den att bromsas, stanna och åka tillbaka genom hålet igen eftersom platta C hela tiden attraherar elektronen. Processen upprepas och därför är alternativ IV rätt.

24

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

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

25

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

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

26

Den elektriska kraften ska vara tio gånger så stark som tyngdkraften

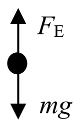
$$F = 10mg = 10 \cdot 4,00 \cdot 10^{-12} \cdot 9,82 \text{ N} = 3,928 \cdot 10^{-10} \text{ N}$$

$$E = \frac{F}{Q} \Leftrightarrow Q = \frac{F}{E}$$

$$Q = \frac{3,928 \cdot 10^{-10}}{2,00 \cdot 10^5} \text{ C} = 1,96 \cdot 10^{-15} \text{ C}$$

27

a)



b)

$$F_E = mg$$

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

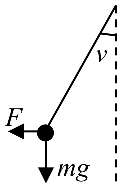
$$\frac{QU}{s} = mg$$

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

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

28

a)



$$v = 20°$$

$$F = QE$$

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

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

$$E = \frac{F}{Q} = \frac{0,0357}{2,0 \cdot 10^{-7}}\ \text{N/C} = 1,8 \cdot 10^5\ \text{N/C} = 0,18\ \text{MV/m}$$

Eftersom den negativa laddningen dras mot den vänstra plattan måste denna vara positivt laddad. Då är fältet riktat åt höger.

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

29

$$W_\text{p} = QEs = QU = 47 \cdot 10^{-9} \cdot 4,3 \cdot 10^3\ \text{J} = 0,20\ \text{mJ}$$

Energin ökar eftersom den negativa laddningen förflyttas längs med fältlinjerna.

30

$$W_\text{p} = qEs = 35 \cdot 10^{-6} \cdot 40 \cdot 10^3 \cdot 0,15\ \text{J} = 0,21\ \text{J}$$

31

$$W_\text{p} = qEs \Leftrightarrow E = \frac{W_\text{p}}{qs}$$

$$E = \frac{1,85 \cdot 10^{-3}}{74 \cdot 10^{-9} \cdot 0,35}\ \text{V/m} = 71\ \text{kV/m}$$

Eftersom den potentiella energin ökar förflyttas den negativa laddningen längs med fältlinjerna.

32

$$W_\text{p} = qEs$$

$$W_\text{p} = 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 12000 \cdot 0,085\ \text{J} = 1,6 \cdot 10^{-16}\ \text{J}$$

Energin ökar eftersom elektronen förflyttas längs med fältlinjerna.

33

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

34

a)

$$F = Eq = 1,5 \cdot 10^3 \cdot 6,4 \cdot 10^{-18}\ \text{N} = 9,6 \cdot 10^{-15}\ \text{N}$$

b)

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

35

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

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

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

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

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

Resten av energin har omvandlats till kinetisk energi:

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

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

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

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

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

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

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

36

Se facit

37

Se facit

38

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

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

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

39

a) Kraften på en ledare som bildar en rät vinkel mot magnetfältet är

$$F = IlB = 1,4 \cdot 0,28 \cdot 0,0062\ \text{N} = 2,4\ \text{mN}$$

b) Strömmen kan du beräkna genom sambandet

$$F = IlB \Leftrightarrow I = \frac{F}{lB}$$

$$I = \frac{0,008}{0,28 \cdot 0,0062}\ \text{A} = 4,6\ \text{A}$$

40

Kraften blir som störst när ledaren bildar en rät vinkel mot magnetfältet.

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

Om ledaren ligger parallellt med det magnetiska fältet är kraften som minst, 0 N.

$$F = (0 - 59)\ \text{mN}$$

41

a)

$F = IlB = 3,0 \cdot 0,100 \cdot 0,067$ N $= 20$ mN

Se figur 5.18 på s 207 i läroboken

b)

$F = IlB$

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

42

Se facit

43

a)

$F = IlB$

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

b) Se facit

44

Se facit

45

Se figur 5.17 på s 206 i läroboken.

$$\cos 68° = \frac{B_\text{p}}{B} \Leftrightarrow B = \frac{B_\text{p}}{\cos 68°}$$

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

46

Ledaren påverkas av jordmagnetiska fältets vertikalkomposant.

$$B_\text{v} = B_\text{jord} \cdot \sin 64° = 66 \cdot 10^{-6} \cdot \sin 64°\ \text{T} = 5,93 \cdot 10^{-5}\ \text{T}$$

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

47

Tyngdkraftskomposanten F längs med skenorna är $F = mg \sin 30°$. För att staven ska ligga stilla kan denna kraft motverkas av en lika stor motriktad magnetisk kraft.

$$F = IlB \Leftrightarrow I = \frac{F}{lB}$$

$$I = \frac{F}{lB} = \frac{mg \sin 30°}{lB} = \frac{0,010 \cdot 9,82 \cdot \sin 30°}{0,1 \cdot 0,5}\ \text{A} = 0,98\ \text{A}$$

Använd högerhandsregeln s 207 så ser du att riktningen på strömmen genom staven är från P till Q.

48

Alternativ D. Magnetiska flödestätheten avtar när avståndet ökar.

49

Se facit

50

Se facit

51

Använd dig av sambandet för magnetfält runt en rak ledare $B = k\dfrac{I}{a} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \dfrac{5,0}{0,15}$ T $= 6,7$ µT.

52

Använd dig av sambandet för magnetfält runt en rak ledare. Lös ut a

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

$$a = k\frac{I}{B} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{0,62}{0,5 \cdot 10^{-6}}\ \text{m} = 25\ \text{cm}$$

53

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

54

a)

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

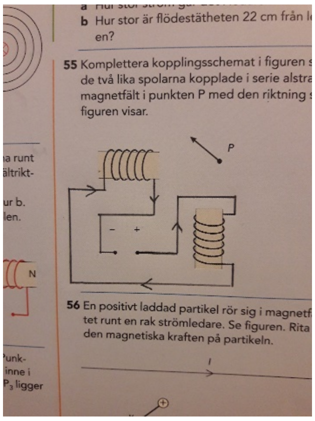
$$I = \frac{Ba}{k} = \frac{6,4 \cdot 10^{-6} \cdot 0,12}{2 \cdot 10^{-7}}\ \text{A} = 3,8\ \text{A}$$

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

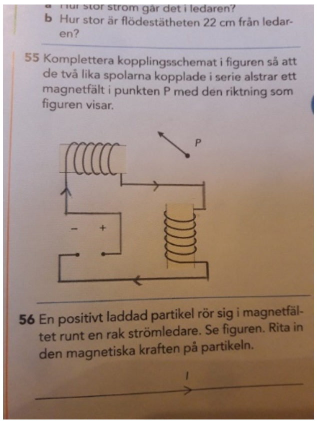
55

Skulle ni på Liber vilja rita de båda lösningarna så att det blir snyggt?

Alt. 1

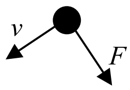


Alt. 2



56

B-fältet är riktat in i papperet. Kraften är vinkelrät mot v. Använd högerhandsregeln.



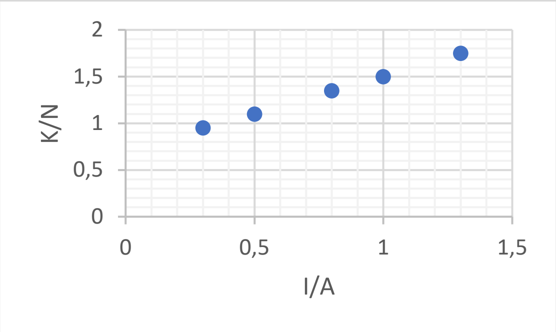
57

$$B = k\frac{I}{a} = 2\cdot10^{-7}\cdot\frac{23}{0,46}\ \text{T} = 1,0\cdot10^{-5}\ \text{T}$$

$$F = IlB = 23\cdot0,85\cdot1,0\cdot10^{-5}\ \text{N} = 0,20\ \text{mN}$$

58

Börja med att lägga in punkterna i ett diagram.



Anpassa punkterna till en rät linje antingen för hand med penna och papper eller med hjälp av något grafritande hjälpmedel.

Du bör få sambandet $K = 0,80I + 0,70$, där den magnetiska kraften K är en funktion av strömmen I.

När strömmen är noll verkar endast tyngdkraften på spolen. Spolen har tyngden $K = 0,70$ N.

Ledarens längd beräknar du till

$l = 150\cdot6,0\ \text{cm} = 9,0\ \text{m}$.

Jämför nu riktningskoefficienterna i funktionerna $F = IlB$ och $K = 0,80I + 0,70$ för att beräkna flödestätheten i magnetfältet

$$lB = 0,80 \Rightarrow B = \frac{0,80}{l}\ \text{T} = \frac{0,80}{9,0}\ \text{T} = 89\ \text{mT}$$

Eftersom tyngdkraften på spolen är $K = 0,70$ N måste den magnetiska kraften vara riktad uppåt om utslaget på kraftmätaren ska vara noll. Enligt högerhandsregeln måste strömmen gå från P mot Q.

Sätt in $K = 0$ i sambandet $K = 0,80I + 0,70$ för att beräkna strömmens storlek då.

$$0 = 0,80I + 0,70$$

$$I = (-)0,88\ \text{A}$$

Testa dig i fysik

1

$$F = IlB$$

$$l = \frac{F}{IB} = \frac{0,25}{12,4\cdot0,025}\ \text{m} = 0,81\ \text{m}$$

2

$$F = G\frac{m_1m_2}{r^2} = 6,672\cdot10^{-11}\cdot\frac{1200\cdot6800}{12^2}\ \text{N} = 3,8\ \mu\text{N}$$

3

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

$$a = \frac{kI}{B} = \frac{2\cdot10^{-7}\cdot4,0}{54\cdot10^{-6}}\ \text{m} = 1,5\ \text{cm}$$

4

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

$$F = G\frac{mM}{r^2} = 6,672\cdot10^{-11}\cdot\frac{1800\cdot5,972\cdot10^{24}}{\left(6,6\cdot6371\cdot10^3\right)^2}\ \text{N}$$

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

5

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

b)

$$W = QU$$

$$Q = \frac{W}{U} = \frac{78\cdot10^{-9}}{540}\ \text{C} = 0,14\ \text{nC}$$

6

$$g = G\cdot\frac{M_{\text{sol}}}{r^2_{\text{måne}}} = 6,672\cdot10^{-11}\cdot\frac{1,989\cdot10^{30}}{\left(1737\cdot10^3\right)^2}\ \text{m/s}^2$$

$$g = 4,4\cdot10^7\ \text{m/s}^2$$

7

a) Vad får vi reda på i de tre punkterna?

- Änden 2A attraherar änden 3A

Föremål 2 är en magnet (bara magneter kan attrahera). Föremål 3 kan vara en magnet eller ett järnföremål.

- Änden 2A påverkar inte mittpunkten på 4

Föremål 4 är en magnet. Om det var ett järnföremål skulle den ha attraherats.

- Änden 2A repellerar änden 1B

Föremål 1 är en magnet (bara magneter kan repelleras).

Slutsatsen är att föremålen 1,2 och 4 är med säkerhet magneter.

b) Den skulle inte påverkas, se andra punkten ovan.

8

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

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

c) $E = \frac{U}{2d} = \frac{44}{2\cdot4,0}\ \text{V/m} = 5,5\ \text{V/m}$

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

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

Tråd 2:

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

Total resistans = $1,25R_0$

Spänningen fördelas över trådarna så att

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

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

9

a) 0 J. Det krävs ingen kraft att förflytta en laddning vinkelrätt mot fältlinjerna.

b) Den elektriska kraften uträttar arbetet

$$W = qEs = 24,5 \cdot 10^{-9} \cdot 1950 \cdot 0,70 \text{ J} = 33 \text{ μJ}$$

c) Den elektriska kraften uträttar arbetet (det är endast rörelsen läng fältlinjerna som kräver en elektrisk kraft)

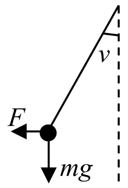
$$W = qEs \cos 45°$$

$$W = 24,5 \cdot 10^{-9} \cdot 1950 \cdot 0,70 \cdot \cos 45° \text{ J} = 24 \text{ μJ}$$

10

$v = 8,5°$

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



$$F = mg \tan v = 0,0014 \cdot 9,82 \cdot \tan 8,5° \text{ N}$$

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

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

11

Vertikal ledare:

$$B_1 = k\frac{I_1}{a_1} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{2,50}{0,05} \text{ T} = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ T, inåt}$$

Horisontell ledare:

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

Resulterande fält:

$$B = \left(2,25 \cdot 10^{-5} - 1,0 \cdot 10^{-5}\right) \text{ T} = 1,25 \cdot 10^{-5} \text{ T} \approx 13 \text{ μT}$$

12

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

1

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

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

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

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

$$T = \frac{2\pi r}{v} = 5{,}8\cdot 10^3\ \text{s} = 1{,}6\ \text{h}$$

2

$T = 96$ min

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

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

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

3

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

b)

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

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

Det måste vara Jupiter.

4

Karons banhastighet v kan skrivas

$v = \dfrac{s}{t} = \dfrac{2\pi r}{T}$, $T = 6{,}4$ dygn, $r = 19\ 700$ km

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{m4\pi^2 r}{T^2} = G\frac{mM_P}{r^2}$$

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

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

5

a) Satelliternas acceleration är $\dfrac{4\pi^2 r}{T^2}$. Eftersom satelliterna A och B har samma radie har de också samma acceleration.

b) Gravitationskraften från jorden på satelliterna är

$F = G\dfrac{mM}{r^2}$, där m är satellitens massa och r är avståndet till satelliten. Eftersom satellit B har dubbelt så stor massa som satellit A men avstånden är lika stora så blir gravitationskraften från jorden dubbelt så stor på satellit B.

6

a)

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

$$r_A = \frac{56{,}3\cdot 10^3\cdot 7{,}75\cdot 24\cdot 3600}{2\pi}\ \text{m} = 6{,}00\cdot 10^9\ \text{m}$$

$$r_B = \frac{150{,}1\cdot 10^3\cdot 7{,}75\cdot 24\cdot 3600}{2\pi}\ \text{m} = 16{,}0\cdot 10^9\ \text{m}$$

b)

Gravitationskraften mellan stjärnorna är

$F = G\dfrac{m_A m_B}{(r_A + r_B)^2}$. Centripetalkraften kring det gemensamma centret S är $F = G\dfrac{mv^2}{r}$.

Du får sambandet

$$\frac{m_B v_B^2}{r_B} = G\frac{m_A m_B}{(r_A + r_B)^2} \Leftrightarrow m_A = \frac{v_B^2(r_A + r_B)^2}{G\cdot r_B}$$

$$m_A = 10{,}2\cdot 10^{30}\ \text{kg} = 5{,}14\ m_{sol}$$

och

$$\frac{m_A v_A^2}{r_A} = G\frac{m_A m_B}{(r_A + r_B)^2} \Leftrightarrow m_B = \frac{v_A^2(r_A + r_B)^2}{G\cdot r_A}$$

$$m_B = 3{,}83\cdot 10^{30}\ \text{kg} = 1{,}93\ m_{sol}$$

$$\left(m_{sol} = 1{,}989\cdot 10^{30}\ \text{kg}\right)$$

7

$W = q\cdot U = 0{,}68\cdot 10^{-9}\cdot 25\cdot 10^3\ \text{J} = 17\ \mu\text{J}$

8

$$W = q\cdot U \Leftrightarrow q = \frac{W}{U}$$

$$q = \frac{7{,}2\cdot 10^{-3}}{1800}\ \text{C} = 4{,}0\ \mu\text{C}$$

9

Energin $W = q\cdot U$ omvandlas till rörelseenergi

$W_k = \dfrac{mv^2}{2}$. Vi får $qU = \dfrac{mv^2}{2} \Leftrightarrow v = \sqrt{\dfrac{2qU}{m}}$

$$v = \sqrt{\frac{2\cdot 1{,}602\cdot 10^{-19}\cdot 640}{9{,}109\cdot 10^{-31}}}\ \text{m/s} = 1{,}5\cdot 10^7\ \text{m/s}$$

10 $W = q\cdot U$

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

11
Här är $q = e$. Energin $W = e \cdot U$ omvandlas till rörelseenergi $W_\text{k} = \dfrac{mv^2}{2}$. Vi får

$$eU = \frac{mv^2}{2} \Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$$

Alternativ I är korrekt.

12
I punkten A har elektronen energin

$$W = \frac{mv^2}{2} = \frac{9{,}109 \cdot 10^{-31} \cdot \left(1{,}2 \cdot 10^7\right)^2}{2}\ \text{J} = 6{,}6 \cdot 10^{-17}\ \text{J}$$

Spänningen mellan A och B är

$$W = q \cdot U \Leftrightarrow U = \frac{W}{q}$$

$$U = \frac{6{,}6 \cdot 10^{-17}}{1{,}602 \cdot 10^{-19}}\ \text{V} = 4{,}1 \cdot 10^2\ \text{V}$$

13

$$W_\text{k} = qU = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$$

Tänk på att heliumkärnan har två protoner.

$$m_\text{He} = 4{,}0026033\ \text{u} = 6{,}646 \cdot 10^{-27}\ \text{kg.}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot \left(2 \cdot 1{,}602 \cdot 10^{-19}\right) \cdot 1{,}2 \cdot 10^6}{6{,}646 \cdot 10^{-27}}}\ \text{m/s}$$

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

14
Energin ökar från $W_1 = \dfrac{mv^2}{2} = 4{,}1 \cdot 10^{-18}\ \text{J}$

till $W_2 = \dfrac{mv^2}{2} = 4{,}1 \cdot 10^{-16}\ \text{J}$

(Eftersom hastigheten ökar tio gånger kommer energin att öka med $v^2 = 100$ gånger)
Energin som behövs är $W = W_2 - W_1 = 4{,}1 \cdot 10^{-16}\ \text{J}$
Spänningen får du genom sambandet

$$W = q \cdot U \Leftrightarrow U = \frac{W}{q}$$

$$U = 2{,}5\ \text{kV}$$

15
Elektronens kinetiska energi kommer att minska med $W = qEs$ då den rör sig längs med fältlinjerna.

$$W = qEs = 1{,}602 \cdot 10^{-19} \cdot 2{,}0 \cdot 10^3 \cdot 0{,}052\ \text{J}$$

$$\text{W} = 1{,}7 \cdot 10^{-17}\ \text{J}$$

Den nya kinetiska energin blir

$$\text{W} = \left(3{,}3 \cdot 10^{-17} - 1{,}7 \cdot 10^{-17}\right)\ \text{J} = 1{,}6 \cdot 10^{-17}\ \text{J}$$

När elektronen därefter rör sig rakt upp, vinkelrätt mot fältlinjerna, kommer inte den kinetiska energin att ändras. Den kinetiska energin i punkten B kommer att vara $W = 1{,}6 \cdot 10^{-17}$ J.

16
a) Det elektriska fältet har uträttat ett arbete på 62 µJ.

b) $\dfrac{mv^2}{2} = qU \Leftrightarrow U = \dfrac{mv^2}{2q}$

$$U = 7{,}5\ \text{kV}$$

c) $E = \dfrac{U}{s} = 53\ \text{kV/m}$

17
Den kinetiska energin ökar med

$$\Delta W_\text{k} = qU = 1{,}602 \cdot 10^{-19} \cdot 250\ \text{J} = 4{,}0 \cdot 10^{-17}\ \text{J}$$

a)

$$v_0 = 0$$

$$W_k = \frac{mv^2}{2} = \Delta W_k = 4{,}0 \cdot 10^{-17}\ \text{J}$$

$$v = \sqrt{\frac{2W_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 4{,}0 \cdot 10^{-17}}{9{,}109 \cdot 10^{-31}}}\ \text{m/s}$$

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

b)

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

$$W_\text{k} = \frac{mv_0^2}{2} + \Delta W_\text{k}$$

$$W_\text{k} = \left(\frac{9{,}109 \cdot 10^{-31} \cdot \left(5{,}0 \cdot 10^6\right)^2}{2} + 4{,}0 \cdot 10^{-17}\right)\ \text{J}$$

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

$$v = \sqrt{\frac{2W_\text{k}}{m}} = 11 \cdot 10^6\ \text{m/s}$$

18
a) $\dfrac{mv^2}{2} = qU \Leftrightarrow U = \dfrac{mv^2}{2q}$

$$U = \frac{1{,}673 \cdot 10^{-27} \cdot \left(8{,}00 \cdot 10^5\right)^2}{2 \cdot 1{,}602 \cdot 10^{-19}}\ \text{V} = 3{,}34\ \text{kV}$$

b) $s = \bar{v}t = \dfrac{vt}{2} \Leftrightarrow t = \dfrac{2s}{v}$

$$t = \frac{2 \cdot 0{,}04}{8{,}00 \cdot 10^5}\ \text{s} = 1{,}0 \cdot 10^{-7}\ \text{s}$$

19
a)

$$W_\text{k} = \frac{mv^2}{2} = \frac{9{,}109 \cdot 10^{-31} \cdot \left(3{,}0 \cdot 10^7\right)^2}{2}\ \text{J} = 4{,}095 \cdot 10^{-16}\ \text{J}$$

$$W_\text{k} = qU \Leftrightarrow U = \frac{W_\text{k}}{q}$$

$$U = 2{,}6\ \text{kV}$$

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

c)

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

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

20

a)

$s = v_x t$

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

b)

$\left.\begin{array}{l} F = qE = \frac{qU}{s} \\ F = ma \end{array}\right\} \Rightarrow ma = \frac{qU}{s}$

$a = \frac{qU}{ms} = \frac{1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 35}{9,109 \cdot 10^{-31} \cdot 0,02}\ \text{m/s}^2 = 3,1 \cdot 10^{14}\ \text{m/s}^2$

c)

$v_y = at = 3,1 \cdot 10^{14} \cdot 5,6 \cdot 10^{-9}\ \text{m/s} = 1,7 \cdot 10^6\ \text{m/s}$

$\tan\alpha = \frac{v_y}{v_x}$

$\alpha = 5,4°$

21

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

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

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

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

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

22

Börja med att beräkna den hastighet i y-led som krävs för att tangera metallplattan B. Du får

$W = qU = \frac{mv^2}{2} \Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$

$v_{0y} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 200}{9,109 \cdot 10^{-31}}}\ \text{m/s} = 8,39 \cdot 10^6\ \text{m/s}$

$v_{0y} = v_0 \cos 60°\ \text{m/s} = 8,39 \cdot 10^6\ \text{m/s}$

$v_0 = \frac{8,39 \cdot 10^6}{\cos 60°}\ \text{m/s} = 1,68 \cdot 10^7\ \text{m/s}$

Eftersom elektronerna har konstant totalenergi mellan plattorna kommer elektronernas kinetiska energi när de kommer ut ur elektronkanonen att vara $W_\text{k} = \frac{mv^2}{2} = \frac{9,109 \cdot 10^{-31} \cdot \left(1,68 \cdot 10^7\right)^2}{2}\ \text{J}$

$W_\text{k} = 1,28 \cdot 10^{-16}\ \text{J}$

23

a) Du kan beräkna hastigheten ur sambandet

$W = qU = \frac{mv^2}{2} \Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$

$v_{0y} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 60 \cdot 10^3}{2,22 \cdot 10^{-25}}}\ \text{m/s} = 2,94 \cdot 10^5\ \text{m/s}$

b)

$W = qU = 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 60,0 \cdot 10^3\ \text{J} = 9,612 \cdot 10^{-15}\ \text{J}$

$150\ \text{kW} = 150\ \text{kJ/s} = 1,5 \cdot 10^5\ \text{J/s}$

Spänningskällan levererar

$\frac{1,5 \cdot 10^5}{9,612 \cdot 10^{-15}}\ \text{st} = 1,56 \cdot 10^{19}\ \text{st}$ cesiumatomer varje sekund, eller $1,56 \cdot 10^{19} \cdot 3600\ \text{st} = 5,62 \cdot 10^{22}\ \text{st}$ under 1 timme. Atomernas totala massa är

$5,62 \cdot 10^{22} \cdot 2,22 \cdot 10^{-25}\ \text{kg} = 12,5\ \text{g}$

c) $p_\text{efter} = p_\text{före} = 0$

$0,0125 \cdot 2,94 \cdot 10^5 + 3400 \cdot v_\text{rymdskepp} = 0 \Rightarrow v_\text{rymdskepp} = (-)1,08\ \text{m/s}.$

Cesiumatomerna och rymdskeppet rör sig åt motsatta håll.

24

$F = qvB = 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 2,6 \cdot 10^6 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3}\ \text{N} = 6,2 \cdot 10^{-16}\ \text{N}$

25

$F = qvB \Leftrightarrow v = \frac{F}{qB}$

$v = \frac{2,4 \cdot 10^{-15}}{1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 48 \cdot 10^{-3}}\ \text{m/s} = 3,1 \cdot 10^5\ \text{m/s}$

26

a) Protonen

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

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

$F = ma$

$a = \frac{F}{m} = \frac{7,7 \cdot 10^{-15}}{1,673 \cdot 10^{-27}}\ \text{m/s}^2 = 4,6 \cdot 10^{12}\ \text{m/s}^2$

b) Elektronen

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

$a = \frac{F}{m} = \frac{7,7 \cdot 10^{-15}}{9,109 \cdot 10^{-31}}\ \text{m/s}^2 = 8,4 \cdot 10^{15}\ \text{m/s}^2$

27

Använd högerhandsregeln. Se facit

28

Litiumjonerna böjs inte av eftersom de elektriska krafterna är lika stora som de magnetiska

$qvB = qE$

$v = \frac{E}{B} = \frac{600}{0,015}\ \text{m/s} = 40\ \text{km/s}$

29
Den elektriska kraften är riktad uppåt och den magnetiska kraften är riktad nedåt. Elektronen böjs inte av eftersom den elektriska kraften är lika stor som den magnetiska

$$qvB = qE$$

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

B är riktat in i papperet (högerhandsregeln)

30
Den magnetiska kraften är lika stor som centripetalkraften

$$qvB = \frac{mv^2}{r} \Leftrightarrow v = \frac{rqB}{m}$$

$$v = \frac{0{,}04 \cdot 1{,}602 \cdot 10^{-19} \cdot 1{,}2 \cdot 10^{-3}}{9{,}109 \cdot 10^{-31}}\ \text{m/s} = 8{,}4 \cdot 10^6\ \text{m/s}$$

31

$$F = qvB$$

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

Sambanden ovan ger att
v ökar $\Rightarrow$ F ökar och r ökar
Alternativ I är korrekt

32 $a = \frac{v^2}{r}$

a) Protonen

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

b) Elektronen

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

33

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

$$B = \frac{mv}{qr} = \frac{1{,}673 \cdot 10^{-27} \cdot 3{,}9 \cdot 10^6}{1{,}602 \cdot 10^{-19} \cdot 0{,}80}\ \text{T} = 51\ \text{mT}$$

Se figur 6.13 s 238 i läroboken

34
a)

$$W_k = qU = 1{,}602 \cdot 10^{-19} \cdot 120\ \text{J} = 1{,}9 \cdot 10^{-17}\ \text{J}$$

b)

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

$$p = mv = qBr = 1{,}602 \cdot 10^{-19} \cdot 0{,}061 \cdot 0{,}124\ \text{kgm/s}$$

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

c)

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

$$mv^2 = 2W_k$$

$$mv = p$$

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

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

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

$m = 23$ u, grundämnet är Natrium

35
Det som gör att protonerna följer banor med olika radier är att de kommer in i magnetfältet med olika hastigheter.

$$F = qvB$$

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

Om radien fördubblas kommer även hastigheten att fördubblas $2r = \frac{m(2v)}{qB}$ (m, q och B ändras inte).

Detta innebär att den kinetiska energin kommer att fyrdubblas, $W_k = \frac{m(2v)^2}{2} = 4 \cdot \frac{mv^2}{2}$ Den kinetiska energin hos de protoner som följer den lilla halvcirkeln är $W_k = \frac{64}{4}\ \text{aJ} = 16\ \text{aJ}$

Tiden som protonerna använder längs de båda cirkelbanorna kommer inte att påverkas eftersom både sträckan och hastigheten fördubblas ($s = vt$ resp. $2s = 2vt$).

36

$$F = qvB$$

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

Radien till vänster

$$r = \frac{1{,}673 \cdot 10^{-27} \cdot 1{,}9 \cdot 10^5}{1{,}602 \cdot 10^{-19} \cdot 0{,}2}\ \text{m} = 0{,}99\ \text{cm}$$

Radien till höger

$$r = \frac{1{,}673 \cdot 10^{-27} \cdot 1{,}9 \cdot 10^5}{1{,}602 \cdot 10^{-19} \cdot 0{,}066}\ \text{m} = 3{,}0\ \text{cm}$$

37
a) Positiv partikel. Då är den elektriska kraften riktad åt höger och den magnetiska kraften åt vänster. Enligt högerhandsregeln ska *B*-fältet vara riktat ut ur papperet.
b)

$F_e = qE$

$F_m = qvB$

$qvB = qE$

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

c)

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

$m = \frac{qBr}{v} = \frac{1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 0,60 \cdot 0,072}{2,0 \cdot 10^5} \text{ kg}$

$m = 3,5 \cdot 10^{-26} \text{ kg} \left(= 21 \text{ u}\right)$

d) Vid S_3 har partikeln kinetisk energi

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

$W_k = 6,9 \cdot 10^{-16} \text{ J}$

Under accelerationen från S_1 till S_2 ökar den kinetiska energin:

$\Delta W_k = qU = 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 3000 \text{ J} = 4,8 \cdot 10^{-16} \text{ J}$

Vid S_1 har neonjonen den kinetiska energin

$W_{k0} = \left(6,9 \cdot 10^{-16} - 4,8 \cdot 10^{-16}\right) \text{ J} = 2,1 \cdot 10^{-16} \text{ J}$

Hastigheten är

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

38
Den inkommande protonen utsätts för två krafter. Den magnetiska kraften böjer av protonens bana och den elektriska kraften ger protonen en ökad hastighet.
Börja med att beräkna protonens hastighet i *y*-led i punkten A. Du får $W = qU = \frac{mv^2}{2} \Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$

För att kunna beräkna hastigheten måste du veta spänningen mellan nivån där protonen kommer in och punkten A (7,5 cm).

$E = \frac{U}{s} \Leftrightarrow U = Es$

$U = 8,0 \cdot 10^3 \cdot 0,075 \text{ V} = 600 \text{ V}$

$v_y = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 600}{1,673 \cdot 10^{-27}}} \text{ m/s} = 3,4 \cdot 10^5 \text{ m/s}$

Hastigheten i punkten A är

$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{\left(2,3 \cdot 10^5\right)^2 + \left(3,4 \cdot 10^5\right)^2} \text{ m/s}$

$v = 4,1 \cdot 10^5 \text{ m/s}$

a) Den elektriska kraften på protonen i A

$F = qE = 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 8,0 \cdot 10^3 \text{ N} = 1,3 \cdot 10^{-15} \text{ N}$

i samma riktning som E.
b) Den magnetiska kraften på protonen i A

$F = qvB = 1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 4,1 \cdot 10^5 \cdot 32 \cdot 10^{-3} \text{ N} = 2,1 \cdot 10^{-15} \text{ N}$

i motsatt riktning som v_0. (Högerhandsregeln)

Testa dig i fysik

1
Den magnetiska kraften är alltid vinkelrät mot rörelseriktningen och böjer av banan. Alternativ III är korrekt.

2

$$\frac{mv^2}{r} = G\frac{mM}{r^2} \Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

$$v = \sqrt{\frac{6,672\cdot10^{-11}\cdot 2,0\cdot10^{15}}{5000}}\ \text{m/s} = 5,2\ \text{m/s}$$

En hastighet på 5,2 m/s är möjlig att uppnå för många på jorden. Under samma övriga förutsättningar på Toro som på jorden är det fullt möjligt.

3
Att elektronen inte böjs av innebär att

$$F_{\text{E}} = F_{\text{B}} \Leftrightarrow qE = qvB \Leftrightarrow v = \frac{E}{B}$$

$$v = \frac{8,5\cdot10^{3}}{45\cdot10^{-3}}\ \text{m/s} = 2,0\cdot10^{5}\ \text{m/s}$$

4

$$\frac{mv^2}{r} = G\frac{mM}{r^2} \Leftrightarrow \frac{m\left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2}{r} = G\frac{mM}{r^2}$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{GMT^2}{4\pi^2}}$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{6,672\cdot10^{-11}\cdot 1,989\cdot10^{30}\cdot(410\cdot24\cdot3600)^2}{4\pi^2}}\ \text{m} =$$

$$r = 1,6\cdot10^{8}\ \text{km}$$

5

$$E = \frac{F}{q} = \frac{ma}{q} = \frac{1,67\cdot10^{-27}\cdot 3,4\cdot10^{10}}{1,60\cdot10^{-19}}\ \text{N/C} = 350\ \text{N/C}$$

rakt västerut

6
a)

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

$$v = \frac{qBr}{m} = \frac{1,602\cdot10^{-19}\cdot 0,42\cdot 0,48}{1,673\cdot10^{-27}}\ \text{m/s}$$

$$v = 1,93\cdot10^{7}\ \text{m/s}$$

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

$$t = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi\cdot 0,48}{1,93\cdot10^{7}}\ \text{s} = 0,16\ \mu\text{s}$$

b) Elektronen radie får du genom sambandet

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

$$r = \frac{mv}{qB} = \frac{9,109\cdot10^{-31}\cdot 1,93\cdot10^{7}}{1,602\cdot10^{-19}\cdot 0,42}\ \text{m} = 0,26\ \text{mm}$$

7
a)

$$W_{\text{k}} = qU = 1,602\cdot10^{-19}\cdot 1,55\cdot10^{3}\ \text{J} = 2,48\cdot10^{-16}\ \text{J}$$

$$W_{\text{k}} = \frac{mv^2}{2}$$

$$v = \sqrt{\frac{2W_{\text{k}}}{m}} = \sqrt{\frac{2\cdot 2,48\cdot10^{-16}}{9,109\cdot10^{-31}}}\ \text{m/s} = 2,33\cdot10^{7}\ \text{m/s}$$

$$F = qvB = 1,602\cdot10^{-19}\cdot 2,33\cdot10^{7}\cdot 1,25\ \text{N}$$

$$F = 4,68\cdot10^{-12}\ \text{N}$$

Störst kraft om v är vinkelrät mot B.
b) Minsta kraft, $F = 0$ N om v är parallell med B.

8
a) Vinkelrätt mot fältet, då uträttas inget arbete.
b)

$$W = QEs = 24,5\cdot10^{-9}\cdot 1950\cdot 0,70\ \text{J} = 3,3\cdot10^{-5}\ \text{J}$$

c) $W = QEs\cdot\cos 45° = 2,4\cdot10^{-5}\ \text{J}$

9
a) $W = W_{\text{k}} = 48\ \mu\text{J}$
b)

$$W = QU$$

$$U = \frac{W}{Q} = \frac{48\cdot10^{-6}}{6,4\cdot10^{-9}}\ \text{V} = 7,5\ \text{kV}$$

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

10

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

$$5,1\cdot10^{-17} - \frac{9,109\cdot10^{-31}v_0^2}{2} = 1,602\cdot10^{-19}\cdot 250$$

$$v_0 = 4,9\cdot10^{6}\ \text{m/s}$$

11
Att elektronen inte böjs av innebär att

$$F_{\text{E}} = F_{\text{B}} \Leftrightarrow qE = qvB \Leftrightarrow v = \frac{E}{B}$$

$$\left.\begin{aligned} qvB &= \frac{mv^2}{r} \\ v &= \frac{E}{B} \end{aligned}\right\} \Rightarrow m = \frac{qB^2r}{E}$$

$$m = \frac{qB^2r}{E} = \frac{1,602\cdot10^{-19}\cdot(0,40\cdot10^{-3})^2\cdot 0,25}{7,1\cdot10^{3}}\ \text{kg}$$

$$m = 9,0\cdot10^{-31}\ \text{kg}$$

7. Induktion

Räkna fysik

1
Se facit i läroboken
2
Se facit i läroboken
3
Se facit i läroboken
4
a) Magnetfältet inne i metallringen ändrar sig. Sydpol uppåt för att få repulsion.
b – d) Se facit i läroboken
5
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 (åt höger).
6

$$e = vBl = 0,25 \cdot 3.5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,12 \text{ V} = 0,11 \text{ mV}$$

7

$$e = vBl \Leftrightarrow v = \frac{e}{Bl}$$

$$v = \frac{8,0 \cdot 10^{-3}}{11,4 \cdot 10^{-3} \cdot 0,42} \text{ m/s} = 1,7 \text{ m/s}$$

8 $e = vBl = 0,15 \cdot 28 \cdot 10^{-3} \cdot 0,24 \text{ V} = 1,0 \text{ mV}$
9

$$e = vBl$$

$$v = \frac{e}{Bl} = \frac{0,46}{50 \cdot 10^{-6} \cdot 42} \text{ m/s} = 2,2 \cdot 10^2 \text{ m/s}$$

Vänster sida i färdriktningen är positiv (använd högerhandsregeln).
10

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

11
a) Använd högerhandsregeln. Den ände som är längst bort blir positivt laddad.
b) $e = vBl$

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

12
a) Enligt Ohms lag gäller att $U = RI$. Resistansen är $R = \frac{U}{I} = \frac{1,0}{1,4}\ \Omega = 0,71\ \Omega$

b) Eftersom $e = vBl \Leftrightarrow v = \frac{e}{Bl}$ och $e = U = RI$ kommer hastigheten att vara störst när strömmen är som störst. Den inducerade strömmen är som störst $(1,42 - 1,40)$ A $= 0,02$ A. $e_{\max} = RI_{\max} = 0,0143$ V

$$v = \frac{e_{\max}}{Bl} = \frac{0,0143}{0,32 \cdot 0,075} \text{ m/s} = 0,60 \text{ m/s}$$

13
a)

$$e = vBl = 0,24 \cdot 0,75 \cdot 0,40 \text{ V} = 72 \text{ mV}$$

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

Strömmen går moturs.
b) $F = BIl = 0,75 \cdot 0,40 \cdot 0,40 \text{ N} = 0,12 \text{ N}$
riktad åt vänster (använd högerhandsregeln)
Kraften verkar från magnetfältet. Den motverkar rörelsen. Skjutkraften måste vara lika stor, åt höger.
c) $P = eI = 0,072 \cdot 0,40 \text{ W} = 29 \text{ mW}$
14
a) NKLMN (använd högerhandsregeln)
b) Spänning induceras i KN:

$$e = vBl = 0,10 \cdot 0,80 \cdot 0,15 \text{ V} = 12 \text{ mV}$$

$$I = \frac{e}{R} = \frac{0,012}{0,016} \text{ A} = 0,75 \text{ A}$$

c) Tills KN är ute ur fältet.

$$s = vt$$

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

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

15
a) Kraftkomposanten längs planet som ger vagnen dess acceleration är $F = mg \sin \alpha$

$$\left.\begin{aligned} F &= ma \\ F &= mg \sin \alpha \end{aligned}\right\} \Rightarrow ma = mg \sin \alpha$$

$$a = g \sin \alpha = 4,91 \text{ m/s}^2$$

Tiden för vagnen att åka 0,75 m är

$$s = \frac{1}{2}at^2 \Leftrightarrow t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$$

$$t = 0,55 \text{ s}$$

Vagnens hastighet precis innan spolen går in i magnetfältet är $v = at = 2,7$ m/s
b) $e = vBl = 2,7 \cdot 0,60 \cdot 10 \cdot 0,10 \text{ V} = 1,6 \text{ V}$

$I = \frac{e}{R} = 8{,}1$ A i riktningen bcdab
(högerhandsregeln)
Bromsande kraft $F_{broms} = BIl = 4{,}98$ N
Accelererande kraft $F_{acc} = mg\sin\alpha = 0{,}98$ N
$F_{res} = F_{broms} - F_{acc} = 3{,}9$ N mot fartriktningen
c) Accelerationen kommer att minska eftersom ad fortfarande är inne i fältet
d) Farten blir konstant då $F_{broms} = F_{acc} = 0{,}98$ N
Börja med att beräkna strömmen då den magnetiska kraften är 0,98 N

$$F_{broms} = BIl \Leftrightarrow I = \frac{F_{broms}}{Bl}$$

$$I = \frac{0{,}98}{0{,}60 \cdot 10 \cdot 0{,}10} = 1{,}6 \text{ A}$$

Den inducerade spänningen är $e = RI = 0{,}33$ V
Vi kan beräkna den konstanta hastigheten

$$e = vBl \Leftrightarrow v = \frac{e}{Bl}$$

$$v = \frac{0{,}33}{0{,}60 \cdot 10 \cdot 0{,}10} \text{ m/s} = 0{,}55 \text{ m/s}$$

Hastigheten är konstant så länge som det induceras en spänning i spolen. Detta sker tills hela spolen är inne i magnetfältet, dvs under sträckan 10 cm.

$$s = vt \Leftrightarrow t = \frac{s}{v}$$

$$t = \frac{0{,}10}{0{,}55} \text{ s} = 0{,}18 \text{ s}$$

16
Den magnetiska kraften får en riktning som verkar mot rörelseriktningen.
Rörelsen består av tre faser
I acceleration (eftersom banan lutar)
II inbromsning (så länge det induceras en spänning i spolen, dvs från det att BC når ad och tills hela spolen är inne i magnetfältet)
III acceleration (när hela spolen är inne i magnetfältet och därför ingen bromsande kraft finns)
När BC når ad kommer vagnen att bromsas, därför är alternativ A inte rätt.
B är inte rätt eftersom rörelsen bara beskriver två faser.
Alternativ C är möjligt
Alternativ D är inte rätt eftersom den del av grafen där v är konstant är för smal. Vagnen färdas lika lång sträcka under fas I och fas II. Då ska areorna under *vt*-grafen vara lika stora.
Alternativ E är möjligt
17
Se facit i läroboken
18
Det magnetiska flödet
$\Phi = BA = 7{,}3 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}24^2$ Wb $= 0{,}42$ mWb när slingan är vinkelrät mot fältet. När slingan är parallell med fältet är flödet 0 Wb.

19

$$e = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{75 \cdot 10^{-3}}{3} \text{ V} = 25 \text{ mV}$$

20

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

21

$$e = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{0{,}076 - 0{,}012}{0{,}8} \text{ V} = 80 \text{ mV}$$

22
a)
$\Phi = BA = 0{,}80 \cdot 0{,}20 \cdot 0{,}15$ Wb $= 0{,}024$ Wb
b) $\Delta\Phi = (0 - 0{,}024)$ Wb $= -0{,}024$ Wb
c) $e = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{0{,}024}{2{,}0}$ V $= 12$ mV
För att motverka flödesminskningen kommer induktionsströmmen att flyta moturs för att alstra ett magnetfält som pekar ut från pappret.

23

$$e = N\frac{d\Phi}{dt} = 300 \cdot \frac{87 \cdot 10^{-3} - 45 \cdot 10^{-3}}{0{,}6} \text{ V} = 21 \text{ V}$$

24

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

25
a) $e = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{14 - 4}{2}$ V $= 5{,}0$ V
b)

$$\frac{d\Phi}{dt} = A \cdot \frac{dB}{dt} = 0{,}10^2 \cdot \frac{-4{,}0 \cdot 10^{-6}}{0{,}5} \text{ Wb/s} = -8{,}0 \cdot 10^{-8} \text{ Wb/s}$$

$$e = \frac{d\Phi}{dt} = 8{,}0 \cdot 10^{-8} \text{ V}$$

$$I = \frac{e}{R} = \frac{8{,}0 \cdot 10^{-8}}{3{,}0 \cdot 10^{-3}} \text{ A} = 2{,}7 \cdot 10^{-5} \text{ A}$$

För att motverka flödesminskningen kommer induktionsströmmen att flyta medurs för att alstra ett magnetfält som pekar in i pappret
26

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

$e = 35$ mV

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

27
a) Se facit i läroboken

b) II och IV: ingen inducerad spänning eftersom flödet inte ändras. III: Flödesminskningen är lika stor i III som flödesökningen är i I. Därför är $e = 50$ µV i båda fallen

c)
I Motverka flödesökning, då går strömmen moturs enligt högerhandsregeln (ABCA)
II Ingen flödesändring, ingen inducerad spänning
III Motverka flödesminskning, då går strömmen medurs enligt högerhandsregeln (CBAC)
IV Ingen flödesändring, ingen inducerad spänning
d) Börja med att beräkna strömmen i slingan

$$I = \frac{e}{R} = \frac{50 \cdot 10^{-6}}{0,20} \text{ A} = 0,25 \text{ mA}$$

Den elektriska energin är

$$W = eIt = 50 \cdot 10^{-6} \cdot 0,25 \cdot 10^{-3} \cdot 0,2 \text{ J} = 2,5 \cdot 10^{-9} \text{ J}$$

Magnetens rörelseenergi omvandlas till elektrisk energi

28
Den inducerade spänningen är

$$e = \frac{d\Phi}{dt} = A \cdot \frac{dB}{dt}$$

$$e = 6,37 \cdot 10^{10} \cdot \frac{48,40 \cdot 10^{-6} - 47,18 \cdot 10^{-6}}{60} \text{ V} = 1295 \text{ V}$$

$$I = \frac{e}{R} = \frac{1295}{9,0 \cdot 10^{-6} \cdot 9,7 \cdot 10^{5}} \text{ A} = 150 \text{ A}$$

29
a) 0 Wb (Under de 3 första ms ändras inte flödestätheten). Under de 3 sista ms ändras flödet enligt

$$\frac{d\Phi}{dt} = A \cdot \frac{dB}{dt}$$

$$15 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{0 - 100 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 10^{-3}} \text{ Wb} = -50 \text{ mWb}$$

b) Vid tidpunkten 1 ms, 0 V eftersom flödestätheten inte ändras
Vid tidpunkten 4 ms

$$e = N\frac{d\Phi}{dt} = 200 \cdot 50 \cdot 10^{-3} \text{ V} = 10 \text{ V}$$

c) Den inducerade spänningen är noll fram till tidpunkten 3 ms. Då stiger den plötsligt till 10 V och fortsätter att vara 10 V fram till tidpunkten 6 ms.

30
a)

$$e = N\frac{d\Phi}{dt} = N \cdot A \cdot \frac{dB}{dt}$$

$$e = 280 \cdot 0,02^2 \cdot \frac{0,55 - 0,25}{0,80} \text{ V} = 0,042 \text{ V}$$

Motverka flödesminskning, då går strömmen medurs (adcba) enligt högerhandsregeln

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

b)
När vi drar ut spolen minskar det magnetiska flödet

$$e = N\frac{d\Phi}{dt} = N \cdot A \cdot \frac{dB}{dt}$$

$$e = 280 \cdot 0,02^2 \cdot \frac{0,25}{1,2} \text{ V} = 0,0233 \text{ V}$$

$$I = \frac{e}{R} = \frac{0,0233}{5,0} \text{ A} = 4,7 \text{ mA}$$

Flödesminskning i båda fallen. Därför samma strömriktning som i a

31
a) $e = RI = 0,50 \cdot 0,12 \text{ V} = 0,060 \text{ V}$
Motverka flödesökning, då går strömmen moturs enligt högerhandsregeln

$$e = vBl \Leftrightarrow B = \frac{e}{vl}$$

$$B = \frac{0,060}{1,0 \cdot 0,15} \text{ T} = 0,40 \text{ T}$$

b) $\Phi = BA = 0,40 \cdot 0,10 \cdot 0,15 \text{ Wb} = 6,0 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$
Det induceras ingen ström i fall II eftersom magnetfältet inte förändras.
c) Motverka flödesminskning, då går strömmen medurs enligt högerhandsregeln
d) Då slingan kommer in i magnetfältet och när slingan dras ut ur magnetfältet påverkas ledarstycket l av en magnetisk kraft bakåt. Om ledarslingan ska röra sig med en konstant hastighet måste vi dra i den med en lika stor kraft framåt.

Arbetet som krävs är $W = Fs$, där $F = IlB = \frac{e}{R} \cdot lB$

$$W = Fs = \frac{e}{R} \cdot lBs = \frac{0,060}{0,50} \cdot 0,15 \cdot 0,40 \cdot 2 \cdot 0,10 \text{ J}$$

$$W = 1,4 \text{ mJ}$$

32

$$e = \frac{d\Phi}{dt} = B \cdot \frac{dA}{dt} = B \cdot \frac{(2,5 - 1,1) \cdot 0,90}{1,2} = 1,05B$$

$$B = \frac{e}{1,05} = \frac{60 \cdot 10^{-6}}{1,05} \text{ T} = 57 \text{ µT}$$

33

$$e = N\frac{d\Phi}{dt} = NA\frac{dB}{dt}$$

a) Dra en tangent där kurvan är brantast, vid $t = 2,5$ s. Bestäm tangentens riktningskoefficient.
Spänningen är

$$e = N\frac{d\Phi}{dt} = NA\frac{dB}{dt} = 50 \cdot 2,0 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{(8 - 0) \cdot 10^{-3}}{3,2 - 1,2} \text{ V}$$

$$e = 0,4 \text{ mV}$$

b) Se facit i läroboken

34

$$\omega = 2\pi N = 2\pi \cdot 10 \text{ rad/s} = 63 \text{ rad/s}$$

35

$$\omega = 2\pi f \Leftrightarrow f = \frac{\omega}{2\pi}$$

$$f = \frac{1570}{2\pi} = 250 \text{ varv/s}$$

36

a) $f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{50}{2\pi}$ varv/s = 8 varv/s

b) $\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 800$ rad/s = 5000 rad/s

37

$$U_e = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} = \frac{28}{\sqrt{2}} \text{ V} = 20 \text{ V}$$

38

$$I_e = \frac{\hat{\imath}}{\sqrt{2}} \Leftrightarrow \hat{\imath} = \sqrt{2} \cdot I_e$$

$$\hat{\imath} = \sqrt{2} \cdot 5{,}0 \text{ A} = 7{,}1 \text{ A}$$

39

$$U_e = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} = \frac{140}{\sqrt{2}} \text{ V} = 99 \text{ V}$$

40

$$I_e = \frac{\hat{\imath}}{\sqrt{2}}$$

$$\hat{\imath} = I_e \cdot \sqrt{2} = 2{,}5 \cdot \sqrt{2} \text{ A} = 3{,}5 \text{ A}$$

41

$$I = \frac{P}{U} = \frac{60}{230} \text{ A} = 0{,}26 \text{ A}$$

$$\hat{\imath} = I\sqrt{2} \text{ A} = 0{,}37 \text{ A}$$

42

I

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{U_2}{U_1}$$

$$U_1 = U_2 \frac{N_1}{N_2} = 150 \cdot \frac{300}{15000} \text{ V} = 3 \text{ V}$$

II

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{U_2}{U_1}$$

$$U_2 = U_1 \frac{N_2}{N_1} = 150 \cdot \frac{15000}{300} \text{ V} = 7500 \text{ V}$$

43

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)

$$I_2 = \frac{P}{U_2} = \frac{30}{12} \text{ A} = 2{,}5 \text{ A}$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2}$$

$$I_1 = I_2 \frac{N_2}{N_1} = 2{,}5 \cdot \frac{52}{1000} \text{ A} = 0{,}13 \text{ A}$$

44

En växelspänning betecknas $u = \hat{u} \cdot \sin(\omega t)$.

Det innebär att $\hat{u} = 12$ V och att $\omega = 100$ rad/s.

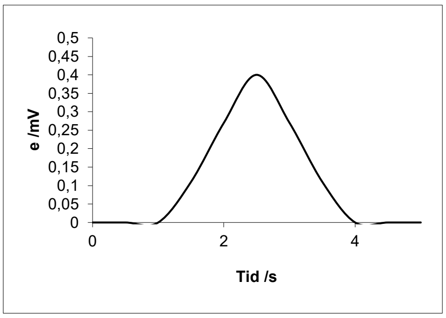
$$U_e = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} = 8{,}5 \text{ V}$$

$$\omega = 2\pi f \Leftrightarrow f = \frac{\omega}{2\pi}$$

$$f = \frac{100}{2\pi} \text{ Hz} = 16 \text{ Hz}$$

45

$\Phi = \Phi_m \cos \omega t$



a) $e = N\frac{d\Phi}{dt} = N\Phi_m \omega \sin \omega t = e_m \sin \omega t$, där

$e_m = N\omega\Phi_m$ är max. inducerad spänning.

b)

$$e_m = N\Phi_m\omega = 140 \cdot 2{,}50 \cdot 10^{-3} \cdot 100\pi \text{ V} = 110 \text{ V}$$

$$\omega = 2\pi f = 100\pi \text{ rad/s}$$

$$\text{Antal varv/s} = f = \frac{100\pi}{2\pi} = 50 \text{ varv/s}$$

c)

$$\omega = \frac{e_m}{N\Phi_m} = \frac{132}{140 \cdot 2{,}5 \cdot 10^{-3}} \text{ rad/s} = 377 \text{ rad/s}$$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = 60 \text{ Hz}$$

60 varv/s

46

a) $P = UI \Leftrightarrow I = \frac{P}{U}$

$$I = \frac{100 \cdot 10^6}{132 \cdot 10^3} \text{ A} = 758 \text{ A}$$

b) Effektförlust när strömmen går genom ledningarna

$P = RI^2 = 20 \cdot 758^2$ W = 11 MW

vilket är 11% av 100 MW

Vi gör om beräkningarna då spänningen är 45 kV

$$I = \frac{100 \cdot 10^6}{45 \cdot 10^3} \text{ A} = 2,22 \cdot 10^3 \text{ A}$$

Effektförlust när strömmen går genom ledningarna

$P = RI^2 = 20 \cdot \left(2,22 \cdot 10^3\right)^2$ W $= 99$ MW vilket är 99% av 100 MW

47

a)

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{U_2}{U_1}$$

$$N_1 = N_2 \frac{U_1}{U_2} = 42\,000 \cdot \frac{11 \cdot 10^3}{132 \cdot 10^3} \text{ varv} = 3\,500 \text{ varv}$$

b)

$$P_1 = 36 \text{ MW}$$

$$I_1 = \frac{P_1}{U_1} = \frac{36 \cdot 10^6}{11 \cdot 10^3} \text{ A} = 3,3 \cdot 10^3 \text{ A}$$

$$P_2 = 0,95P_1 = 0,95 \cdot 36 \text{ MW} = 34,2 \text{ MW}$$

$$I_2 = \frac{P_2}{U_2} = \frac{34,2 \cdot 10^6}{132 \cdot 10^3} \text{ A} = 2,6 \cdot 10^2 \text{ A}$$

48

$$s = vt = ct = 3,0 \cdot 10^8 \cdot 1 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 300 \text{ m}$$

49

Utstrålningstätheten är

$$U = \frac{P}{A} = \frac{80}{0,25} \text{ W/m}^2 = 320 \text{ W/m}^2$$

Om vi tänker oss att ytan strålar som en svart kropp är temperaturen $U = \sigma T^4 \Leftrightarrow T = \sqrt[4]{\frac{U}{\sigma}}$

$$T = \sqrt[4]{\frac{320}{5,67 \cdot 10^{-8}}} \text{ K} = 274 \text{ K}$$

50

Enligt Wiens förskjutningslag är

$$\lambda_{\max} T = a \Leftrightarrow T = \frac{a}{\lambda_{\max}}$$

$$T = \frac{2,90 \cdot 10^{-3}}{580 \cdot 10^{-9}} \text{ K} = 5000 \text{ K}$$

51

Enligt Wiens förskjutningslag är

$$\lambda_{\max} T = a \Leftrightarrow \lambda_{\max} = \frac{a}{T}$$

$$T = (450 + 273) \text{ K} = 723 \text{ K}$$

$$\lambda_{\max} = \frac{2,90 \cdot 10^{-3}}{723} \text{ m} = 4,0 \text{ µm}$$

52

Enligt Wiens förskjutningslag är

$$\lambda_{\max} T = a \Leftrightarrow \lambda_{\max} = \frac{a}{T}$$

$$T = (980 + 273) \text{ K} = 1253 \text{ K}$$

$$\lambda_{\max} = \frac{2,90 \cdot 10^{-3}}{1253} \text{ m} = 2,3 \text{ µm}$$

53

$$U = \sigma T^4$$

$$T = \sqrt[4]{\frac{U}{\sigma}} = \sqrt[4]{\frac{520}{5,67 \cdot 10^{-8}}} \text{ K} = 309 \text{ K}$$

Klotets temperatur är 36 °C

54

Kroppens temperatur är $T = 273$ K

$$U = \sigma T^4 = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 273^4 \text{ W/m}^2 = 315 \text{ W/m}^2$$

55

a)

$$\lambda_{\max} \cdot T = a$$

$$T = \frac{a}{\lambda_{\max}} = \frac{2,90 \cdot 10^{-3}}{510 \cdot 10^{-9}} \text{ K} = 5700 \text{ K}$$

b) $\lambda_{\max} T = a \Leftrightarrow \lambda_{\max} = \frac{a}{T}$

$$\lambda_{\max} = \frac{2,90 \cdot 10^{-3}}{12800} \text{ m} = 230 \text{ nm}$$

Ultraviolett strålning

c) $\lambda_{\max} T = a \Leftrightarrow \lambda_{\max} = \frac{a}{T}$

$$\lambda_{\max} = \frac{2,90 \cdot 10^{-3}}{2200} \text{ m} = 1,3 \text{ µm}$$

Infraröd strålning

56

a)

$$\lambda_{\max} = 100 \text{ nm}$$

$$\lambda_{\max} \cdot T = a$$

$$T = \frac{a}{\lambda_{\max}} = \frac{2,90 \cdot 10^{-3}}{100 \cdot 10^{-9}} \text{ K} = 29 \cdot 10^3 \text{ K}$$

b)

$$U = \sigma T^4 = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot \left(2,9 \cdot 10^4\right)^4 \text{ W/m}^2$$

$$U = 4,0 \cdot 10^{10} \text{ W/m}^2$$

57

a)

$$\lambda_{\max} = 600 \text{ nm}$$

$$\lambda_{\max} \cdot T = a$$

$$T = \frac{a}{\lambda_{\max}} = \frac{2,90 \cdot 10^{-3}}{600 \cdot 10^{-9}} \text{ K} = 4830 \text{ K}$$

Glödtråden skulle smälta om temperaturen var så hög

b)

$$T = (60 + 273) \text{ K} = 333 \text{ K}$$

$$\lambda_{\max} \cdot T = a$$

$$\lambda_{\max} = \frac{a}{T} = \frac{2,90 \cdot 10^{-3}}{333} \text{ m} = 8,7 \text{ µm}$$

Infraröd strålning

58 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)

$$U = \sigma T^4$$

$$T = \sqrt[4]{\frac{U}{\sigma}} = \sqrt[4]{\frac{5,0 \cdot 10^3}{5,67 \cdot 10^{-8}}} \text{ K} = 544 \text{ K eller } 271\ °\text{C}$$

Eftersom temperaturen är så låg är det en väldigt liten del av den utsända strålningen som ligger i den synliga delen av spektret. Det mesta är värmestrålning.

59

$$\lambda_{\text{max}} = 299 \text{ nm}$$

$$\lambda_{\text{max}} \cdot T = a$$

$$T = \frac{a}{\lambda_{\text{max}}} = \frac{2,90 \cdot 10^{-3}}{299 \cdot 10^{-9}} \text{ K} = 9\,700 \text{ K}$$

$$U = \sigma \cdot T^4 = 5,02 \cdot 10^8 \text{ W/m}^2$$

$$P = 2,3 \cdot 10^{28} \text{ W}$$

$$A = \frac{P}{U} = 4,58 \cdot 10^{19} \text{ m}^2$$

$$A = 4\pi r^2$$

$$r = \sqrt{\frac{A}{4\pi}} = 1,9 \cdot 10^9 \text{ m}$$

60

a) Elektrisk fältstyrka E_{m} har enheten N/C (s 194), den magnetiska flödestätheten B_{m} har enheten N/Am (s 204) och $1 \text{ C} = 1 \text{ As}$.

c får enheten $\frac{\text{N/C}}{\text{N/Am}} = \frac{\text{Am}}{\text{C}} = \frac{\text{Am}}{\text{As}} = \text{m/s}$

Jämför även formeln $v = \frac{E}{B}$ för korsande elektriska och magnetiska fält.

b)

$$c = \frac{E_m}{B_m}$$

$$E_m = cB_m = 3,0 \cdot 10^8 \cdot 2,0 \cdot 10^{-6} \text{ V/m} = 0,60 \text{ kV/m}$$

Testa dig i fysik

1

$e = vBl$

$B = \frac{e}{vl} = \frac{0,028}{1,8 \cdot 0,18}$ T = 86 mT

2

$e = N\frac{d\Phi}{dt} = 600 \cdot \frac{(0,69-0,26)\cdot 10^{-3}}{3,6}$ V = 72 mV

3

a)

$\hat{u} = R\hat{\imath} = 18 \cdot 2,8$ V = 50,4 V

$U = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} = 36$ V

b)

$I = \frac{\hat{\imath}}{\sqrt{2}} = \frac{2,8}{\sqrt{2}}$ A = 1,98 A

$P = UI = 36 \cdot 1,98$ W = 71 W

4

$\frac{N_2}{N_1} = \frac{U_2}{U_1} \Leftrightarrow U_1 = U_2\frac{N_1}{N_2}$

$U_1 = 1200 \cdot \frac{100}{8000}$ V = 15 V

5

$\Phi(t) = 0,04t^2 + 0,25t$

$e(t) = \Phi'(t) = (0,08t + 0,25)$

$e(4,0) = (0,08 \cdot 4,0 + 0,25)$ V = 0,57 V

$e(10,0) = (0,08 \cdot 10,0 + 0,25)$ V = 1,05 V

6

$\hat{u} = 2 \cdot 30$ V = 60 V

$T = 5 \cdot 4,0$ ms = 20 ms

$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,02}$ Hz = 50 Hz

$u(t) = \hat{u}\sin 2\pi ft = 60\sin 100\pi t$

7

a)

Sommar

$T = 35$ °C $= (35+273)$ K = 308 K

$\lambda_{\max} \cdot T = a$

$\lambda_{\max} = \frac{a}{T} = \frac{2,90 \cdot 10^{-3}}{308}$ m = 9,4 µm

Vinter

$T = 5$ °C $= (5+273)$ K = 278 K

$\lambda_{\max} \cdot T = a$

$\lambda_{\max} = \frac{a}{T} = \frac{2,90 \cdot 10^{-3}}{278}$ m = 10,4 µm

Våglängden förändras med

$(10,4 - 9,4)$ µm = 1,0 µm

b) Om vi tänker oss att kroppen strålar som en svart kropp har den en utstrålningstäthet på

$U = \sigma T^4 = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 308^4$ W/m^2 = 510 W/m^2

på sommaren och

$U = \sigma T^4 = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 278^4$ W/m^2 = 339 W/m^2

på vintern. En minskning med 34%

8

a)

$T = 35$ °C $= (35+273)$ K = 308 K

$U = \sigma T^4 = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot 308^4$ W/m^2

$U = 510$ W/m^2

$P = UA = 510 \cdot 1,2$ W = 0,61 kW

b)

$P_{\text{netto}} = \sigma\left(T^4 - T_0^4\right) \cdot A$

$T_0 = 20$ °C = 293 K

$P_{\text{netto}} = 5,67 \cdot 10^{-8} \cdot \left(308^4 - 293^4\right) \cdot 1,2$ W

$P_{\text{netto}} = 0,11$ kW

9

Eftersom $e = \frac{d\Phi}{dt}$ så kan inte graferna A, B, D eller E vara aktuella. Alternativ C ser ut att vara nästan rätt men om du ser efter noga så ser du att egentligen är $e = -\frac{d\Phi}{dt}$. Detta hänger ihop med Lenz lag som säger att en inducerad ström motverkar sin orsak. Hittills har vi undersökt om de inducerade strömmarna har gått medurs eller moturs men detta kan man också markera med ett minustecken. Alternativ C är rätt med hänsyn tagen till riktningen.

10

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)

11

Arean ändras till noll. Då ändras flödet

$e = \frac{d\Phi}{dt} = B \cdot \frac{dA}{dt} = B \cdot \frac{\left(\pi r^2 - 0\right)}{dt}$

$e = 0,24 \cdot \frac{\left(\pi \cdot 0,10^2 - 0\right)}{0,075}$ V = 0,10 V

8. Astrofysik

Räkna fysik

1

$p = 3{,}5 \cdot 10^{-8}$ rad

$r = \frac{a}{p} = \frac{1{,}50 \cdot 10^{11}}{3{,}5 \cdot 10^{-8}}$ m $= 4{,}3 \cdot 10^{18}$ m

2

Avståndet till stjärnan

$r = s = ct = 3 \cdot 10^{8} \cdot 258 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60$ m

$r = 2{,}44 \cdot 10^{18}$ m

$r = \frac{a}{p} \Leftrightarrow p = \frac{a}{r}$

$p = \frac{1{,}50 \cdot 10^{11}}{2{,}44 \cdot 10^{18}}$ rad $= 6{,}15 \cdot 10^{-8}$ rad

3

$p = 1{,}42 \cdot 10^{-6}$ rad

$r = \frac{a}{p} = \frac{1{,}50 \cdot 10^{11}}{1{,}42 \cdot 10^{-6}}$ m $= 1{,}06 \cdot 10^{17}$ m

$r = \frac{1{,}06 \cdot 10^{17}}{9{,}46 \cdot 10^{15}}$ l.y. $= 11{,}2$ l.y.

4

$p = 2{,}44 \cdot 10^{-8}$ rad

$r = \frac{a}{p} = \frac{1{,}50 \cdot 10^{11}}{2{,}44 \cdot 10^{-8}}$ m $= 6{,}15 \cdot 10^{18}$ m

$r = \frac{6{,}15 \cdot 10^{18}}{9{,}46 \cdot 10^{15}}$ l.y $= 650$ l.y.

5

$P = 5{,}6 \cdot 10^{29}$ W

$I = 2{,}0 \cdot 10^{-12}$ W/m^2

$I = \frac{P}{4\pi r^2}$

$r = \sqrt{\frac{P}{4\pi I}} = 1{,}5 \cdot 10^{20}$ m

$r = \frac{1{,}5 \cdot 10^{20}}{9{,}46 \cdot 10^{15}}$ l.y. $= 1{,}6 \cdot 10^{4}$ l.y.

6

Solens effekt hittar du i formelsamlingen eller på nätet.

$I = 2{,}0 \cdot 10^{-14}$ W/m^2

$P = 3 \cdot 10^{5} \cdot P_{sol}$ W $= 3 \cdot 10^{5} \cdot 4 \cdot 10^{26}$ W

$P = 1{,}2 \cdot 10^{32}$ W

$I = \frac{P}{4\pi r^2}$

$r = \sqrt{\frac{P}{4\pi I}} = 2{,}2 \cdot 10^{22}$ m $= 2{,}3 \cdot 10^{6}$ l.y.

7

a)

$p = 0{,}000154° = 0{,}000154 \cdot \frac{\pi}{180}$ rad

$p = 2{,}69 \cdot 10^{-6}$ rad

$r = \frac{a}{p} = \frac{1{,}50 \cdot 10^{11}}{2{,}69 \cdot 10^{-6}}$ m $= 5{,}58 \cdot 10^{16}$ m

$r = \frac{5{,}58 \cdot 10^{16}}{9{,}46 \cdot 10^{15}}$ l.y. $= 5{,}9$ l.y.

b) $8{,}8$ l.y. $= 8{,}8 \cdot 9{,}46 \cdot 10^{15}$ m $= 8{,}32 \cdot 10^{16}$ m

$r = \frac{a}{p} \Leftrightarrow p = \frac{a}{r}$

$p = \frac{1{,}50 \cdot 10^{11}}{8{,}32 \cdot 10^{16}}$ rad $= 1{,}80 \cdot 10^{-6}$ rad

c) $p = 1{,}5 \cdot 10^{-7}$ rad

$r = \frac{a}{p} = \frac{1{,}50 \cdot 10^{11}}{1{,}5 \cdot 10^{-7}}$ m $= 1{,}0 \cdot 10^{18}$ m

$r = \frac{1{,}0 \cdot 10^{18}}{9{,}46 \cdot 10^{15}}$ l.y. ≈ 100 l.y.

8

Radialhastigheten v hos en stjärna ges av

$\frac{v}{c} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} \Leftrightarrow v = c \cdot \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0}$

Arcturus

$v = 3{,}00 \cdot 10^{8} \cdot \frac{-0{,}011 \cdot 10^{-9}}{656{,}3 \cdot 10^{-9}}$ m/s

$v = -5{,}0$ km/s (mot oss)

Betelgeuse

$v = 3{,}00 \cdot 10^{8} \cdot \frac{0{,}046 \cdot 10^{-9}}{656{,}3 \cdot 10^{-9}}$ m/s

$v = 21$ km/s (från oss)

9

$\lambda_{max} = 400$ nm

$\lambda_{max} \cdot T = a$

$T = \frac{a}{\lambda_{max}} = \frac{2{,}90 \cdot 10^{-3}}{400 \cdot 10^{-9}}$ K $= 7{,}2 \cdot 10^{3}$ K

Spektralklass F (6000 – 7500 K)

Se diagram på s 313 i läroboken.

Ungefär 5-6 gånger solens utstrålade effekt.

10

a)

1.

$\lambda_{max} = 300$ nm

$\lambda_{max} \cdot T = a$

$T = \frac{a}{\lambda_{max}} = \frac{2,90 \cdot 10^{-3}}{300 \cdot 10^{-9}}$ K $= 9700$ K

Spektralklass A, färgen är vit

Se diagram på s 313 i läroboken.

2.

$\lambda_{max} = 600$ nm

$T = \frac{a}{\lambda_{max}} = \frac{2,90 \cdot 10^{-3}}{600 \cdot 10^{-9}}$ K $= 4800$ K

Spektralklass G, färgen är gul

3.

$\lambda_{max} = 900$ nm

$T = \frac{a}{\lambda_{max}} = \frac{2,90 \cdot 10^{-3}}{900 \cdot 10^{-9}}$ K $= 3200$ K

Spektralklass K, färgen är gulröd

b) Se diagram på s 313 i läroboken.

$P_1 > P_{sol} > P_2 > P_3$

11

$\frac{v}{c} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0}$

$\Delta\lambda = \frac{0,0090}{2}$ nm $= 0,0045$ nm

$v = c \cdot \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = 3 \cdot 10^8 \cdot \frac{0,0045 \cdot 10^{-9}}{656,0 \cdot 10^{-9}}$ m/s $= 2,1$ km/s

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

$T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2\pi \cdot 6,96 \cdot 10^8}{2,1 \cdot 10^3}$ s $= 2,13 \cdot 10^6$ s

$T = 25$ dygn

12

$\frac{v}{c} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0}$

$v = c \cdot \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = 3 \cdot 10^8 \cdot \frac{-(5,6/2) \cdot 10^{-9}}{2,8 \cdot 10^{-2}}$ m/s $= -30$ m/s

$v = 30$ m/s $= 108$ km/h rakt mot radarn

13

a)

$R_0 = 2G \cdot \frac{m}{c^2} = 2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{2,0 \cdot 10^{30}}{(3 \cdot 10^8)^2}$ m

$R_0 = 3,0$ km

Massan $= 10$ solmassor

Då blir radien $= 10R_0 = 30$ km

Nej, solen har för liten massa för att den ska kunna bli ett svart hål

b)

$R_0 = 3,0 \cdot 6 \cdot 10^6$ km $= 1,8 \cdot 10^{10}$ m

$R_{sol} = 6,96 \cdot 10^8$ m

$R_0 = 25\ R_{sol}$

14

Energi som frigörs för varje fusion $4,3 \cdot 10^{-12}$ J

Det går åt 4 väteatomer per He-kärna som bildas.

Antal fusioner per sekund:

$\frac{10 \cdot 10^9}{4 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27}}$ st $= 1,5 \cdot 10^{36}$ st

Utstrålad effekt:

$P = 4,3 \cdot 10^{-12} \cdot 1,5 \cdot 10^{36}$ W $= 6,4 \cdot 10^{24}$ W

$P_{sol} = 4,0 \cdot 10^{26}$ W

$\frac{P}{P_{sol}} = 0,016$

Se diagram på s 313 i läroboken

Stjärnan tillhör klass M

15

a)

$v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{2\pi \cdot 30000 \cdot 9,46 \cdot 10^{15}}{250 \cdot 10^6 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600}$ m/s

$v = 2,3 \cdot 10^5$ m/s

$a = \frac{v^2}{r} = \frac{(2,3 \cdot 10^5)^2}{30000 \cdot 9,46 \cdot 10^{15}}$ m/s^2

$a = 1,8 \cdot 10^{-10}$ m/s^2

b)

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

$M = \frac{v^2 r}{G} = 2,2 \cdot 10^{41}$ kg

$m_{sol} = 2,0 \cdot 10^{30}$ kg

$\frac{M}{m_{sol}} = \frac{2,2 \cdot 10^{41}}{2,0 \cdot 10^{30}} = 1,1 \cdot 10^{11}$

$M = 1,1 \cdot 10^{11}\ m_{sol}$

16

$v = Hr$

$r = \frac{v}{H} = \frac{0,08 \cdot 3 \cdot 10^8}{\frac{22 \cdot 10^3}{10^6}}$ l.y. $= 1,1 \cdot 10^9$ l.y.

Galaxen avlägsnar sig. Det blir en rödförskjutning.

17

$v = Hr = \frac{22}{10^6} \cdot 50 \cdot 10^6$ km/s $= 1,1 \cdot 10^6$ m/s

$\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{v}{c}$

$\Delta\lambda = \lambda_0 \cdot \frac{v}{c} = 656,3 \cdot \frac{1,1 \cdot 10^6}{3 \cdot 10^8}$ nm $= 2,4$ nm

18

Jämför exempel 16 s 347

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = 4,43 \Leftrightarrow \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} = 4,43 \Leftrightarrow \lambda = 5,43\lambda_0$$

$$\lambda = 5,43 \cdot 434,0 \cdot 10^{-9}\ \text{m} = 2,36\ \mu\text{m}$$

$$\frac{\Delta s}{s_0} = 4,43 \Leftrightarrow \frac{s - s_0}{s_0} = 4,43 \Leftrightarrow s = 5,43 s_0$$

$$\frac{s}{s_0} = 5,43$$

Testa dig i fysik

1

$$I = \frac{P}{4\pi r^2}$$

$$r = \sqrt{\frac{P}{4\pi I}} = \sqrt{\frac{4,8 \cdot 10^{30}}{4\pi \cdot 10 \cdot 10^{-9}}} \text{ m} = 6,18 \cdot 10^{18} \text{ m}$$

$$r = \frac{6,18 \cdot 10^{18}}{9,46 \cdot 10^{15}} \text{ l.y.} = 650 \text{ l.y.}$$

2

$v = 30$ 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

$v = Hr$

$$r = \frac{v}{H} = \frac{1500}{\frac{22}{10^6}} \text{ l.y.} = 6,8 \cdot 10^7 \text{ l.y.}$$

4

$$\Delta E = Pt = 3,9 \cdot 10^{26} \cdot 5 \cdot 10^9 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ J}$$

$$\Delta E = 6,15 \cdot 10^{43} \text{ J}$$

$$\Delta E = \Delta mc^2$$

$$\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2} = 6,8 \cdot 10^{26} \text{ kg}$$

$$\frac{\Delta m}{m} = \frac{6,8 \cdot 10^{26}}{1,989 \cdot 10^{30}} = 3,4 \cdot 10^{-4} = 0,034\,\%$$