LØSNINGSFORSLAG
TIL OPPGAVENE I BOKA

FYSIKK FOR LÆRERE

CARL ANGELL, EIRIK GRUDE FLEKKØY
OG JOSTEIN RIISER KRISTIANSEN

Gyldendal Akademisk, 2021

GYLDENDAL

KAPITTEL 2

Oppgave 2.1

Alternativ D er riktig.

40 km med farten 40 km/h betyr en kjøretur på 1 time. De første 20 km er farten 40 km/h, og da bruker han ½ time på det stykket. De neste 10 km kjører han med farten 20 km/h, og det bruker han også ½ time på. Og da er det ikke mer tid igjen!

Oppgave 2.2

a) Newtons 2. lov gir:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{10\ \text{kN}}{2000\ \text{kg}} = 5\frac{m}{s^2}$$

b) Vi har at $v = at$ og da blir når $v = 72\dfrac{\text{km}}{\text{h}} = 20\dfrac{\text{m}}{\text{s}}$:

$$t = \frac{v}{a} = \frac{20}{5}\text{s} = 4\ \text{s}$$

c) Bremselengden blir:

$$s = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}5\cdot 4^2\,\text{m} = 40\ \text{m}$$

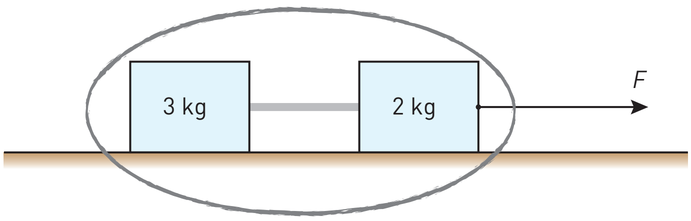
d) Med dobbelt fart tar det dobbelt så lang tid å bremse, og da blir bremselengden

$$s = \frac{1}{2}5\cdot 8^2\,\text{m} = 160\ \text{m}$$

Legg merke til at når farten dobles, firedobles bremselengden!

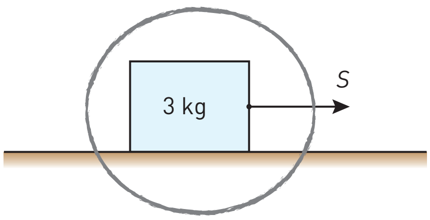
Oppgave 2.3

a) Newtons 2. lov gir når vi ser på begge vognene som vårt system:



$$a = \frac{F}{m} = \frac{10\ \text{N}}{5\ \text{kg}} = 2\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

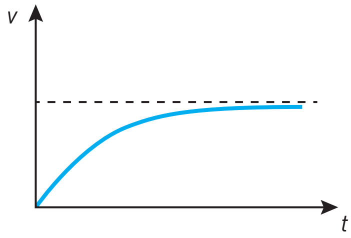
b) Med vogn A som vårt system, får vi:

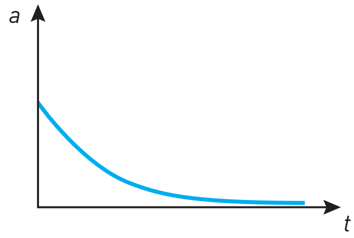


$$S = ma = 3\ \text{kg}\cdot 2\frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 6\ \text{N}$$

Oppgave 2.4

Grafene blir slik:

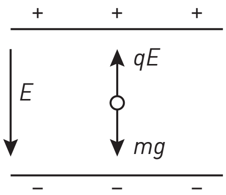




Den stiplete linjen på fartsgrafen viser det vi kaller terminalfarten.

Oppgave 2.5

Oljedråpen er i ro.



Vi får

$qE = mg$ og vi får

$$E = \frac{mg}{q} = \frac{2 \cdot 10^{-9} \cdot 9{,}8}{3 \cdot 10^{-13}} \frac{\text{N}}{\text{C}} = 6{,}5 \cdot 10^{-4} \frac{\text{N}}{\text{C}}$$

Siden ladningen er negativ, blir retningen på feltet nedover.

Oppgave 2.6

Coulombs lov gir

$$F = k\frac{qq}{r^2}$$

Altså får vi $q^2 = \dfrac{F \cdot r^2}{k} = \dfrac{1{,}0 \cdot 10^{-4} \cdot 0{,}2^2}{8{,}99 \cdot 10^9}\text{C}^2 = 4{,}410^{-15}\text{C}^2$

Og da blir $q = 2{,}1 \cdot 10^{-8}\text{C} = 21$ nC

Oppgave 2.7

Det virker en elektrisk kraft langs banen. Da gir Newtons 2. lov:

$$qE = ma$$

Altså: $a = \dfrac{qm}{m} = \dfrac{1{,}0 \cdot 10^{-4} \cdot 1000}{0{,}070} \dfrac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1{,}4 \dfrac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Oppgave 2.8

Vi bruker Newtons gravitasjonslov.

$$G = \gamma \frac{m_j \cdot m_s}{r^2}$$

Da blir

$$\gamma \frac{m_j \cdot m_s}{r^2} = m_j a$$

Som ventet (?) har ikke massen til jorda noe å si, og vi får

$$a = \gamma \frac{m_s}{r^2} = \frac{6{,}67 \cdot 10^{-11}}{\left(1{,}5 \cdot 10^{11}\right)^2} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 5{,}9 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Oppgave 2.9

Vi bruker Newtons gravitasjonslov

$$G = \gamma \frac{m_l \cdot m_f}{r^2} = \frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 10 \cdot 310^{11}}{500^2} \text{N} = 8{,}0 \cdot 10^{-4}\,\text{N}$$

Tyngdekraften fra hele jorda på loddet er:

$$mg = 10 \cdot 9{,}8\ \text{N} = 98\ \text{N}$$

Oppgave 2.10

Vi bruker Newtons gravitasjonslov

$$G = \gamma \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} = \frac{6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 0{,}73 \cdot 158}{0{,}2^2} \text{N} = 1{,}9 \cdot 10^{-7}\,\text{N}$$

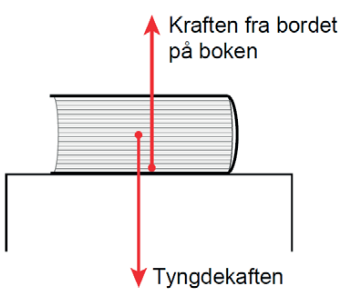
Oppgave 2.11

Kraften på bilen er

$$F = ma = m\frac{v^2}{r} = \frac{1800 \cdot 22{,}2^2}{40} \text{N} = 22{,}2\ \text{kN}$$

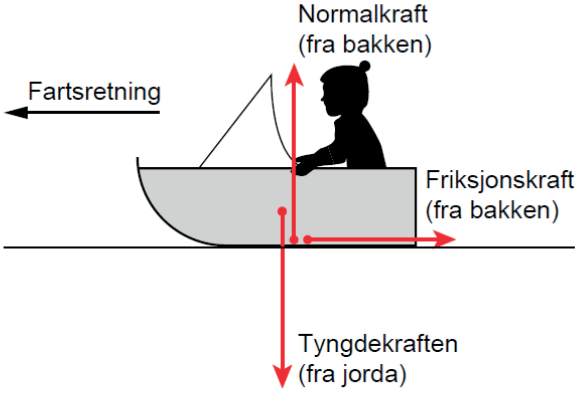
Oppgave 2.12

Det er viktig at kreftenes angrepspunkt er på boken, altså at kraftpilene vi tegner, starter i det systemet (her boken) vi studerer.



Oppgave 2.13

Vi vil igjen presisere viktigheten av nøye gjennomtenkt tegning av kraftpilene. Siden farten er avtakende, må det virke en nettokraft mot bevegelsesretningen. Kreftene i vertikalretning er like store.



Oppgave 2.14

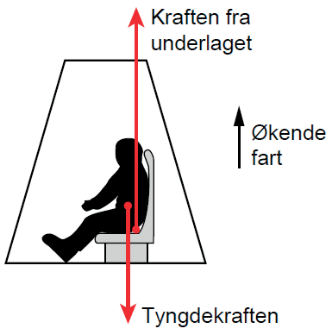
Newtons 3. lov forteller oss at kraft er lik motkraft, altså er alternativ A riktig. Husk at Newtons 3.lov handler om kreftene som virker på to systemer, altså vekselvirkningen mellom dem.

Oppgave 2.15

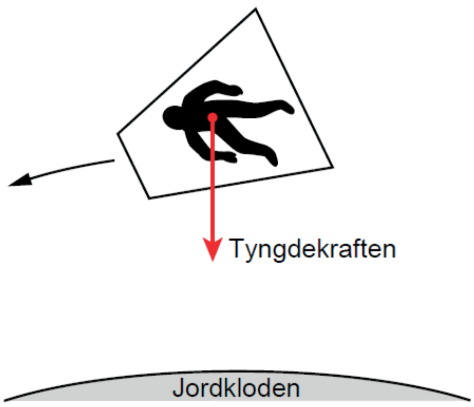
Motkraften til kraften *fra* gulvet *på* Kari er kraften *på* gulvet *fra* Kari.
Motkraften til tyngdekraften, som virker *fra* jorda *på* Kari, er kraften *på* jorda *fra* Kari.

Oppgave 2.16

Rett etter utskytningen har romfergen med astronauten en akselerert bevegelse. Det er da to krefter som virker på astronauten. Det er tyngden fra jorda og kraften fra underlaget (kanskje stolen han sitter i). Siden farten er økende, må kraften i bevegelsesretning være størst av de to.



Når romfergen går i bane rundt jorda, er det bare tyngdekraften som virker på astronauten og på romfergen. De er begge i fritt fall, og det er altså ingen kraft fra gulv eller vegg på astronauten. Det er dette vi kaller vektløshet.



Oppgave 2.17

Her er noen momenter som kan være med:

- For deg som lærer er det viktig å være klar over hvilke forestillinger elever ofte har, og her har vi et klassisk eksempel på en elev som tenker at det alltid må være en netto kraft i bevegelsesretning.
- En dialog med eleven kan være nyttig. For eksempel kan læreren begynne med å si noe om at det jo er riktig at det er en kraft fra hånden som kaster ballen, men her skal vi se på kastet etter at ballen har forlatt hånden. Og da kan et naturlig spørsmål være dette: Hvilken kraft skulle dra ballen oppover, og hvor skulle den komme fra?
- Det er altså bare tyngdekraften som virker på ballen når den er på vei oppover, og den virker nedover. Da har vi sett bort fra luftmotstanden, men den virker jo også nedover når ballen er på vei oppover.
- Et springende punkt er også hva som skjer akkurat i toppunktet. Der er farten null, men tyngdekraften virker fortsatt, og akselerasjonen er lik tyngdeakselerasjonen. Dette er vanskelig a fatte for mange – at det er akselerasjon selv om farten er null.
- Kjernen i Newtons teori er jo at kraften IKKE har sammenheng direkte med farten, men med ENDRING av farten (altså akselerasjonen), $F = ma$!

Oppgave 2.18

Her er noen momenter som kan være med:

- Det er ganske vanlig for mange elever a blande sammen kreftene som virker på ett system (Newtons 1. og 2. lov), og kreftene som virker på to systemer som virker på hverandre, altså vekselvirker (Newtons 3. lov).
- Kraft og motkraft virker på hvert sitt legeme. Det er altså ikke kraft og motkraft på boken (ett system).
- Det er tyngdekraften og kraften fra bordet som holder boka i ro.

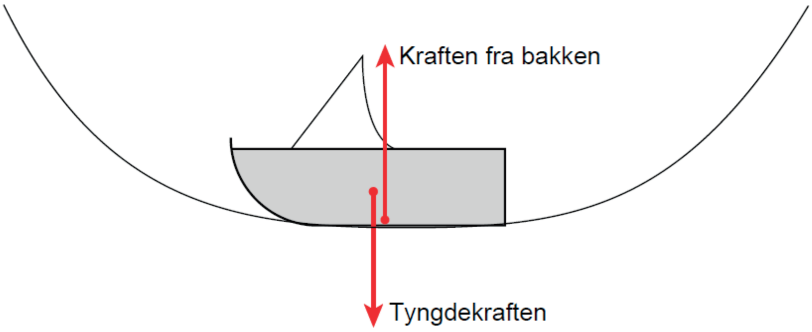
Oppgave 2.19

Det er pilen som går tangentielt i trommelens bevegelsesretning som er riktig retning på vannet akkurat når det kommer ut av hullet.

Selv om det ikke er anbefalt å sette seg inn i vasketrommelen, ville vi derfra observere at vannet fjernet seg radielt fra oss.

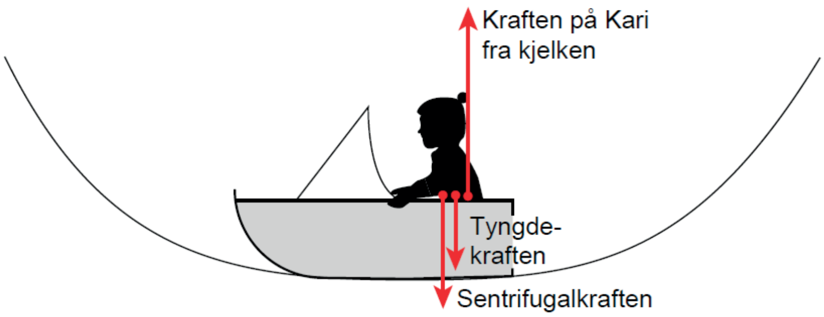
Oppgave 2.20

Siden det ikke er friksjon, virker det bare krefter i vertikalretning i bunnen av bakken. Kraften fra bakken må være størst. Vi har sirkelbevegelse slik at sentripetalakselerasjonen (og summen av kreftene) peker inn mot sentrum av sirkelen.



Med kjelken som referansesystem blir det annerledes. Kari, som sitter på kjelken, er jo i ro i forhold til kjelken.

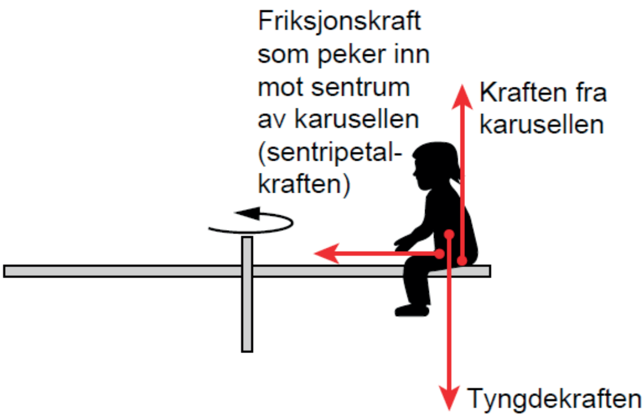
Kari vil beskrive en sentrifugalkraft som virker nedover i samme retning som tyngden. Summen av alle kreftene er null. Legg merke til at sentrifugalkraften ikke har noen motkraft. Det er derfor vi kaller den en fiktivkraft.



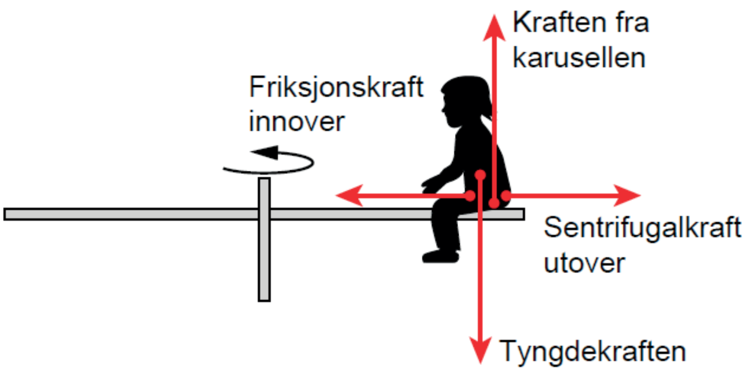
Oppgave 2.21

Sett fra bakken virker det tre krefter: tyngdekraften, kraften normalt fra karusellgulvet, og en friksjonskraft som peker innover mot sentrum og sørger for at Kari ikke sklir av karusellen. Siden kreftene i vertikalretning er like store, er summen av kreftene lik kraften som peker innover mot sentrum (sentripetalkraften).

(Noen vil si at det bare er én kraft fra karusellgulvet, og at de to kreftene vi har tegnet, er komponentene til den ene kraften.)



Sett fra Kari, som er i ro i forhold til karusellen, er det fire krefter som virker. Det er tyngdekraften og kraften fra karusellen i vertikalretning. De er like store. Så er det friksjonskraften fra gulvet og sentrifugalkraften, som også er like store. Summen av kreftene er null.



KAPITTEL 3

Oppgave 3.1

Her er noen momenter som kan være med:

- Det er riktig at lydbølger må ha noe å bre seg i, og det er atomer eller molekyler som svinger som utgjør lydbølgen.
- Lysbølger, og elektromagnetiske bølger generelt, består av svingende elektriske og magnetiske felter som kan forplante seg gjennom vakuum.
- Lydbølger kan man illustrere ganske konkret, mens hvordan lysbølger forplanter seg er betydelig mer abstrakt.
- Da kan et lite historisk tilbakeblikk kanskje være til hjelp. På 1800-tallet mente man at det måtte eksistere en *eter* over alt i verdensrommet slik at elektromagnetiske bølger hadde noe å forplante seg i.
- Det var først med Einsteins spesielle relativitetsteori fra 1905, at eter-teorien ble endelig gitt opp.

Oppgave 3.2

Bølgelengden finner vi av:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{200 \cdot 10^3}\ \text{m} = 1500\ \text{m} = 1{,}5\ \text{km}$$

Oppgave 3.3

Interferensformelen er:

$$d \sin\alpha = \lambda = \frac{c}{f}$$

Av dette uttrykket ser vi at når f halveres øker sin α og altså vinkelen α. d og c er konstante. Dermed ville elevene spredt seg mer utover plassen med større vinkel mellom rader av elever.

Oppgave 3.4

Kanskje et vanskelig (og nesten et filosofisk) spørsmål. Men vi kan i alle fall «se» lys i form av den kosmiske bakgrunnstrålingen som stammer fra ca 400 000 år etter Big Bang. Siden denne strålingen bare fortsetter å bre seg, vil vi kanskje si at lyset kan gå uendelig langt.

En annen ting er spørsmålet om hvor langt vi kan se med det blotte øyet. Et svar på det kunne være at vi faktisk kan se Andromeda-galaksen som er 2,5 millioner lysår fra oss med det blotte øyet.

KAPITTEL 4

Oppgave 4.1

Vi har at

$$s = \frac{1}{2}gt^2 \text{ og } v = gt$$

Da får vi at $s = \frac{1}{2}\frac{v^2}{a} = \frac{50^2}{2 \cdot 9{,}8}\text{ m} = 128\text{ m}$

Oppgave 4.2

a) Vi har

$$s = \frac{1}{2}gt^2 \text{ og } v = gt$$

Av disse to uttrykkene får vi $v^2 = 2gs$
Dermed blir $v = \sqrt{2gs} = \sqrt{2 \cdot 9{,}8 \cdot 20}\text{ m/s} = 20\text{ m/s}$

b) Da får vi

$$s = \frac{v^2}{2g} = \frac{40^2}{2 \cdot 9{,}8}\text{ m} = 82\text{ m}$$

Den må falle totalt 82 m, altså 62 m lenger.

Oppgave 4.3

Potensiell energi i fjæra går over til potensiell energi i tyngdefeltet, altså

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

Da blir $h = \frac{kx^2}{2mg} = \frac{10\,000 \cdot 0{,}2^2}{2 \cdot 0{,}5 \cdot 9{,}8}\text{ m} = 4{,}1\text{ m}$

Oppgave 4.4

Vi har

$$\Delta U = Q - W = (1100 - 220)\text{ J} = 880\text{ J}$$

Da blir $\frac{880}{1100} = 0{,}8$

Altså har 80 % av den tilførte varmen gått med til å øke den indre energien.

Oppgave 4.5

Her blir

$$W = Q - \Delta U = (200 - 150)\text{ J} = 50\text{ J}$$

Dessuten er $W = p\Delta V = pA\Delta x$

Og da har stempelet beveget seg:

$$\Delta x = \frac{W}{pA}\text{ m} = \frac{50}{150 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^{-3}}\text{ m} = 0{,}33\text{ m}$$

Oppgave 4.6

Økningen i Karis potensielle energi er

$$mgh = 80 \cdot 9{,}8 \cdot 1000\ \mathrm{J}$$

Kari må spise $\dfrac{mgh}{20\ 000\ \mathrm{J/g}} = \dfrac{80 \cdot 9{,}8 \cdot 1000}{20\ 000}\ \mathrm{g} = 39\ \mathrm{g}$

Et noe mer realistisk bilde hadde vært om vi også hadde tatt hensyn til at kroppen hele tiden forbrenner maten vi spiser og at kroppen skal opprettholde sin temperatur.

Oppgave 4.7

Bevegelsesenergien er avhengig av massen. Dermed skal det mer energi til for å stoppe en tung bil. Uttrykket for kinetisk energi er $\frac{1}{2}mv^2$, der m er massen og v er farten.

Oppgave 4.8

Bremselengden blir omtrent firedoblet. Det ser vi av uttrykket for kinetisk energi $\frac{1}{2}mv^2$. Hvis farten dobles, blir farten i andre potens fire ganger så stor, og dermed også den kinetiske energien. Det må altså gjøres et friksjonsarbeid på bilen for å få den til å stoppe, og det er lik den kinetiske energien bilen har før den begynner å bremse. Arbeid er lik kraft ganger vei, så dermed blir friksjonsarbeidet proporsjonalt med bremselengden.

Oppgave 4.9

Oppgaven er godt egnet for en diskusjon med elevene. For læreren er det interessant å høre hvordan elevene tenker, og gjennom spørsmål og svar kan elevene få en forståelse av fenomenet. Det er kanskje først når en kan uttrykke seg klart og presist med rett terminologi, at en virkelig har forstått!

Her er det energibetraktninger som er nøkkelen til svaret. Hvis vi tenker at vi begynner på toppen med null fart, er den totale energien lik den potensielle energien ($E_p = mgh$). Denne skal gå over til kinetisk energi og friksjonsarbeid. Det betyr at vi aldri kan komme like høyt som startpunktet. Men vi kan kjøre over et toppunkt og så et som er høyere. Det er hele tiden den totale energien (summen av potensiell og kinetisk energi) vi har til rådighet som er avgjørende for hvor mye vi «mister» til friksjonsarbeid.

Oppgave 4.10

Energi forsvinner ikke. Den går bare over til andre former. Men vi sier gjerne at vi mister energi i den betydningen at vi ikke lenger kan bruke den til noe (gjøre arbeid). Varme til omgivelsene er et typisk eksempel på energi vi ikke lenger kan nyttiggjøre oss.

Oppgave 4.11

Dette er igjen en situasjon som egner seg som utgangspunkt for en samtale med elevene. Her er det to ting som må avklares. For det første om bordplaten og bordbeina har samme temperatur (det har de), og for det andre hvordan det skal forklares at det føles forskjellig.

Det avgjørende her er at metallet leder varme mye bedre enn tre. Når vi tar på metallet, ledes altså varme effektivt bort fra hånden, og vi kjenner at den hånden er kaldere enn hånden som tar på treet, som isolerer mye bedre.

Oppgave 4.12

Hvis vi tenker at all kinetisk energi går med til å øke potensiell energi, blir regnestykket slik:

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

Vi ser at massen m ikke får noen betydning, og høyden blir

$$h = \frac{v^2}{2g} = \frac{10^2}{2 \cdot 10}\,\mathrm{m} = 5\ \mathrm{m}$$

Vi har satt tyngdeakselerasjonen til $g = 10\ \mathrm{m/s^2}$
Dette er jo ikke et helt urealistisk svar, men legg merke til at vi ikke har tatt hensyn til stavens elastiske egenskaper.

Oppgave 4.13

Farten kan vi finne fra energibetraktninger. Potensiell energi går over til kinetisk energi når vi ser bort fra luftmotstanden. (Fra så stor høyde som 10 m er imidlertid det ikke helt realistisk.)

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

Som gir $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 10}\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = 14\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \approx 51\mathrm{km/h}$

Oppgave 4.14

Ballen mister 35 % av sin mekaniske energi, altså spretter den 0,65 m høyt etter støtet mot gulvet.

Oppgave 4.15

Potensiell energi går over til kinetisk energi under fallet. Når eplet treffer bakken, går den kinetiske energien over til varmeenergi og kanskje litt lydenergi. Og hvis eplet sprekker eller blir ødelagt, går det med energi til det også.

Oppgave 4.16

Med kaldt drikke på termosen vil termosen isolere slik at den hindrer varme fra omgivelsene i å varme opp drikket.

Oppgave 4.17

Dette er en oppgave som nok er i vanskeligste laget. Men ideen er å se litt på hva vi mener med temperatur. Dobbelt så mye som null er jo også null! Problemet her er at temperaturskalaen der vi bruker Celsius-grader, ikke har noe egentlig nullpunkt. Null grader der vann fryser, er jo i prinsippet helt tilfeldig valgt. Men det finnes en temperaturskala med et absolutt nullpunkt. Den kaller vi absolutt temperaturskala, og vi bruker måleenheten kelvin (K). Det følger av termofysikkens lover at det må finnes et slikt absolutt nullpunkt.

Det absolutte nullpunkt er på –273,15 °C. Det betyr at 0 °C er det samme som omtrent 273 K. Det dobbelte av 273 K er 546 K. Altså vil metallstykket med dobbelt så høy temperatur ha temperaturen 273 °C.

Oppgave 4.18

Resistansen er gitt av $R = \frac{9{,}0}{0{,}2}\,\Omega = 45\ \Omega$

Oppgave 4.19

Effekten er

$$P = UI = \frac{U^2}{R} = \frac{230^2}{100}\,\text{W} = 529\ \text{W}$$

Elektrisk energi på ett døgn blir

$$E = 0{,}529 \cdot 24\ \text{kWh} = 12{,}7\ \text{kWh}$$

Dette koster $12{,}7 \cdot 1{,}20$ kroner $= 15$ kroner

Oppgave 4.20

Resistansen i parallellkoplingen finner vi av

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{2\Omega} + \frac{1}{2\Omega} \text{ som gir } R = 1\,\Omega$$

Total resistans blir da $R_t = 3\,\Omega$

Og strømmen blir $I = \frac{12\ \text{V}}{3\ \Omega} = 4\ \text{A}$

Oppgave 4.20

I boka s. 180 til s. 193 står det en god del om dette temaet. Og elevens utsagn er et godt utgangspunkt for samtale i klassen.

Her er noen momenter som kan være med:

- Det er ikke så galt formulert. Spenning er ganske riktig «noe som dytter elektroner rundt i kretsen», men spenning er ikke det samme som det vi i fysikken kaller en kraft. Vi må være nøye med at vi bruker begrepene riktig. Ellers blir det lett feil eller misforståelser.
- Når vi har spenning mellom to punkter på en leder, vil det virke krefter på de ladningene (elektronene) som er der.
- Det må gjøres arbeid på ladningene for at det skal kunne gå strøm i kretsen. Det er ladningene i bevegelse som utgjør strømmen. Spenning er definert som arbeidet den elektriske kraften utfører, dividert med ladningen.
- En analogi er å sammenligne en elektrisk krets med et system som pumper vann rundt i et rørsystem. En pumpe, som tilsvarer batteriet i den elektriske kretsen, sørger for at vannet går rundt. Det er pumpen eller batteriet som er energikilden som gjør et arbeid når de driver vannet eller strømmen rundt i kretsen. Det totale arbeidet i kretsen er avhengig av hvor mye ladning som blir flyttet. Men arbeidet per ladning er den samme enten vi flytter mye eller lite ladning, og det er dette vi kaller spenningen.

Oppgave 4.21

Se s. 188 til s. 190 i læreboka. Hovedpoengene i hver av analogiene som er beskrevet, er at de kan være til hjelp for å forstå noen fenomener, men at de samtidig introduserer noe som kan lede til misforståelser. Eksempelet med at elektronene i en leder kan sammenlignes med erter som ligger tett i tett i et rør, kan få frem at elektronene ikke farer av sted med lysfarten selv om strømmen går fort. Samtidig er jo bildet av elektronene som store erter temmelig misvisende. Vi tror imidlertid at slike analogier kan være til stor hjelp for elevene, men det avhenger av at det brukes tid på diskusjon i klassen eller i grupper med elever, slik at elevene kan få muligheter til selv å uttrykke sin forståelse, og at ikke minst analogienes svakere sider blir fremhevet og diskutert.

Oppgave 4.22

Eleven gir uttrykk for en nokså vanlig misoppfatning. Her kan også en analogi være på sin plass:

Tenk deg en kø foran porten (billettluken) til en fotballkamp. Det står en og en person i køen, og den beveger seg med konstant fart gjennom porten til arenaen. Hvis vi tenker at en person er analog med et elektron, er altså strømmen nå definert som antall personer som passerer porten per tidsenhet (elektrisk strøm kan defineres som hvor mange elektroner som passerer et gitt punkt per sekund). Porten med billettluken representerer motstanden, som har en viss resistans. Hvis vi nå åpner en port ved siden av (altså i parallell), vil vi kunne få inn dobbelt så mange personer per tidsenhet. Det betyr altså dobbelt så stor strøm, og det kan vi forstå som at den totale resistansen er blitt halvert.

Sammenhengen mellom totalresistansen og to motstander som er koplet i parallell, er gitt av:

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Hvis de to resistansene er like, får vi:

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$$

Altså er $R_t = \frac{R}{2}$

KAPITTEL 5

Oppgave 5.1

Poenget her er at vi er vant med at når vi ser mot sola midt på dagen, ser vi mot sør. Da har vi øst til venstre for oss, der sola står opp. Men i Australia ser vi mot nord når vi ser mot sola midt på dagen. Og da er øst til høyre for oss!

(En liten utfordring: Hvordan blir dette hvis du er ved ekvator? Og hvordan tar det seg ut på ulike tider av året?)

Oppgave 5.2

«En dag» på Nordpolen varer i seks måneder!

(Oppgave 5.3 er en praktisk oppgave)

Oppgave 5.4

Hvis jordaksen stod vinkelrett på det planet jorda beveger seg i, ville vi IKKE hatt årstider. Sola hadde stått rett over ekvator hele året, og vi ville ha akkurat den situasjonen vi nå har ved vår- og høstjevndøgn. Da er natt og dag like lange over hele kloden.

Hvis helningen var 60 grader, ville endringene i årstider blitt mer dramatiske. For eksempel ville mye større deler av jorda hatt midnattssol (og mørketid).

Oppgave 5.5

Årsaken er at Venus har en atmosfære som Merkur mangler. Atmosfæren til Venus er tykk og inneholder store mengder CO_2. Det gir en kraftig drivhuseffekt som er årsaken til den høye temperaturen.

Oppgave 5.6

En astronomisk enhet er gjennomsnittsavstanden mellom sola og jorda, og $1\ \text{AU} = 149{,}6 \cdot 10^9$ m. Når jorda og mars er på samme side av sola er avstanden mellom dem 0,5 AU.

Da får vi at tiden er

$t = \frac{s}{c}$ der c er lysfarten.

Altså blir $t = \frac{s}{c} = \frac{149{,}6 \cdot 10^9}{2 \cdot 3 \cdot 10^8}\ \text{s} = 249{,}3\ \text{s}$ som er 4 minutter og 10 sekunder.

Når mars og jorda er på motsatte sider av sola, blir avstanden 2,5 AU, og vi får

$t = \frac{s}{c} = \frac{149{,}6 \cdot 10^9 \cdot 2{,}5}{3 \cdot 10^8}\ \text{s} = 1246{,}7\ \text{s}$ som er 20 minutter og 50 sekunder.

Radiosignaler går også med lysfarten, så det tar like lang tid.

Oppgave 5.7

Det kommer i hovedsak av at vi står i ulike vinkler når vi ser på månen. En person ved ekvator står i en vinkel på ca 60 grader i forhold til oss. Dermed vil retningen vi kaller oppover være 60 grader forskjellig, og det vi opplever som en «stående» halvmåne vil ved ekvator ses som en «liggende» halvmåne.

Langt ned på den sørlige halvkule vil man se en «stående» halvmåne, som i Norge. Men når månen ser ut til å være opplyst fra venstre i Norge, vil den se ut til å være opplyst fra høyre på den sørlige halvkule, og omvendt. Siden man på den sørlige halvkule står opp-ned i forhold til oss i Norge, vil man der også oppleve at månen står opp-ned i forhold til oss.

Oppgave 5.8

Antall stjerner i det observerbare universet:
Antall stjerner = antall galakser · antall stjerner per galakse = $100 \cdot 10^9 \cdot 100 \cdot 10^9 = 10^{22}$

Antall sandkorn i Sahara:
Vi kan kaller volumet av sanden i Sahara V, arealet av sandørkenen A og dybden av sanden d.

$$A = 10 \cdot 10^6 \text{ km}^2 \cdot 0{,}2 = 2 \cdot 10^6 \text{ km}^2.$$

Det kan være hensiktsmessig å regne ut V i antall kubikkmeter, og da må vi vite A i kvadratmeter.

$$A = 2 \cdot 10^6 \text{ km}^2 = 2 \cdot 10^6 \cdot (1000 \text{ m})^2 = 2 \cdot 10^{12} \text{ m}^2.$$
$$V = A \cdot d = 2 \cdot 10^{12} \text{ m}^2 \cdot 30 \text{ m} = 6 \cdot 10^{13} \text{ m}^3$$

Så kan vi regne ut hvor mange sandkorn det er plass til i én kubikkmeter. Med sidekanter på én millimeter er det plass til 1000 i både bredden, dybden og høyden. Det går altså $1000^3 = 10^9$ sandkorn på én kubikkmeter. Det totale antall sandkorn i Sahara, N, er dermed gitt ved

$$N = \text{sandkorn per kubikkmeter} \cdot V = 10^9/\text{m}^3 \cdot 6 \cdot 10^{13} \text{ m}^3 = 6 \cdot 10^{22}$$

Med disse antagelsene er det altså seks ganger så mange sandkorn i Sahara som det er stjerner i det observerbare universet.

Oppgave 5.9

a) Stjernene lager striper på himmelen fordi jorda roterer.
b) Den lysende prikken er Nordstjernen.
c) Det er kanskje lettest å forestille seg hvis man ser for seg at man står på Nordpolen (tenk gjerne at du står på toppen av en globus!). Da vil Nordstjernen være rett over oss. Jorda roterer mot øst. Og når vi retter blikket oppover, vil jordrotasjonen i forhold til synsretningen vår tilsvare en bevegelse *med* klokka. Dermed vil vi se at stjernene roterer om Nordstjernen *mot* klokka. Effekten vil være den samme på hele den nordlige halvkule, og stripene vil altså være avtegnet *mot* klokka. På den sørlige halvkule vil man se at stjernene roterer *med* klokka rundt et punkt på den sørlige himmelen.

Oppgave 5.10

Den lysende prikken som er Nordstjernen, befinner seg nær himmelens nordpol. Det er der jordas rotasjonsakse peker. Jo nærmere vi kommer jordas nordpol, jo høyere vil derfor Nordstjernen stå på himmelen.