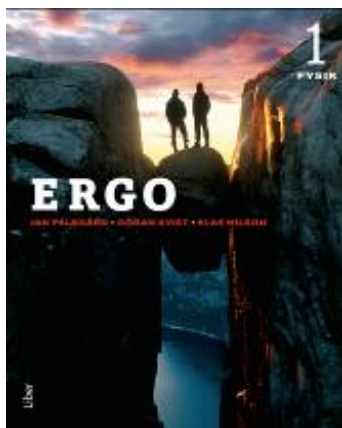




Ergo Fysik 1

Lösningar till Ergo Fysik 1 47-08553-8, kp 1-12

Tryckfel (första eller andra tryckningen)

Fyller (första eller andra avsnittet)				
Sida	Var	Står	Skall stå	
88	Rad 4+	$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}$	$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$	
101	4.35	$\approx 5 \cdot 10^{11} \text{ m}$	$\approx 5 \cdot 10^{11} \text{ m}$	
212	7.14a	..när temperaturen är 12° C .	..när temperaturen är -12° C .	
238	Ex 5, nämnare	$10,14 \cdot 10^2 \cdot 293$	$10,14 \cdot 10^2 \cdot 297$	
254	Ex 2	..där $r = 0,5 \cdot 10^{-10}$ och	..där $r = 0,5 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ och	
288	Ex 24	$\approx 12 \text{ kWh}$	$\approx 0,12 \text{ kWh}$	
317	Ex 4	$\approx \frac{1,60 \cdot 10^{19} \cdot 33 \cdot 10^3}{6,63 \cdot 10^{34}} \text{ Hz} = ..$	$\approx \frac{1,60 \cdot 10^{19} \cdot 33 \cdot 10^3}{6,63 \cdot 10^{34}} \text{ Hz} = ..$	
337	Ex 7	$= 5,21 \cdot 10^{-13} \text{ J} \approx 0,521 \text{ pJ} =$	$= 5,21 \cdot 10^{-13} \text{ J} = 0,521 \text{ pJ} =$	
370	Tabell, några halveringstider har blivit fel i tabellen.		Ämne	$T_{1/2}$
			Beryllium	$6,7 \cdot 10^{17} \text{ s}$
			Kalium	$1,277 \cdot 10^9 \text{ år}$
			Uran	$7,038 \cdot 10^8 \text{ år}$
				$4,468 \cdot 10^9 \text{ år}$
Facit				
406	8 a, kp 6	$1,5 \text{ m/s}$	$-1,5 \text{ m/s}$	
414	911 b	$5,6 \cdot 10^{13} \text{ m/s}$	$5,6 \cdot 10^{13} \text{ m/s}^2$	
415	9.50	Ca 225 kr	Ca 300 kr	
416	11.02 b	$^{131}_{53}\text{J}$	$^{131}_{53}\text{I}$	
416	11.18c, 2 ställen	$3,1 \cdot 10^{-15} \text{ J}$	$3,0 \cdot 10^{-15} \text{ J}$	
416	11.19b	252 keV	225 keV	
416	11.21a	$1,53 \cdot 10^{-13}, ..$	$1,53 \cdot 10^{-13} \text{ J}, ..$	
417	12.07	$\gamma = 1,155 \text{ ger } p = 2,9 \cdot 10^{-19} \text{ kgm/s}$.	(se lösningar 12.07 nedan)	
419	8 b, kp 12	120 slag/min	34 slag/min	

2. Fysikerns sätt att se

Räkna fysik

2.01 a) $1 \text{ dygn} = 24 \text{ h} = 24 \cdot 3600 \text{ s} = 86\,400 \text{ s}$

b) $1 \text{ år} = 31\,556\,926 \text{ s} = \frac{31\,556\,926}{86\,400} \text{ dygn} = 365,24 \text{ dygn}$

1 medelår är 365,24 dygn. Vart 4:e år lägger vi till 1 dygn, skottdagen.

2.02 a) $1 \text{ nautisk mil} = 1\,852 \text{ m} = 1,852 \text{ km}$

b) $1 \text{ ljusår} = 9,46 \cdot 10^{15} \text{ m}$ är den sträcka ljuset färdas på ett år.

Ljushastigheten $v = c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

$t = 1 \text{ år} = 365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s} = 31\,536\,000 \text{ s}$

$s = vt = 3,00 \cdot 10^8 \cdot 31\,536\,000 \text{ m} = 9,46 \cdot 10^{15} \text{ m}$

c) $s = 4,27 \text{ l.y.} = 4,27 \cdot 9,46 \cdot 10^{15} \text{ m} =$
 $= 4,04 \cdot 10^{13} \text{ km, och } 4,27 \text{ år.}$

2.03 a) Solens radie är $\frac{7,0 \cdot 10^8}{6,4 \cdot 10^6} = 109,375$ gånger större än jordens radie.

Om jordens radie är 11 cm, blir solens radie $0,11 \cdot 109,375 \text{ m} =$
 $= 12 \text{ m}$

b) Väteatomens kärna är $\frac{10^{-15}}{5 \cdot 10^{-11}} = 2 \cdot 10^{-5}$ gånger mindre än hela

väteatomen.

Om väteatomens storlek är 100 m, blir kärnans storlek

$100 \cdot 2 \cdot 10^{-5} \text{ m} = 0,002 \text{ m} = 2 \text{ mm.}$

2.04 Se facit i läroboken

2.05 Balansvåg mäter massan. Massan ändras inte, men tyngden ändras på månen.

a) 0,60 kg

b) 5,9 N

c) 0,60 kg

d) 0,60 kg, 0,97 N

2.06 Densiteten: $\rho = \frac{m}{V}$

a) $m = 87 \text{ kg, } V = 0,12 \text{ m}^3$

$\rho = \frac{m}{V} = \frac{87}{0,12} \text{ kg/m}^3 = 730 \text{ kg/m}^3$

b) $V = 10 \cdot 6,0 \cdot 3,5 \text{ m}^3 = 210 \text{ m}^3$

$\rho = 1,3 \text{ kg/m}^3$

$m = \rho V = 1,3 \cdot 210 \text{ kg} = 270 \text{ kg}$

c) $\rho = 1,02 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$. Sätt $m = 60 \text{ kg}$.

$V = \frac{m}{\rho} = \frac{60}{1,02 \cdot 10^3} \text{ m}^3 = 0,059 \text{ m}^3 = 59 \text{ dm}^3$

2.07 $m = 0,54 \text{ kg}$

$$V = 4,0 \cdot 4,0 \cdot 3,0 \text{ cm}^3 = 48 \text{ cm}^3 = 48 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{0,54}{48 \cdot 10^{-6}} \text{ kg/m}^3 = 11250 \text{ kg/m}^3$$

Jämför med tabellvärden i formelsamlingen:

Densiteten för bly är $11,35 \text{ g/cm}^3 = 11\,350 \text{ kg/m}^3$,
vilket stämmer med det beräknade värdet.

2.08 a) Skålens vikt avläses i grafen när $V = 0 \text{ cm}^3$: $m_{\text{skål}} = 40 \text{ g}$

b) Avläs 2 punkter i grafen:

$$\rho = \frac{\Delta m}{\Delta V} = \frac{120 - 40}{100 - 0} \text{ g/cm}^3 = 0,80 \text{ g/cm}^3$$

2.09 a) $V = \pi \cdot \left(\frac{2,52}{2}\right)^2 \cdot 14,86 \text{ cm}^3 = 74,1 \text{ cm}^3$

b) $\rho = \frac{m}{V} = \frac{380,8}{74,1} \text{ g/cm}^3 = 5,14 \text{ g/cm}^3$

2.10 Diskutera med en kamrat. Här går det inte att ge ett exakt svar.

2.12 Se facit i läroboken.

2.13 Se facit i läroboken.

Testa dig i fysik

1 Se facit i lärobok

2 Omvandla 440 yards till meter:
 $440 \text{ yards} = 440 \cdot 3 \text{ fot} = 1320 \text{ fot} =$
 $= 1320 \cdot 12 \text{ tum} = 15\,840 \cdot 2,54 \text{ cm} \approx 402 \text{ m}$
 Nej, 440 yards $\approx$ 402 m.

3 $r = 1,4 \text{ cm}$
 $\rho = 8,96 \text{ g/cm}^3$
 $V = \frac{4\pi r^3}{3} = \frac{4\pi \cdot 1,4^3}{3} \text{ cm}^3 = 11,49 \text{ cm}^3$
 $m = \rho V = 8,96 \cdot 11,49 \text{ g} = 103 \text{ g} = 0,103 \text{ kg}$
 Pris = $47 \cdot 0,103 \text{ kr} = 4,80 \text{ kr}$

4 a) Beräkna medelvärde för de uppmätta diametrarna. $d = 3,948 \text{ cm}$
 Omkretsen blir: $O = \pi \cdot d = \pi \cdot 3,948 \text{ cm} = 12,4 \text{ cm}$
 b) Beräkna tvärsnittsarean för de olika diametrarna. Beräkna därefter medelvärde för arean.

$$A = \pi r^2 = \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2$$

d / cm	3,98	3,96	3,92	3,94	3,95	3,94
A / cm^2	12,44	12,32	12,07	12,19	12,25	12,19

Stavens area: $A = 12,2 \text{ cm}^2$

5 Tunna + vatten väger 17,09 kg.
 Vattnet väger: $(15,09 - 3,43) \text{ kg} = 13,66 \text{ kg}$

6 Silverskiktets area: $4,2 \text{ dm}^2 = 420 \text{ cm}^2$. Sätt tjockleken till $x \text{ cm}$.
 Silverskiktets volym blir då $420 \cdot x \text{ cm}^3$.
 Densiteten för silver (ur tabell): $\rho = 10,5 \text{ g/cm}^3$.
 Följande ekvation fås: $420 \cdot x \cdot 10,5 \text{ g} = 1,98 \text{ g}$
 Lös ut tjockleken: $x = 4,5 \cdot 10^{-4} \text{ cm} = 4,5 \mu\text{m}$

3. Rörelse

Räkna fysik

3.01 Sambandet $s = \bar{v}t$ används i deluppgifterna a, b och c.

Lös ut $\bar{v}$, s och t .

a) $s = 900 \text{ m}$

$$t = 2 \text{ min} = 2 \cdot 60 \text{ s} = 120 \text{ s}$$

$$\text{Medelhastigheten } \bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{900}{120} \text{ m/s} = 7,5 \text{ m/s}$$

b) $t = 6 \text{ min} = 6 \cdot 60 \text{ s} = 360 \text{ s}$

$$\bar{v} = 7,5 \text{ m/s}$$

$$\text{Sträckan } s = \bar{v}t = 7,5 \cdot 360 \text{ m} = 2700 \text{ m} = 2,7 \text{ km}$$

c) $s = 1500 \text{ m}$

$$\bar{v} = 7,5 \text{ m/s}$$

$$\text{Tiden } t = \frac{s}{\bar{v}} = \frac{1500}{7,5} \text{ s} = 200 \text{ s} = 3 \text{ min } 20 \text{ s}$$

3.02 Avläs i grafen:

a) $\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{18}{10} \text{ m/s} = 1,8 \text{ m/s}$

b) Hastigheten är störst under de fem första sekunderna:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{12}{5} \text{ m/s} = 2,4 \text{ m/s}$$

c) Han cyklar sträckan $s = 18 - 12 \text{ m} = 6 \text{ m}$

3.03 Avläs i grafen

a) $t = 800 \text{ s} = 13 \text{ min } 20 \text{ s}$

b) $s = 2200 \text{ m} = 2,2 \text{ km}$

c) $\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{2200}{800} \text{ m/s} = 2,75 \text{ m/s}$

d) Hastigheten är störst där kurvan stiger brantast. Bestäm hastigheten

$$\text{i ett intervall. } v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{1600 - 600}{500 - 250} \text{ m/s} = 4 \text{ m/s}$$

3.04 a) Medelhastigheterna blir:

$$\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{100}{13,18} \text{ m/s} = 7,6 \text{ m/s}$$

$$\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{200}{22,98} \text{ m/s} = 8,7 \text{ m/s}$$

$$\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{800}{132,12} \text{ m/s} = 6,1 \text{ m/s}$$

3.05 $s = 1 \text{ mil} = 10 \text{ km}$
 $\bar{v}_1 = 80 \text{ km/h}$ och $\bar{v}_2 = 90 \text{ km/h}$

$$s = \bar{v}t \text{ vilket ger } t = \frac{s}{v}$$

Tidsvinsten blir

$$\begin{aligned} t_1 - t_2 &= \frac{s}{v_1} - \frac{s}{v_2} = \\ &= \frac{10}{80} - \frac{10}{90} \text{ h} = 0,0138889 \text{ h} = \\ &= 0,0138889 \cdot 3600 \text{ s} = 50 \text{ s} \end{aligned}$$

3.06 a) st -grafnen är en rät linje.

b) Konstant hastighet: $v = \frac{s}{t} = \frac{300}{15} \text{ m/s} = 20 \text{ m/s}$

Grafen: se facit i läroboken.

c) Avläs i st -grafnen: $s = 240 \text{ m}$ när $t = 12 \text{ s}$.

I vt -grafnen: Sträckan = $v \cdot t = 20 \cdot 12 \text{ m} = 240 \text{ m}$

3.07

$$1 \text{ mile} = 1,609 \text{ km}$$

$$v = 65 \cdot 1,609 \text{ km/h} = 105 \text{ km/h} = 29 \text{ m/s}$$

3.08 Sätt t = totala tiden i timmar för resan. Pausen var $12 \text{ min} = 0,2 \text{ h}$.
 Teckna uttryck för hela sträckan på 2 olika sätt och bestäm t .

$$s = v_1 t = 92t$$

$$s = v_2 (t - 0,2) = 105 \cdot (t - 0,2)$$

$$105 \cdot (t - 0,2) = 92t$$

$$105t - 92t = 21$$

$$t = 1,615 \text{ h} = 97 \text{ min}$$

3.09a) Kurvan har brantare lutning vid tidpunkten $5,0 \text{ s}$ än vid tidpunkten $2,0 \text{ s}$.

b) Drag en tangent till kurvan vid $t = 4,0 \text{ s}$. Avläs ett intervall på tangenten.

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{36 - 4}{6 - 2} \text{ m/s} = 8,0 \text{ m/s}$$

(Svar mellan $7,0 \text{ m/s}$ och $9,0 \text{ m/s}$ är OK)

3.10a) Hastigheten minskar. Kurvans lutning är mindre brant i slutet än i början.

b) Dra tangenter till kurvan vid tidpunkterna. Använd ett intervall på varje tangent.

$$\text{Vid } 2,0 \text{ s: } v = \frac{27 - 4}{4 - 0} \text{ m/s} = 5,8 \text{ m/s}$$

$$\text{Vid } 8,0 \text{ s: } v = \frac{41 - 28}{12 - 4} \text{ m/s} = 1,6 \text{ m/s}$$

c) Medelhastigheten $\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{37}{10} \text{ m/s} = 3,7 \text{ m/s}$

d) Dra en linje som börjar i origo, och som skär kurvan vid $t = 10 \text{ s}$.
 Vid vilken tidpunkt har en tangent till kurvan samma lutning?
 Prova dig fram med hjälp av en linjal. Tangenten bör ligga vid ungefär $t = 4 \text{ s}$.

3.11 a) När omkörningen startar är P 50 m bakom F, se figur:



Då är P: $50 \text{ m} + 20 = 70 \text{ m}$ bakom fronten på F.

Vid omkörningens slut är P 50 m framför F, se figur:



Då är P: $50 \text{ m} + 5 \text{ m} = 55 \text{ m}$ framför fronten på F.

Totalt har P kört: $70 \text{ m} + 55 \text{ m} = 125 \text{ m}$ längre än F.

b) $v_P = 81 \text{ km/h} = \frac{81}{3,6} \text{ m/s} = 22,5 \text{ m/s}$

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

P kör sträckan: $s_P = v_P t = 22,5t$

F kör sträckan: $s_F = v_F t = 17,5t$

$s_P = s_F + 125$ vilket ger:

$$22,5t = 17,5t + 125$$

$$5t = 125$$

$$t = 25$$

Omkörningen tar 25s

P kör sträckan: $s_P = 22,5 \cdot 25 \text{ m} = 560 \text{ m}$

3.12 a) $v_0 = 0 \text{ m/s}$, $v = 10,5 \text{ m/s}$, $t = 7,0 \text{ s}$

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t} = \frac{10,5 - 0}{7} \text{ m/s}^2 = 1,5 \text{ m/s}^2$$

b) $v_0 = 10,5 \text{ m/s}$, $v = 13 \text{ m/s}$, $t = 5,0 \text{ s}$

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t} = \frac{13 - 10,5}{5} \text{ m/s}^2 = 0,5 \text{ m/s}^2$$

3.13 $v_0 = 36 \text{ km/h} = \frac{36}{3,6} \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}$, $v = 0 \text{ m/s}$, $t = 20 \text{ s}$

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t} = \frac{0 - 10}{20} \text{ m/s}^2 = -0,5 \text{ m/s}^2$$

Accelerationen är negativ för att tåget bromsar, hastigheten minskar.

3.14 a) $v_0 = 11 \text{ m/s}$, $v = 18 \text{ m/s}$, $t = 5,0 \text{ s}$

$$v = v_0 + at$$

$$a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{18 - 11}{5,0} \text{ m/s}^2 = 1,4 \text{ m/s}^2$$

b) $\bar{v} = \frac{v + v_0}{2} = \frac{11 + 18}{2} \text{ m/s} = 14,5 \text{ m/s}$

$$s = \bar{v}t = 14,5 \cdot 5,0 \text{ m} = 73 \text{ m}$$

3.15 a) $v_0 = 20 \text{ m/s}$, $v = 14 \text{ m/s}$, $a = -1,5 \text{ m/s}^2$

$$v = v_0 + at$$

$$t = \frac{v - v_0}{a} = \frac{14 - 20}{-1,5} \text{ s} = 4,0 \text{ s}$$

b) $s = \bar{v}t = \frac{v + v_0}{2}t = \frac{20 + 14}{2} \cdot 4,0 \text{ m} = 68 \text{ m}$

3.16 a) $s = 1800 \text{ m}$, $t = 60 \text{ s}$, $v = 0 \text{ m/s}$

$$s = \bar{v}t$$

$$\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{1800}{60} \text{ m/s} = 30 \text{ m/s}$$

b) $\bar{v} = \frac{v + v_0}{2}$

$$v_0 = 2\bar{v} - v = (2 \cdot 30 - 0) \text{ m/s} = 60 \text{ m/s}$$

c) $v = v_0 + at$

$$a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{0 - 60}{60} \text{ m/s}^2 = -1,0 \text{ m/s}^2$$

3.17 $s = 13,0 \text{ m}$, $t = 4,0 \text{ s}$, $v_0 = 0 \text{ m/s}$

a) $s = \bar{v}t$

$$\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{13,0}{4} \text{ m/s} = 3,25 \text{ m/s}$$

b) $\bar{v} = \frac{v + v_0}{2}$

$$v = 2 \cdot \bar{v} - v_0 = 2 \cdot 3,25 \text{ m/s} = 6,5 \text{ m/s}$$

3.18 $v_0 = 0 \text{ m/s}$

$$v = 300 \text{ km/h} = \frac{300}{3,6} \text{ m/s} = 83,333 \text{ m/s}$$

$$a = 1,6 \text{ m/s}^2$$

$$v = v_0 + at$$

$$t = \frac{v - v_0}{a} = \frac{83,333 - 0}{1,6} \text{ s} = 52,083 \text{ s}$$

$$s = \frac{at^2}{2} = \frac{1,6 \cdot 52,083^2}{2} \text{ m} = 2170 \text{ m. Startbanan måste vara minst 2,2 km.}$$

3.19 a) vt-grafen är linjär. Då är accelerationen konstant. Bil B har störst acceleration, linjen har störst lutning.

b) sträckan = arean under grafen
Efter 5,0s har bil A kört längst. Areal under graf A är större än arean under graf B.

c) Hur långt har bilarna kört efter 10s?

Beräkna medelhastigheten:

$$\bar{v}_A = \frac{5+15}{2} \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}$$

$$\bar{v}_B = \frac{0+20}{2} \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}$$

Bilarna har samma medelhastighet, då har de kört lika långt.

3.20 a) Intervall 1: $v_0 = 0 \text{ m/s}$, $a = 3,0 \text{ m/s}^2$, $t = 5,0 \text{ s}$

$$v = v_0 + at = 3,0 \cdot 5,0 \text{ m/s} = 15 \text{ m/s}$$

Intervall 2: $v_0 = 15 \text{ m/s}$, $a = 2,0 \text{ m/s}^2$, $t = 3,0 \text{ s}$

$$v = v_0 + at = 15 + 2,0 \cdot 3,0 \text{ m/s} = 21 \text{ m/s}. \text{ Sluthastigheten är } 21 \text{ m/s}.$$

b) Intervall 1:

$$\bar{v} = \frac{v + v_0}{2} = \frac{15}{2} \text{ m/s} = 7,5 \text{ m/s}$$

$$s = \bar{v}t = 7,5 \cdot 5,0 \text{ m} = 37,5 \text{ m}$$

Intervall 2:

$$\bar{v} = \frac{v + v_0}{2} = \frac{15 + 21}{2} \text{ m/s} = 18 \text{ m/s}$$

$$s = \bar{v}t = 18 \cdot 3,0 \text{ m} = 54 \text{ m}$$

$$\text{Totala sträckan blir: } s = 37,5 \text{ m} + 54 \text{ m} = 92 \text{ m}$$

c) vt-grafen: se facit i läroboken.

3.21 $s = s_r + s_b$

$$t_r = 0,8 \text{ s}, a = -5,0 \text{ m/s}^2$$

$$v_0 = 90 \text{ km/h} = \frac{90}{3,6} \text{ m/s} = 25 \text{ m/s}$$

$$v = 0 \text{ m/s}$$

Reaktionssträckan:

$$s_r = v_0 t_r = 25 \cdot 0,8 \text{ m} = 20 \text{ m}$$

Bromssträckan: $s_b = \bar{v} t_b$

$$v = v_0 + at_b$$

$$t_b = \frac{v - v_0}{a} = \frac{0 - 25}{-5,0} \text{ s} = 5,0 \text{ s}$$

$$s_b = \bar{v} t_b = \frac{v + v_0}{2} t_b = \frac{25}{2} \cdot 5,0 \text{ m} = 62,5 \text{ m}$$

Stoppsträckan blir:

$$s = s_r + s_b = 20 \text{ m} + 62,5 \text{ m} = 83 \text{ m}$$

3.22 a) $v_0 = 10 \text{ m/s}$, $v = 18 \text{ m/s}$, $s = 80 \text{ m}$

$$s = \bar{v}t = \frac{v + v_0}{2}t$$

$$t = \frac{2s}{v + v_0} = \frac{2 \cdot 80}{18 + 10} \text{ s} = 5,714 \text{ s}$$

$$v = v_0 + at$$

$$a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{18 - 10}{5,714} \text{ m/s}^2 = 1,4 \text{ m/s}^2$$

b) Hastigheten efter halva sträckan, när $s = 40 \text{ m}$

För hastigheten gäller: $v = v_0 + at$

Lös ut t : $t = \frac{v - v_0}{a}$

För sträckan gäller: $s = \bar{v}t = \frac{v + v_0}{2}t$

Sätt in uttrycket för t och utveckla:

$$s = \frac{v + v_0}{2}t = \frac{v + v_0}{2} \cdot \frac{v - v_0}{a} = \frac{(v + v_0)(v - v_0)}{2a} = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

Lös ut v^2 och sätt in siffervärden:

$$v^2 = 2sa + v_0^2 = 2 \cdot 40 \cdot 1,4 + 10^2 \text{ m}^2/\text{s}^2 = 212 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

Hastigheten blir: $v = \sqrt{212} \text{ m/s} = 15 \text{ m/s}$

3.23 a) Falltid: $t = 1,2 \text{ s}$

$$g = 9,82 \text{ m/s}^2$$

$$s = \frac{gt^2}{2} = \frac{9,82 \cdot 1,2^2}{2} \text{ m} = 7,1 \text{ m}$$

b) Osäker tidmätning, luftmotståndet, tiden för ljudet att nå upp.

3.24 $s = 0,75 \text{ m}$

$$s = \frac{gt^2}{2}$$

$$t = \sqrt{\frac{2s}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,75}{9,82}} \text{ s} = 0,39 \text{ s}$$

Detta är tiden för upphoppet. Det tar lika lång tid att landa igen på marken.

Han är alltså i luften $2 \cdot 0,39 \text{ s} = 0,78 \text{ s}$

3.25 $s = 20 \text{ m}$, $t = 5,0 \text{ s}$

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

$$a = \frac{2s}{t^2} = \frac{2 \cdot 20}{5,0^2} \text{ m/s}^2 = 1,6 \text{ m/s}^2$$

Tabellvärde: $1,62 \text{ m/s}^2$

3.26 $s = 400 \text{ m}$, $s = \frac{gt^2}{2}$, lös ut t^2 : $t^2 = \frac{2s}{g}$

$$t = \sqrt{\frac{2s}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 400}{9,82}} \text{ s} = 9,026 \text{ s}$$

$$v = gt = 9,82 \cdot 9,026 \text{ m/s} = 89 \text{ m/s}$$

Luftmotståndet bromsar.

3.27 $v = 50 \text{ km/h}$

Fritt fall 12m. Hur stor är sluthastigheten?

$$s = \frac{gt^2}{2}, \text{ lös ut } t^2: t^2 = \frac{2s}{g}$$

$$t = \sqrt{\frac{2s}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 12}{9,82}} \text{ s} = 1,563 \text{ s}$$

$$v = gt = 9,82 \cdot 1,563 \text{ m/s} = 15,35 \text{ m/s} =$$

$$= 15,35 \cdot 3,6 \text{ km/h} = 55 \text{ km/h}$$

Om $v = 50 \text{ km/h}$ kan falltiden bestämmas:

$$v = gt$$

$$t = \frac{v}{g} = \frac{50/3,6}{9,82} \text{ s} = 1,414 \text{ s}$$

Fallsträckan blir:

$$s = \frac{gt^2}{2} = \frac{9,82 \cdot 1,414^2}{2} \text{ m} = 9,8 \text{ m}$$

3.28 Fritt fall 5m

$$s = \frac{gt^2}{2}, \text{ lös ut } t^2: t^2 = \frac{2s}{g}$$

$$t = \sqrt{\frac{2s}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 5}{9,82}} \text{ s} = 1,009 \text{ s}$$

$$v = gt = 9,82 \cdot 1,009 \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}$$

Alternativ B

3.29 Bollen ska vara i luften 2,0s. Den vänder efter halva tiden, $t = 1,0 \text{ s}$.

$v = 0 \text{ m/s}$ när bollen vänder. Bestäm positiv riktning uppåt.

$$v = v_0 - gt$$

$$0 = v_0 - gt$$

$$v_0 = gt = 9,82 \cdot 1,0 \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}$$

Alternativ C

3.30 a) Lutningen på linjen blir $\frac{\Delta m}{\Delta V}$ som är samma som densitet.

$$\text{Enheten blir } \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

b) Lutningen på linjen blir $\frac{\Delta s}{\Delta t}$ som är samma som hastighet.

$$\text{Enheten blir } \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

3.31 Lutningen på linjen blir $\frac{\Delta V}{\Delta l}$ och enheten blir $\frac{\text{cm}^3}{\text{cm}} = \text{cm}^2$. Lutningen anger stavens genomskärningsarea.

3.32 Arealen under grafen blir $a \cdot t$ som ger en hastighet.

$$\text{Enheten blir } \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{s} = \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

3.33 a) Avläs värden i grafen. Beräkna, om nödvändigt, tiden i sekunder:

$$v_{\text{max}} = 24 \text{ m/s}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{24 - 0}{60 \cdot 2 - 0} \text{ m/s}^2 = 0,2 \text{ m/s}^2$$

$$t_{\text{broms}} = 10,0 \text{ min} - 7,0 \text{ min} = 3,0 \text{ min}$$

Sträckan = arealen under grafen

$$s = \frac{24 \cdot 2 \cdot 60}{2} + 24 \cdot 5 \cdot 60 + \frac{24 \cdot 3 \cdot 60}{2} \text{ m} = 10,8 \text{ km}$$

b) $s = \bar{v}t$

$$\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{10\,800}{10 \cdot 60} \text{ m/s} = 18 \text{ m/s}$$

c) Bestäm accelerationen i olika intervall:

$$0 - 2 \text{ min: } a = 0,20 \text{ m/s}^2$$

$$2 - 7 \text{ min: } a = 0 \text{ m/s}^2$$

$$7 - 10 \text{ min: } a = \frac{0 - 24}{10 - 7} \text{ m/s}^2 = -0,13 \text{ m/s}^2$$

at -graf: se facit i läroboken.

3.34

a	x^2	m^2	area
b	x/v	$\frac{\text{m}}{\frac{\text{m}}{\text{s}}} = \text{m} \cdot \frac{\text{s}}{\text{m}} = \text{s}$	tid
c	$a \cdot t^2$	$\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{s}^2 = \text{m}$	sträcka
d	$v \cdot t$	$\frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \text{s} = \text{m}$	sträcka
e	x^3	m^3	volym
f	v/a	$\frac{\frac{\text{m}}{\text{s}}}{\frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{\text{s}^2}{\text{m}} = \text{s}$	tid

3.35 a) Tabellen visar medelhastigheten i m/s

	$v_{20\text{m}}$	$V_{40\text{m}}$	$V_{60\text{m}}$	$V_{80\text{m}}$	$V_{100\text{m}}$
F i n a l	$\frac{20}{2,89} = 6,92$	$\frac{20}{4,64 - 2,89} = 11,4$	$\frac{20}{6,31 - 4,64} = 12,0$	$\frac{20}{7,92 - 6,31} = 12,4$	$\frac{20}{9,58 - 7,92} = 12,0$
S e m i	$\frac{20}{2,89} = 6,92$	$\frac{20}{4,68 - 2,89} = 11,2$	$\frac{20}{6,41 - 4,68} = 11,6$	$\frac{20}{8,11 - 6,41} = 11,8$	$\frac{20}{9,89 - 8,11} = 11,2$

b) Tabellen visar att medelhastigheten är som störst mellan 60 m och 80 m.

c) Ja

d) Tabellen visar att medelhastigheten minskar i intervallet 80 m till 100 m. Accelerationen är alltså negativ i det sista intervallet.

Testa dig i fysik

- 1 a) Avläs värden i grafen:

$$s = \bar{v}t$$

$$\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{17,5}{10} \text{ dm/s} = 1,75 \text{ dm/s} = 0,18 \text{ m/s}$$

- b) Avläs värden i grafen:

$$s = \bar{v}t$$

$$\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{5,5}{3} \text{ dm/s} = 1,8 \text{ dm/s} = 0,18 \text{ m/s}$$

(OBS! Grafen ligger mellan 5 och 5,5).

- c) st -graf är en rät linje mellan 0 s och 3 s.

Då är $v = \bar{v} = 0,18 \text{ m/s}$ vid $t = 2,0 \text{ s}$.

- d) Vid $t = 4,0 \text{ s}$ är st -graf horisontell. Då är $v = 0 \text{ m/s}$.

- 2 I

- 3 II

$$4 \quad v = 300 \text{ km/h} = \frac{300}{3,6} \text{ m/s} = 83,333 \text{ m/s}$$

$$v_0 = 0 \text{ m/s}, \quad s = 400 \text{ m}$$

$$s = \bar{v}t = \frac{v + v_0}{2} t$$

$$t = \frac{2s}{v + v_0} = \frac{2 \cdot 400}{83,333} \text{ s} = 9,6 \text{ s}$$

$$v = v_0 + at$$

$$a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{83,333}{9,6} \text{ m/s}^2 = 8,7 \text{ m/s}^2$$

- 5 Klockan 14:25:00 är $v_0 = 20 \text{ km/h}$

3 sekunder senare är $v = 50 \text{ km/h}$

Hastigheten ökar med $\frac{50 - 20}{3} \text{ km/h} = 10 \text{ km/h}$ varje sekund.

- a) $v = 90 \text{ km/h}$

$$\Delta v = 90 - 20 \text{ km/h} = 70 \text{ km/h}$$

$$\text{Det tar } \frac{70}{10} \text{ s} = 7,0 \text{ s}$$

Kl. 14:25:07

- b) Kl. 14:25:01 är $v = 20 + 10 \text{ km/h} = 30 \text{ km/h}$

- c) Från 14:25:00 till 14:25:05

$$t = 5,0 \text{ s}$$

$$v = 20 + 50 \text{ km/h} = 70 \text{ km/h}$$

$$\bar{v} = \frac{v + v_0}{2} t = \frac{70 + 20}{2} \text{ km/h} = 45 \text{ km/h} =$$

$$= \frac{45}{3,6} \text{ m/s} = 12,5 \text{ m/s}$$

$$s = \bar{v}t = 12,5 \cdot 5,0 \text{ m} = 63 \text{ m}$$

6 Fritt fall 24 m

$$s = \frac{gt^2}{2}$$

$$t = \sqrt{\frac{2s}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 24}{9,82}} \text{ s} = 2,2 \text{ s}$$

7 $v_0 = 120 \text{ m/s}$, $v = 0 \text{ m/s}$, $a = -6 \text{ m/s}^2$

a) $v = v_0 + at$

$$t = \frac{v - v_0}{a} = \frac{0 - 120}{-6} \text{ s} = 20 \text{ s}$$

b) $s = v_0 t + \frac{at^2}{2} = 120 \cdot 20 - \frac{6 \cdot 20^2}{2} \text{ m} = 1200 \text{ m}$

Nej, planet behöver minst 1 200m för att stanna.

8 Välj positiv riktning ut från väggen.

$$v_0 = -12 \text{ m/s}, v = 8 \text{ m/s}, \Delta t = 28 \text{ ms} = 0,028 \text{ s}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{\Delta t} = \frac{8 - (-12)}{0,028} \text{ m/s}^2 = 710 \text{ m/s}^2$$

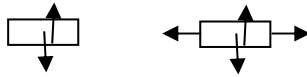
ut från väggen.

4. Newtons lagar

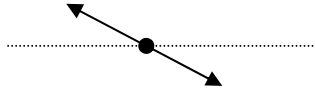
Räkna fysik

- 4.01** Aristoteles: "Det är naturligt för bollen att ligga stilla."
Galilei: "Det verkar krafter som stoppar bollens rörelse."
- 4.02** a) Hastigheten minskar på grund av friktion och luftmotstånd.
b) Nej, i praktiken finns det alltid litet friktion.
- 4.03** Tyngdkraften verkar i samtliga fall. Dessutom verkar:
a) Normalkraft från golvet
b) Normalkrafter från stolen och golvet
c) Normalkraft från underlaget, ev. luftmotstånd
d) Normalkrafter och andra kontaktkrafter från cykeln, luftmotstånd
e) luftmotstånd och kraft från vattnet
f) krafter från vattnet
- 4.04** Addera om krafterna har samma riktning, subtrahera om de har olika riktning.
a) 6 N åt höger b) 2 N åt vänster
c) 2 N åt höger d) 0 N
e) 5 N åt höger f) 1 N åt vänster
g) 0 N h) 2 N åt vänster
- 4.05** a) +6 N b) -2 N c) +2 N
d) 0 N e) +5N f) -1 N
g) 0 N h) -2 N
- 4.06** Använd Pythagoras sats:
 $F_R = \sqrt{3^2 + 4^2} \text{ N} = 5 \text{ N}$
 $F_R = \sqrt{5^2 + 12^2} \text{ N} = 13 \text{ N}$
- 4.07** Se facit i läroboken.
- 4.08** Den vänstra kraften:
 $F_x = F \cos 38^\circ = 58 \cdot \cos 38^\circ \text{ N} = 46 \text{ N}$
 $F_y = F \sin 38^\circ = 58 \cdot \sin 38^\circ \text{ N} = 36 \text{ N}$
Välj x-riktningen snett neråt på den högra kraften:
 $F_x = F \cos 60^\circ = 340 \cdot \cos 60^\circ \text{ N} = 170 \text{ N}$
 $F_y = F \sin 60^\circ = 340 \cdot \sin 60^\circ \text{ N} = 290 \text{ N}$
- 4.09** Den framåtdrivande kraften utgörs av den horisontella komponenten av den kraft han trycker med, d.v.s.
 $F_{\text{fram}} = F \cos 45^\circ = 94 \cdot \cos 45^\circ \text{ N} = 66 \text{ N}$
- 4.10** a) Vagnen står stilla.
b) Vagnen fortsätter rakt fram med konstant hastighet.

- 4.11 a) Resultantkraften är 0 N i samtliga fall. Fall 1 – 3 beskrivs av figuren till vänster, fall 4 av figuren till höger.



- b) Lika stor, men motsatt riktad. Se figur.



- 4.12 Kraften måste vara större än tyngdkraften.

Tyngdkraften: $F_g = mg = 130 \cdot 10^3 \cdot 9,82 \text{ N} = 1,3 \text{ MN}$

- 4.13 a) Eftersom bilens riktning ändras är det farten och inte hastigheten som är konstant.

Det krävs en resulterande kraft för att ändra rörelseriktningen.

- b) Den fortsätter rakt fram i den ursprungliga riktningen.

4.14 $F = ma$

a) $m = 56 \text{ kg}$, $a = 3,5 \text{ m/s}^2$

$$F = ma = 56 \cdot 3,5 \text{ N} = 196 \text{ N} = 200 \text{ N}$$

b) $m = 0,450 \text{ kg}$, $F = 30 \text{ N}$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{30}{0,450} \text{ m/s}^2 = 67 \text{ m/s}^2$$

c) $a = 4,2 \text{ m/s}^2$, $F = 5,0 \text{ kN} = 5000 \text{ N}$

$$m = \frac{F}{a} = \frac{5000}{4,2} \text{ kg} = 1190 \text{ kg} = 1,2 \text{ ton}$$

4.15 Bestäm resultantkraften, $F_{\text{res}} = ma$

a) $F_{\text{res}} = F_2 - F_1 = 19 - 15 \text{ N} = 4 \text{ N}$ åt höger

$$a = \frac{F_{\text{res}}}{m} = \frac{4}{2,5} \text{ m/s}^2 = 1,6 \text{ m/s}^2 \text{ åt höger.}$$

b) $m = 12 \text{ kg}$, $a = 1,5 \text{ m/s}^2$

$$F_{\text{res}} = ma = 12 \cdot 1,5 \text{ N} = 18 \text{ N}$$

$$F_{\text{res}} = F_1 + F_2, \quad F_1 = 7,0 \text{ N}$$

$$F_2 = F_{\text{res}} - F_1 = 18 - 7,0 \text{ N} = 11 \text{ N}$$

c) $F_{\text{res}} = F - K = 93 - 28 \text{ N} = 65 \text{ N}$

$$a = 2,6 \text{ m/s}^2$$

$$m = \frac{F_{\text{res}}}{a} = \frac{65}{2,6} \text{ kg} = 25 \text{ kg}$$

4.16 $m = 1200 \text{ kg}$, $v_0 = 13 \text{ m/s}$

$$F = 1800 \text{ N}, \quad t = 4,0 \text{ s}$$

$$F = ma$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{1800}{1200} \text{ m/s}^2 = 1,5 \text{ m/s}^2$$

a) $a = +1,5 \text{ m/s}^2$

$$v = v_0 + at = 13 + 1,5 \cdot 4,0 \text{ m/s} = 19 \text{ m/s}$$

b) $a = -1,5 \text{ m/s}^2$

$$v = v_0 + at = 13 - 1,5 \cdot 4,0 \text{ m/s} = 7,0 \text{ m/s}$$

4.17 $m = 0,51 \text{ kg}$

a) $F_g = mg = 0,51 \cdot 9,82 \text{ N} = 5,0 \text{ N}$

b) Tyngden är lika stor, $F_g = 5,0 \text{ N}$

c) Se facit i läroboken.

4.18 $m = 0,200 \text{ kg}$, $F_g = 0,74 \text{ N}$

a) $F_g = mg$

$$g = \frac{F_g}{m} = \frac{0,74}{0,200} \text{ m/s}^2 = 3,7 \text{ m/s}^2$$

b) $m = 920 \text{ kg}$

$$F_g = mg = 920 \cdot 3,7 \text{ N} = 3,4 \text{ kN}$$

4.19 $v_0 = 12 \text{ m/s}$, $v = 20 \text{ m/s}$

$t = 6,5 \text{ s}$, $m = 70 \text{ kg}$

a) $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t} = \frac{20 - 12}{6,5} \text{ m/s}^2 = 1,2308 \text{ m/s}^2 = 1,2 \text{ m/s}^2$

b) Den resulterande kraften: $F_{\text{res}} = ma = 70 \cdot 1,2308 \text{ N} = 86 \text{ N}$

Dragkraften: $F_{\text{drag}} = 150 \text{ N}$

Bakåtriktad, F , orsakas av friktion och luftmotstånd.

Beräknas ur sambandet:

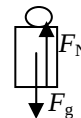
$$F_{\text{res}} = F_{\text{drag}} - F$$

$$F = F_{\text{drag}} - F_{\text{res}} = 150 - 86 \text{ N} = 64 \text{ N}$$

4.20 a) $m = 51 \text{ kg}$

$$F_g = mg = 51 \cdot 9,82 \text{ N} = 500 \text{ N}$$

$$F_N = F_g = 500 \text{ N}$$



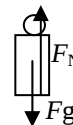
b) $a = 1,2 \text{ m/s}^2$

$$ma = F_N - F_g$$

$$F_g = 500 \text{ N}$$

$$F_N = ma + F_g = 51 \cdot 1,2 + 500 \text{ N}$$

$$F_N = 560 \text{ N}$$



c) $F_g = 500 \text{ N}$

Accelerationen är neråtriktad.

$$a = g = 9,82 \text{ m/s}^2$$



4.21 $m = 76,5 \text{ kg}$

$$F_g = mg = 76,5 \cdot 9,82 \text{ N} = 751,23 \text{ N} = 750 \text{ N} \text{ verkar neråt hela tiden.}$$

I vajern verkar en uppåtriktad kraft, F , som blir:

a) $a = 1,3 \text{ m/s}^2$, uppåtriktad

$$ma = F - F_g$$

$$F = ma + F_g = 76,5 \cdot 1,3 + 751,23 \text{ N} = 850 \text{ N}$$

b) $a = 0 \text{ m/s}^2$

$$F = F_g = 750 \text{ N}$$

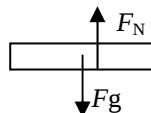
c) $a = -1,3 \text{ m/s}^2$, neråtriktad

$$ma = F - F_g$$

$$F = ma + F_g = -76,5 \cdot 1,3 + 751,23 \text{ N} = 650 \text{ N}$$

- 4.22 a) Tyngdkraften verkar på äpplet. Motkraften verkar på jorden.
En uppåtriktad kraft verkar på äpplets skaft. En motkraft verkar på grenen, i upphängningspunkten.
b) Tyngdkraften verkar under fallet. En motkraft verkar på jorden.

- 4.23 a) Tyngdkraften och normalkraften verkar.



- b) Vi har jämvikt eftersom boken ligger stilla.
Den resulterande kraften på boken är lika med noll (Newtons 1:a lag).
Alla krafter verkar på boken. Newtons 3:e lag beskriver krafter som verkar på olika föremål.
c) Tyngdkraften – motkraft på jorden.
Normalkraften – motkraft på bordet.

- 4.24 Loket drar vagnen. Vagnens massa och acceleration är:

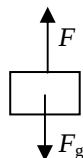
$$m = 5,0 \cdot 10^3 \text{ kg}, \quad a = 2,0 \text{ m/s}^2$$

Kraften på vagnen blir:

$$F = ma = 5,0 \cdot 10^3 \cdot 2,0 \text{ N} = 10 \text{ kN}$$

Kraften på loket är motkraft, d.v.s. den är också 10 kN.

- 4.25 a) Se figur.



- b) Kraften i dynamometern är, enligt Newtons 3:e lag, motkraft till kraften F i figuren till höger.
Vi har jämvikt, $F = F_g$, enligt Newtons 1:a lag.
Kraften i dynamometern blir då lika stor som tyngden.

- 4.26 Luftmotståndet ökar när hastigheten ökar tills $F_{\text{luftmotstånd}} = mg$.
Då är den resulterande kraften noll, och hastigheten blir konstant i fortsättningen.

$$m = 1,2 \text{ kg}$$

$$F_{\text{luftmotstånd}} = mg = 1,2 \cdot 9,82 \text{ N} = 12 \text{ N}$$

- 4.27 Följande krafter verkar på B:

$$\text{Tyngden } F_g = mg = 20 \cdot 9,82 \text{ N} = 196 \text{ N}$$

En kraft från A som är lika stor som A:s tyngd:

$$F = 10 \cdot 9,82 \text{ N} = 98 \text{ N}$$

Från underlaget verkar en normalkraft. Vi har jämvikt. Då gäller:

$$F_N = F + F_g = (98 + 196) \text{ N} = 294 \text{ N}$$

Figur: Se facit i läroboken.

- 4.28 Se figur till höger. Vi har jämvikt:

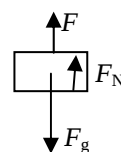
$$F_g = F + F_N$$

$$F_g = mg = 0,400 \cdot 9,82 \text{ N} = 3,93 \text{ N}$$

Normalkraften beräknas med hjälp av vågens utslag:

$$F_N = 0,170 \cdot 9,82 \text{ N} = 1,67 \text{ N}$$

$$F = F_g - F_N = 3,93 - 1,67 \text{ N} = 2,26 \text{ N}$$



4.29 $v_0 = 70 \text{ km/h} = \frac{70}{3,6} \text{ m/s} = 19,444 \text{ m/s}$

$m = 1200 \text{ kg}$, $v = 0 \text{ m/s}$

$F = -8,0 \text{ kN}$

Beräkna accelerationen.

$F = ma$

$a = \frac{F}{m} = \frac{-8,0 \cdot 10^3}{1200} \text{ m/s}^2 = -6,6667 \text{ m/s}^2$

Beräkna tiden och bromssträckan med hjälp av rörelselagarna:

$v = v_0 + at$

$t = \frac{v - v_0}{a} = \frac{0 - 19,444}{-6,6667} \text{ s} = 2,9 \text{ s}$

$s = \bar{v}t = \frac{v + v_0}{2}t = \frac{0 + 19,444}{2} \cdot 2,9 \text{ m} = 28 \text{ m}$

4.30 Vi sätter puckens riktning efter slaget som positiv riktning. Då gäller:

$v = 20 \text{ m/s}$, $v_0 = -10 \text{ m/s}$, $\Delta t = 0,030 \text{ s}$

$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{\Delta t} = \frac{20 - (-10)}{0,030} \text{ m/s}^2 = 1000 \text{ m/s}^2$ Kraften blir:

$m = 0,15 \text{ kg}$

$F = ma = 0,15 \cdot 1000 \text{ N} = 150 \text{ N}$

i positiv riktning.

4.31 $m = 42,2 \text{ kg}$

Tyngdkraften verkar neråt i alla tre fallen:

$F_g = mg = 42,2 \cdot 9,82 \text{ N} = 414,404 \text{ N} = 414 \text{ N}$

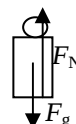
Dessutom verkar en uppåtriktad normalkraft, N .

a) $a = 1,1 \text{ m/s}^2$

$ma = F_N - F_g$

$F_N = ma + F_g = 42,2 \cdot 1,1 + 414,404 \text{ N}$

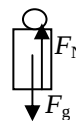
$F_N = 460,824 \text{ N} = 461 \text{ N}$



b)

$a = 0 \text{ m/s}^2$

$F_N = F_g = 414 \text{ N}$



c) $a = -1,1 \text{ m/s}^2$

$ma = F_N - F_g$

$F_N = ma + F_g = -42,2 \cdot 1,1 + 414,404 \text{ N}$

$F_N = 367,984 \text{ N} = 368 \text{ N}$



d) Badrumsvågen visar normalkraften:

461N, 414N resp. 368N

e) Beräkna massan som om normalkraften var tyngden:

$m = \frac{F_N}{g} = \frac{460,824}{9,82} \text{ kg} = 46,9 \text{ kg}$

$m = 42,2 \text{ kg}$

$m = \frac{F_N}{g} = \frac{367,984}{9,82} \text{ kg} = 37,5 \text{ kg}$

- 4.32 a)** $m_A = 3,0 \text{ kg}$, $m_B = 2,0 \text{ kg}$, $F = 12 \text{ N}$

$$F = ma = (m_A + m_B)a$$

$$a = \frac{F}{m_A + m_B} = \frac{12}{3,0 + 2,0} \text{ m/s}^2 = 2,4 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Kraften på B: } F_B = m_B a = 2,0 \cdot 2,4 \text{ N} = 4,8 \text{ N}$$

Den bakåtriktade kraften på A är lika stor (motkraft).

- b)** Kraften i snöret är samma som beräknades ovan, d.v.s. 4,8 N

- c)** Se figur i facit på sid. 334 i läroboken.

- 4.33 a)** Båda faller med samma acceleration eftersom det är fritt fall.
Då är kraften i snöret lika med noll.

- b)** Samma som a.

- 4.34** Använd Newtons gravitationslag i både a och b:

$$\text{a)} \quad F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{0,365^2}{0,35^2} \text{ N} = 7,3 \cdot 10^{-11} \text{ N}$$

- b)** Lös ut r:

$$r = \sqrt{\frac{G m_1 m_2}{F}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 1,675^2}{7,3 \cdot 10^{-11}}} \text{ m} = 1,6 \text{ m}$$

- 4.35** Elektronens och protonens massor finns i formelsamlingen.

$$m_p = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \text{ och } m_e = 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{1,673 \cdot 10^{-27} \cdot 9,109 \cdot 10^{-31}}{(5 \cdot 10^{-11})^2} \text{ N} = 4 \cdot 10^{-47} \text{ N}$$

- 4.36** Räkna som om jordens massa var koncentrerad till en punkt i jordens centrum.

Då är avståndet mellan jorden och rymdsonden lika med 3 jordradier:

$$r = 3r_{\text{jord}} = 3 \cdot 6,38 \cdot 10^6 \text{ m} = 1,914 \cdot 10^7 \text{ m}$$

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{5,98 \cdot 10^{24} \cdot 2500}{(1,914 \cdot 10^7)^2} \text{ N} = 2,7 \text{ kN}$$

- 4.37** I formelsamlingen finns data om jorden, månen och solen:

Medelavståndet mellan jorden och månen: $r_1 = 3,844 \cdot 10^8 \text{ m}$

Medelavståndet mellan jorden och solen: $r_3 = 1,496 \cdot 10^{11} \text{ m}$

Medelavståndet mellan månen och solen kan beräknas m. h. a.

Pythagoras sats: $r_2 = \sqrt{r_3^2 - r_1^2}$, men eftersom $r_1 \ll r_3$ så blir $r_2 \approx r_1$.

Beräkna kraften mellan månen och jorden resp månen och solen.

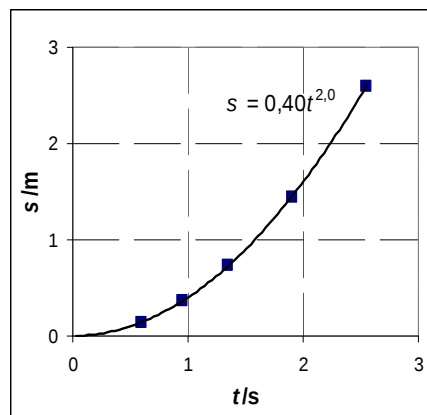
Bestäm därefter resultantkraften.

$$F_1 = G \frac{m_1 m_2}{r^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{7,349 \cdot 10^{22} \cdot 5,977 \cdot 10^{24}}{(3,844 \cdot 10^8)^2} \text{ N} = 1,98276 \cdot 10^{20} \text{ N}$$

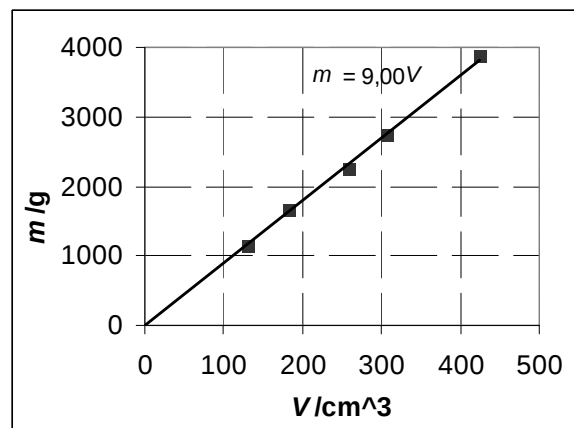
$$F_2 = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{7,349 \cdot 10^{22} \cdot 1,989 \cdot 10^{30}}{(1,496 \cdot 10^{11})^2} \text{ N} = 4,3564 \cdot 10^{20} \text{ N}$$

$$F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} \approx 4,8 \cdot 10^{20} \text{ N}$$

4.38 Som ses i figuren nedan passar ett kvadratisk samband $s = 0,40t^2$ bra.



4.39 Som ses i figuren nedan passar ett linjärt samband $m = 9,00V$ bra.



Testa dig i fysik

1 $m = 58 \text{ kg}$

Nordpolen: $g = 9,83 \text{ m/s}^2$

$$F_g = mg = 58 \cdot 9,83 \text{ N} = 570 \text{ N}$$

Ekvatorn: $g = 9,78 \text{ m/s}^2$

$$F_g = mg = 58 \cdot 9,78 \text{ N} = 567 \text{ N}$$

Tyngden minskar 3 N.

2 $m = 56 \text{ kg}$

Kraften i vardera repdel = F .

Jämvikt:

$$2F = mg$$

$$F = \frac{mg}{2} = \frac{56 \cdot 9,82}{2} \text{ N} = 275 \text{ N}$$

3 Se facit i läroboken.

4 $F_{\text{drag}} = 2800 \text{ N}$, $F_{\text{motst}} = 1900 \text{ N}$

$$F_g = mg = 1800 \text{ N}$$

$$m = \frac{F_g}{g} = \frac{1800}{9,82} \text{ kg} = 183,299 \text{ kg}$$

a) Resultande, accelererande kraft:

$$F_{\text{res}} = F_{\text{drag}} - F_{\text{motst}} = 2800 - 1900 \text{ N} = 900 \text{ N}$$

$$F_{\text{res}} = ma$$

$$a = \frac{F_{\text{res}}}{m} = \frac{900}{183,299} \text{ m/s}^2 = 4,91 \text{ m/s}^2$$

b) $t = 8,0 \text{ s}$

$$v = v_0 + at = 0 + 4,91 \cdot 8 \text{ m/s} = 39 \text{ m/s}$$

c) $s = \frac{at^2}{2} = \frac{4,91 \cdot 8^2}{2} \text{ m} = 160 \text{ m}$

5 Beräkna först accelerationen och använd därefter kraftlagen.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{(90 - 50) / 3,6}{5} \text{ m/s}^2 = 2,222 \text{ m/s}^2$$

$$F = ma = 1250 \cdot 2,222 \text{ N} = 2,8 \text{ kN}$$

6 Tyngdkraften verkar på stenen. Den är konstant, negativ.
Alternativ B.

7 Luftmotståndet $F_L = kv$

Hastigheten ökar tills $F_L = mg$. Därefter fortsätter rörelsen med konstant hastighet.

$$m = 45 \text{ kg}, k = 15 \text{ kg/s}$$

$$kv_{\text{max}} = mg$$

$$v_{\text{max}} = \frac{mg}{k} = \frac{45 \cdot 9,82}{15} \text{ m/s} = 29 \text{ m/s}$$

8 Luftmotstånd: $F = 100 \text{ N}$

Massan: $m = 82 \text{ kg}$

Fallsträcka: $s = 25 \text{ m}$

Resulterande kraft ger accelerationen:

$$F_{\text{res}} = F_g - F = mg - F = 82 \cdot 9,82 - 100 \text{ N} = 705,24 \text{ N}$$

$$F_{\text{res}} = ma$$

$$a = \frac{F_{\text{res}}}{m} = \frac{705,24}{82} \text{ m/s}^2 = 8,600 \text{ m/s}^2$$

Använd rörelselagarna:

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

$$t = \sqrt{\frac{2s}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 50}{8,600}} \text{ s} = 2,411 \text{ s}$$

$$v = v_0 + at = 0 + 8,600 \cdot 2,411 \text{ m/s} = 21 \text{ m/s}$$

5. Energi

5.01 Se uppslagsverk.

5.02 Se facit i läroboken.

5.03 I en vanlig glödlampa omvandlas större delen av den elektriska energin till värmestrålning; bara en liten del blir synligt ljus. I en lågenergilampa blir större delen av energin ljus.

5.04 $F = 60\text{ N}$, $s = 25\text{ m}$
Uträttat arbete: $W = F \cdot s = 60 \cdot 25\text{ J} = 1500\text{ J}$

5.05 a) $F = 80\text{ N}$, $s = 0,75\text{ m}$
Uträttat arbete: $W = Fs = 80 \cdot 0,75\text{ J} = 60\text{ J}$
b) Ingen rörelse: $W = 0\text{ J}$
c) Ingen rörelse i kraftens riktning: $W = 0\text{ J}$

5.06 $F = 85\text{ N}$, $s = 5,0\text{ m}$
Kraften, F , bildar 45° vinkel med rörelseriktningen. Dela upp F i komponenter. Rörelsen sker i x -led.
Vi får: $F_x = F \cos 45^\circ$
Uträttat arbete:
 $W = F_x s = Fs \cos 45^\circ = 85 \cdot 5,0 \cdot \cos 45^\circ\text{ J}$
 $W = 0,30\text{ kJ}$

5.07 a) $F = 16$, $s = 200\text{ m}$
Kraften, F , bildar 20° vinkel med rörelseriktningen. Dela upp F i komponenter. Rörelsen sker i x -led.
Vi får: $F_x = F \cos 20^\circ$
Uträttat arbete:
 $W = F_x s = Fs \cos 20^\circ = 16 \cdot 200 \cdot \cos 20^\circ\text{ J}$
 $W = 3,0\text{ kJ}$
b) $F_\mu = -15\text{ N}$ rakt bakåt
 $W = F_\mu s = -15 \cdot 200\text{ J} = -3,0\text{ kJ}$
c) Tyngdkraften och normalkraften från underlaget. Deras riktningar är vinkelrätt mot rörelseriktningen.
De uträttar inget arbete.
d) Om vinkeln mellan kraften, F , och rörelseriktningen är mindre än 20° .

5.08 a) $W = 3,34 \cdot 10^{31}\text{ J}$
 $t = 1\text{ dygn} = 1 \cdot 24 \cdot 3600\text{ s} = 86400\text{ s}$
 $P = \frac{W}{t} = \frac{3,34 \cdot 10^{31}}{86400}\text{ W} = 3,87 \cdot 10^{26}\text{ W}$
b) $P = 100\text{ MW}$, $t = 1\text{ h} = 3600\text{ s}$
 $W = Pt = 100 \cdot 10^6 \cdot 3600\text{ J} = 3,6 \cdot 10^{11}\text{ J}$
 $W = 0,36\text{ TJ}$

5.09 $t = 3,0 \text{ min} = 3,0 \cdot 60 \text{ s} = 180 \text{ s}$

$$F = 6,3 \text{ kN}, s = 400 \text{ m}$$

$$W = Fs = 6,3 \cdot 10^3 \cdot 400 \text{ J} = 2,52 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{2,52 \cdot 10^6 \text{ J}}{180} \quad W = 14 \text{ kW}$$

5.10 Beräkna arbetet för att lyfta skottkärran:

$$W = Fs = mgs = 120 \cdot 9,82 \cdot 12 \text{ J} = 14140,8 \text{ J}$$

Beräkna tiden för motorn att arbeta:

$$P = \frac{W}{t}$$

$$t = \frac{W}{P} = \frac{14140,8}{1200} \text{ s} = 12 \text{ s}$$

5.11 Beräkna arbetet under 1s.

$$s = 1 \text{ m}, m = 75 \text{ kg}$$

$$F = mg = 75 \cdot 9,82 \text{ N} = 736,5 \text{ N}$$

$$W = Fs = 736,5 \cdot 1 \text{ J} = 736,5 \text{ J}$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{736,5}{1} \quad W = 736,5 \text{ W}$$

5.12 a) $P = 12 \text{ kW}, v = 10 \text{ m/s}$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{Fs}{t} = Fv$$

Dragkraften är som störst när hastigheten är lägst.

b) $v = 80 \text{ km/h} = \frac{80}{3,6} \text{ m/s} = 22,22 \text{ m/s}$

$$F = \frac{P}{v} = \frac{12 \cdot 10^3}{22,22} \text{ N} = 540 \text{ N}$$

När dragkraften är lika stor som luftmotståndet, kan hastigheten inte öka mer.

5.13 a) $m = 260 \cdot 10^3 \text{ kg}, P = 650 \text{ kW}$

$$v = 36 \text{ km/h} = \frac{36}{3,6} \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}$$

$$F_{\text{mot}} = 0,005 \text{ mg} = 0,005 \cdot 260 \cdot 10^3 \cdot 9,82 \text{ N}$$

$$F_{\text{mot}} = 12766 \text{ N}$$

Lokomotivet utvecklar effekten:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F_{\text{drag}} s}{t} = F_{\text{drag}} v$$

Dragkraften blir:

$$F_{\text{drag}} = \frac{P}{v} = \frac{650 \cdot 10^3}{10} \text{ N} = 65 \text{ kN}$$

Den accelererande kraften är:

$$F = F_{\text{drag}} - F_{\text{mot}} = 65 \cdot 10^3 - 12766 \text{ N} = 52234 \text{ N}$$

Accelerationen kan beräknas:

$$F = ma$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{52234}{260 \cdot 10^3} \text{ m/s}^2 = 0,2 \text{ m/s}^2$$

b) Dragkraften minskar när hastigheten ökar (vid konstant effekt)

5.14 a) $m = 50 \text{ g} = 0,050 \text{ kg}$, $v = 8,0 \text{ m/s}$

$$W_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{0,050 \cdot 8,0^2}{2} \text{ J} = 1,6 \text{ J}$$

b) $m = 60 \text{ ton} = 60 \cdot 10^3 \text{ kg}$

$$v = 800 \text{ km/h} = \frac{800}{3,6} \text{ m/s} = 222,2 \text{ m/s}$$

$$W_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{60 \cdot 10^3 \cdot 222,2^2}{2} \text{ J} = 1,5 \cdot 10^9 \text{ J}$$

c) $m = 60 \text{ kg}$, $W_k = 2,0 \text{ kJ}$

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

$$v^2 = \frac{2W_k}{m}$$

$$v = \sqrt{\frac{2W_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,0 \cdot 10^3}{60}} \text{ m/s} = 8,2 \text{ m/s}$$

5.15 a) $v = 20 \text{ m/s}$, $m = 435 \text{ g}$

$$W_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{0,435 \cdot 20^2}{2} \text{ J} = 87 \text{ J}$$

b) Uträttat arbete blir i huvudsak rörelseenergi hos bollen.
Det behövs minst 87J.

5.16 a) $v_0 = 10 \text{ m/s}$, $v = 15 \text{ m/s}$, $m = 1200 \text{ kg}$

Uträttat arbete = ändring av bilens kinetiska energi.

$$W = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = \frac{1200 \cdot 15^2}{2} - \frac{1200 \cdot 10^2}{2} \text{ J}$$

$$W = 75 \text{ kJ}$$

b) Bilens kinetiska energi är:

$$W_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{1200 \cdot 15^2}{2} \text{ J} = 135 \text{ kJ}$$

En ökning med 105kJ ger den kinetiska energin:

$$W_k = 135 + 105 \text{ kJ} = 240 \text{ kJ}$$

Bilens hastighet är nu:

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

$$v^2 = \frac{2W_k}{m}$$

$$v = \sqrt{\frac{2W_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 240 \cdot 10^3}{1200}} \text{ m/s} = 20 \text{ m/s}$$

c) Uträttat arbete = ökning av kinetisk energi: $W = \Delta W_k = 105 \text{ kJ}$

Accelerationssträcka: $s = 70 \text{ m}$

$$W = Fs$$

$$F = \frac{W}{s} = \frac{105 \cdot 10^3}{70} \text{ N} = 1,5 \text{ kN}$$

5.17 $m = 250 \text{ ton} = 250 \cdot 10^3 \text{ kg}$

$$v_0 = 120 \text{ km/h} = \frac{120}{3,6} \text{ m/s} = 33,33 \text{ m/s}$$

$$s = 1,5 \text{ km} = 1500 \text{ m}$$

Bromsarbetet = ändring av tågets kinetiska energi:

$$W = -Fs$$

$$\Delta W_k = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = -\frac{mv_0^2}{2}$$

$$-Fs = -\frac{mv_0^2}{2}$$

$$F = \frac{mv_0^2}{2s} = \frac{250 \cdot 10^3 \cdot 33,33^2}{2 \cdot 1500} \text{ N} = 93 \text{ kN}$$

5.18 Kraften uträttar ett arbete som ökar partikeln kinetisk energi. Från början är partikeln i vila.

a) $F = 3 \text{ N}$, $s = 2,0 \text{ m}$

$$\text{Arbete: } W = Fs = 3 \cdot 2,0 \text{ J} = 6,0 \text{ J}$$

Partikelns kinetiska energi är 6,0 J

b) $F = 4 \text{ N}$, $s = 5,0 - 2,0 \text{ m} = 3,0 \text{ m}$

$$\text{Arbete: } W = Fs = 4 \cdot 3,0 \text{ J} = 12 \text{ J}$$

Partikelns nya kinetiska energi är 6,0 + 12 J = 18 J

c) Kraften är 0 N. Den kinetiska energin ökar inte. Den är 18 J.

5.19 Motorns effekt: $P_{\text{motor}} = 57 \text{ kW}$

$$v_0 = 0 \text{ km/h} = 0 \text{ m/s}$$

$$v = 50 \text{ km/h} = \frac{50}{3,6} \text{ m/s} = 13,89 \text{ m/s}$$

$$m = 1100 \text{ kg}$$
, $t = 9,0 \text{ s}$

Ökning av bilens kinetiska energi:

$$\Delta W_k = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = \frac{1100 \cdot 13,89^2}{2} - 0 \text{ J} = 106 \text{ kJ}$$

Utvecklad effekt:

$$P_{\text{ut}} = \frac{W}{t} = \frac{\Delta W_k}{t} = \frac{106 \cdot 10^3}{9,0} \text{ W} = 11788 \text{ W}$$

Bilens verkningsgrad:

$$\eta = \frac{P_{\text{ut}}}{P_{\text{motor}}} = \frac{11788}{57 \cdot 10^3} = 0,21 = 21\%$$

5.20 Potentiell energi: $W_p = mgh$

$$m = 66 \text{ kg}$$
, $h = 10 \text{ m}$

a) $W_p = mgh = 66 \cdot 9,82 \cdot 10 \text{ J} = 6,5 \text{ kJ}$

b) $W_p = 5,0 \text{ kJ}$

$$h = \frac{W_p}{mg} = \frac{5,0 \cdot 10^3}{66 \cdot 9,82} \text{ m} = 7,7 \text{ m}$$

c) $h = -1,7 \text{ m}$

$$W_p = mgh = -66 \cdot 9,82 \cdot 1,7 \text{ J} = -1,1 \text{ kJ}$$

d) Den har omvandlats till friktionsvärme under inbromsningen i vattnet.

5.21 a) Motorns effekt: $P_{\text{motor}} = 1,0 \text{ kW}$

$$h = 5,0 \text{ m}$$

$$\text{Verkningsgrad: } \eta = 0,65$$

Utvecklad effekt:

$$\eta = \frac{P_{\text{ut}}}{P_{\text{motor}}}$$

$$P_{\text{ut}} = \eta \cdot P_{\text{motor}} = 0,65 \cdot 1000 \text{ W} = 650 \text{ W}$$

På en minut:

$$W = Pt = 650 \cdot 60 \text{ J} = 39 \text{ kJ}$$

b) Lyftarbete: $W = mgh$

$$m = \frac{W}{gh} = \frac{39 \cdot 10^3}{9,82 \cdot 5,0} \text{ kg} = 790 \text{ kg}$$

5.22 $m = 0,11 \text{ kg}$, $h = 2,60 \text{ m}$

a) Totala energin $W = W_p$

$$W_p = mgh = 0,11 \cdot 9,82 \cdot 2,60 \text{ J} = 2,8 \text{ J}$$

b) $h = \frac{2,60}{2} \text{ m} = 1,30 \text{ m}$

$$W_p = mgh = 0,11 \cdot 9,82 \cdot 1,30 \text{ J} = 1,4 \text{ J}$$

Totala energin: $W = W_p + W_k$

$$W_k = W - W_p = 2,8 - 1,4 \text{ J} = 1,4 \text{ J}$$

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

$$v = \sqrt{\frac{2W_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,4}{0,11}} \text{ m/s} = 5,1 \text{ m/s}$$

c) Totala energin bevaras:

$$W_p = 0 \text{ J}$$

$$W_k = 2,8 \text{ J}$$

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

$$v = \sqrt{\frac{2W_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,8}{0,11}} \text{ m/s} = 7,1 \text{ m/s}$$

5.23 Totala energin bevaras:

$W = W_p + W_k$ är konstant

a) Utgångsläget (vattenytan är nollnivå):

$$h_0 = 35 \text{ m}, v_0 = 15 \text{ m/s}$$

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

$$W = W_p + W_k = mgh_0 + \frac{mv_0^2}{2}$$

$$W = 0,25 \cdot 9,82 \cdot 35 + \frac{0,25 \cdot 15^2}{2} \text{ J} = 114,05 \text{ J}$$

Högsta punkten: $v = 7,5 \text{ m/s}$

$$W_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{0,25 \cdot 7,5^2}{2} \text{ J} = 7,03125 \text{ J}$$

$$W_p = W - W_k = 114,05 - 7,03125 \text{ J} = 107 \text{ J}$$

Höjden beräknas:

$$W_p = mgh$$

$$h = \frac{W_p}{mg} = \frac{107}{0,25 \cdot 9,82} \text{ m} = 44 \text{ m}$$

b) Vid vattenytan:

$$W_p = 0 \text{ J}$$

$$W_k = W - W_p = 114,05 \text{ J}$$

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

$$v = \sqrt{\frac{2W_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 114,05}{0,25}} \text{ m/s} = 30 \text{ m/s}$$

c) Nej. Massan finns med i alla energitermer. Då kan man dividera alla termer med m.

5.24 Vattnets höjd: $h = 60 \text{ m}$

Kinetisk energi omvandlas till potentiell energi:

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

$$\frac{v^2}{2} = gh$$

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9,82 \cdot 60} \text{ m/s} = 34 \text{ m/s}$$

$$v = 34 \cdot 3,6 \text{ km/h} = 120 \text{ km/h}$$

5.25 a) Spännkraften i snöret är vinkelrät mot rörelseriktningen.

Den uträttar inget arbete på kulan.

b) Höjdskillnad: $h = 0,40 \text{ m}$

Enligt energilagen bevaras energin:

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

$$\frac{v^2}{2} = gh$$

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9,82 \cdot 0,40} \text{ m/s} = 2,8 \text{ m/s}$$

c) Kulans höjd, läge 2: $h_2 = 0,20 \text{ m}$

Kulans energi från början:

$$W = mgh$$

Kulans energi, läge 2:

$$W = mgh_2 + \frac{mv_2^2}{2}$$

Energien bevaras:

$$mgh_2 + \frac{mv_2^2}{2} = mgh$$

$$m \left(gh_2 + \frac{v_2^2}{2} \right) = mgh$$

$$gh_2 + \frac{v_2^2}{2} = gh$$

$$\frac{v_2^2}{2} = gh - gh_2$$

$$v_2^2 = 2(gh - gh_2) = 2g(h - h_2)$$

$$v_2 = \sqrt{2g(h - h_2)} = \sqrt{2 \cdot 9,82(0,40 - 0,20)} \text{ m/s}$$

$$v_2 = 2,0 \text{ m/s}$$

5.26 a) $v_0 = 2,0 \text{ m/s}$

Kinetisk energi omvandlas till potentiell energi.
Kulans nivå över AB blir:

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

$$gh = \frac{v^2}{2}$$

$$h = \frac{v^2}{2g} = \frac{2,0^2}{2 \cdot 9,82} \text{ m} = 0,20 \text{ m}$$

b) Höjden $h = 0,50 \text{ m}$

Energi som tidigare:

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

$$\frac{v^2}{2} = gh$$

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9,82 \cdot 0,50} \text{ m/s} = 3,1 \text{ m/s}$$

c) Hur högt når kulan om $v_0 = 4,0 \text{ m/s}$?

Energiomvandling som tidigare:

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

$$h = \frac{v^2}{2g} = \frac{4,0^2}{2 \cdot 9,82} \text{ m} = 0,81 \text{ m}$$

Kulan lämnar rännan och fortsätter uppåt.

5.27 a) Potentiell energi omvandlas till kinetisk energi. Energin bevaras.

När vagnen kommer ner: $v = 4,0 \text{ m/s}$

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

$$gh = \frac{v^2}{2}$$

$$h = \frac{v^2}{2g} = \frac{4,0^2}{2 \cdot 9,82} \text{ m} = 0,81 \text{ m}$$

b) $v_0 = 2,0 \text{ m/s}$

Energi från början:

$$W = mgh + \frac{mv_0^2}{2}$$

Energi längst ner:

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

Energin bevaras:

$$\frac{mv^2}{2} = mgh + \frac{mv_0^2}{2}$$

$$v^2 = \frac{2}{m} \left(mgh + \frac{mv_0^2}{2} \right)$$

$$v = \sqrt{2 \left(gh + \frac{v_0^2}{2} \right)} = \sqrt{2 \left(9,82 \cdot 0,81 + \frac{2,0^2}{2} \right)} \text{ m/s}$$

$$v = 4,5 \text{ m/s}$$

5.28 a) Fallhöjd: $h = 165 \text{ m}$

Potentiell energi: $W_p = mgh$

5 % energiförluster. 95 % omvandlas till kinetisk energi:

$$0,95mgh = \frac{mv^2}{2}$$

Hastigheten blir:

$$v^2 = 2 \cdot 0,95gh$$

$$v = \sqrt{2 \cdot 0,95gh} = \sqrt{2 \cdot 0,95 \cdot 9,82 \cdot 165} \text{ m/s}$$

$$v = 55,48 \text{ m/s} = 55 \text{ m/s}$$

b) Beräkna energin per sekund. Totala massan i tre turbiner:

$$m = 3 \cdot 15,0 \cdot 10^3 \text{ kg} = 45,0 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

Vattnets rörelseenergi:

$$W_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{45,0 \cdot 10^3 \cdot 55,48^2}{2} \text{ J} = 6,927 \cdot 10^7 \text{ J} \text{ Förlusterna är } 10 \text{ \%}.$$

Vi får ut effekten:

$$P = \frac{0,90W_k}{t} = \frac{0,90 \cdot 6,927 \cdot 10^7}{1} \text{ W} = 62 \text{ MW}$$

5.29 a) $m = 1\,299 \text{ kg}$

I starten: $v = 0,50 \text{ m/s}$, $h = 1,50 \text{ m}$

Uträttat arbete:

$$W = mgh + \frac{mv^2}{2}$$

$$W = 1200 \cdot 9,82 \cdot 1,5 + \frac{1200 \cdot 0,50^2}{2} \text{ J}$$

$$W = 17826 \text{ J} = 18 \text{ kJ}$$

b) Därefter lyfts den ytterligare $h = 12,5 - 1,5 \text{ m} = 11 \text{ m}$

Uträttat arbete:

$$W = mgh = 1200 \cdot 9,82 \cdot 11 \text{ J} = 129624 \text{ J}$$

$$\text{Totalt arbete: } W = 129624 + 17826 \text{ J} = 150 \text{ kJ}$$

5.30 a) $m = 58 \text{ kg}$, $h = 30 \text{ m}$

Potentiell energi omvandlas till kinetisk energi:

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

$$\frac{v^2}{2} = gh$$

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9,82 \cdot 30} \text{ m/s} = 24 \text{ m/s}$$

b) Höjdförlust, se figur:

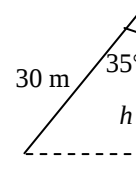
$$\frac{h}{30} = \cos 35^\circ$$

$$h = 30 \cos 35^\circ \text{ m}$$

$$h = 24,57 \text{ m}$$

Energiförlust:

$$W_{\text{förlust}} = mgh = 58 \cdot 9,82 \cdot 24,57 \text{ J} = 14 \text{ kJ}$$



- 5.31 a)** $F_{\text{drag}} = 1500 \text{ N}$, $F_f = -800 \text{ N}$
 Resulterande kraft: $F = 1500 - 800 \text{ N} = 700 \text{ N}$
 Sträckan: $s = 100 \text{ m}$
 Nettoarbete: $W = Fs = 700 \cdot 100 \text{ J} = 70 \text{ kJ}$
- b)** Från början: $v_0 = 14 \text{ m/s}$
 $m = 1200 \text{ kg}$, $h = 8,4 \text{ m}$
 Längst ner har bilen kinetisk energi:

$$W_k = \frac{mv_0^2}{2} = \frac{1200 \cdot 14^2}{2} \text{ J} = 117\,600 \text{ J}$$
 Tillförd energi = utträttat arbete
 Total energi högst upp:
 $W_{\text{tot}} = W_k + W = 117\,600 + 70\,000 \text{ J}$
 $W_{\text{tot}} = 187\,600 \text{ J} = 190 \text{ kJ}$
- c)** Den potentiella energin har ökat med:
 $W_p = mgh = 1200 \cdot 9,82 \cdot 8,4 \text{ J} = 98\,986 \text{ J}$
 Ny kinetisk energi blir:
 $W_k = W - W_p = 187\,600 - 98\,986 \text{ J}$
 $W_k = 88\,614 \text{ J}$
 Hastigheten är:

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

$$v = \sqrt{\frac{2W_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 88\,614}{1200}} \text{ m/s} = 12 \text{ m/s}$$
 Bilens potentiella energi ökar. Därför sjunker hastigheten.

5.32 Se facit i läroboken.

- 5.33 a)** $F_g = 5,0 \text{ N}$, $F = 1,2 \text{ N}$
 $F_\mu = F = 1,2 \text{ N}$
 Jämvikt: $F_N = F_g = 5,0 \text{ N}$
 Friktionskoefficienten:

$$\mu = \frac{F_\mu}{F_N} = \frac{1,2}{5,0} = 0,24$$
- b)** Sträckan: $s = 0,75 \text{ m}$
 Friktionsarbetet blir:
 $W = -F_\mu s = -1,2 \cdot 0,75 \text{ J} = -0,90 \text{ J}$
- c)** Friktionsvärme

- 5.34** Vid fullt utvecklad friktion gäller:

$$\mu = \frac{F_\mu}{F_N} = \frac{mg \sin v}{mg \cos v} = \frac{\sin v}{\cos v} = \tan v = \tan 15^\circ = 0,27$$

5.35 a) Den maximala vilofriktionen med rullande hjul är större än glidfriktionen, se bild 5.22 i läroboken.

b) $m = 1250 \text{ kg}$, $v_0 = 18 \text{ m/s}$

$$F_\mu = 7,0 \text{ kN} , v = 0 \text{ m/s}$$

Bromsarbetet = ändring av kinetisk energi

$$-F_\mu s = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

$$-F_\mu s = -\frac{mv_0^2}{2}$$

$$s = \frac{mv_0^2}{2F_\mu} = \frac{1250 \cdot 18^2}{2 \cdot 7,0 \cdot 10^3} \text{ m} = 29 \text{ m}$$

c) $\mu = 0,45$

$$F_\mu = \mu N = \mu mg$$

$$F_\mu = 0,45 \cdot 1250 \cdot 9,82 \text{ N} = 5,5 \text{ kN}$$

Bromssträckan blir nu (se uppgift a också):

$$s = \frac{mv_0^2}{2F_\mu} = \frac{1250 \cdot 18^2}{2 \cdot 5,5 \cdot 10^3} \text{ m} = 37 \text{ m}$$

5.36 a) $m = 20 \text{ kg}$, $h = 2,0 \text{ m}$

$$v = 4,5 \text{ m/s} , s = 3,5 \text{ m}$$

Potentiell energi högst upp:

$$W_p = mgh = 20 \cdot 9,82 \cdot 2,0 \text{ J} = 392,8 \text{ J}$$

Kinetisk energi längst ner:

$$W_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{20 \cdot 4,5^2}{2} \text{ J} = 202,5 \text{ J}$$

Energiförlust:

$$W_{\text{förlust}} = 392,8 - 202,5 \text{ J} = 190 \text{ J}$$

b) Friktionsarbetet blir: $W_\mu = -190 \text{ J}$

$$W_\mu = -F_\mu s$$

$$F_\mu = -\frac{W_\mu}{s} = \frac{190}{3,5} \text{ N} = 54 \text{ N}$$

5.37a) Bestäm tyngdkraftens komponent i backens riktning:

$$F_g = mg \sin 12^\circ = 43 \cdot 9,82 \cdot \sin 12^\circ \text{ N} = 87,79 \text{ N}$$

$$\text{Dragkraften: } F = F_g + F_\mu = 87,79 \text{ N} + 35 \text{ N} = 122,79 \text{ N} \approx 120 \text{ N}$$

b) Uträttat arbete: $W = Fs = 122,79 \cdot 75 \text{ J} = 9,2 \text{ kJ}$

- 5.38** I figuren är Per ritad som en låda.
Se även figur 5.21 i läroboken.
Komposantuppdela tyngdkraften F_g . Vi har jämvikt:

$$F_N = F_{gy}$$

$$F_\mu = F_{gx}$$

Vinkeln v kan beräknas med hjälp av trigonometri:

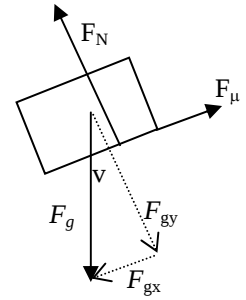
$$\sin v = \frac{0,85}{3,0}$$

$$v = 16,459^\circ$$

a) $F_N = F_{gy} = mg \cos v = 72 \cdot 9,82 \cdot \cos 16,452^\circ \text{ N} = 680 \text{ N}$

b) $F_\mu = F_{gx} = mg \sin v = 72 \cdot 9,82 \cdot \sin 16,459^\circ \text{ N} = 200 \text{ N}$

c) $\mu = \frac{F_\mu}{F_N} \approx 0,30$



- 5.39** Luftmotståndet: $F_L = kv^2$

$$F_L = 0,18 \text{ kN} = 180 \text{ N} \text{ när } v = 54 \text{ km/h} = \frac{54}{3,6} \text{ m/s} = 15 \text{ m/s}$$

Beräkna k :

$$k = \frac{F_L}{v^2} = \frac{180}{15^2} \text{ N/(m/s)}^2 = 0,80 \text{ N/(m/s)}^2$$

a) $v = 90 \text{ km/h} = \frac{90}{3,6} \text{ m/s} = 25 \text{ m/s}$

$$L = kv^2 = 0,83 \cdot 25^2 \text{ N} = 500 \text{ N}$$

b) $L = 0,30 \text{ kN} = 300 \text{ N}$

$$v^2 = \frac{F_L}{k}$$

$$v = \sqrt{\frac{F_L}{k}} = \sqrt{\frac{300}{0,8}} \text{ m/s} = 19 \text{ m/s}$$

- 5.40** Ändringen i rörelseenergi = friktionsarbetet. Se även facit i läroboken.

Testa dig i fysik

- 1 $m = 20,0 \text{ kg}$, $W = 4500 \text{ J}$
 $W = mgh$
 $h = \frac{W}{mg} = \frac{4500}{20,0 \cdot 9,82} \text{ m} = 22,9 \text{ m}$

- 2 $W_p = mgh$, $m = 1,5 \text{ kg}$
a) $h = 2,75 - 1,2 \text{ m} = 1,55 \text{ m}$
 $W_p = 1,5 \cdot 9,82 \cdot 1,55 \text{ J} = 23 \text{ J}$
b) $h = -1,2 \text{ m}$
 $W_p = -1,5 \cdot 9,82 \cdot 1,2 \text{ J} = -18 \text{ J}$
c) $h = 0 \text{ m}$, $W_p = 0 \text{ J}$

- 3 **a)** $v_0 = 0 \text{ m/s}$, $s = 25 \text{ m}$
 $m = 1200 \text{ kg}$, $W = 2100 \text{ J}$
Uträttat arbete = ändring av kinetisk energi
 $W = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$
 $v = \sqrt{\frac{2W}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2100}{1200}} \text{ m/s} = 1,9 \text{ m/s}$
b) $W = Fs$
 $F = \frac{W}{s} = \frac{2100}{25} \text{ N} = 84 \text{ N}$

- 4 **a)** $m = 120 \text{ g}$, $h = 17 \text{ m}$
All potentiell energi omvandlas till kinetisk energi:
 $\frac{mv^2}{2} = mgh$
 $v^2 = 2gh$
 $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9,82 \cdot 17} \text{ m/s} = 18 \text{ m/s}$
b) $v = 11 \text{ m/s}$
Kottens lägesenergi blir rörelseenergi + friktionsarbete
 $mgh = \frac{mv^2}{2} + W_f$
 $W_f = mgh - \frac{mv^2}{2}$
 $W_f = 0,120 \cdot 9,82 \cdot 17 - \frac{0,120 \cdot 11^2}{2} \text{ J}$
 $W_f = 12,77 \text{ J}$
Friktionskraften blir:
 $W_f = Fs$
 $F = \frac{W_f}{s} = \frac{12,77}{17} \text{ N} = 0,75 \text{ N}$

- 5 a) $m = 65 \text{ kg}$, $h = 6,5 \text{ m}$
 $W = mgh = 65 \cdot 9,82 \cdot 6,5 \text{ J} = 4149 \text{ J} = 4,1 \text{ kJ}$
 b) $P = 60 \text{ W}$

$$P = \frac{W}{t}$$

$$t = \frac{W}{P} = \frac{4149}{60} \text{ s} = 69 \text{ s}$$

Medelhastigheten: $\bar{v} = \frac{s}{t} = \frac{6,5}{69} \text{ m/s} = 9,4 \text{ cm/s}$

6 Slädens potentiella energi omvandlas till kinetisk energi och friktionsenergi.
 Vi får följande samband:
 $W_p = W_k + W_\mu$

$$W_\mu = W_p - W_k = mgh - \frac{mv^2}{2} = 12,8 \cdot 9,82 \cdot 1,2 \text{ J} - \frac{12,8 \cdot 3,2^2}{2} \text{ J} = 85 \text{ J}$$

7 $h_0 = 14 \text{ m}$, $h = 11 \text{ m}$
 $m = 0,35 \text{ kg}$, $\Delta t = 12,5 \text{ ms}$
 Bestäm bollens acceleration:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{\Delta t}$$

Bollens potentiella energi omvandlas till kinetisk energi under fallet.
 Omvänt gäller efter studs. Följande gäller:

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

$$v^2 = 2gh$$

$$v = \sqrt{2gh}$$

Sätt positiv riktning uppåt. Hastigheten före studs är då negativ.
 Vi får:

$$v_0 = -\sqrt{2 \cdot 9,82 \cdot 14} \text{ m/s} = -16,6 \text{ m/s}$$

Hastigheten efter studs är:

$$v = \sqrt{2 \cdot 9,82 \cdot 11} \text{ m/s} = 14,7 \text{ m/s}$$

Accelerationen blir:

$$a = \frac{v - v_0}{\Delta t} = \frac{14,7 - (-16,6)}{0,0125} \text{ m/s}^2 = 2500 \text{ m/s}^2$$

Kraften blir:

$$F = ma = 0,35 \cdot 2500 \text{ N} = 0,88 \text{ kN}$$

8 a) Hissens massa: $m = 720 \text{ kg}$
 Accelerationstid: $t = 3,0 \text{ s}$
 Sluthastighet: $v = 1,75 \text{ m/s}$
 Accelerationsarbetet ger hissen potentiell och kinetisk energi.

$$W_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{720 \cdot 1,75^2}{2} \text{ J} = 1102,5 \text{ J}$$

Under accelerationen rör den sig sträckan:

$$s = \bar{v}t = \frac{v}{2}t = \frac{1,75 \cdot 3,0}{2} \text{ m} = 2,625 \text{ m}$$

Hissens potentiella energi blir:

$$W_p = mgs = 720 \cdot 9,82 \cdot 2,625 \text{ J} = 18559,8 \text{ J}$$

Totala energin:

$$W = W_k + W_p = 1102,5 + 18559,8 \text{ J} = 19662,3 \text{ J}$$

Effekten blir:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{19662,3}{3,0} \text{ W} = 6,6 \text{ kW}$$

- b)** Hissen rör sig med konstant hastighet. På 1s rör den sig sträckan $h = 1,75 \text{ m}$. Då uträttas arbetet:

$$W = mgh = 720 \cdot 9,82 \cdot 1,75 \text{ J} = 12373,2 \text{ J}$$

$$\text{Effekten är: } P = \frac{W}{t} = \frac{12373,2}{1} \text{ W} = 12 \text{ kW}$$

- c)** Sträckan upp till 10:e våningen är:

$$s = 9 \cdot 2,90 \text{ m} = 26,1 \text{ m}$$

Först accelererar hissen under 3,0 s, sträckan 2,625 m.

Därefter kör hissen med konstant hastighet sträckan:

$$s_2 = 26,1 - 2,625 \text{ m} = 23,475 \text{ m}$$

Tiden beräknas:

$$s = vt$$

$$t = \frac{s}{v} = \frac{23,475}{1,75} \text{ s} = 13,4 \text{ s}$$

Totala tiden blir: $13,4 + 3,0 \text{ s} = 16,4 \text{ s}$

- 9 a)** Friktionen är försumbar. Den potentiella energin i A omvandlas till kinetisk energi när vagnen åker neråt. Den totala mekaniska energin är konstant. Vi får följande uttryck:

$$W_{\text{tot}} = W_{\text{pA}} = mgh_A$$

$$W_{\text{tot}} = W_{\text{pC}} + W_{\text{kC}} = mgh_C + \frac{mv_C^2}{2}$$

$$mgh_C + \frac{mv_C^2}{2} = mgh_A$$

$$v_C = \sqrt{2g(h_A - h_C)} = \sqrt{2 \cdot 9,82 \cdot (12 - 7)} \text{ m/s} = 9,9 \text{ m/s}$$

- b)** Samma resonemang som i a. I läge D är vagnens kinetiska energi

$$W_{\text{kD}} = mgh_A - mgh_D$$

Vagnen bromsas in och står stilla i läge E. Vi får följande energisamband:

$$W_{\text{broms}} = Fs = mas$$

$$W_{\text{broms}} = W_{\text{kD}}$$

$$mas = mg(h_A - h_D)$$

$$a = \frac{g(h_A - h_D)}{s} = \frac{9,82 \cdot (12 - 5)}{25} \text{ m/s}^2 = 2,7 \text{ m/s}^2$$

- 10** Pilens kinetiska energi omvandlas till friktionsenergi när pilen träffar tavlan.

Vi får följande samband:

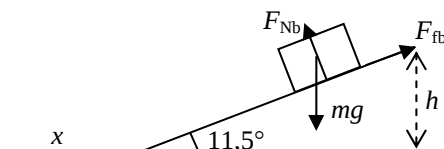
$$W_{\mu} = F_{\mu} s$$

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

$$F_{\mu} s = \frac{mv^2}{2}$$

$$F_{\mu} = \frac{mv^2}{2s} = \frac{0,052 \cdot 8^2}{2 \cdot 0,003} \text{ N} = 555 \text{ N} \approx 600 \text{ N}$$

- 11** Backens längd: $s = 180 \text{ m}$, den lutar $11,5^\circ$ mot horisontalplanet
 Friktionskoefficient: $\mu = 0,12$
 Från början har skidåkaren potentiell energi, $W_p = mgh$.
 När han åker ner för backen omvandlas den till kinetisk energi, W_k ,
 och friktionsarbete, $W_{fb} = F_{fb}s$.
 Den kinetiska energin han har när han kommer ner omvandlas till
 friktionsarbete på den plana delen,
 $W_f = F_f x$, där x är den sträcka han glider på den plana delen.



Vi börjar i backen, se figur nedan:

Backens höjd är: $h = s \cdot \sin 11,5^\circ$

Den potentiella energin: $W_p = mgh = mgs \cdot \sin 11,5^\circ$

Normalkraften i backen är:

$$F_{Nb} = mg \cos 11,5^\circ$$

Friktionskraften i backen är:

$$F_{fb} = \mu F_{Nb} = \mu mg \cos 11,5^\circ$$

Friktionsarbetet i backen:

$$W_{fb} = F_{fb}s = \mu mgs \cdot \cos 11,5^\circ$$

Skidåkarens kinetiska energi i slutet av backen blir:

$$W_k = W_p - W_{fb}$$

$$W_k = mgs \cdot \sin 11,5^\circ - \mu mgs \cdot \cos 11,5^\circ$$

På den plana delen är normalkraften:

$$F_N = mg$$

Friktionskraften på den plana delen är:

$$F_f = \mu F_N = \mu mg$$

Friktionsarbetet på den plana delen är:

$$W_f = F_f x = \mu mgx$$

Totalt gäller för energin:

$$W_f = W_k$$

$$\mu mgx = mgs \cdot \sin 11,5^\circ - \mu mgs \cdot \cos 11,5^\circ$$

Faktorn mg finns i alla termer. Vi kan dividera alla termer med mg .

Därefter beräknar vi x :

$$\mu x = s \cdot \sin 11,5^\circ - \mu s \cdot \cos 11,5^\circ$$

$$x = \frac{s \cdot \sin 11,5^\circ - \mu s \cdot \cos 11,5^\circ}{\mu}$$

$$x = \frac{180 \cdot \sin 11,5^\circ - 0,12 \cdot 180 \cdot \cos 11,5^\circ}{0,12} \text{ m}$$

$$x = 120 \text{ m}$$

Han glider 120m

- 12** a) E; När kulan rullar uppför backen minskar hastigheten linjärt med tiden.
 Den kinetiska energin är proportionell mot v^2 .
 b) B; Rörelsen är likformigt accelererad med negativ acceleration.
 Den potentiella energin är proportionell mot läget.

6. Rörelsemängd

Räkna fysik

6.01 a) $p = mv = 50 \cdot 6,4 \text{ kgm/s} = 320 \text{ kgm/s}$

b)

$$p = mv$$

$$v = \frac{p}{m} = \frac{1,2 \cdot 10^6}{160 \cdot 10^3} \text{ m/s} = 7,5 \text{ m/s}$$

c) De flyger i olika riktningar. Rörelsemängden, p , är en vektor, precis som hastigheten, v .

6.02

$$p = mv$$

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

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

$$v = \frac{2W_k}{p} = \frac{2 \cdot 7,48 \cdot 10^{-15}}{9,97 \cdot 10^{-21}} \text{ m/s} = 1,50 \text{ Mm/s}$$

$$m = \frac{p}{v} = \frac{9,97 \cdot 10^{-21}}{1,50 \cdot 10^6} \text{ kg} = 6,64 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

6.03 a)

$$\Delta p = mv - mv_0 = 750(6,5 - 3,0) \text{ kgm/s}$$

$$\Delta p = 2625 \text{ kgm/s} = 2,6 \cdot 10^3 \text{ kgm/s}$$

b) $I = \Delta p = 2,6 \cdot 10^3 \text{ kgm/s}$

c)

$$I = Ft$$

$$t = \frac{I}{F} = \frac{2625}{1,10 \cdot 10^3} \text{ s} = 2,4 \text{ s}$$

6.04

$$p = mv = 0,430 \cdot 35 \text{ kgm/s} = 15 \text{ kgm/s}$$

$$I = Ft = p - p_0 = 15 - 0 \text{ kgm/s} = 15 \text{ kgm/s}$$

$$F = \frac{I}{t} = \frac{15}{0,20} \text{ N} = 75 \text{ N}$$

I verkligheten är kraften inte lika stor hela tiden, se figur 6.6 på sid. 219 i läroboken.

6.05

$$I = \Delta p = mv - mv_0 = 0,0025(20 - (-12)) \text{ kgm/s}$$

$$I = 0,080 \text{ kgm/s}$$

$I = \text{"arean under grafen"}$

Ur grafen:

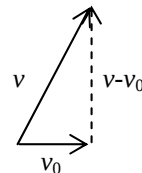
$$I = \frac{0,010 \cdot F_{\max}}{2}$$

$$F_{\max} = \frac{2I}{0,010} = \frac{2 \cdot 0,080}{0,010} \text{ N} = 16 \text{ N}$$

6.06 a) $I = p - p_0 = mv - mv_0 = m(v - v_0)$

Vektorn $v - v_0$ blir vertikal, se figur.

Dess belopp kan beräknas med Pythagoras sats.



$$v - v_0 = \sqrt{30^2 - 15^2} \text{ m/s} = 25,98 \text{ m/s}$$

$$I = m(v - v_0) = 0,16 \cdot 25,98 \text{ kgm/s} = 4,157 \text{ kgm/s bb)$$

$$I \approx 4,2 \text{ kgm/s}$$

$$I = Ft$$

$$F = \frac{I}{t} = \frac{4,157}{5,0 \cdot 10^{-3}} \text{ N} = 830 \text{ N}$$

6.07

$$p_{\text{före}} = p_{\text{efter}} = 0$$

Gevärets hastighet efter: v

$$0,008 \cdot 320 + 2,4 \cdot v = 0$$

$$v = -1,1 \text{ m/s}$$

Geväret rör sig i motsatt riktning mot kulan med farten 1,1 m/s

6.08

$$p_{\text{före}} = p_{\text{efter}}$$

Positiv riktning åt höger i figuren

$$0,3 \cdot 0 + 0,2 \cdot 0 = 0,3 \cdot (-2) + 0,2 \cdot v$$

a) $v = 3 \text{ m/s}$

b) $0,3 \cdot 2 + 0,2 \cdot 0 = 0,5 \cdot v$

$v = 1,2 \text{ m/s}$

c) $0,3 \cdot 2 + 0,2 \cdot 0 = 0,3 \cdot 1 + 0,2 \cdot v$

$v = 1,5 \text{ m/s}$

6.09

$$p_{\text{före}} = m_1 u_1 + m_2 u_2 = 2,0 \cdot 9,0 - 1,0 \cdot 6,0 \text{ kgm/s}$$

$$p_{\text{före}} = 12 \text{ kgm/s}$$

$$p_{\text{efter}} = (m_1 + m_2)v = (2,0 + 1,0)v = 3,0v$$

$$p_{\text{efter}} = p_{\text{före}}$$

$$3,0v = 12$$

$$v = \frac{12}{3,0} \text{ m/s} = 4,0 \text{ m/s} \text{ åt höger}$$

6.10

$$p_{\text{före}} = m_1 u + m_2 u = (1,36 + 0,85) \cdot 0,50 \text{ kgm/s}$$

$$p_{\text{före}} = 1,105 \text{ kgm/s}$$

$$p_{\text{efter}} = m_1 v_1 + m_2 v_2 = 1,36 v_1 + 0,85 \cdot 0,10$$

$$p_{\text{efter}} = p_{\text{före}}$$

$$v_1 = \frac{1,105 - 0,85 \cdot 0,10}{1,36} \text{ m/s} = 0,75 \text{ m/s}$$

6.11

$$u_1 = \frac{27}{3,6} \text{ m/s} = 7,5 \text{ m/s}$$

$$p_{\text{före}} = m_1 u_1 = 1200 \cdot 7,5 \text{ kgm/s} = 9000 \text{ kgm/s}$$

$$p_{\text{efter}} = (m_1 + m_2) v = (1200 + 800) v = 2000 v$$

$$p_{\text{efter}} = p_{\text{före}}$$

$$2000 v = 9000$$

$$v = \frac{9000}{2000} \text{ m/s} = 4,5 \text{ m/s}$$

$$W_{\text{kföre}} = \frac{m_1 u_1^2}{2} = \frac{1200 \cdot 7,5^2}{2} \text{ J} = 33750 \text{ J}$$

$$W_{\text{kefter}} = \frac{(m_1 + m_2) v^2}{2} = \frac{2000 \cdot 4,5^2}{2} \text{ J} = 20250 \text{ J}$$

$$W_{\text{kföre}} - E_{\text{kefter}} = 33750 - 20250 \text{ J} = 13,5 \text{ kJ}$$

6.12 I den här uppgiften är mätalen inte angivna i SI-enheter. Vi har samma enheter på båda sidor i uttrycken nedan. Då kan vi behålla angivna enheter.

Stöten är elastisk om den kinetiska energin är lika stor före och efter kollisionen. Vi är inte intresserade av hur stor den kinetiska energin är. Vi vill bara veta om den har bevarats. Då kan vi beräkna W_k och jämföra siffervärdena i angivna enheter.

$$p_{\text{före}} = m_1 u_1$$

$$p_{\text{efter}} = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$p_{\text{efter}} = p_{\text{före}}$$

$$v_2 = \frac{m_1 u_1 - m_1 v_1}{m_2} = \frac{1 \cdot 65 - 1 \cdot (-55)}{12} \text{ km/h}$$

$$v_2 = 10 \text{ km/h}$$

$$W_{k\text{före}} = \frac{m_1 u_1^2}{2} = \frac{1 \cdot 65^2}{2} \text{ J} = 2112,50$$

$$W_{k\text{efter}} = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{2 \cdot 55^2}{2} + \frac{12 \cdot 10^2}{2} = 2112,50$$

$$W_{k\text{före}} = W_{k\text{efter}} \text{ elastisk stöt}$$

6.13 Före kollisionen:

$$p_{\text{före}} = m_A u_A + m_B u_B = 3,0 \cdot 4,0 - 2,0 \cdot 3,0 \text{ kgm/s}$$

$$p_{\text{före}} = 6,0 \text{ kgm/s}$$

$$W_{k\text{före}} = \frac{m_A u_A^2}{2} + \frac{m_B u_B^2}{2} = \frac{3,0 \cdot 4,0^2}{2} + \frac{2,0 \cdot 3,0^2}{2} \text{ J}$$

$$W_{k\text{före}} = 33 \text{ J}$$

Beräkna p_{efter} på motsvarande sätt:

I) $p_{\text{efter}} = -6,0 \text{ kgm/s}$ Går ej!

II) $p_{\text{efter}} = 6,0 \text{ kgm/s}$ Går!

$W_k = 9 \text{ J}$ Ej elastisk!

III) $p_{\text{efter}} = -6,0 \text{ kgm/s}$ Går ej!

IV) $p_{\text{efter}} = -1,0 \text{ kgm/s}$ Går ej!

V) $p_{\text{efter}} = 6,0 \text{ kgm/s}$ Går!

$W_k = 105 \text{ J}$ Orimligt! Går ej!

VI) $p_{\text{efter}} = 6,0 \text{ kgm/s}$ Går!

$W_k = 3,75 \text{ J}$ Ej elastisk!

6.14

$$p_{\text{före}} = m_A u_A + m_B u_B = 0,10 u_A + 0,40 u_B$$

$$p_{\text{efter}} = m_A v_A + m_B v_B = 0,10 \cdot 0,50 + 0 \text{ kgm/s}$$

$$p_{\text{efter}} = 0,050 \text{ kgm/s}$$

$$W_{k\text{före}} = \frac{m_A u_A^2}{2} + \frac{m_B u_B^2}{2} = 0,05 u_A^2 + 0,20 u_B^2$$

$$W_{k\text{efter}} = \frac{m_A v_A^2}{2} = \frac{0,10 \cdot 0,50^2}{2} = 0,0125 \text{ J}$$

$$p_{\text{efter}} = p_{\text{före}} : 0,10 u_A + 0,40 u_B = 0,05$$

$$W_{k\text{före}} = W_{k\text{efter}} : 0,05 u_A^2 + 0,20 u_B^2 = 0,0125$$

Lös ekvationssystemet:

$$\begin{cases} u_A + 4u_B = 0,5 \\ u_A^2 + 4u_B^2 = 0,25 \end{cases}$$

$$u_A = 0,5 - 4u_B$$

$$(0,5 - 4u_B)^2 + 4u_B^2 = 0,25$$

$$0,25 - 4u_B + 16u_B^2 + 4u_B^2 = 0,25$$

$$20u_B^2 - 4u_B = 0$$

$$u_B(20u_B - 4) = 0$$

$$(u_B = 0) \text{ går ej!}$$

$$u_B = \frac{4}{20} = 0,20$$

$$u_A = 0,5 - 4u_B = 0,5 - 0,8 = -0,30$$

Före kollisionen kör vagnarna mot varandra med hastigheterna $-0,30$ m/s (A) och $0,20$ m/s (B). Efter kollisionen stannar vagn B och vagn A byter riktning.

6.15 Se facit i läroboken.

6.16 a)

$$\frac{m_1 u^2}{2} = m_1 gh$$

$$u = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9,82 \cdot 1,5} \text{ m/s} = 5,4 \text{ m/s}$$

$$W = Fs = \mu Ns = \mu m_2 gs = 0,20 \cdot 2,5 \cdot 9,82 \cdot 0,65 \text{ J}$$

$$W = 3,1915 \text{ J}$$

$$\text{b) } W = \Delta E_k = \frac{m_2 v_2^2}{2} - 0$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2W}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3,1915}{2,5}} \text{ m/s} = 1,6 \text{ m/s}$$

c)

$$p_{\text{före}} = m_1 u = 0,48 \cdot 5,4 \text{ kgm/s} = 2,605 \text{ kgm/s}$$

$$p_{\text{efter}} = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$p_{\text{efter}} = p_{\text{före}}$$

$$v_1 = \frac{2,605 - 2,5 \cdot 1,6}{0,48} \text{ m/s} = -2,89 \text{ m/s}$$

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} = mgh_1$$

$$h_1 = \frac{v_1^2}{2g} = \frac{2,89^2}{2 \cdot 9,82} \text{ m} = 0,43 \text{ m}$$

d) $W_{\text{kföre}} = 7,07 \text{ J}$; $W_{\text{ketter}} = 5,20 \text{ J}$
Stöten är inte elastisk.

Testa dig i fysik

1

$$p_{\text{elefant}} = 5 \cdot 10^3 \cdot \frac{20}{3,6} \text{ kgm/s} = 3 \cdot 10^4 \text{ kgm/s}$$

$$p_{\text{myra}} = mv = 0,001v$$

$$0,001v = 3 \cdot 10^4$$

$$v = 3 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

2

$$p_{\text{kula}} = 0,0045 \cdot 130 \text{ kgm/s} = 0,585 \text{ kgm/s}$$

$$p_{\text{gevär}} = m_g v_g$$

$$p_{\text{gevär}} = p_{\text{kula}}$$

$$4,5v_g = 0,585$$

$$v_g = \frac{0,585}{4,5} \text{ m/s} = 0,13 \text{ m/s}$$

3

Se facit i läroboken.

4

Bollen kommer tillbaka med $v = -8 \text{ m/s}$

$$\Delta p = mv - mv_0 = 1,5(8 - (-8)) \text{ kgm/s} = 24 \text{ kgm/s}$$

5

Föremålet påverkas av en impuls:

$$I = Ft = 10 \cdot 3 \text{ Ns} = 30 \text{ Ns}$$

a) $v_0 = 0$

$$I = \Delta p = mv - mv_0 = mv$$

$$v = \frac{I}{m} = \frac{30}{2} \text{ m/s} = 15 \text{ m/s}$$

b) $v_0 = 5 \text{ m/s}$

$$v = \frac{I + mv_0}{m} = \frac{30 + 2 \cdot 5}{2} \text{ m/s} = 20 \text{ m/s}$$

c) $v_0 = -5 \text{ m/s}$

$$v = \frac{I - mv_0}{m} = \frac{30 - 2 \cdot 5}{2} \text{ m/s} = 10 \text{ m/s}$$

- 6 Både rörelsemängden och rörelseenergin bevaras eftersom det är en fullständigt elastisk stöt. Båda kulorna har massan m . Efter kollision har kulorna hastigheterna v_1 och v_2 .

Enligt lagen om rörelsemängdens bevarande får vi:

$$p_{\text{före}} = mu + m \cdot 0 = mu$$

$$p_{\text{efter}} = mv_1 + mv_2$$

$$mu = mv_1 + mv_2$$

$$u = v_1 + v_2$$

Rörelseenergin bevaras också. Det ger följande:

$$W_{\text{kföre}} = \frac{mu^2}{2} + \frac{m \cdot 0^2}{2} = \frac{mu^2}{2}$$

$$W_{\text{kefter}} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2}$$

$$\frac{mu^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2}$$

$$u^2 = v_1^2 + v_2^2$$

Vi har ett ekvationssystem med två obekanta. Vi skriver om ekvationerna, utnyttjar konjugatregeln och dividerar uttrycken med varandra:

$$\begin{cases} u = v_1 + v_2 \\ u^2 = v_1^2 + v_2^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_2 = u - v_1 \\ v_2^2 = u^2 - v_1^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_2 = u - v_1 \\ v_2^2 = (u + v_1)(u - v_1) \end{cases}$$

$$\frac{v_2^2}{v_2} = \frac{(u + v_1)(u - v_1)}{u - v_1}$$

$$v_2 = u + v_1$$

Nu har vi två enkla ekvationer. Adderar vi dessa kan vi först lösa ut v_2 och sedan v_1 .

$$\begin{cases} v_2 = u - v_1 \\ v_2 = u + v_1 \end{cases}$$

$$2v_2 = 2u$$

$$\begin{cases} v_2 = u \\ v_1 = 0 \end{cases}$$

Kulorna kommer helt enkelt att byta hastigheter. Kula 1 stannar efter kollisionen och kula 2 åker iväg framåt med samma hastighet hade för kollisionen.

- 7 När klossen bromsas in omvandlas den kinetiska energin, W_k , till friktionsarbete, W . Hastigheten direkt efter träff kan beräknas.

$$m_{\text{tot}} = m_{\text{kula}} + m_{\text{trä}} = 1,2 + 0,014 \text{ kg} = 1,214 \text{ kg}$$

$$W = Fs = \mu Ns = \mu m_{\text{tot}} gs$$

$$W = 0,28 \cdot 1,214 \cdot 9,82 \cdot 7,2 \text{ J} = 24,0 \text{ J}$$

$$W = W_k = \frac{m_{\text{tot}} v^2}{2}$$

$$v = \sqrt{\frac{2W_k}{m_{\text{tot}}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 24,0}{1,214}} \text{ m/s} = 6,29 \text{ m/s}$$

Kulan tr ffar klossen i en oelastisk st t. R relsem ngden bevaras:

$$p_{\text{efter}} = m_{\text{tot}} v = 1,214 \cdot 6,29 \text{ kgm/s} = 7,64 \text{ kgm/s}$$

$$p_{\text{f re}} = m_{\text{kula}} u_{\text{kula}} = 0,014 u_{\text{kula}}$$

$$0,014 u_{\text{kula}} = 7,64$$

$$u_{\text{kula}} = \frac{7,64}{0,014} \text{ m/s} = 550 \text{ m/s}$$

- 8 Best m hastigheterna f re kollisionen med hj lp av grafen.

$$u_A = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{1,1 - 0,1}{2,0} \text{ m/s} = 0,50 \text{ m/s}$$

$$u_B = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{0,6 - 0,1}{2,0} \text{ m/s} = 0,25 \text{ m/s}$$

u_B motriktad u_A , d.v.s $u_B = -0,25 \text{ m/s}$

Stöten  r elastisk. R relsem ngden och r relseenergin bevaras.

$$p_{\text{före}} = m_A u_A + m_B u_B = 2,0 \cdot 0,50 - 1,0 \cdot 0,25 \text{ kgm/s}$$

$$p_{\text{före}} = 0,75 \text{ kgm/s}$$

$$W_{\text{kf re}} = \frac{m_A u_A^2}{2} + \frac{m_B u_B^2}{2} = 0,28125 \text{ J}$$

$$p_{\text{efter}} = m_A v_A + m_B v_B = 2,0 v_A + 1,0 v_B$$

$$W_{\text{kefter}} = \frac{m_A v_A^2}{2} + \frac{m_B v_B^2}{2} = \frac{2,0 v_A^2}{2} + \frac{1,0 v_B^2}{2} = v_A^2 + 0,5 v_B^2$$

Vi f r följande ekvationssystem:

$$\begin{cases} 2v_A + v_B = 0,75 \\ v_A^2 + 0,5v_B^2 = 0,28125 \end{cases}$$

Sätt $x = v_A$ och $y = v_B$:

$$\begin{cases} 2x + y = 0,75 \\ x^2 + y^2 = 0,28125 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 2x + y = 0,75 \\ 2x^2 + y^2 = 0,5625 \end{cases}$$

$$y = 0,75 - 2x$$

$$2x^2 + (0,75 - 2x)^2 = 0,5625$$

$$2x^2 + 0,5625 - 3x + 4x^2 = 0,5625$$

$$6x^2 - 3x = 0$$

$$3x(2x - 1) = 0$$

$$x = 0 \quad y = 0,75$$

$$x = 0,5 \quad y = -0,25 \quad \text{G r ej!}$$

$v_A = 0$ och $v_B = 0,75 \text{ m/s}$ sett från A. Graf f r B f r negativ lutning.

Se facit i läroboken.

7. Termofysik

7.01 $F = 5,0 \text{ N}$, $A = 0,025 \text{ mm}^2$

$$p = \frac{F}{A} = \frac{5,0}{0,025 \cdot 10^{-6}} \text{ Pa} = 2 \cdot 10^8 \text{ Pa}$$

Lufttrycket: $p_{\text{luft}} = 10^5 \text{ Pa}$

Trycket är 2 000 gånger större än lufttrycket.

7.02 a) $A = 1,8 \cdot 1,5 \text{ m}^2 = 2,7 \text{ m}^2$

$$p = 100 \text{ kPa}$$

$$p = \frac{F}{A}$$

$$F = pA = 100 \cdot 10^3 \cdot 2,7 \text{ N} = 270 \text{ kN}$$

Kraften är nedåtriktad.

b) Tyngden per person: $F_g = 60 \cdot 9,82 \text{ N} = 589 \text{ N}$

$$\text{Antal personer} = \frac{270 \cdot 10^3}{589} = 460$$

c) Trycket på undersidan av bordet är lika stort.

7.03 $p_{\text{ute}} = 30 \text{ kPa}$, $p_{\text{inne}} = 80 \text{ kPa}$

$$A = 1,5 \text{ m}^2 \text{ , } p = \frac{F}{A}$$

Tryckkraft utifrån: $F_{\text{ute}} = p_{\text{ute}} A = 30 \cdot 10^3 \cdot 1,5 \text{ N} = 45 \text{ kN}$

Tryckkraft inifrån: $F_{\text{inne}} = p_{\text{inne}} A = 80 \cdot 10^3 \cdot 1,5 \text{ N} = 120 \text{ kN}$

Resultterande tryckkraft:

$$F = F_{\text{inne}} - F_{\text{ute}} = 120 - 45 \text{ kN} = 75 \text{ kN}$$

Kraften är utåtriktad.

7.04 a) Trycket från klacken är mycket större eftersom arean är mycket mindre.

b) Det ger en uppåtriktad lyftkraft på flygplanet.

7.05 a) $p_0 = 101,3 \text{ kPa} = 1 \text{ atm}$

$$\rho = 1,03 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$h = 50 \text{ m}$$

$$p = p_0 + h\rho g$$

$$p = 101,3 \cdot 10^3 + 50 \cdot 9,82 \cdot 1,03 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

$$p = 607 \text{ kPa}$$

b) $p = 450 \text{ kPa}$

$$h\rho g = p - p_0$$

$$h = \frac{p - p_0}{\rho g} = \frac{(450 - 101,3) \cdot 10^3}{1,03 \cdot 10^3 \cdot 9,82} \text{ m} = 34,5 \text{ m}$$

c) $h = 20 \text{ m}$

$$p = p_0 + h\rho g$$

$$p = 101,3 \cdot 10^3 + 20 \cdot 9,82 \cdot 1,03 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

$$p = 304 \text{ kPa}$$

$$h = 10 \text{ m}$$

$$p = p_0 + h\rho g$$

$$p = 101,3 \cdot 10^3 + 10 \cdot 9,82 \cdot 1,03 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

$$p = 202 \text{ kPa}$$

Svar: Nej, trycket är inte dubbelt så stort.

7.06 På bottenvåningen: $p = 400 \text{ kPa}$

På femte våningen, 12,5 m högre upp:

Vattnets densitet: $\rho = 1\,000 \text{ kg/m}^3$

$$p_5 = p - h\rho g$$

$$p_5 = 400 \cdot 10^3 - 12,5 \cdot 1000 \cdot 9,82 \text{ Pa}$$

$$p_5 = 280 \text{ kPa}$$

7.07 Lyftkraft: $F_0 = \rho V g$

$$F_g = 4,0 \text{ N}$$

$$V = 49 \text{ cm}^3 = 49 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\rho = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$$

Lyftkraften blir:

$$F_0 = 1,0 \cdot 10^3 \cdot 49 \cdot 10^{-6} \cdot 9,82 \text{ N}$$

$$F_0 = 0,48 \text{ N}$$

Dynamometern visar:

$$F = F_g - F_0 = 4,0 - 0,48 \text{ N} = 3,52 \text{ N}$$

7.08 Badbollens volym: $V_{\text{boll}} = 3,0 \text{ dm}^3$

Undanträngd vattenvolym: $V_{\text{vatten}} = 0,06 \cdot 3,0 \text{ dm}^3 = 0,18 \text{ dm}^3$

a) Kraftjämvikt: $mg = F_0$, där $F_0 = \rho V_{\text{vatten}} g$

$$mg = \rho V_{\text{vatten}} g$$

$$m = \rho V_{\text{vatten}}$$

Vattnets densitet: $\rho = 1\,000 \text{ kg/m}^3$

Bollens massa är:

$$m = 1000 \cdot 0,18 \cdot 10^{-3} \text{ kg} = 0,18 \text{ kg}$$

b) Lyftkraft när hela bollen hålls nere:

$$F_b = \rho V_{\text{boll}} g = 1000 \cdot 3,0 \cdot 10^{-3} \cdot 9,82 \text{ N} = 29,46 \text{ N}$$

Resultterande uppåtriktad kraft:

$$F = F_b - F_0 = 29,46 - 0,18 \cdot 9,82 \text{ N} = 28 \text{ N}$$

7.09 Flytbryggans massa: $m_b = 2,0 \cdot 10^3 \text{ kg}$

Volymen: $V_b = 6,0 \cdot 1,5 \cdot 0,40 \text{ m}^3 = 3,6 \text{ m}^3$

Vattnets densitet: $\rho_v = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$

a) Vi har kraftjämvikt:

$$m_b g = F_0, \text{ där } F_0 = \rho_v V_v g$$

Utveckla uttrycken:

$$m_b g = \rho_v V_v g$$

$$m_b = \rho_v V_v$$

$$V_v = \frac{m_b}{\rho_v} = \frac{2,0 \cdot 10^3}{1,00 \cdot 10^3} \text{ m}^3 = 2,0 \text{ m}^3$$

Beräkna djupet i vattnet:

$$V_v = lbh_v$$

$$h_v = \frac{V_v}{lb} = \frac{2,0}{6,0 \cdot 1,5} \text{ m} = 0,22 \text{ m}$$

b) Hela flytbryggan kan täckas med vatten. Resterande volym:

$$V = V_b - V_v = 3,6 - 2,0 \text{ m}^3 = 1,6 \text{ m}^3$$

Vattnets tyngd = tyngden av personerna på bryggan:

$$mg = \rho_v Vg$$

$$m = \rho_v V = 1,00 \cdot 10^3 \cdot 1,6 \text{ kg} = 1600 \text{ kg}$$

Antal 75 kg personer:

$$\frac{1600}{75} = 21$$

7.10 Volymen: $V = 500 \text{ m}^3$

Luftens densitet: $\rho_{\text{luft}} = 1,20 \text{ kg/m}^3$

Varmluftens densitet: $\rho_{\text{var m}} = 0,75 \text{ kg/m}^3$

Kraftjämvikt: $mg = \rho_{\text{luft}} Vg$, där m är ballongens totala massa. Vi får:

$$m = \rho_{\text{luft}} V = 1,20 \cdot 500 \text{ kg} = 600 \text{ kg}$$

Varmluftens massa är:

$$m_{\text{var m}} = \rho_{\text{var m}} V = 0,75 \cdot 500 \text{ kg} = 375 \text{ kg}$$

Resterande massa: $m_{\text{rest}} = m - m_{\text{var m}} = 600 - 375 \text{ kg} = 225 \text{ kg}$

7.11 a) $T = t + 273 \text{ K}$

$$T = -196 + 273 \text{ K} = 77 \text{ K}$$

$$T = 37 + 273 \text{ K} = 310 \text{ K}$$

$$T = 232 + 273 \text{ K} = 505 \text{ K}$$

b) $t = T - 273$

$$t = 21 - 273^\circ \text{C} = -252^\circ \text{C}$$

$$t = 294 - 273^\circ \text{C} = 21^\circ \text{C}$$

$$t = 730 - 273^\circ \text{C} = 457^\circ \text{C}$$

7.12 Se facit i läroboken.

7.13 $w_k = 1,2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

$$w_k = \frac{3}{2} kT$$

$$T = \frac{2w_k}{3k} = \frac{2 \cdot 1,2 \cdot 10^{-19}}{3 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23}} \text{ K} = 5\,800 \text{ K}$$

7.14 a) Kvävemolekyler

$$m = 28u = 28 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 4,648 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$$

$$T = -12 + 273 \text{ K} = 261 \text{ K}$$

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

$$W_k = \frac{3}{2}kT$$

Kombinera uttrycken:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{3}{2}kT$$

$$mv^2 = 3kT$$

$$v = \sqrt{\frac{3kT}{m}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 461}{4,648 \cdot 10^{-26}}} = 480 \text{ m/s}$$

b) Koldioxid

$$m = 12u + 32u = 44u$$

$$m = 44 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 7,304 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$$

$$v = 400 \text{ m/s}$$

Använd samma uttryck som i uppgift a:

$$\frac{3}{2}kT = \frac{mv^2}{2}$$

$$3kT = mv^2$$

$$T = \frac{mv^2}{3k} = \frac{7,304 \cdot 10^{-26} \cdot 400^2}{3 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23}} \text{ K} = 282 \text{ K}$$

7.15 a) $p_0 = 101,0 \text{ kPa}$, $V_0 = 1200 \text{ m}^3$

$$T_0 = 15 + 273 \text{ K} = 288 \text{ K}$$

$$T = -3,0 + 273 \text{ K} = 270 \text{ K}$$

$$p = 80 \text{ kPa}$$

Bestäm volymen:

$$\frac{pV}{T} = \frac{p_0V_0}{T_0}$$

$$V = \frac{T}{p} \cdot \frac{p_0V_0}{T_0} = \frac{270 \cdot 101,0 \cdot 10^3 \cdot 1200}{80 \cdot 10^3 \cdot 288} \text{ m}^3$$

$$V = 1420 \text{ m}^3$$

b) Normaltillstånd för luft:

$$p = 101,3 \text{ kPa}, T = 273 \text{ K}$$

$$\rho = 1,293 \text{ kg/m}^3$$

$$V = \frac{T}{p} \cdot \frac{p_0V_0}{T_0} = \frac{273 \cdot 101,0 \cdot 10^3 \cdot 1200}{101,3 \cdot 10^3 \cdot 288} \text{ m}^3$$

$$V = 1134 \text{ m}^3$$

Bestäm massan:

$$m = \rho V = 1,293 \cdot 1134 \text{ kg} = 1470 \text{ kg}$$

7.16 $T_0 = 20 + 273 \text{ K} = 293 \text{ K}$

$$T = 60 + 273 \text{ K} = 333 \text{ K}$$

$$p_0 = 120 \text{ kPa}$$

$$V = 1,03V_0$$

$$\frac{pV}{T} = \frac{p_0V_0}{T_0}$$

$$p = \frac{T}{V} \cdot \frac{p_0V_0}{T_0} = \frac{T}{1,03V_0} \cdot \frac{p_0V_0}{T_0} = \frac{Tp_0}{1,03T_0}$$

$$p = \frac{333 \cdot 120 \cdot 10^3}{1,03 \cdot 293} \text{ Pa} = 130 \text{ kPa}$$

7.17 Konstant volym:

$$p_0 = 5,0 \text{ MPa}, p = 15 \text{ MPa}$$

$$T_0 = 17 + 273 \text{ K} = 290 \text{ K}$$

$$\frac{p}{T} = \frac{p_0}{T_0}$$

$$T = \frac{T_0 p}{p_0} = \frac{290 \cdot 15 \cdot 10^6}{5,0 \cdot 10^6} \text{ K} = 870 \text{ K}$$

7.18 a) Kylskåpet har konstant volym.

$$p_0 = 100,7 \text{ kPa}, T_0 = 22 + 273 \text{ K} = 295 \text{ K}$$

$$T = 8 + 273 \text{ K} = 281 \text{ K}$$

$$\frac{p}{T} = \frac{p_0}{T_0}$$

$$p = \frac{p_0 T}{T_0} = \frac{100,7 \cdot 10^3 \cdot 281}{295} \text{ Pa} = 96 \text{ kPa}$$

b) Kylskåpet måste vara tätt, annars gäller inte tillståndslagen för gaser

c) Eftersom trycket är lägre inne i kylskåpet verkar en resulterande tryckkraft inåt på kylskåpsdörren.

7.19 Konstant temperatur

$$p_0 = 1,00 \text{ MPa}, V_0 = 45 \text{ dm}^3$$

$$p = 150 \text{ kPa}$$

$$pV = p_0V_0$$

$$V = \frac{p_0V_0}{p} = \frac{1,00 \cdot 10^6 \cdot 45 \cdot 10^{-3}}{150 \cdot 10^3} \text{ m}^3$$

$$V = 0,30 \text{ m}^3$$

Volymen fördelas på ett antal ballonger och gasflaskan.

Varje ballong har volymen $4,0 \text{ dm}^3$.

Ballonger kan blåsas upp tills trycket i gasflaskan är samma som ballongernas tryck.

$$\text{Antal ballonger: } \frac{0,30 - 45 \cdot 10^{-3}}{4,0 \cdot 10^{-3}} = 63,75$$

63 ballonger kan blåsas upp.

7.20 Se facit i läroboken.

7.21 Se facit i läroboken.

7.22 Se facit i läroboken.

- 7.23** Vatten: $c = 4,18 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$
 $m = 13 \text{ kg}$, $\Delta T = 95 - 10^\circ \text{C} = 85^\circ \text{C}$
 $Q = cm\Delta T = 4,18 \cdot 10^3 \cdot 13 \cdot 85 \text{ J} = 4,6 \text{ MJ}$
- 7.24** Per timme: $m = 140 \text{ kg}$ vatten.
 $\Delta T = 75 - 30^\circ \text{C} = 45^\circ \text{C}$
 $c = 4,18 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$
 Avgiven energi:
 $Q = cm\Delta T = 4,18 \cdot 10^3 \cdot 140 \cdot 45 \text{ J}$
 $Q = 2,6334 \cdot 10^7 \text{ J}$
 Avgiven effekt:
 $P = \frac{Q}{t} = \frac{2,6334 \cdot 10^7}{3600} \text{ W} = 7,3 \text{ kW}$
- 7.25 a)** $\Delta T = 95 - 15^\circ \text{C} = 80^\circ \text{C}$
 Vatten:
 $m_v = 1,10 \text{ kg}$
 $c_v = 4,18 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$
 Aluminiumkastrull:
 $m_{Al} = 0,45 \text{ kg}$
 $c_{Al} = 0,90 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$
 Energiåtgång för uppvärmningen:
 $Q = Q_v + Q_{Al} = c_v m_v \Delta T + c_{Al} m_{Al} \Delta T$
 $Q = 4,18 \cdot 10^3 \cdot 1,10 \cdot 80 + 0,90 \cdot 10^3 \cdot 0,45 \cdot 80 \text{ J}$
 $Q = 400 \text{ kJ}$
- b)** Plattans effekt: $P = 2,0 \text{ kW}$
 $P = \frac{Q}{t}$
 $t = \frac{Q}{P} = \frac{400240}{2,0 \cdot 10^3} \text{ s} = 200 \text{ s}$
- c)** Uppvärmningstid: $t = 4,0 \text{ min}$
 Tillförd energi:
 $Q = Pt = 2,0 \cdot 10^3 \cdot 4,0 \cdot 60 \text{ J} = 480 \text{ kJ}$
 Förlust: $\Delta Q = 480 - 400 \text{ kJ} = 80 \text{ kJ}$
 Energiförluster till att värma plattan och till omgivningen.
- 7.26** Mängd luft per timme:
 $V = 2 \cdot 180 \text{ m}^3$
 $\rho = 1,3 \text{ kg/m}^3$
 $m = \rho V = 1,3 \cdot 2 \cdot 180 \text{ kg} = 468 \text{ kg}$
 Uppvärmning:
 $\Delta T = 20 - 5,0^\circ \text{C} = 15^\circ \text{C}$
 $c = 1,0 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$
 Energiåtgång per timme:
 $Q = cm\Delta T = 1,0 \cdot 10^3 \cdot 468 \cdot 15 \text{ J}$
 $Q = 7,02 \text{ MJ}$
 Effekten måste vara:
 $P = \frac{W}{t} = \frac{7,02 \cdot 10^6}{3600} \text{ W} = 2,0 \text{ kW}$

- 7.27 a) ΔT , m , c , pris/kWh
 b) Hon gör följande antaganden:
 1 liter vatten väger 1 kg. Hon duschar i 8 minuter och vattenflödet är 12 liter/minut. Vattentemperaturen är 10 °C från början och vattnet värms till 40 °C.
 Specifika värmekapaciteten för vatten slår hon upp i tabellen.
 Till sist antar hon att 1 kWh kostar 0,50 kr.
 Kostnaden beräknas därefter på följande sätt:
 $m = 8 \cdot 12 \text{ kg} = 96 \text{ kg}$
 $\Delta T = 40 - 10^\circ\text{C} = 30^\circ\text{C}$
 $c = 4,18 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$
 Energiåtgång:
 $Q = cm\Delta T = 4,18 \cdot 10^3 \cdot 96 \cdot 30 \text{ J}$
 $Q = 12038 \text{ kJ} = \frac{12038}{3600} \text{ kWh} = 3,344 \text{ kWh}$
 1 kWh kostar 0,50 kr.
 Kostnad för en dusch: $3,344 \cdot 0,50 \text{ kr} = 1,67 \text{ kr} \approx 2 \text{ kr}$
 c) Kostnaderna kan minskas om hon stänger av vattnet medan hon tvättar sig.

7.28 $Q = 5,5 \text{ kJ}$, $\Delta T = 90 - 20^\circ\text{C} = 70^\circ\text{C}$

$$C = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{5,0 \cdot 10^3}{70} \text{ J/K} = 79 \text{ J/K}$$

Uppvärmning av termosen bör kräva så litet energi som möjligt.
 Annars tas värme från innehållet.

7.29 Tabelldata för järn:

$$l_s = 276 \text{ kJ/kg}$$

$$c = 0,45 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$$

$$t_{\text{smält}} = 1535^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 1535 - 20^\circ\text{C} = 1515^\circ\text{C}$$

$$m = 200 \text{ kg}$$

Avgiven energi:

$$Q = l_s m + cm\Delta T$$

$$Q = 276 \cdot 10^3 \cdot 200 + 0,45 \cdot 10^3 \cdot 200 \cdot 1515 \text{ J}$$

$$Q = 190 \text{ MJ}$$

7.30 a) $Q = l_s \cdot m = 334 \cdot 0,15 \text{ kJ} = 50 \text{ kJ}$

b) $Q = c \cdot m \cdot \Delta T = 4190 \cdot 0,15 \cdot 100 \text{ J} = 63 \text{ kJ}$

c) $Q = l_d \cdot m = 2260 \cdot 0,15 \text{ kJ} = 340 \text{ kJ}$

7.31 Skridskoåkarens kinetiska energi omvandlas till värme under inbromsningen:

$$W_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{72 \cdot 6,8^2}{2} \text{ J} = 1664,64 \text{ J}$$

50 % av den frigjorda energin absorberas av isen, som smälter:

$$Q = 0,50 \cdot W_k = 0,50 \cdot 1664,64 \text{ J} = 832,32 \text{ J}$$

$$Q = l_s \cdot m$$

$$m = \frac{Q}{l_s} = \frac{832,32}{334 \cdot 10^3} \text{ kg} = 2,5 \text{ g}$$

7.32 Data för isen:

$$c = 2,2 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$$

$$l_s = 334 \text{ kJ/kg}$$

$$m_{is} = 0,050 \text{ kg}$$

$$\Delta T_{is} = 15^\circ \text{C}$$

Data för vatten och bägare:

$$C = 80 \text{ J/K}$$

$$m = 0,200 \text{ kg}$$

$$c = 4,18 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$$

$$\Delta T = 18^\circ \text{C}$$

Energi som avges av vattnet och bägaren:

$$Q = C\Delta T + cm\Delta T$$

$$Q = 80 \cdot 18 + 4,18 \cdot 10^3 \cdot 0,200 \cdot 18 \text{ J}$$

$$Q = 16488 \text{ J}$$

Energi som absorberas av isen:

$$Q = c_{is} m_{is} \Delta T_{is} + l_s m_{is} = m_{is} (c_{is} \Delta T_{is} + l_s)$$

Mängd is som den avgivna energin kan smälta:

$$m_{is} = \frac{Q}{c_{is} \Delta T_{is} + l_s} = \frac{16488}{2,2 \cdot 10^3 \cdot 15 + 334 \cdot 10^3} \text{ kg}$$

$$m_{is} = 0,045 \text{ kg}$$

All isen kommer inte att smälta, endast 45 g.

7.33 a) Vattnets potentiella energi omvandlas till elektrisk energi.

Bestäm energin per minut.

$$m = 43 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

$$W_{\text{tillförd}} = mgh = 43 \cdot 10^3 \cdot 9,82 \cdot 28 \text{ J} = 1\,182\,380 \text{ J}$$

Verkningsgraden är 85 %. Beräkna den uttagna (nyttiga) energin och därefter uttagen effekt:

$$W_{\text{nyttig}} = \eta \cdot W_{\text{tillförd}} = 0,85 \cdot 1\,182\,380 \text{ J} = 1\,004\,978 \text{ J}$$

$$P_{\text{nyttig}} = \frac{W_{\text{nyttig}}}{t} = \frac{1\,004\,978}{60} \text{ W} \approx 170 \text{ kW}$$

b) Under 1 år producerar energin:

$$W = Pt = 167\,496 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ J} \approx 5,3 \cdot 10^{12} \text{ J}$$

7.34 Beräkna den tillförda energin:

$$\eta = \frac{W_{\text{nyttig}}}{W_{\text{tillförd}}}$$

$$W_{\text{tillförd}} = \frac{W_{\text{nyttig}}}{\eta} = \frac{26}{0,27} \text{ kJ} = 96 \text{ kJ}$$

Förlusterna uppgår till $96 \text{ kJ} - 26 \text{ kJ} = 70 \text{ kJ}$

7.35 a) Energiåtgång för att värma vattnet:

$$Q = cm\Delta T = 4,18 \cdot 10^3 \cdot 0,8 \cdot (100 - 18) \text{ J} = 274\,208 \text{ J}$$

Endast 72 % av vattenkokarens effekt utnyttjas för uppvärmningen.

Tillförd energi från vattenkokaren blir då:

$$W = Pt$$

$$t = \frac{W}{P} = \frac{274\,208}{0,72 \cdot 800} \text{ s} = 476 \text{ s} \approx 8 \text{ min}$$

b) Energiåtgång för att förångna vattnet:

$$Q = l_v m = 2\,260 \cdot 10^3 \cdot 0,8 \text{ J} = 1\,808\,000 \text{ J}$$

Beräkna förångningstiden på samma sätt som ovan:

$$t = \frac{W}{P} = \frac{1\,808\,000}{0,72 \cdot 800} \text{ s} = 3139 \text{ s} \approx 52 \text{ min}$$

Testa dig i fysik

- 1 Temperaturen sjunker med 3° i hela hotellet.

- 2 Vätsketrycket i behållaren måste vara högre än trycket i armen.

$$p_{arm} = 2,3 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

$$\rho = 1,02 \text{ kg/dm}^3$$

Vätsketrycket:

$$p = h\rho g$$

$$h = \frac{p}{\rho g} = \frac{p_{arm}}{\rho g} = \frac{2,3 \cdot 10^3}{1,02 \cdot 10^3 \cdot 9,82} \text{ m}$$

$$h = 0,23 \text{ m}$$

Behållaren måste vara minst 23 cm ovanför armen.

- 3 Konstant temperatur:

$$pV = p_0V_0$$

Från början är trycket i pumpen lika med lufttrycket.

$$p_0 = 100 \text{ kPa}, p = 240 \text{ kPa}$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{p_0}{p} = \frac{100 \cdot 10^3}{240 \cdot 10^3} = \frac{5}{12}$$

Volymen är en cylinder: $V = \pi r^2 h$. När pumpen trycks in minskar h.

Från början: $h_0 = 0,25 \text{ m}$. Vi får då:

$$\frac{V}{V_0} = \frac{\pi r^2 h}{\pi r^2 h_0} = \frac{h}{h_0}$$

Kombinera uttrycken och beräkna h:

$$\frac{h}{h_0} = \frac{5}{12}$$

$$h = \frac{h_0 \cdot 5}{12} = \frac{0,25 \cdot 5}{12} \text{ m} = 0,10 \text{ m}$$

Tryck in pumpen $0,25 - 0,10 \text{ m} = 0,15 \text{ m}$.

- 4 En låda med måtten $12 \text{ cm} \cdot 18 \text{ cm} \cdot 24 \text{ cm}$ och massan $m = 12 \text{ kg}$

$$\text{Trycket: } p = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A}$$

Störst tryck när arean är så liten som möjligt:

$$A_{\min} = 0,12 \cdot 0,18 \text{ m}^2 = 0,0216 \text{ m}^2$$

$$\text{Största trycket är: } p = \frac{mg}{A_{\min}} = \frac{12 \cdot 9,82}{0,0216} \text{ Pa} = 5,5 \text{ kPa}$$

- 5 Hästsko av järn:
 $m_j = 380 \text{ g}$, $T_{0j} = 550 \text{ °C}$
 $c_j = 0,45 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$
 Vatten:
 $m_v = 25 \text{ kg}$, $T_{0v} = 22 \text{ °C}$
 $c_v = 4,18 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$
 Blandningstemperatur: T
 Avgiven energi:
 $Q = c_j m_j (T - T_{0j})$
 Absorberad energi:
 $Q = c_v m_v (T - T_{0v})$
 Sätt uttrycken lika och beräkna T :
 $c_v m_v (T - T_{0v}) = c_j m_j (T_{0j} - T)$
 $c_v m_v T - c_v m_v T_{0v} = c_j m_j T_{0j} - c_j m_j T$
 $c_v m_v T + c_j m_j T = c_j m_j T_{0j} + c_v m_v T_{0v}$
 $T (c_v m_v + c_j m_j) = c_j m_j T_{0j} + c_v m_v T_{0v}$
 $T = \frac{c_j m_j T_{0j} + c_v m_v T_{0v}}{c_v m_v + c_j m_j}$
 $T = \frac{0,45 \cdot 10^3 \cdot 0,380 \cdot 550 + 4,18 \cdot 10^3 \cdot 25 \cdot 22}{0,45 \cdot 10^3 \cdot 0,380 + 4,18 \cdot 10^3 \cdot 25}$
 $T = 22,9 \text{ °C}$
 Vattnets temperatur ökar: $22,9^\circ - 22^\circ = 0,9^\circ$, ca 1 grad.
- 6 Konstant volym:
 $\frac{p}{T} = \frac{p_0}{T_0}$
 $T_0 = 18,5 + 273 \text{ K} = 291,5 \text{ K}$
 $T = 45,6 + 273 \text{ K} = 318,6 \text{ K}$
 Från början är p_0 770 mm Hg.
 Vi får trycket i enheten mm Hg:
 $p = \frac{T p_0}{T_0} = \frac{318,6 \cdot 770}{291,5} \text{ mm Hg} = 842 \text{ mm Hg}$
- 7 Träbitens massa och densitet:
 $m = 13,2 \text{ kg}$, $\rho = 0,82 \text{ kg/dm}^3$
 Träbitens volym:
 $\rho = \frac{m}{V}$
 $V = \frac{m}{\rho} = \frac{13,2}{0,82 \cdot 10^3} \text{ m}^3 = 0,0161 \text{ m}^3$
 Vattnets lyftkraft blir:
 $\rho_v = 1000 \text{ kg/m}^3$
 $F_0 = \rho_v V g = 1000 \cdot 0,0161 \cdot 9,82 \text{ N} = 158 \text{ N}$
 Träbitens tyngd: $mg = 13,2 \cdot 9,82 \text{ N} = 130 \text{ N}$
 Kraften som håller ner träbiten blir:
 $F = 158 - 130 \text{ N} = 28 \text{ N}$

8

Tre vätskor :

$$T_1 = 20^\circ\text{C}, T_2 = 30^\circ\text{C}, T_3 = 40^\circ\text{C}$$

Blanda lika massor av två vätskor. De får samma blandningstemperatur. Energiutbyte:

$$Q = c_1 m \Delta T_1$$

$$Q = c_2 m \Delta T_2$$

$$c_1 m \Delta T_1 = c_2 m \Delta T_2$$

$$c_1 \Delta T_1 = c_2 \Delta T_2$$

Fall 1: Vätska 1 och 2 blandas, blandningstemperatur: 27°C .

$$\Delta T_1 = 27 - 20^\circ\text{C} = 7^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_2 = 30 - 27^\circ\text{C} = 3^\circ\text{C}$$

Beräkning enligt ovan:

$$c_1 \Delta T_1 = c_2 \Delta T_2$$

$$7c_1 = 3c_2$$

$$c_1 = \frac{3}{7}c_2$$

Fall 2: Vätska 2 och 3 blandas, blandningstemperatur: 38°C .

$$\Delta T_2 = 38 - 30^\circ\text{C} = 8^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_3 = 40 - 38^\circ\text{C} = 2^\circ\text{C}$$

Beräkning enligt ovan:

$$c_3 \Delta T_3 = c_2 \Delta T_2$$

$$2c_3 = 8c_2$$

$$c_3 = \frac{8}{2}c_2 = 4c_2$$

Fall 3: Vätska 1 och 3 blandas. Bestäm blandningstemperaturen, T .

Beräkning enligt ovan:

$$c_3 \Delta T_3 = c_1 \Delta T_1$$

$$c_3 (T_3 - T) = c_1 (T - T_1)$$

Sätt in vad vi vet och uttryck c_1 och c_3 med hjälp av sambanden ovan.

Vi får:

$$4c_2 (40 - T) = \frac{3}{7}c_2 (T - 20)$$

$$4(40 - T) = \frac{3}{7}(T - 20)$$

$$4 \cdot 40 - 4T = \frac{3T}{7} - \frac{3 \cdot 20}{7}$$

$$160 + \frac{60}{7} = 4T + \frac{3T}{7}$$

$$\frac{31T}{7} = 160 + \frac{60}{7}$$

$$T = 38,1^\circ\text{C}$$

- 9 a) Grafen visar energiåtgång för att värma kastrull och vätska.
Bidraget från kastrullen gör att grafen inte går genom origo.
- b) För vätskan gäller:
 $c = 2,18 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$
 $T_{\text{kok}} = 123 \text{ }^\circ\text{C}$
 För energitillförseln gäller:
 $Q = cm\Delta T$
 Grafen visar Q som funktion av m . Linjens riktningskoefficient kan bestämmas.
 Med hjälp av energisambandet får vi då:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta m} = c\Delta T$$

$$\frac{\Delta Q}{\Delta m} = \frac{400 \cdot 10^3 - 125 \cdot 10^3}{1,3} \text{ J/g} = 2,115 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$$
 Bestäm starttemperaturen:
 $c\Delta T = 2,115 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$

$$\Delta T = \frac{2,115 \cdot 10^5}{2,18 \cdot 10^3} = 97 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = T_{\text{kok}} - T_{\text{start}}$$

$$T_{\text{start}} = 123 - 97 \text{ }^\circ\text{C} = 26 \text{ }^\circ\text{C}$$

8. Klimat och väder

- 8.01** På 1 km faller temperaturen $6,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
På 10 km faller temperaturen $65\text{ }^{\circ}\text{C}$.
Temperaturen på 10 km höjd: $(20 - 65)\text{ }^{\circ}\text{C} = -45\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 8.02** Jordens radie: $6,4 \cdot 10^6\text{ m}$ (vilket motsvarar 4 cm "apelsin").
Då motsvarar 0,5 cm "apelsin": $\frac{0,5}{4} \cdot 6,4 \cdot 10^6\text{ m} = 8 \cdot 10^5\text{ m}$
Man befinner sig i exosfären.
- 8.03** 0,038 % koldioxid finns i luften.
Mängden koldioxid i 250 m^3 luft är: $0,00038 \cdot 250\text{ m}^3 = 0,095\text{ m}^3 = 95\text{ l}$
- 8.04** a) Trycket på Venus yta: $9,3\text{ MPa}$
Trycket på jordens yta: $101,3\text{ kPa} = 0,1013\text{ MPa}$
Trycket på Venus yta är $\frac{9,3}{0,1013} = 92$ gånger större.
- b) För ungefär var tionde meter ner i vattnet på jorden ökar trycket lika mycket som lufttrycket. Det innebär då att man behöver komma ner $92 \cdot 10\text{ m} \approx 900\text{ m}$.
- c) Beräkning av g på Venus (behövs inte, står i uppgiften):
 $m_{\text{venus}} = 4,87 \cdot 10^{24}\text{ kg}$
 $r_{\text{venus}} = 6,05 \cdot 10^6\text{ m}$
- $$g_{\text{venus}} = \frac{F}{m} = \frac{G \frac{m \cdot m_{\text{venus}}}{r_{\text{venus}}^2}}{m} = G \frac{m_{\text{venus}}}{r_{\text{venus}}^2}$$
- $$g_{\text{venus}} = G \frac{m_{\text{venus}}}{r_{\text{venus}}^2} = 6,6726 \cdot 10^{-11} \frac{4,87 \cdot 10^{24}}{(6,05 \cdot 10^6)^2} = 8,88$$
- Se exempel 2:
- $$m = \frac{pA}{g} = \frac{9,3 \cdot 10^6 \cdot 4\pi \cdot (6,05 \cdot 10^6)^2}{8,88}\text{ kg} = 4,8 \cdot 10^{20}\text{ kg}$$
- 8.05** Se facit i boken.
- 8.06** Se facit i boken.
- 8.07** Varmare luft kan innehålla mer vatten än kallare luft.
- 8.08** a) Luften i däckan har blivit kallare och vid oförändrad volym blir trycket mindre.
- b) $T_0 = 288\text{ K}$
 $T_1 = 259\text{ K}$
 $p_1 = 215\text{ kPa}$
 $\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p_1 V_1}{T_1}$
 $\frac{p_0 V}{288} = \frac{215 V}{259}$ (trycket i kPa)
 $p_0 = \frac{288 \cdot 215}{259}\text{ kPa} = 239\text{ kPa}$

8.09 Slättens area: $1 \text{ mil}^2 = (10^4)^2 \text{ m}^2 = 10^8 \text{ m}^2$
 Nederbördens volym: $0,020 \cdot 10^8 \text{ m}^3 = 2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
 Anta att en lastbil kan lasta 20 m^3 .
 Antal lastbilar: $\frac{2 \cdot 10^6}{20} = 10^5$

8.10 $V_0 = 800 \text{ m}^3$ $p_0 = 101,3 \text{ kPa}$ $T_0 = 291 \text{ K}$
 $p_1 = 92,5 \text{ kPa}$ $T_1 = 271 \text{ K}$

a) $\frac{p_0 V_0}{T_0} = \frac{p_1 V_1}{T_1}$
 $V_1 = \frac{p_0 V_0 T_1}{p_1 T_0} = \frac{101,3 \cdot 800 \cdot 271}{92,5 \cdot 291} \text{ m}^3 = 816 \text{ m}^3$
 b) $p_2 = 101,3 \text{ kPa}$ $T_2 = 273 \text{ K}$
 $V_2 = \frac{p_0 V_0 T_2}{p_2 T_0} = \frac{101,3 \cdot 800 \cdot 273}{101,3 \cdot 291} \text{ m}^3 = 751 \text{ m}^3$
 c) $\rho = 1,293 \text{ kg/m}^3$
 $m = \rho \cdot V = 1,293 \cdot 751 \text{ kg} = 970 \text{ kg}$

8.11 Se facit i boken.

8.12 Se facit i boken.

8.13 a) Solarkonstanten: $1\,370 \text{ W/m}^2$
 Jordens radie: $6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$

Jordens genomskärningsarea: $\pi R^2 = \pi(6,37 \cdot 10^6)^2 \text{ m}^2 = 1,275 \cdot 10^{14} \text{ m}^2$
 Instrålad effekt: $1\,370 \cdot 1,275 \cdot 10^{14} \text{ W} = 1,75 \cdot 10^{17} \text{ W}$

b) Jordens medelavstånd från solen: $1,496 \cdot 10^{11} \text{ m}$
 Areal av den sfär, med solen som medelpunkt,
 som jorden ligger på: $4\pi R^2 = 4\pi(1,496 \cdot 10^{11})^2 \text{ m}^2 = 2,812 \cdot 10^{23} \text{ m}^2$

Antal gånger större som arean av denna sfär är jämfört med

jordens genomskärningsarea: $\frac{2,812 \cdot 10^{23}}{1,275 \cdot 10^{14}} = 2,21 \cdot 10^9$

Solens effekt: $2,21 \cdot 10^9 \cdot 1,75 \cdot 10^{17} \text{ W} = 3,9 \cdot 10^{26} \text{ W}$

8.14 a) $4\pi R^2$ står för jordens area.
 πR^2 står för jordens genomskärningsarea.

b) $5,67 \cdot 10^{-8} \cdot T^4 4\pi R^2 = (1 - \alpha) \cdot 1\,370 \cdot \pi R^2$
 $\alpha = 0,30$

$T = \left(\frac{(1 - 0,30) \cdot 1\,370 \cdot \pi \cdot R^2}{5,67 \cdot 10^{-8} 4\pi R^2} \right)^{1/4} \text{ K} = 255 \text{ K} = -18 \text{ °C}$

c) $\alpha = 0,35$

$T = \left(\frac{(1 - 0,35) \cdot 1\,370 \cdot \pi \cdot R^2}{5,67 \cdot 10^{-8} 4\pi R^2} \right)^{1/4} \text{ K} = 250 \text{ K} = -23 \text{ °C}$

9. Elektricitet

9.01 $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

a) $Q = (-1,602 \cdot 10^{-19}) \cdot 10^6 \text{ C} + (1,602 \cdot 10^{-19}) \cdot 10^6 \text{ C} = 0 \text{ C}$

b) $Q = (-1,602 \cdot 10^{-19}) \cdot 10^8 \text{ C} + (1,602 \cdot 10^{-19}) \cdot 10^9 \text{ C} = 1,442 \cdot 10^{-10} \text{ C}$

c) $Q = (-1,602 \cdot 10^{-19}) \cdot 10^{12} \text{ C} + (1,602 \cdot 10^{-19}) \cdot 10^{10} \text{ C} = -1,586 \cdot 10^{-7} \text{ C}$

9.02 a) $Q = +4,8 \cdot 10^{-10} \text{ C}$

Kulan har positiv laddning. Den har underskott på elektroner.

Elektronens laddning: $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Antal underskottsladdningar: $n = \frac{4,8 \cdot 10^{-10}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 3 \cdot 10^9$

b) Tillför 5 miljarder elektroner. Kulan får ett överskott på elektroner.
Laddningen blir negativ.

Antal överskottselektroner: $n = 5 \cdot 10^9 - 3 \cdot 10^9 = 2 \cdot 10^9$

Totala laddningen är: $Q = -2 \cdot 10^9 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} = -3,2 \cdot 10^{-10} \text{ C}$

9.03 a) $Q_A = Q_B = +12 \text{ nC}$, $Q_C = 0$

Ny laddning för A och C blir: $Q_2 = \frac{Q_A + Q_C}{2} = \frac{12 + 0}{2} \text{ nC} = 6 \text{ nC}$

b) Ny laddning för B och C blir: $Q_3 = \frac{Q_B + Q_C}{2} = \frac{12 + 0}{2} \text{ nC} = 6 \text{ nC}$

9.04 $Q_A = +26 \text{ nC}$, $Q_B = -9 \text{ nC}$, $Q_C = -6 \text{ nC}$

Ny laddning för A och C blir: $Q_2 = \frac{Q_A + Q_C}{2} = \frac{26 - 6}{2} \text{ nC} = +10 \text{ nC}$

Ny laddning för B och C blir: $Q_3 = \frac{Q_B + Q_C}{2} = \frac{-9 - 6}{2} \text{ nC} = -7,5 \text{ nC}$

9.05 $Q_1 = Q_2 = 10,0 \text{ nC}$

Använd Coulombs lag

$r = 18 \text{ cm}$

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} = 8,99 \cdot 10^9 \frac{(10,0 \cdot 10^{-9})^2}{0,18^2} \text{ N} = 28 \mu\text{N}$$

Repellerande krafter eftersom laddningarna har samma tecken.

9.06 Använd Coulombs lag:

$r = 3,2 \text{ cm}$

$Q_1 = -0,56 \mu\text{C}$

$F = 4,8 \text{ mN}$

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

$$Q_2 = \frac{Fr^2}{kQ_1} = \frac{4,8 \cdot 10^{-3} \cdot 0,032^2}{8,99 \cdot 10^9 \cdot 0,56 \cdot 10^{-6}} \text{ C} = 0,98 \text{ nC}$$

Kraften är attraherande. Då är Q_2 positiv.

9.07 Protonens laddning:

$$Q = +1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$r = 10^{-15} \text{ m}$$

Använd Coulombs lag:

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} = 8,99 \cdot 10^9 \frac{(1,6 \cdot 10^{-19})^2}{(10^{-15})^2} \text{ N} = 230 \text{ N}$$

9.08 Använd Coulombs lag. Se facit i läroboken.

9.09 $Q_1 = +8,0 \mu\text{C}$, $Q_2 = +4,0 \mu\text{C}$, $Q_3 = -8,0 \mu\text{C}$

Använd Coulombs lag: $F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$

Kraften från Q_1 , riktad åt höger:

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

$$F_1 = 8,99 \cdot 10^9 \cdot \frac{8,0 \cdot 10^{-6} \cdot 4,0 \cdot 10^{-6}}{0,25^2} \text{ N} = 4,60 \text{ N}$$

Kraften från Q_3 , riktad åt höger:

$$r = 0,50 \text{ m}$$

$$F_3 = 8,99 \cdot 10^9 \cdot \frac{8,0 \cdot 10^{-6} \cdot 4,0 \cdot 10^{-6}}{0,50^2} \text{ N} = 1,15 \text{ N}$$

Resultanten blir:

$$F = F_1 + F_3 = 4,60 + 1,15 \text{ N} = 5,8 \text{ N}, \text{ riktad åt höger.}$$

9.10 a) $Q = -5,6 \text{ nC}$

$$F = 35 \text{ mN}$$

$$E = \frac{F}{Q} = \frac{35 \cdot 10^{-3}}{5,6 \cdot 10^{-9}} \text{ N/C} = 6,25 \cdot 10^6 \text{ N/C}$$

Fältet är uppåtriktat.

b) $Q = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

$$F = EQ = 6,25 \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ N} = 1,0 \cdot 10^{-12} \text{ N}$$

Kraften är nedåtriktad.

9.11 a) $E = 580 \text{ kN/C} = 5,8 \cdot 10^5 \text{ N/C}$

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

$$F = E \cdot q = 5,8 \cdot 10^5 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ N} = 9,3 \cdot 10^{-14} \text{ N}$$

b) $m_p = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{9,3 \cdot 10^{-14}}{1,673 \cdot 10^{-27}} \text{ m/s}^2 = 5,6 \cdot 10^{13} \text{ m/s}^2$$

9.12 Kraftjämvikt:

$$F = mg$$

$$F = EQ$$

$$EQ = mg$$

Fältet är uppåtriktat. Laddningen måste vara positiv.

$$m = 0,84 \text{ mg} = 0,84 \cdot 10^{-6} \text{ kg}$$

$$E = 26 \text{ kN/C}$$

$$Q = \frac{mg}{E} = \frac{0,84 \cdot 10^{-6} \cdot 9,82}{26 \cdot 10^3} \text{ C} = +0,32 \text{ nC}$$

9.13 Elektrisk spänning: $U = \frac{W}{Q}$

$$Q = 48 \text{ mC} = 4,8 \cdot 10^{-2} \text{ C}$$

$$W = 2,4 \text{ J}$$

$$U = \frac{2,4}{4,8 \cdot 10^{-2}} \text{ V} = 50 \text{ V}$$

9.14 a) Elektrisk energi: $W = QU$

$$Q = 20 \text{ C}, W = 240 \text{ J}$$

$$U = \frac{W}{Q} = \frac{240}{20} \text{ V} = 12 \text{ V}$$

Batteriet har förlorat 240J

b) $Q = 75 \text{ C}$

$$U = \frac{W}{Q} = \frac{240}{75} \text{ V} = 3,2 \text{ V}$$

9.15 Elektrisk energi:

$$W = QU$$

$$U = 400 \text{ kV}$$

$$Q = 200 \text{ C}$$

$$W = 200 \cdot 400 \cdot 10^3 \text{ J} = 80 \text{ MJ}$$

9.16 Elektrisk energi: $W = QU$

$$Q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$W = 2,40 \cdot 10^{-15} \text{ J}$$

$$U = \frac{W}{Q} = \frac{2,40 \cdot 10^{-15}}{1,6 \cdot 10^{-19}} \text{ V} = 15,0 \text{ kV}$$

9.17 $s = 8,7 \text{ cm}$, $E = 950 \text{ V/m}$

$$U = Es = 950 \cdot 0,087 \text{ V} = 83 \text{ V}$$

9.18 Det minsta avståndet blir:

$$U = 4200 \text{ V}$$

$$E = 3 \text{ MV/m}$$

$$E = \frac{U}{s}$$

$$s = \frac{U}{E} = \frac{4200}{3 \cdot 10^6} \text{ m} = 0,0014 \text{ m} = 1,4 \text{ mm}$$

9.19 $Q = +12,6 \text{ nC}$

$$s = 0,14 \text{ cm}$$

$$W_k = 180 \mu\text{J}$$

a) Elektrisk energi har omvandlats till rörelseenergi.

$$\text{Fältet har uträttat ett arbete: } W = 180 \mu\text{J}$$

b) Beräkna spänningen:

$$W = QU$$

$$U = \frac{W}{Q} = \frac{180 \cdot 10^{-6}}{12,6 \cdot 10^{-9}} \text{ V} = 14 \text{ kV}$$

c) Beräkna den elektriska fältstyrkan:

$$E = \frac{U}{s} = \frac{14 \cdot 10^3}{0,0014} \text{ V/m} = 1,0 \cdot 10^7 \text{ V/m}$$

9.20 Kraftjämvikt:

$$F = mg$$

$$F = EQ$$

$$EQ = mg$$

För fältstyrkan gäller: $E = \frac{U}{s}$. Sätt in i uttrycket ovan.

Bestäm därefter Q .

$$m = 1,67 \cdot 10^{-15} \text{ kg}$$

$$U = 340 \text{ V}$$

$$s = 1,0 \text{ cm}$$

$$\frac{UQ}{s} = mg$$

$$Q = \frac{mgs}{U}$$

$$Q = \frac{1,67 \cdot 10^{-15} \cdot 9,82 \cdot 0,01}{340} \text{ C} = 4,82 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Antal överskottselektroner:

$$n = \frac{Q}{e} = \frac{4,82 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 3 \text{ st.}$$

9.21 Elektrisk ström:

$$Q = 24 \text{ C}$$

$$t = 15 \text{ s}$$

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{24}{15} \text{ A} = 1,6 \text{ A}$$

På 10 min:

$$Q = It = 1,6 \cdot 10 \cdot 60 \text{ C} = 960 \text{ C}$$

9.22 Beräkna antal elektroner:

$$I = 0,28 \text{ A}$$

$$t = 45 \text{ s}$$

$$Q = It = 0,28 \cdot 45 \text{ C} = 12,6 \text{ C}$$

Antal elektroner:

$$n = \frac{Q}{e} = \frac{12,6}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 7,9 \cdot 10^{19}$$

Elektronerna rör sig mot strömriktningen.

9.23 Batteriets laddning: $Q = 3600 \text{ C}$

Låg volym:

$$I = 5,0 \text{ mA}$$

$$I = \frac{Q}{t}$$

$$t = \frac{Q}{I} = \frac{3600}{5,0 \cdot 10^{-3}} \text{ s} = 720\,000 \text{ s} = 200 \text{ h}$$

Hög volym:

$$I = 40 \text{ mA}$$

$$t = \frac{Q}{I} = \frac{3600}{40 \cdot 10^{-3}} \text{ s} = 90\,000 \text{ s} = 25 \text{ h}$$

Batteriet skulle räcka $200 \text{ h} - 25 \text{ h} = 175 \text{ h}$ längre.

9.24 A_2 visar också $0,50 \text{ A}$.

9.25 Se figur i läroboken.

9.26 Om lampa nr 4 slocknar bryts kretsen. Då slocknar de andra lamporna också.

9.27

$U(V)$	$I(A)$	$R(\Omega)$
120	5,0	$\frac{U}{I} = \frac{120}{5,0} = 24$
$U = RI = 400 \cdot 0,80 = 320$	0,80	400
250	$I = \frac{U}{R} = \frac{250}{1000} = 0,25$	1000

9.28 a) C; Grafen är en rät linje.

b) A: Resistansen ökar när strömmen ökar.

B: Resistansen minskar när strömmen ökar.

9.29 Avläs strömmen i grafen. Beräkna resistansen:

$U(V)$	$I(A)$	$R = \frac{U}{I} (\Omega)$
2,0	0,27	7,4
4,0	0,39	10
6,0	0,50	12

När strömmen ökar blir glödtrådens temperatur högre.
Det ger en större resistans.

9.30 Se grafen i facit i läroboken. Punkterna ligger längs en rät linje. Motståndet följer Ohms lag. Beräkna resistansen för varje mätpunkt. Bestäm medelvärde, se nedan.

$U(V)$	$I(A)$	$R = \frac{U}{I} (\Omega)$
0,50	0,10	5,0
0,95	0,20	4,75
1,5	0,30	5,0
2,0	0,40	5,0
2,6	0,50	5,2

Medelvärde: $R = 5,0 \Omega$

9.31 Konstantantråd:

a) Ur tabell: $\rho = 0,50 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

$$l = 20 \text{ m}$$

$$A = 0,28 \text{ mm}^2$$

$$R = \rho \frac{l}{A} = 0,50 \frac{20}{0,28} \Omega = 35,71 \Omega \approx 36 \Omega$$

b) Beräkna strömmen:

$$U = 230 \text{ V}$$

$$U = RI$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{230}{35,71} \text{ A} = 6,4 \text{ A}$$

9.32 a) Aluminiumledning:

$$l = 25 \text{ km}$$

$$A = 637 \text{ mm}^2$$

$$\rho = 0,028 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

$$R = \rho \frac{l}{A} = 0,028 \cdot \frac{25 \cdot 10^3}{637} \Omega = 1,1 \Omega$$

b) Bestäm resistiviteten:

$$l = 4,0 \text{ m}$$

$$A = 2,0 \text{ mm}^2$$

$$R = 35 \text{ m}\Omega$$

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

$$\rho = \frac{RA}{l} = \frac{35 \cdot 10^{-3} \cdot 2,0}{4,0} \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

$$\rho = 0,0175 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

Enligt tabellen kan ledningen tillverkas av koppar,

$$\rho = 0,0172 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

9.33 a) Bestäm resistansen:

$$U = 7,90 \text{ V}$$

$$I = 40,3 \text{ mA}$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{7,90}{40,3 \cdot 10^{-3}} \Omega = 196 \Omega$$

b) Amperemeterns resistans måste vara mycket mindre än resistansen i K.

$$U = 3,3 \text{ V}$$

$$I = 0,75 \text{ A}$$

$$R = \frac{U}{I} = \frac{3,3}{0,75} \Omega = 4,4 \Omega$$

9.34 a) Se figur i facit i läroboken.

b) Bestäm ersättningsresistansen:

$$R_1 = 2,0 \Omega, R_2 = 4,0 \Omega, R_3 = 6,0 \Omega$$

$$R_{\text{ers}} = R_1 + R_2 + R_3 = 2,0 + 4,0 + 6,0 \Omega = 12 \Omega$$

c) Beräkna strömmen:

$$U = 6,0 \text{ V}$$

$$U = R_{\text{ers}} I$$

$$I = \frac{U}{R_{\text{ers}}} = \frac{6,0}{12} \text{ A} = 0,50 \text{ A}$$

d) Spänningen över varje resistor:

$$U_1 = R_1 I = 2,0 \cdot 0,50 \text{ V} = 1,0 \text{ V}$$

$$U_2 = R_2 I = 4,0 \cdot 0,50 \text{ V} = 2,0 \text{ V}$$

$$U_3 = R_3 I = 6,0 \cdot 0,50 \text{ V} = 3,0 \text{ V}$$

9.35 a) 5 A är på väg ut åt höger från den övre förgreningspunkten.

Enligt strömförgreningslagen är strömmen från den nedre till den övre förgreningspunkten då lika med 1 A. Det innebär att 5 A går ut åt höger från den nedre förgreningspunkten.

b) Summan av strömmarna in mot förgreningspunkten är

$$9 + 3 + 2 = 14 \text{ A.}$$

Enligt strömförgreningslagen är då strömmen in mot förgreningspunkten också 14 A.

- 9.36** a) Se figur i facit i läroboken.
b) Beräkna grenströmmar, I_1 och I_2 , och huvudström, I .
 $R_1 = 40 \Omega$, $R_2 = 60 \Omega$
 $U = 12 \text{ V}$
 $U = RI$
 $I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{12}{40} \text{ A} = 0,30 \text{ A}$
 $I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{12}{60} \text{ A} = 0,20 \text{ A}$
 $I = I_1 + I_2 = 0,30 + 0,20 \text{ A} = 0,50 \text{ A}$
c) Ersättningsresistansen:
 $\frac{1}{R_{\text{ers}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{40} + \frac{1}{60} \Omega^{-1} = 0,04167 \Omega^{-1}$
 $R_{\text{ers}} = \frac{1}{0,04167} \Omega = 24 \Omega$
d) Ny ersättningsresistans:
 $R_3 = 120 \Omega$
 $\frac{1}{R_{\text{ers}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{40} + \frac{1}{60} + \frac{1}{120} \Omega^{-1}$
 $\frac{1}{R_{\text{ers}}} = 0,05 \Omega^{-1}$
 $R_{\text{ers}} = \frac{1}{0,05} \Omega = 20 \Omega$
Ersättningsresistansen minskar när fler parallella grenar läggs till kretsen.
- 9.37** a) Seriekoppling. Samma ström genom båda motstånden.
 $I = U/R_{\text{tot}} = 30/(15+45) = 0,5 \text{ A}$
Spänningen över 15Ω motståndet:
 $U_{R15} = I \cdot R_{15} = 0,5 \cdot 15 = 7,5 \text{ V}$.
b) Parallellkoppling. Samma spänning över båda motstånden.
Strömmen genom 15Ω motståndet:
 $I_{R15} = U/R_{15} = 30/15 = 2 \text{ A}$
 $U = 30 \text{ V}$.
- 9.38** Beräkna spänningen över de parallella motstånden:
 $I_1 = 0,80 \text{ A}$
 $R_1 = 5,0 \Omega$
 $U_p = R_1 I_1 = 5,0 \cdot 0,80 \text{ V} = 4,0 \text{ V}$
Beräkna strömmen, I_2 , genom R_2 :
 $I = 1,24 \text{ A}$
 $I = I_1 + I_2$
 $I_2 = I - I_1 = 1,24 - 0,80 \text{ A} = 0,44 \text{ A}$
Samma spänning över R_1 och R_2 . Beräkna R_2 :
 $R_2 = \frac{U_p}{I_2} = \frac{4,0}{0,44} \Omega = 9,1 \Omega$
- 9.39** a) Öppen strömbrytare:
2 seriekopplade resistorer i kretsen.

$$U = 30 \text{ V}$$

$$R_1 = 20 \Omega, R_2 = 30 \Omega$$

$$R_{\text{ers}} = R_1 + R_2 = 20 + 30 \Omega = 50 \Omega$$

$$U = R_{\text{ers}} I$$

$$I = \frac{U}{R_{\text{ers}}} = \frac{30}{50} \text{ A} = 0,60 \text{ A}$$

b) Stängd strömbrytare:

Bestäm ersättningsresistansen i kretsen.

$$R_3 = 15 \Omega, R_4 = 45 \Omega$$

R_3 och R_4 är seriekopplade. Dessa är parallellkopplade med R_2 .

Ersättningsresistansen för dessa blir:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3 + R_4} = \frac{1}{30} + \frac{1}{15 + 45} \Omega^{-1} = 0,05 \Omega^{-1}$$

$$R_p = \frac{1}{0,05} \Omega = 20 \Omega$$

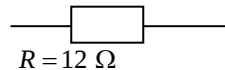
R_p är seriekopplad med R_1 . Beräkna ersättningsresistansen och därefter strömmen:

$$R_{\text{ers}} = R_1 + R_p = 20 + 20 \Omega = 40 \Omega$$

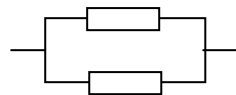
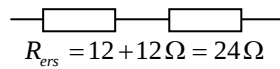
$$I = \frac{U}{R_{\text{ers}}} = \frac{30}{40} \text{ A} = 0,75 \text{ A}$$

9.40 a, b) Varje motstånd: $R = 12 \Omega$

Ett motstånd:



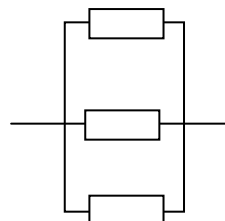
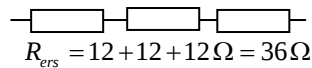
Två motstånd:



$$\frac{1}{R_{\text{ers}}} = \frac{1}{12} + \frac{1}{12} \Omega^{-1} = \frac{2}{12} \Omega^{-1} = \frac{1}{6} \Omega^{-1}$$

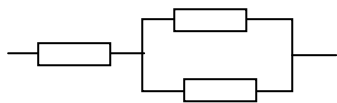
$$R_{\text{ers}} = 6 \Omega$$

Tre motstånd:

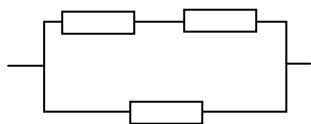


$$\frac{1}{R_{ers}} = \frac{1}{12} + \frac{1}{12} + \frac{1}{12} \Omega^{-1} = \frac{3}{12} \Omega^{-1} = \frac{1}{4} \Omega^{-1}$$

$$R_{ers} = 4 \Omega$$



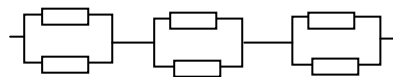
$$R_{ers} = 12 + 6 \Omega = 18 \Omega$$



$$\frac{1}{R_{ers}} = \frac{1}{12} + \frac{1}{24} \Omega^{-1} = \frac{3}{24} \Omega^{-1} = \frac{1}{8} \Omega^{-1}$$

$$R_{ers} = 8 \Omega$$

9.41 Rita som en krets med 6 likadana resistorer:



Vare resistor har resistansen, R :

$$R = 0,80 \cdot 5,0 \Omega = 4,0 \Omega$$

Två parallellkopplade resistorer har ersättningsresistansen:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$$

$$R_p = \frac{R}{2} = \frac{4,0}{2} \Omega = 2,0 \Omega$$

Seriekopplas 3 st.

$$R_{ers} = 3R_p = 3 \cdot 2,0 \Omega = 6,0 \Omega$$

9.42 $U = V_2 - V_1$

a) $V_A = 0 \text{ V}$ (Punkt A är jordad)

$$V_B = U_{AB} + V_A = (3 + 0) \text{ V} = 3 \text{ V}$$

$$V_C = U_{BC} + V_B = (5 + 3) \text{ V} = 8 \text{ V}$$

$V_D = 0 \text{ V}$ (Punkt D är jordad)

$$V_E = U_{DE} + V_D = (4 + 0) \text{ V} = 4 \text{ V}$$

b) $V_{A-C} = (8 - 0) \text{ V} = 8 \text{ V}$

$$V_{A-D} = (0 - 0) \text{ V} = 0 \text{ V}$$

$$V_{A-E} = (4 - 0) \text{ V} = 4 \text{ V}$$

$$V_{B-E} = (4 - 3) \text{ V} = 1 \text{ V}$$

$$V_{C-E} = (8 - 4) \text{ V} = 4 \text{ V}$$

9.43 $V_A = \frac{W}{Q}$

$$Q = e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

a) $V_A = \frac{1,6 \cdot 10^{-17}}{1,6 \cdot 10^{-19}} \text{ V} = 100 \text{ V}$

b) $V_A = \frac{4,8 \cdot 10^{-15}}{1,6 \cdot 10^{-19}} \text{ V} = 30000 \text{ V} = 30 \text{ kV}$

9.44 a) $U = 50 \text{ V}$
 $s = 5,0 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$
 $E = \frac{U}{s} = \frac{50}{0,05} \text{ V/m} = 1000 \text{ V/m}$

b) $E = \frac{U}{s} \Rightarrow U = E \cdot s$
 $V_A = 0 \text{ V}$ (Punkt A är jordad)
 $V_B = 1\,000 \cdot 0,02 \text{ V} = 20 \text{ V}$
 $V_C = V_B = 20 \text{ V}$
 $V_D = 1\,000 \cdot 0,04 \text{ V} = 40 \text{ V}$
 $V_E = 1\,000 \cdot 0,05 \text{ V} = 50 \text{ V}$

9.45 Ökningen i rörelseenergi = Elektriska arbetet som fältet uträttar
 $\Delta U = (2500 - 800) \text{ V} = 1700 \text{ V}$
 $Q = 6,4 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
 $W = \Delta U \cdot Q = 1700 \cdot 6,4 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 1,1 \cdot 10^{-15} \text{ J}$

9.46 $\Delta U = 0,54 \text{ MV} = 5,4 \cdot 10^5 \text{ V}$
 $m_p = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
 $Q = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
 $\frac{mv^2}{2} = UQ \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2UQ}{m}}$
 $v = \sqrt{\frac{2 \cdot 5,4 \cdot 10^5 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19}}{1,673 \cdot 10^{-27}}} \text{ m/s} = 1,0 \cdot 10^7 \text{ m/s}$

9.47 a) $V_A = V_B = 0 \text{ V}$ (Punkt A och B är jordad)
 $V_C = V_D = 6 \text{ V}$ (Potentialen stiger i riktning från den negativa polen till den positiva)
b) $V_C = V_D = 0 \text{ V}$ (Punkt C och D är jordad)
 $V_A = V_B = -6 \text{ V}$ (Potentialen sjunker i riktning från den positiva polen till den negativa)

9.48

P/Watt	U/Volt	I/Ampere	R/Ohm
$P = UI = 120 \cdot 8 = 960$	120	8,0	$R = \frac{U}{I} = \frac{120}{8} = 15$
$P = \frac{U^2}{R} = \frac{120^2}{100} = 140$	120	$I = \frac{U}{R} = \frac{120}{100} = 1,2$	100
$P = RI^2 = 500 \cdot 0,1^2 = 5$	$U = RI = 500 \cdot 0,1 = 50$	0,10	500
60	240	$I = \frac{P}{U} = \frac{60}{240} = 0,25$	$R = \frac{U^2}{P} = \frac{240^2}{60} = 960$

9.49 Nätspänning: $U = 230 \text{ V}$

a) Kokplatta:
 $I = 6,1 \text{ A}$
 $t = 20 \text{ min}$
 $W = UIt = 230 \cdot 6,1 \cdot 20 \cdot 60 \text{ J} = 1,7 \text{ MJ}$

b) Värmeelement:
 $W = 27 \text{ MJ}$
 $t = 10 \text{ h}$
 $P = \frac{W}{t} = \frac{27 \cdot 10^6}{10 \cdot 3600} \text{ W} = 750 \text{ W}$

Bestäm resistansen:

$$P = UI = \frac{U^2}{R}$$

$$R = \frac{U^2}{P} = \frac{230^2}{750} \Omega = 71 \Omega$$

c) Hårtork:

$$P = 1,0 \text{ kW}$$

$$t = 3,0 \text{ min}$$

$$W = Pt = 1,0 \cdot 10^3 \cdot 3,0 \cdot 60 \text{ J} = 180 \text{ kJ}$$

Bestäm strömmen:

$$P = UI$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{1,0 \cdot 10^3}{230} \text{ A} = 4,3 \text{ A}$$

9.50 Bestäm energikostnaden:

$$P = 60 \text{ W}$$

$$t = 0,5 \text{ år} = 0,5 \cdot 365 \cdot 24 \text{ h} = 4380 \text{ h}$$

$$W = Pt = 60 \cdot 4380 \text{ Wh} = 262,8 \text{ kWh}$$

$$1,15 \text{ kr/kWh}$$

$$\text{Kostnad} = 262,8 \cdot 1,15 \text{ kr} = 300 \text{ kr}$$

9.51 a) Bestäm resistansen i lamporna:

$$U = 230 \text{ V}$$

$$P_1 = 40 \text{ W}$$

$$P = UI = \frac{U^2}{R}$$

$$R_1 = \frac{U^2}{P_1} = \frac{230^2}{40} = 1,3 \text{ k}\Omega$$

$$P_2 = 75 \text{ W}$$

$$P = UI = \frac{U^2}{R}$$

$$R_2 = \frac{U^2}{P_2} = \frac{230^2}{75} = 0,71 \text{ k}\Omega$$

c) Lika starkt som tidigare. Spänningen över den andra lampan är fortfarande lika stor.

9.52 Seriekopplade cykellampor.

$$\text{Spänning: } U = 6,0 \text{ V}$$

Lampa 1:

$$U_1 = 4,8 \text{ V}$$

$$P_1 = 2,4 \text{ W}$$

$$P = UI$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{2,4}{4,8} \text{ A} = 0,50 \text{ A}$$

Lampa 2:

Strömmen är lika stor i båda lamporna. Beräkna spänningen över lampa 2:

$$U = U_1 + U_2$$

$$U_2 = U - U_1 = 6,0 - 4,8 \text{ V} = 1,2 \text{ V}$$

Effekten i lampa 3 blir:

$$P_2 = U_2 I = 1,2 \cdot 0,50 \text{ W} = 0,60 \text{ W}$$

Märkningen ska vara: 1,2V/ 0,60 W.

9.53 Nätspänning $U = 230 \text{ V}$

Koppling 1:

$$R = 59 \Omega$$

$$P = UI = \frac{U^2}{R} = \frac{230^2}{59} \text{ W} = 0,90 \text{ kW}$$

Koppling 2:

$$R = 88 \Omega$$

$$P = UI = \frac{U^2}{R} = \frac{230^2}{88} \text{ W} = 0,60 \text{ kW}$$

Koppling 3, seriekoppling:

$$R = 88 + 59 \Omega = 147 \Omega$$

$$P = UI = \frac{U^2}{R} = \frac{230^2}{147} \text{ W} = 0,36 \text{ kW}$$

Koppling 4, parallellkoppling:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{88} + \frac{1}{59} \Omega^{-1} = 0,02831 \Omega^{-1}$$

$$R = \frac{1}{0,02831} \Omega = 35,3 \Omega$$

$$P = UI = \frac{U^2}{R} = \frac{230^2}{35,3} \text{ W} = 1,5 \text{ kW}$$

9.54 a) Beräkna strömmen:

$$U = 230 \text{ V}$$

$$P = 6,0 \text{ kW}$$

$$P = UI$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{6,0 \cdot 10^3}{230} \text{ A} = 26 \text{ A}$$

b) Beräkna energin under 1 minut:

$$W = Pt = 6,0 \cdot 10^3 \cdot 60 \text{ J} = 360 \text{ kJ}$$

Energien värmer 3,0 liter vatten, d.v.s. 3,0 kg vatten.

Bestäm temperaturökningen:

$$W = cm\Delta T$$

$$c = 4,18 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$$

$$\Delta T = \frac{W}{cm} = \frac{360 \cdot 10^3}{4,18 \cdot 10^3 \cdot 3,0} \text{ K} = 29 \text{ K}$$

Testa dig i fysik

- 1 A
- 2 Parallellt, för att hålla spänningen konstant.
- 3 $P = 15 \text{ W}$
 $U = 230 \text{ V}$
$$P = \frac{U^2}{R} \Rightarrow R = \frac{U^2}{P} = \frac{230^2}{15} \Omega = 3,5 \text{ k}\Omega$$
- 4 $R = 150 \Omega$
 $I = 0,40 \text{ A}$
 $U = RI = 150 \cdot 0,40 \text{ V} = 60 \text{ V}$
- 5 Max ström: $I = 80 \mu\text{A}$
- a) $R = 400 \text{ k}\Omega$
 $U = RI = 400 \cdot 10^3 \cdot 80 \cdot 10^{-6} \text{ V} = 32 \text{ V}$
- b) $R = 2 \text{ k}\Omega$
 $U = RI = 2 \cdot 10^3 \cdot 80 \cdot 10^{-6} \text{ V} = 0,16 \text{ V}$
- 6 Använd Coulombs lag:
 $Q_1 = 79e = 79 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} = 1,264 \cdot 10^{-17} \text{ C}$
 $Q_2 = 2e = 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
 $r = 2,5 \cdot 10^{-14} \text{ m}$
$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2} = 8,99 \cdot 10^9 \cdot \frac{1,264 \cdot 10^{-17} \cdot 3,2 \cdot 10^{-19}}{(2,5 \cdot 10^{-14})^2} \text{ N}$$

 $F = 58 \text{ N}$
- 7 a) Energin bestäms av $W = UIt$
 $W = 235 \text{ J}$
 $I = 1,4 \text{ A}$
 $t = 2 \text{ min } 8 \text{ sek} = 128 \text{ s}$
$$U = \frac{W}{It} = \frac{235}{1,4 \cdot 128} \text{ V} = 1,3 \text{ V}$$

b) Spänningen över resistorn r är:
 $U = 3,5 - 1,3 \text{ V} = 2,2 \text{ V}$
Energiutveckling i r :
 $W = UIt = 2,2 \cdot 1,4 \cdot 128 \text{ J} = 390 \text{ J}$
- 8 $E = 420 \text{ V/m}$
 $Q = 2,0 \text{ nC} = 2,0 \cdot 10^{-9} \text{ C}$
a) $V_{(0,4;0)} = 420 \cdot 0,4 \text{ V} = 170 \text{ V}$
b) $\Delta W = QU = 2,0 \cdot 10^{-9} \cdot 170 \text{ J} = 340 \text{ nJ}$
c) $V_{(0,4;0,3)} = 420 \cdot 0,4 \text{ V} = 170 \text{ V}$ (Ingen ändring av potentialen när laddningen rör sig i y-led)
 $\Delta W = QU = 2,0 \cdot 10^{-9} \cdot 170 \text{ J} = 340 \text{ nJ}$

- 9 a) Den accelererande kraften är $F = QE$.
 Beräkna först kraften, därefter accelerationen:
 $Q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
 $E = 250 \text{ N/C}$
 $F = QE = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 250 \text{ N} = 4,0 \cdot 10^{-17} \text{ N}$
 Använd kraftlagen:
 $F = ma$
 $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
 $a = \frac{F}{m} = \frac{4,0 \cdot 10^{-17}}{9,1 \cdot 10^{-31}} \text{ m/s}^2 = 4,4 \cdot 10^{13} \text{ m/s}^2$
- b) Bestäm först tiden, därefter hastigheten:
 $s = 12 \text{ cm}$
 $s = \frac{at^2}{2}$
 $t = \sqrt{\frac{2s}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,12}{4,4 \cdot 10^{13}}} \text{ s} = 7,4 \cdot 10^{-8} \text{ s}$
 $v = at = 4,4 \cdot 10^{13} \cdot 7,4 \cdot 10^{-8} \text{ m/s} = 3,2 \cdot 10^6 \text{ m/s}$
- 10 Amperemetern visar $I_1 = 22,5 \text{ mA}$
 Bestäm spänningen över de parallellkopplade motstånden, U_p :
 $R_1 = 640 \Omega$
 $U_p = R_1 I_1 = 640 \cdot 22,5 \cdot 10^{-3} \text{ V} = 14,4 \text{ V}$
 Bestäm strömmen genom $R_2 = 1,2 \text{ k}\Omega$:
 $U_p = R_2 I_2$
 $I_2 = \frac{U_p}{R_2} = \frac{14,4}{1,2 \cdot 10^3} \text{ A} = 12 \text{ mA}$
 Huvudströmmen är: $I = I_1 + I_2 = 22,5 + 12 \text{ mA} = 34,5 \text{ mA}$
 Beräkna spänningen över $R_3 = 320 \Omega$
 $U_3 = R_3 I = 320 \cdot 34,5 \cdot 10^{-3} \text{ V} = 11,0 \text{ V}$
 Spänningen, U , är:
 $U = U_p + U_3 = 14,4 + 11,0 \text{ V} = 25,4 \text{ V}$
- 11 Bestäm resistansen för ett Cu-motstånd:
 $\rho = 0,0172 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
 $l = 0,15 \text{ m}$
 $d = 0,1 \text{ mm}, r = \frac{d}{2} = \frac{0,1}{2} \text{ mm} = 0,05 \text{ mm}$
 $A = \pi r^2$
 $R = \rho \frac{l}{A} = \rho \frac{l}{\pi r^2} = 0,0172 \cdot \frac{0,15}{\pi \cdot 0,05^2} \Omega$
 $R = 0,328 \Omega$
 Bestäm ersättningsresistansen:
 $\frac{1}{R_{\text{ers}}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{2R} = \frac{3}{2R}$
 $R_{\text{ers}} = \frac{2R}{3} = \frac{2 \cdot 0,328}{3} \Omega = 0,22 \Omega$
 Resistansen mellan A och B är $0,22 \Omega$.

10. Atomfysik

10.01 Coulombs lag gäller. Kraften är större på kortare avstånd. D avböjs mest, A minst.

10.02 $r_{\text{kärna}} = 10^{-15} \text{ m}$, $r_{\text{atom}} = 10^{-10} \text{ m}$
Om kärnradien är 10 cm blir atomradien:

$$R = \frac{10^{-10}}{10^{-15}} \cdot 0,10 \text{ m} = 10^4 \text{ m}$$

10.03 a)
$$\frac{V_{\text{kärna}}}{V_{\text{atom}}} = \frac{(10^{-15})^3}{(10^{-10})^3} = 10^{-15}$$

b, c, d) Se facit i läroboken.

10.04 $f = 105,6 \text{ MHz} = 1,056 \cdot 10^8 \text{ Hz}$
 $W = hf = 6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 1,056 \cdot 10^8 \text{ J} = 6,997 \cdot 10^{-26} \text{ J}$

10.05 $f = 900 \text{ MHz} = 9,00 \cdot 10^8 \text{ Hz}$
a) $W = hf = 6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 9,00 \cdot 10^8 \text{ J} = 6 \cdot 10^{-25} \text{ J}$

b) Antal fotoner = $\frac{0,004}{5,96 \cdot 10^{-25}} = 7 \cdot 10^{21}$

10.06 $W = hf$

$$f = \frac{W}{h} = \frac{0,829 \cdot 10^{-18}}{6,626 \cdot 10^{-34}} \text{ Hz} = 1,25 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

Ultraviolett ljus.

11. Kärnfysik

11.01 Se facit i läroboken.

11.02 a) $Z = 11, N = 12, A = 11 + 12 = 23$: ${}^{23}_{11}\text{Na}$

b) $Z = 53, A = 131$: ${}^{131}_{53}\text{I}$

c) $N = 144, A = 237, Z = 237 - 144 = 93$: ${}^{237}_{93}\text{Np}$

11.03

$$m({}^3_2\text{He}) = 3,0160293\text{u} - 2 \cdot 0,000548580\text{u} = 3,01493214\text{u}$$

$$2m_p + m_n = 2 \cdot 1,000727655\text{u} + 1,00866492\text{u} = 3,02321802\text{u}$$

$$2m_p + m_n - m({}^3_2\text{He}) = 3,02321802\text{u} - 3,01493214\text{u} = 0,00828588\text{u}$$

11.04 Antalet protoner för syre är 8 st, vilket är ett magiskt tal.
Kärnor med magiska tal är speciellt stabila.

11.05 Antalet protoner för tenn är 50 st, vilket är ett magiskt tal.
Kärnor med magiska tal är speciellt stabila.

11.06 a) $A = 27 + 4 - 1 = 30$; $Z = 13 + 2 = 15$
 $X = {}^{30}_{15}\text{P}$

b) $A = 59 + 1 - 56 = 4$; $Z = 27 - 25 = 2$
 $X = {}^4_2\text{He}$

c) $A = 130 + 2 - 130 = 2$; $Z = 53 - 52 = 1$
 $X = {}^2_1\text{H}$

d) $A = 24 + 1 = 25$; $Z = 12 + 1 = 13$
 $X = {}^{25}_{13}\text{Al}$

e) $A = 29 + 1 - 2 = 28$; $Z = 14 + 1 - 1 = 14$
 $X = {}^{28}_{14}\text{Si}$

11.07 a) OK, V.L. = H.L. se nedan:

$$\text{V.L. } Z = 18 + 1 = 19; A = 40 + 1 = 41$$

$$\text{H.L. } Z = 12 + 2 = 19; A = 37 + 4 = 41$$

b) Inte OK, V.L. $\neq$ H.L. se nedan:

$$\text{V.L. } Z = 27 + 2 = 29; A = 13 + 1 = 14$$

$$\text{H.L. } Z = 24 + 4 = 28; A = 12 + 2 = 14$$

c) OK, V.L. = H.L. se nedan:

$$\text{V.L. } Z = 7; A = 14 + 1 = 15$$

$$\text{H.L. } Z = 6 + 1 = 7; A = 14 + 1 = 15$$

d) OK, V.L. = H.L. se nedan:

$$\text{V.L. } Z = 4; A = 9$$

$$\text{H.L. } Z = 4; A = 8 + 1 = 9$$

e) Inte OK, V.L. $\neq$ H.L. se nedan:

$$\text{V.L. } Z = 42 - 1 = 41 ; A = 93$$

$$\text{H.L. } Z = 43 ; A = 93$$

11.08 Se facit i läroboken.

11.09 Se facit i läroboken.

11.10 Se facit i läroboken.

11.11 Se figur 3.10 på sid. 119 i läroboken och facit.

11.12 a) En Li-kärna "fångar in" en proton och delas därefter i 2 He-kärnor.

b) Se facit i läroboken.

11.13 a) Se facit i läroboken.

b)

$$\Delta m = m(^2\text{H}) + m(^6\text{Li}) - 2 \cdot m(^4\text{He}) =$$

$$= (2,0141018 + 6,0151223 - 2 \cdot 4,0026033) \text{ u} = 0,0240175 \text{ u}$$

$$\Delta W = \Delta mc^2 = 0,0240175 \cdot 1,660540 \cdot 10^{-27} \cdot (2,99792458 \cdot 10^8)^2 \text{ J} = 3,58 \cdot 10^{-12} \text{ J}$$

c) Se facit i läroboken.

11.14 Se facit i läroboken.

11.15 Se facit i läroboken.

11.16 $^{235}_{92}\text{U}$

Ny kärna efter 7 α -sönderfall:

$$Z = 92 - 7 \cdot 2 = 78 ; A = 235 - 7 \cdot 4 = 207$$

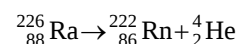
Vid β -sönderfall ökar Z med 1, A ändras inte.

Ny kärna efter 4 β -sönderfall:

$$Z = 78 + 4 = 82 ; A = 207$$

$^{207}_{82}\text{Pb}$

11.17

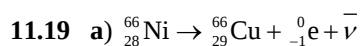


$$\Delta m = m(^{226}\text{Ra}) - m(^{222}\text{Rn}) - m(^4\text{He}) =$$

$$= (226,025403 - 222,01757 - 4,002033) \text{ u} = 0,0052297 \text{ u}$$

$$\Delta W = \Delta mc^2 = 0,0052297 \cdot 1,66054 \cdot 10^{-27} \cdot (2,99792458 \cdot 10^8)^2 \text{ J} = 7,80 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

11.18 Se facit i läroboken.



b)

$$\Delta m = m(^{66}\text{Ni}) - m(^{66}\text{Cu}) =$$

$$= 65,929115 - 65,928873 \text{ u} = 2,42 \cdot 10^{-4} \text{ u}$$

$$\Delta W = \Delta mc^2 = 2,42 \cdot 10^{-4} \cdot 1,661 \cdot 10^{-27} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 \text{ J} =$$

$$= 3,62 \cdot 10^{-14} \text{ J}$$

Energien i elektronvolt:

$$\Delta W = 2,42 \cdot 10^{-4} \cdot 931,5 \text{ MeV} = 225 \text{ keV}$$

11.20

$$\begin{aligned}\Delta m &= m(^{238}\text{U}) - m(^{234}\text{Th}) - m(^4\text{He}) = \\ &= 238,050783 - 234,043595 - 4,0026032 \text{ u} = \\ &= 0,0045848 \text{ u} \\ \Delta W &= 0,0045848 \cdot 931,5 \text{ MeV} = 4,27 \text{ MeV}\end{aligned}$$

11.21 a)

$$\begin{aligned}W_1 &= 2,19 \cdot 10^{-13} \text{ J} \\ W_2 &= 2,19 \cdot 10^{-13} - 0,659 \cdot 10^{-13} \text{ J} = 1,53 \cdot 10^{-13} \text{ J} \\ W_3 &= 1,53 \cdot 10^{-13} - 1,08 \cdot 10^{-13} \text{ J} = 0,45 \cdot 10^{-13} \text{ J} \\ \text{b) } W &= 0,659 \cdot 10^{-13} + 1,08 \cdot 10^{-13} \text{ J} = 1,74 \cdot 10^{-13} \text{ J}\end{aligned}$$

11.22 a) Efter 2,0 h finns hälften av ämnet kvar.

$$\text{b) } m = m_0 \cdot 0,5^{\frac{t}{T}} = 8,0 \cdot 0,5^{\frac{4}{2}} \text{ mg} = 2,0 \text{ mg}$$

$$\text{c) } m = m_0 \cdot 0,5^{\frac{t}{T}} = 8,0 \cdot 0,5^{\frac{5}{2}} \text{ mg} = 1,4 \text{ mg}$$

$$\text{11.23 a) } N = N_0 \cdot 0,5^{\frac{t}{T}} = 50 \cdot 10^6 \cdot 0,5^{\frac{1}{3,8235}} = 42 \cdot 10^6$$

$$\text{b) } N = N_0 \cdot 0,5^{\frac{t}{T}} = 50 \cdot 10^6 \cdot 0,5^{\frac{10}{3,8235}} = 8,2 \cdot 10^6$$

$$\text{11.24 } \frac{N}{N_0} = \frac{1,0}{4,0} = \frac{1}{4} = \left(\frac{1}{2}\right)^2$$

$$\text{Efter } 2 \cdot T_{1/2} = 2 \cdot 1600 \text{ år} = 3200 \text{ år}$$

$$\text{11.25 } A = A_0 \cdot 0,5^{\frac{t}{T}} = 800 \cdot 0,5^{\frac{30}{8,0207}} \text{ kBq} = 60 \text{ kBq}$$

11.26 Se facit i läroboken.
Lös ekvationen grafiskt.

11.27 a) Se facit i läroboken.

$$\text{b) } A = A_0 \cdot 0,5^{\frac{t}{T}} = 451 \cdot 0,5^{\frac{12}{4,5}} \text{ kBq} = 71 \text{ kBq}$$

$$\text{11.28 } \frac{A}{A_0} = \frac{17}{54} = 0,3148$$

Lös ekvationen $0,5^x = 0,3148$ grafiskt.

Vi får: $x = 1,667$

$$x = \frac{t}{T_{1/2}} \text{ vilket ger:}$$

$$T_{1/2} = \frac{10}{1,667} \text{ h} = 6,0 \text{ h}$$

11.29 a)

$$Z = 92 - 57 = 35 ; A = 235 + 1 - 148 - 3 = 85$$



b)

$$Z = 92 - 38 = 54 ; A = 235 + 1 - 94 - 3 = 140$$



11.30 En reaktor producerar på ett år:

$$W = Pt = 1000 \cdot 10^6 \cdot 365 \cdot 24 \text{ Wh} = 8,76 \cdot 10^{12} \text{ Wh}$$

$$\text{Antal reaktorer: } \frac{140 \cdot 10^{12}}{8,76 \cdot 10^{12}} = 16 \text{ st}$$

11.31 a) 1. En neutron fångas in av $^{238}_{92}\text{U}$.

2. $^{239}_{92}\text{U}$ sönderfaller med β -sönderfall till $^{239}_{93}\text{Np}$.

3. $^{239}_{93}\text{Np}$ sönderfaller med β -sönderfall till $^{239}_{94}\text{Pu}$

b) Används vid kärnvapentillverkning.

11.32 a, b) Se facit i läroboken.

c) 1 kg klyvs på 9,1h. På ett år klyvs $\frac{365 \cdot 24}{9,1} \cdot 1 \text{ kg} = 960 \text{ kg}$

d) $0,026m = 960 \text{ kg}$; $m = 37 \text{ ton}$

11.33 a) Se facit i läroboken.

b) 40 % av frigjord energi utnyttjas. Per kg deuterium blir det:

$$0,4 \cdot 78 \text{ TJ} = 31 \text{ TJ} = 8,64 \cdot 10^9 \text{ Wh}$$

$$\text{För att producera } 140 \text{ TWh behövs: } \frac{140 \cdot 10^{12}}{8,64 \cdot 10^9} \text{ kg} = 16 \text{ ton}$$

11.34 Vid varje fusion frigörs:

$$\Delta m = m(^2\text{H}) + m(^3\text{H}) - m(^4\text{He}) - m_n =$$

$$= 2,0141018 + 3,0160493 - 4,0026032 -$$

$$-1,00866492 \text{ u} = 0,01888 \text{ u}$$

$$\Delta W = \Delta mc^2 = 0,01888 \cdot 1,661 \cdot 10^{-27} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 \text{ J} =$$

$$= 2,8 \text{ pJ}$$

$$\text{Antal kärnor i 1 kg: } N = \frac{1,0}{(2,014 + 3,016) \cdot 1,661 \cdot 10^{-27}} = 1,20 \cdot 10^{26}$$

$$W_{\text{tot}} = N \Delta W = 1,20 \cdot 10^{26} \cdot 2,8 \cdot 10^{-12} \text{ J} = 3,4 \cdot 10^{14} \text{ J} =$$

$$= 9,4 \cdot 10^{10} \text{ Wh}$$

$$1 \text{ kg räcker till: } \frac{9,4 \cdot 10^{10}}{25000 \cdot 10^3} = 3700 \text{ hushåll}$$

11.35 a) $D = \frac{W}{M} = \frac{0,90}{0,25} \text{ mGy} = 3,6 \text{ mGy}$

b) α -strålning: $k = 20$

$$H = kD = 20D = 20 \cdot 3,6 \text{ mSv} = 72 \text{ mSv}$$

c) γ -strålning: $k = 1$

$$H = kD = 1D = 3,6 \text{ mSv}$$

11.36 $H = kD = \frac{kW}{M}$

$k = 20$ för α -strålning, $k = 1$ för γ -strålning

a) $W = \frac{HM}{k} = \frac{0,020 \cdot 70}{20} \text{ J} = 70 \text{ mJ}$

b) $W = \frac{HM}{k} = \frac{0,020 \cdot 70}{1} \text{ J} = 1,4 \text{ J}$

11.37 a) $W = 8,0 \cdot 10^{-14} \text{ J/sönderfall}$

$$A = 3,3 \text{ kBq}$$

$$\text{Antal sönderfall / år: } N = 3,3 \cdot 10^3 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 365 = 1,04 \cdot 10^{11} \text{ st}$$

$$W_{\text{tot}} = NE = 1,04 \cdot 10^{11} \cdot 8,0 \cdot 10^{-14} \text{ J} = 8,3 \text{ mJ}$$

b)

$$D = \frac{W}{M} = \frac{8,3}{60} \text{ mGy} = 0,14 \text{ mGy}$$

$$H = kD = 1D = 0,14 \text{ mSv} \quad (k = 1 \text{ för } \beta\text{-strålning})$$

11.38 Aktiviteten efter $t = 1,5 \text{ h}$ i ett lika stort prov:

$$A = A_0 \cdot 0,5^{\frac{t}{T}} = 41,5 \cdot 0,5^{\frac{1,5}{6,0}} \text{ kBq} = 34,9 \text{ kBq}$$

$$\text{Uppmätt aktivitet: } A_2 = 131 \text{ kBq}$$

$$\text{Provets storlek: } m_2 = \frac{131}{34,9} \cdot 1,28 \text{ g} = 4,80 \text{ g}$$

Testa dig i fysik

1 $A = 147 - 4 = 143$; $Z = 62 - 2 = 60$
 ${}^{143}_{60}\text{Nd}$

2. a) $Z = 39 - 20 = 19$; ${}^{39}_{19}\text{K}$
b) $Z = 23 - 11 = 12$; ${}^{23}_{12}\text{Mg}$

3 Se facit i läroboken.

4 $\frac{t}{T_{1/2}} = \frac{3 \cdot 12}{9} = 4$
Det återstår $0,5^4 = 0,0625 = 6,25\%$

5 $\frac{N}{N_0} = 0,08 = 0,5^x$
 $x = \frac{\lg 0,08}{\lg 0,5} = 3,64$
(alt. grafisk lösning av ekvationen)
 $T_{1/2} = 5730 \text{ år}$
 $x = \frac{t}{T_{1/2}}$
 $t = 5730x = 5730 \cdot 3,64 \text{ år} = 21\,000 \text{ år}$

6 a) $\Delta m = m({}^1\text{H}) + m_n - m({}^2\text{H}) =$
 $= 1,007825 + 1,00866492 - 2,0141018 \text{ u} =$
 $= 0,00238812 \text{ u}$
 $\Delta W = \Delta mc^2 = 0,00238812 \cdot 1,661 \cdot 10^{-27} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 \text{ J} =$
 $= 3,57 \cdot 10^{-13} \text{ J} = 2,22 \text{ MeV}$
b) $P = 100 \text{ W}$. Per sekund: $W = 100 \text{ Ws}$
Antal reaktioner: $\frac{100}{3,57 \cdot 10^{-13}} = 2,8 \cdot 10^{14}$

7 Den frigjorda energin är:
 $\Delta m = m({}^7\text{H}) + m({}^1\text{H}) - 2m({}^4\text{H}) =$
 $= 7,0160040 + 1,0078250 - 2 \cdot 4,0026032 \text{ u} =$
 $= 0,0186226 \text{ u}$
 $\Delta W = 0,0186226 \cdot 931,5 \text{ MeV} = 17,3 \text{ MeV}$

8 ${}^4_8\text{Be} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He}$
 $\Delta m = m({}^8\text{Be}) - 2m({}^4\text{He}) =$
 $= 8,005305 - 2 \cdot 4,0026032 \text{ u} = 9,86 \cdot 10^{-5} \text{ u} > 0$
Kärnan är instabil.

9 a) ${}^{32}_{15}\text{P} \rightarrow {}^{32}_{16}\text{S} + {}^0_{-1}\text{e} + \bar{\nu}$ dotterkärnan är ${}^{32}_{16}\text{S}$

$$W_k = m({}^{32}\text{P})c^2 - m({}^{32}\text{S})c^2$$

b) $m({}^{32}\text{S}) = m({}^{32}\text{P}) - \frac{W_k}{c^2}$

Massan 1 u motsvarar energin 931,5 MeV (se formelsamling).

Energien 1,71 MeV motsvarar massan $\frac{1,71}{931,5}$ u.

$$m({}^{32}\text{S}) = 31,973907 - \frac{1,71}{931,5} \text{ u} = 31,97207 \text{ u}$$

10 Halveringstiden för ${}^{14}_6\text{C}$: $T = T_{1/2} = 5730 \text{ år}$

Aktiviteten: $A = 1,8 \mu\text{Ci} = 1,8 \cdot 10^{-6} \cdot 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq} = 66600 \text{ Bq}$

Antal kärnor vid tiden t: $N(t) = N_0 \cdot 0,5^{t/T}$

Sönderfallshastigheten: $N'(t) = N_0 \cdot 0,5^{t/T} \cdot \frac{\ln 0,5}{T} = -N_0 \cdot \frac{\ln 2}{T} \cdot 0,5^{t/T}$

Vid t = 0: $N'(0) = -\frac{N_0 \ln 2}{T}$

Aktiviteten: $A = \frac{N_0 \ln 2}{T}$

$$N_0 = \frac{AT}{\ln 2} = \frac{66600 \cdot 5730 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 365}{\ln 2} =$$

$$= 1,73 \cdot 10^{16} \text{ kärnor}$$

$$m({}^{14}\text{C}) = 14,00 \text{ u}$$

$$m = 1,73 \cdot 10^{16} \cdot 14,00 \cdot 1,661 \cdot 10^{-27} \text{ kg} =$$

$$= 4,0 \cdot 10^{-10} \text{ kg} = 0,40 \mu\text{g}$$

12. Relativitetsteori och standardmodell

Räkna fysik

- 12.01** a) $v_A - v_B = 70 - 60 \text{ km/h} = 10 \text{ km/h}$
b) $v_A + v_B = 70 + 60 \text{ km/h} = 130 \text{ km/h}$

12.02 a)

$$s = vt$$

$$t = \frac{s}{v} = \frac{120}{1,5} \text{ s} = 80 \text{ s}$$

$$v_v = \text{vattnets hastighet}$$

$$v_v = \frac{s_v}{t} = \frac{36}{80} \text{ m/s} = 0,45 \text{ m/s}$$

- b)** Båten åker iväg i riktningen α , där

$$\sin \alpha = \frac{0,45}{1,5} = 0,30.$$

$\alpha = 17,5^\circ$, i förhållande till riktningen rakt över.

Sikta $17,5^\circ$ bakåt, d.v.s. $90^\circ - 17,5^\circ = 72,5^\circ$ i förhållande till älvkanten.

12.03 a)

$$c_1 = c + 30 \text{ km/s}$$

$$c_2 = c - 30 \text{ km/s}$$

- b)** $c_1 - c_2 = 60 \text{ km/s}$

- c)** $\Delta c = 0$

12.04

$$t = \gamma t_0$$

$$t_0 = 24 \text{ h}, \quad v = 2,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = 1,34$$

$$t = 1,34 \cdot 24 \text{ h} = 32,2 \text{ h}$$

12.05

$$l_0 = 85 \text{ m}$$

$$v = 0,95c$$

$$l = \frac{l_0}{\gamma} = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = 85 \cdot \sqrt{(1 - 0,95^2)} \text{ m} = 27 \text{ m}$$

- 12.06** a) 25 m
b) 24 m
c)

$$l = \frac{l_0}{\gamma} = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

$$1 - \frac{v^2}{c^2} = \left(\frac{l}{l_0}\right)^2$$

$$v = c \sqrt{1 - \left(\frac{l}{l_0}\right)^2} = c \sqrt{1 - \left(\frac{24}{25}\right)^2} = 0,28c$$

12.07

a) $mc^2 = 1,00866492 \cdot 1,660540 \cdot 10^{-27} \cdot (2,99792458 \cdot 10^8)^2 \text{ J} = 1,50535 \cdot 10^{-10} \text{ J}$

b) $E = \gamma mc^2 = \frac{1}{\sqrt{1 - 0,5^2}} \cdot 1,50535 \cdot 10^{-10} \text{ J} = 1,74 \cdot 10^{-10} \text{ J}$

c) $E_k = E - mc^2 = (1,74 \cdot 10^{-10} - 1,51 \cdot 10^{-10}) \text{ J} = 2,3 \cdot 10^{-11} \text{ J}$

12.08

$$\gamma = 2$$

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

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

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

$$v = c \sqrt{1 - \frac{1}{\gamma^2}} = 0,866c = 2,6 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

12.09

$$E_k = E - E_0 = 106,7 - 105,7 \text{ MeV} = 1,0 \text{ MeV}$$

$$E_k = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

12.10 Minsta möjliga energi är partiklarnas viloenenergi. Viloenenergin finns i formelsamlingen:

$$E = 2mc^2 = 2 \cdot 0,511 \text{ MeV} = 1,02 \text{ MeV}$$

$$E = 1,64 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

12.11

$$E = \gamma mc^2 = \frac{5}{3} \cdot 0,511 \text{ MeV} = 0,852 \text{ MeV}$$

$$E = 1,36 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

$$12.12 \text{ a) } \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{(9,8 \cdot 10^7)^2}{(3 \cdot 10^8)^2}}} = 1,06$$

$$\text{b) } E_k = mc^2(\gamma - 1)$$

$$E_k = 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 \cdot (1,058 - 1) \text{ J} = 4,8 \cdot 10^{-15} \text{ J}$$

$$12.13 \text{ a)}$$

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

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{(0,9c)^2}{c^2}}} = 2,294$$

$$E_k = 1,673 \cdot 10^{-27} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 (2,294 - 1) \text{ J}$$

$$E_k = 1,95 \cdot 10^{-10} \text{ J}$$

$$\text{b)}$$

$$E_k = 2 \cdot 1,95 \cdot 10^{-10} \text{ J} = 3,897 \cdot 10^{-10} \text{ J}$$

$$E_k = mc^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right)$$

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - 1 = \frac{E_k}{mc^2} = 2,588$$

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{E_k}{mc^2} + 1 = 3,588$$

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \frac{1}{3,588} = 0,2787$$

$$1 - \frac{v^2}{c^2} = 0,2787^2 = 0,07766$$

$$v = c\sqrt{1 - 0,07766} = 0,960c$$

$$v = 2,88 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

12.14 a)

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

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{(2,94 \cdot 10^8)^2}{(3 \cdot 10^8)^2}}} = 5,025$$

$$E_k = 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 (5,025 - 1) \text{ J}$$

$$E_k = 3,3 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

b)

$$E_k = Fs$$

$$F = \frac{E_k}{s} = \frac{3,3 \cdot 10^{-13}}{0,1} \text{ N} = 3,3 \cdot 10^{-12} \text{ N}$$

c)

$$E = E_0 + E_k = 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 + 3,3 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

$$E = 4,1 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

12.15 Elektron:

$$E = 9,00 \cdot 10^{-14} \text{ J}$$

$$E = \gamma mc^2$$

$$\gamma = \frac{E}{mc^2} = \frac{9,00 \cdot 10^{-14}}{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot (3 \cdot 10^8)^2} = 1,099$$

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

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

$$v = c \sqrt{1 - \frac{1}{\gamma^2}} = 0,415c = 1,24 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

12.16 Se facit i läroboken.

Testa dig i fysik

1 $v_A - v_B = (90 - (-110)) \text{ km/h} = 200 \text{ km/h}$

2 $v = 500 \cdot 10^{10} \text{ m/s} = 5 \cdot 10^{12} \text{ m/s} \gg c$
De skulle röra sig med ljushastigheten c .

3 a) $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - (\frac{0c}{c})^2}} = 1$

b) $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - (\frac{0,5c}{c})^2}} = 1,15$

c) $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - (\frac{0,99c}{c})^2}} = 7,1$

4 "uud = u + u + d": $\frac{2}{3}e + \frac{2}{3}e + "d" = e$

5 $l = l_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

$25 = 28,5 \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

$1 - \frac{v^2}{c^2} = (\frac{25}{28,5})^2$

$\frac{v^2}{c^2} = 1 - (\frac{25}{28,5})^2$

$v = c \cdot \sqrt{1 - (\frac{25}{28,5})^2} = 0,48c$

6 $E_k = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - mc^2 = (\frac{9,109 \cdot 10^{-31} \cdot (2,998 \cdot 10^8)^2}{\sqrt{1 - (\frac{4,2 \cdot 10^7}{2,998 \cdot 10^8})^2}} - 9,109 \cdot 10^{-31} \cdot (2,998 \cdot 10^8)^2) \text{ J} = 8,2 \cdot 10^{-16} \text{ J}$

7 $mc^2 = 9,109 \cdot 10^{-31} \cdot (2,998 \cdot 10^8)^2 \text{ J} = 8,19 \cdot 10^{-14} \text{ J} = 0,511 \text{ MeV}$

8 a) 65 slag/min

b) $t_0 = 1 \text{ min}$

$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{1}{\sqrt{1 - (\frac{0,85c}{c})^2}} \text{ min} = 1,898 \text{ min}$

Antal slag/min: $65/1,898 = 34$