

BASISFYSIK C

Michael Cramer Andersen

Michael Agermose Jensen

KERNESTOFFET

FACIT

PRAXIS

BasisFysik C. Kernestoffet. Facit

Af Michael Cramer Andersen og Michael Agermose Jensen

© forfatterne og Praxis Forlag A/S 2023

Forslagsredaktion: Mette Viking og Michael Haase

Forsidelayout: Kit Hansen

Illustrationer: Birgit Overby og Michael Haase

1. ebogsudgave 2023

Filversion 1.01

ISBN: 978-87-29-00820-0

Denne titel indgår i Praxis' fagpakke til fysik, der indeholder adaptive træningsforløb og supplerende temaforløb. Yderligere information samt adgang til download af ekstramateriale findes på forlagets hjemmeside.

Digital kopiering af dette materiale eller dele deraf er tilladt i henhold til bestemmelserne i licensaftalen. Print og analog kopiering af materialet er ikke dækket af licensen og er kun tilladt inden for rammerne af institutionens aftale med Copydan Tekst & Node. Kopiering omfatter såvel digital som analog kopiering af materialerne uden for forlagets digitale platform.

Praxis Forlag A/S – et selskab i Egmont

www.praxis.dk

Indhold

Forord **4**

1 Fysik **5**

2 Fysikkens grundbegreber **7**

3 Energi **8**

4 Det heliocentriske verdensbillede **10**

5 Den nære astronomi **11**

6 Bølger og lyd **14**

7 Atomer, partikler og kræfter **17**

8 Lys **19**

9 Universet **21**

Forord

Denne facitliste indeholder facit til Tænk efter-spørgsmål og opgaver til *BasisFysik C. Kernestoffet*.

Bogen er tænkt som et praktisk hjælpemiddel for elever og selv-studerende, der ønsker at kontrollere egne resultater. Hvert facit præsenteres kort og præcist med færrest mulige kommentarer. Ved beregning af resultater er de værdier, som er angivet i bogens tabeller og appendiks, anvendt. Alle resultater er afrundet efter de almindelige afrundingsregler, og enheder angives altid.

Kommentarer, forslag til ændringer og påvisning af eventuelle fejl vil blive modtaget med taknemmelighed (email: info@praxis.dk).

Michael Cramer Andersen
Michael Agermose Jensen

1 Fysik

TÆNK EFTER 1

- Atomer eller grundstoffer.
- Protoner, neutroner og elektroner.
- Gennem fødevarer, især proteiner, kulhydrater og fedt.
- I et kraftværk brændes fx kul eller halm af. Varmen herfra får vand til at fordampe. Dampen ledes under højt tryk igennem en turbine, der driver en generator, som producerer elektricitet (som en cykeldynamo).
- Fx strekkodescannere i et supermarked eller i en dvd/blu-ray-afspiller.
- Årstiderne skyldes Jordens bevægelse omkring Solen (se også C-bogens kapitel 17, specielt side 258).
- Ved Big Bang opstod tid, rum og alt stof og stråling. I takt med at Universet udvidede sig, afkøledes stoffet, som i starten var et uhyre varmt plasma af elementarpartikler. Der blev dannet lette atomkerner (brint og helium) og senere neutrale atomer, da atomkernerne indfangede elektroner. Derefter samlede tyngdekraften stoffet i store gasskyer, som dannede galakser og stjerner og efterhånden også planeter. (Se også C-bogens kapitel 18).

TÆNK EFTER 2

- Fx tyngdeloven eller Galileis faldlov. Forslag som Arkimedes' lov og Ohms lov kan diskuteres.
- Teorier og målinger supplerer hinanden. Målinger kan bekræfte en teori, som derefter kan anvendes ved siden af målingerne.
- I astrologens tolkning antages der at være en irrationel (nærmest magisk) forbindelse mellem planeternes stilling og begivenheder i en persons liv. En sådan forbindelse

- (en skæbne, dvs. forudbestemt historie) kan ikke påvises videnskabeligt. Skæbnebegrebet er ikke et naturvidenskabeligt begreb. Astrologer forsøger ikke at modbevise deres egen teori, men bortforklarer afvigelser med individuelle faktorer. Horoskoper har tendens til at helgardere og være *inkonsistente* (dvs. logisk usammenhængende), men mennesker søger at få mening i selv det meningsløse og er villige til at gå langt for at lære noget om sig selv.
- Et samfund kan fx ønske at afskaffe brugen af fossile brændsler og samtidig være økonomisk afhængig af indtægter fra olie- og gasudvinding.

OPGAVER

- $a = 7,5$
- $a = 5$. Stor portion: 5 æg, 1000 g sukker, 200 g smør og 1000 g mørk chokolade.
- Hvis man fx kan gå 15 km pr. dag, vil det tage 286 dage.
- Størrelsesforhold: ca. 1:51 millioner. I praksis kan man benytte, at 1 cm svarer til ca. 510 km.
- Det er svært at måle på et spøgelse, der kan defineres som »en ånd fra en afdød person«. Spøgelser tillægges overnaturlige egenskaber, fx er de næsten genomsigtige, de kan svæve og passere gennem vægge. En oplevelse af et spøgelse kan skyldes synsbedrag, måske motiveret af lysrefleksioner, der sammen med ukendte lyde fra vinden eller dyr kan bekræfte en forestilling i hjernen

om, at der er »nogen« til stede. Hjernen kan snyde os, fordi bevidstheden vil prøve at en oplevelse til at give mening.

1.6 Tryllekunstnere kan aflede folks opmærksomhed, mens de fx ombytter ting. Hvis en ske i forvejen har været bøjet mange gange, bliver den metaltræt og knækker nemmere. Skeen kan også være lavet af en speciel legering, der blødgøres, når den tilføres varme, fx når man gnider den med fingrene.

- 1.7**
- a) Planeterne følger naturlove, og vores forståelse af dem kan godt være forkerte.
 - b) Hvis nogle målinger er i klar strid med en teori, må vi gentage målingerne. Hvis målingerne stadig er i strid med teorien, kan vi revidere teorien. At ignorere eller lave om på måleresultater, er at snyde – også sig selv.

1.8 Mål massen af forbrændt stearin som funktion af tiden. På ca. 40 min. forbrændes ét gram stearin, så det anbefales at bruge en nøjagtig vægt. Beregn massetab pr. minut ud fra oplysningerne på posen. Sammenlign målinger med teori, og diskutér måleusikkerhed og fejlkilder, fx den indledende smeltning af stearin.

1.9 Inddrag fx solide konstruktionsteknikker baseret på trekanter.

2 Fysikkens grundbegreber

OPGAVER

- 2.1 $3,1557 \cdot 10^7$ s (1 år = 365,242 døgn) eller $3,1536 \cdot 10^7$ s (1 år = 365 døgn)
- 2.2 25 m/s
- 2.3 a) $0,0042 \text{ m}^2 = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$
b) $0,0000013 \text{ m}^2 = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$
c) $7260000 \text{ m}^2 = 7,26 \cdot 10^6 \text{ m}^2$
- 2.4 $109^3 = 1,295 \cdot 10^6$ eller i størrelsesordenen 10^6
- 2.5 $1,083 \cdot 10^{12} \text{ km}^3 = 1,083 \cdot 10^{21} \text{ m}^3$
- 2.6 $3,75 \cdot 10^{-8} \text{ m}$
- 2.7 $3,80 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 3,80 \text{ nm}$
- 2.8 $2 \cdot 10^6$ atomer hen over et sandkorn
- 2.9 10^{57} protoner
- 2.10 10^{79} protoner
- 2.11 $3 \cdot 10^9$ slag på 81 år
- 2.12 a) 10^{28}
b) Ligningen $2^x = 10^{14}$ løses for antal celledelinger, x , som giver $x = 47$ (afrundet).
c) Hvis hastigheden var uændret, skulle der ligge et voksent menneske i den gravide mave efter blot 47 dage. Væksthastigheden bliver mindre og stopper helt, når mennesket er udvokset.
d) Med fx 65 kg fås ca. 25 g/døgn.

3 Energi

TÆNK EFTER 1

- a) Man opbruger fx et brændsel, men den kemiske energi i brændslet omdannes til andre energiformer, så energien er bevaret.
- b) Selv om brintatomet kan eksistere evigt, kan man ikke tappe energi fra det, som man kan fra en maskine.
- c) I tegningen til venstre har opfinderen ikke tænkt på, at gnidningskræfterne skal overvindes, for at maskinen kan køre af sig selv. I tegningen til højre skulle vandet løbe opad for at kunne falde ned. Det ses af søjlerne, hvilke dele af kanalen der er højereliggende end andre dele. Men perspektivet og de trappelignende kanter snyder én til at tro, at vandet godt kan løbe hen (op) ad kanalerne.

OPGAVER

- 3.1 a) Fx ved indtagelse af fødevarer og under transport (benzin).
b) Fx ved brug af elektriske apparater og lyskilder.
c) Når du bevæger dig og fx boldspil.
d) Fx ved varmt bad, madlavning, opvarmning af boligen.
- 3.2 a) $E_{\text{kinetisk}} \rightarrow E_{\text{potentiell}}$
b) $E_{\text{elektrisk}} \rightarrow E_{\text{stråling}}$
c) $E_{\text{kemisk}} \rightarrow E_{\text{kinetisk}}$
d) $E_{\text{elektrisk}} \rightarrow E_{\text{termisk}}$
e) $E_{\text{kemisk}} \rightarrow E_{\text{stråling}}$
f) $E_{\text{stråling}} \rightarrow E_{\text{kemisk}}$
g) $E_{\text{kerne}} \rightarrow E_{\text{elektrisk}}$
- 3.3 a) E_{kemisk} (forbrænding)
 E_{kinetisk} (muskelbevægelse)
 E_{termisk} (sveder)
b) $E_{\text{kemisk}} \rightarrow E_{\text{kinetisk}} + E_{\text{termisk}}$
- 3.4 Ligesom et kulkraftværk, men med varmekilden udskiftet fra kemisk energi til kerneenergi. Søg fx på 'atomkraftværk' på internettet.
 $E_{\text{kerne}} \rightarrow E_{\text{termisk}} \rightarrow E_{\text{kinetisk}} \rightarrow E_{\text{elektrisk}}$
- 3.5 Intet facit.
- 3.6 0,98 J
- 3.7 26 kJ
- 3.8 Med fx 60 kg: 0,75 kJ
- 3.9 a) 50 kJ
b) 100 kJ
c) 200 kJ
- 3.10 Når satellitten falder mod Jorden fra B til A, omsættes potentiel energi til kinetisk energi, og hastigheden øges. Omvendt mindskes hastigheden fra A til B.
- 3.11 a) 40 skiløbere
b) 85 m/s
- 3.12 a) 5,0 W
b) 2,0 kW
c) 179 W
d) 25 W

- 3.13 a) 5 %
b) 31 %
c) 80 %
- 3.14 50 %
- 3.15 Glødepære: 8 kr. LED-pære: 1,60 kr.
- 3.16 a) 3804 kJ eller 1,06 kWh
b) 53 kr.
c) Typisk 25-200 liter
- 3.17 Fødevarestyrelsen anbefaler mænd (med en gennemsnitlig vægt på 76 kg) og kvinder (med en gennemsnitlig vægt på 62 kg) i alderen 18-30 år, der har regelmæssig fysisk aktivitet i fritiden, at indtage henholdsvis 13,8 MJ og 10,7 MJ dagligt.
- 3.18 a) 1500 kJ
b) 3061 kg
- 3.19 a) I Danmark står Solen højest på himlen ved middagstid og mod syd. Et tag, der vender mod syd, modtager derfor mest sollys.
b) Sollyset kommer oppefra og samler nemt lyset, når taget hælder.
c) *Tournesol* betyder »dreje mod Solen«. Når solsikker vokser, drejer de sig mod Solen i løbet af dagen – fra øst til vest – og tilbage om natten mod øst. Væksthastigheden af stilkens øst- og vestvendte sider reguleres af et indre ur og påvirkes desuden af sollyset. Derved vokser planten hurtigere.
- 3.20 a) $9,0 \cdot 10^{16}$ J
b) 0,0041 %

4 Det heliocentriske verdensbillede

TÆNK EFTER 1

- a) Lys udsendt fra stjerner og andre himmellegemer undersøges ved at danne et spektrum, der viser et mønster af lys med bestemte bølgelængder. Fordi hvert grundstof har sit eget mønster, kan man identificere, hvilke grundstoffer der har udsendt lyset. Denne teknik kaldes *spektroskopi*.
- b) Der var endnu ikke teknikker til at observere så nøjagtigt, at man kunne bekræfte teorien. Kun få samtidige videnskabsmænd, blandt andre Archimedes, kunne forstå Aristarchos' teori i detaljer, og teorien gik hurtigt i glemmebogen.

TÆNK EFTER 2

- a) Atmosfæren (det vil sige luften, der befinder sig rundt om Jorden) fastholdes af tyngdekraften. Både luften og vandet i havene bevæger sig med samme hastighed som Jorden. Der er mindre lokale bevægelser, som blandt andet skyldes vinden.
- b) De indre planeter bevæger sig hurtigere end de ydre planeter. Når Jorden overhaler Mars indenom, vil det se ud, som om sigtelinjen fra Jorden mod Mars bevæger sig baglæns i forhold til de fjerne stjerner.
- c) Hvis Jorden stod stille, ville retningen til stjernerne ikke ændre sig i løbet af et år.

TÆNK EFTER 3

Månen ville bevæge sig ud i en større bane.

OPGAVER

- 4.21 Intet facit.
- 4.22 a) Afstanden til stjernen er 10,38 lysår eller $9,82 \cdot 10^{16}$ m.
b) Forholdet mellem afstanden til stjernen og afstanden til Jupiter er 126 241, altså mere end de 700, Tycho Brahe var i stand til at måle og dermed forestille sig.
- 4.23 a) Månerne bevæger sig omkring Jupiter på samme måde, som planeterne bevæger sig omkring Solen. Derfor må Keplers 3. lov gælde med den centrale masse M sat lig Jupiters masse.
b) Gennemsnittet er cirka $3,2097 \cdot 10^{15} \text{ m}^3/\text{s}^2$.
c) Jupiters masse er cirka $1,89975 \cdot 10^{27} \text{ kg}$.

5 Den nære astronomi

TÆNK EFTER 1

- a) Både på den nordlige og sydlige halvkugle står Solen op i øst og går ned i vest. På den nordlige halvkugle står Solen højest på himlen mod syd, på den sydlige står Solen højest på himlen mod nord. Derfor – hvis man kigger mod den retning, hvor Solen står højest – går Solen fra venstre mod højre på den nordlige halvkugle og fra højre mod venstre på den sydlige.
- b) Når Solen står lavt på himlen, spredes strålingsenergien ud på et større areal, end når Solen står højt på himlen.

TÆNK EFTER 2

- a) På Merkur er temperaturen altid højere end vands kogepunkt, og der er ingen atmosfære. Det umuliggør vand i flydende form, og dermed er der intet eksistensgrundlag for liv baseret på vand og fotosyntese.
På Venus er temperaturen langt over vands kogepunkt. Selv om vands kogepunkt stiger ved højere tryk (det koger ved cirka 300 °C ved 90 atmosfærer, som er trykket ved Venus' overflade), er mængden af vanddamp kun 0,002 % i Venus' atmosfære. På Jorden findes livsformer kaldet *hyperthermophile*, der kan leve ved temperaturer over 100 °C, så længe vandet ikke koger. Der er spekuleret over muligheden for liv højt oppe i Venus' atmosfære, hvor både tryk og temperatur er mere moderate.
- b) Maskiner, der forbrænder fossile brændsler, har udledt en stigende mængde CO₂. Den øgede mængde CO₂ forstærker drivhuseffekten, hvilket medfører klimaforandringer.
- c) En planet skal også rydde sin bane for mindre objekter, hvilket Pluto ikke er

i stand til. Ud over Pluto er der mange lignende himmellegemer i det ydre solsystem. De største af disse tilhører gruppen af dværgplaneter.

- d) Både planeter og dværgplaneter kredser omkring Solen. En dværgplanet er formet rund af tyngdekraften, hvilket kræver, at den har en diameter på mindst 800 km (eller mindre, hvis den består mest af is). Alle kendte dværgplaneter er væsentlig mindre end Jordens måne, som har en diameter på 3476 km. Men de kan i princippet godt være større end Månen eller Merkur, hvis ikke de er i stand til at rydde deres bane for mindre objekter. Det antages, at der eksisterer flere hundrede dværgplaneter i det ydre solsystem, men de er svære at opdage på grund af deres ringe størrelse og store afstand fra Solen.

TÆNK EFTER 3

- a) Månen roterer én gang omkring sin egen akse i løbet af én måned, så man fra Jorden altid ser den samme side. Dette kaldes bunden rotation.
- b) Ved nymåne er Månen placeret mellem Solen og Jorden, så Jorden kan ikke kaste skygge på Månen.
- c) Kommende måneformørkelser og solformørkelser omtales blandt andet på denstoredanske.dk (indtast også søgeord). Detaljeret information kan findes her: <http://eclipsewise.com/>.
- d) Øst-vest.

TÆNK EFTER 4

- a) En mindre planet køler hurtigere af, fordi dens overflade er større i forhold til dens volumen.

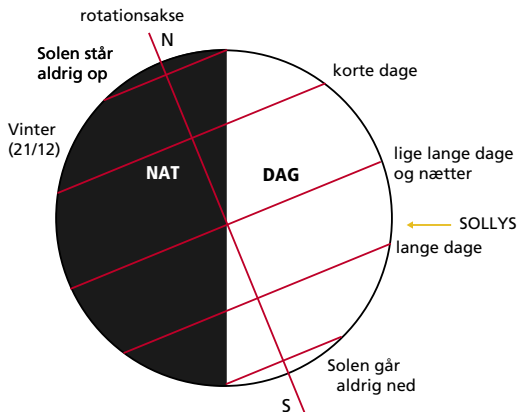
- b) De ældste kratere blev glattet ud, da havet fandtes. Kun de kratere, der er dannet efter, at havet forsvandt, findes i dag.

TÆNK EFTER 5

500 millioner (5 % af 10 milliarder).

OPGAVER

- 5.1 a) Din tegning ved sommersolhverv skal ligne den i figur 7.3. Ved vinter-solhverv med angivelser kan den fx se sådan ud:

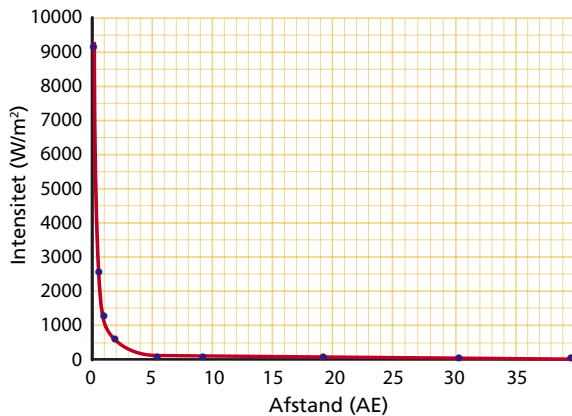


- b) Intet facit.
- c) Afstanden til Nordstjernen er meget længere end diameteren af Jordens bane, så to sigtelinjer mod Nordstjernen, der udgår fra to forskellige punkter af Jordens bane, vil næsten være sammenfaldende.
- 5.2 a) Den største afstand er cirka 2,3 millioner km over middelværdien eller cirka 1,54 %. Den mindste afstand er cirka 2,5 millioner km under middelværdien eller cirka 1,67 %.
- b) Når det er sommer på den nordlige halvkugle, er det vinter på den sydlige og omvendt. Hvis det var ændringerne i Jordens afstand, der var årsag til årstiderne, burde det være henholdsvis sommer og vinter på hele kloden samtidig. Desuden er variationerne i afstanden for små til at forklare de store forskelle mellem sommer og vinter.
- 5.3 a) Så vil det være vinter, hvor dagen er kort, og natten er lang.
b) Ja.
- 5.4 a) Sommerhalvåret varer cirka 186 dage.
b) Vinterhalvåret varer cirka 179 dage.
c) 7 dage.
d) Jordens hastighed er størst, når den er tættest på Solen (dvs. omkring 4. januar), derfor er vinterhalvåret kortest. Jorden bevæger sig lidt langsommere om sommeren (hvor den er længst væk fra Solen), derfor er sommerhalvåret længst.
- 5.5 a) Der ville ikke være nogen årstider.
b) Hvis Jordens rotationsakse lå nede i ekliptika, og akse bevarede sin orientering i forhold til stjernerne, ville man, når akse peger mod Solen, opleve en årstid med noget nær polarnat på den ene halvdel af Jorden, mens man på den anden ville have midnatssol. Og når akse peger på tværs af retningen til Solen, ville man have noget, der minder om jævndøgn.

- 5.6 a) Solformørkelser kan kun opleves på en begrænset del af Jordens overflade, måneformørkelser kan ses fra hele Jordens natside.
- b) Man kan se Solens korona, der er en atmosfære bestående af tynd og meget varm ioniseret gas.
- c) Se links under dette kapitels facit til TÆNK EFTER 3c.

5.7 Fra Solen til Jorden: 499 s. Fra Månen til Jorden: 1,28 s.

5.8 a)



- b) En potenslov af formen $y = b \cdot x^a$, hvor $a = -2$. Dette følger af afstandskvadratloven.

6 Bølger og lyd

TÆNK EFTER 1

Bølgeligningen er: $v = \lambda \cdot f$. Hvis frekvensen øges til det dobbelte, ændres bølgelængden til det halve, idet hastigheden er uændret.

TÆNK EFTER 2

Vind skyldes trykforskelle i atmosfæren. Trykforskellene opstår, fordi Solen varmer jorden op. Jorden varmer derefter luften op, hvilket skaber tryk- og temperaturforskelle i luften.

TÆNK EFTER 3

- I det lufttomme rum er der intet medie, lydølgerne kan udbrede sig i. Derfor kan lyden af et skrig ikke forplante sig gennem rummet.
- Lydens fart er uafhængig af frekvensen. Svaret er derfor, at dybe toner og høje toner bevæger sig lige hurtigt.
- For at gennembryde lydturen skal flyet bevæge sig med samme hastighed som lyden, dvs. 340 m/s eller 1224 km/t.

TÆNK EFTER 4

En radar udsender en radiobølge, der – når den rammer en bil frontalt – reflekteres direkte tilbage. Da bilen bevæger sig hen imod bølgen, forskydes frekvensen af bølgen mod højere frekvens. Hvis bilen bevæger sig væk, bliver den reflekterede bølges frekvens mindre.

TÆNK EFTER 5

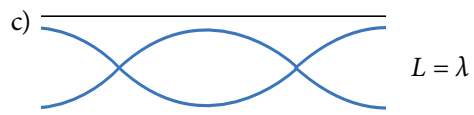
Amplituden af den stående bølge er summen af amplituden af de to bølger. Dvs. den stående bølges amplitude bliver dobbelt så stor som den originale bølges.

TÆNK EFTER 6

- Hvis strengens længde fordobles, fordobles også bølgelængden af grundsvingningen. Da hastigheden er konstant, må frekvensen derfor blive halveret.
Hvis strengens længde halveres, bliver frekvensen dobbelt så stor. Vi siger, at frekvens og bølgelængde er omvendt proportionale.
- 880 Hz og 1320 Hz

TÆNK EFTER 7

- En bølge med en bølgelængde meget større end 3 cm vil have svært ved at trænge ind i øret, mens en bølge med en meget mindre bølgelængde vil have svært ved at skabe en påvirkning. En bølgelængde på 3 cm svarer til en frekvens på 11,3 kHz. Øret kan som nævnt i teksten opfange frekvenser mellem 20 Hz og 20 kHz.
- Mindre dyr har typisk en mindre øregang og vil derfor opfatte lyde med kortere bølgelængde og større frekvens.



- Lydens hastighed i luft afhænger af temperaturen. Når luften varmes op, stiger lydets hastighed. I en koncertsal vil instrumenternes klang variere i løbet af koncerten, fordi rummet i starten er koldt og efterhånden opvarmes og varmeudveksler med instrumenterne.

OPGAVER

- 6.1 a) $T = 0,83 \text{ s}; f = 1,2 \text{ Hz}$
b) $T = 5,0 \text{ s}; f = 0,20 \text{ Hz}$
c) $T = 1,6 \text{ s}; f = 0,63 \text{ Hz}$
- 6.2 a) $f = 0,40 \text{ Hz}$
b) $T = 1,14 \cdot 10^{-3} \text{ s}$
- 6.3 $T = 13,5 \text{ t}; f = 2,06 \cdot 10^{-5} \text{ Hz}$
- 6.4 $f = 113 \text{ kHz}$. Den kan ikke opfattes af det menneskelige øre.
- 6.5 a) $\lambda = v/f$
b) $\lambda = 0,651 \text{ m}$
c) $\lambda = 3,00 \text{ m}$
- 6.6 a) $f = v/\lambda$
b) $f = 40 \text{ Hz}$
c) $f = 4,62 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$
- 6.7 $v = 2 \text{ m/s}$
- 6.8 $v = 6,0 \text{ m/s}$
- 6.9 3064 km/t
- 6.10 $f = 500 \text{ Hz}$
- 6.11 a) Små insekter lokaliseres bedst ved hjælp af bølger med lille bølgelængde, dvs. stor frekvens.
b) Byttet vurderes til at være ca. 1 cm stort. $f = 34 \text{ kHz}$.
- 6.12 a) $\lambda = 0,5 \text{ mm}$
b) $\lambda = 10 \text{ cm}$. Det betyder, at ting under 10 cm 's størrelse er svære at se.
- 6.13 a) $f = 475,6 \text{ Hz}$
b) $v = 11,7 \text{ m/s}$
- 6.14 Kassens længde skal være $19,3 \text{ cm}$.
- 6.15 a) Hvis rummet er 10 meter på den længste led, kan der ikke være bølger med bølgelængde på over 10 meter i lokalet.
b) Den dybeste tone (største bølgelængde) er derfor 34 Hz .
c) I badeværelset er der ikke langt mellem væggene i forhold til fx en koncertsal, derfor forsvinder de dybe toner her. Lyden reflekteres og/eller absorberes desuden af væggene. Refleksionen og absorptionen er afhængig af væggenes materiale. I badeværelset er væggene ofte beklædt med fliser, der reflekterer lyd anderledes end fx træbeklædning.
- 6.16 $f = 11,3 \text{ kHz}$. Se også facit til TÆNK EFTER 7a på foregående side.
- 6.17 En mikrofon kan konstrueres som en omvendt højttaler. Lydbølgens trykvariationer får en membran til at bevæge sig. Membranen er forbundet til en elektrisk leder, der omkredser en magnet. Når den elektriske leder bevæges af membranen, skabes elektromagnetisk induktion, dvs. magneten danner en elektrisk strøm i lederen. Alternativt får luftens trykvariationer et stykke elektronik (kaldet en kapacitor eller et piezoelektrisk element) til at variere en elektrisk ladning, der genererer en elektrisk strøm. Lydbølgens trykvariationer giver variation i strømmen.

6.18 a) $k = 1,059$

b) c1 = 261,63 Hz	c#1 = 277,18 Hz
d1 = 293,67 Hz	d#1 = 311,13 Hz
e1 = 329,63 Hz	f1 = 349,23 Hz
f#1 = 370,00 Hz	g1 = 392,00 Hz
g#1 = 415,31 Hz	a1 = 440,00 Hz
a#1/b = 466,16 Hz	h1 = 493,88 Hz
c2 = 523,25 Hz	

7 Atomer, partikler og kræfter

TÆNK EFTER 1

Tomrum er den baggrund, der bliver tilbage, når alle materielle partikler fjernes. Det er en forudsætning for, at partiklerne kan bevæge sig. Nej, luft består selv af atomer (atmosfærisk luft består primært af grundstofferne N, O og Ar).

TÆNK EFTER 2

Jorden er cirka 10^8 gange større end et æble. Forstørres atomerne med denne faktor, bliver de 10^{-2} m. Det passer inden for en størrelsesorden.

TÆNK EFTER 3

- a) Den stiger.
- b) Ja.

TÆNK EFTER 4

Nej, tyngdekraften er kun tiltrækkende.

OPGAVER

- 7.1
- a) C: 2, 4
 - b) Ne: 2, 8
 - c) Na: 2, 8, 1
 - d) Cl: 2, 8, 7
 - e) Ca: 2, 8, 8, 2

- 7.2
- a) 750 cm^2
 - b) $x = \frac{m}{\rho \cdot A}$, $x = 0,001 \text{ cm}$
 - c) Cirka 85 000 atomlag

7.3 Afrundet til hele grader:

- a) $-269 \text{ }^\circ\text{C}$
- b) $-219 \text{ }^\circ\text{C}$
- c) $-183 \text{ }^\circ\text{C}$
- d) $-78 \text{ }^\circ\text{C}$
- e) $-33 \text{ }^\circ\text{C}$
- f) $0 \text{ }^\circ\text{C}$
- g) $37 \text{ }^\circ\text{C}$
- h) $100 \text{ }^\circ\text{C}$

- 7.4
- a) Protonen og neutronen er begge baryoner
 - b) Partiklerne er ofte navngivet efter bogstaverne i det græske alfabet. I parentes er indholdet af kvarker angivet, og en streg hen over symbolet angiver, at det er en antipartikel.

Baryoner:

Lambda-nul, Λ^0 (u,d,s)

Sigma-plus, Σ^+ (u,u,s)

Omega-minus, Ω^- (s,s,s)

Mesoner:

Pi-plus, π^+ (u, \bar{d})

Pi-minus, π^- (d, \bar{u})

K-nul, K^0 (d, \bar{s})

- c) De er for ustabile, idet kvarkerne fra 2. og 3. familie hurtigt ville henfalde til kvarker fra 1. familie.
- 7.5
- a) Den samlede ladning af kvarkerne u, d og s er 0 elementarladninger.
 - b) Partiklen er en proton.

- 7.6
- a) Neutronerne gør, at protonerne kommer lidt på afstand af hinanden, så frastødningen bliver lidt mindre.
 - b) Den stærke kernekraft. Den fungerer ved at udveksle gluoner mellem kvarke i nukleonerne, og de skelner ikke mellem, om det er protoner eller neutroner.
 - c) Den stærke kernekraft må være meget stærk for at kunne overvinde frastødningen mellem protonerne.
 - d) Hvis den stærke kernekraft »slukkede«, ville alle sammensatte atomkerner gå i stykker. Stjernerne ville ikke kunne lyse, og der ville ikke findes planeter eller liv.

8 Lys

TÆNK EFTER 1

Lys kan kun udbrede sig i vakuum med hastigheden $3,00 \cdot 10^8$ m/s. Mørke er fravær af lys, fx en skygge. Lyset, der oplyser en væg, kan kun bevæge sig med lysets hastighed, men skyggen kan i princippet bevæge sig med vilkårlig stor hastighed. Der er altså ingen øvre grænse for mørkets hastighed. Se i øvrigt artikel om »Mørkets hastighed« i KVANT nr. 3, 2007 (på kvant.dk).

TÆNK EFTER 2

- Natriums spektrum indeholder især to tydelige gule spektrallinjer. Lyset må derfor forventes at være gult.
- Neonlampen udsender et orange-rødt lys. Spektret indeholder flest røde, orange og gule spektrallinjer og kun få grønne og blå. Der er altså overensstemmelse.
- De fire bølgelængder med størst bølgelængde: rød, turkis, blå og violet. De øvrige linjer har bølgelængder kortere end 400 nm, dvs. uden for det synlige område.

TÆNK EFTER 3

$h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ J · s er en meget lille størrelse, næsten nul. Energien af et rødt lyskvant er $3,03 \cdot 10^{-19}$ J (se eksempel 15.4). Dvs. der skal mange lyskvanter til, før vi kan observere ændringerne, der skyldes den afsatte energi.

OPGAVER

8.1 $c = 227\,000$ m/s

8.2 $\Delta v = 7463$ m/s. . Det vil sige, at
 $v = c + \Delta v = 2,997999 \cdot 10^8$ m/s.

8.3 $t = 2,56$ s

- 8.4 Øjet indeholder flere slags tappe til at registrere farver, men kun én slags stave. Stavene er de mest lysfølsomme. De er i stand til at registrere lys og mørke, men ikke farver. Hjernen får derfor det samme (sort-hvide) input uanset lysets frekvens. Derfor kan øjet ikke skelne farver under lyssvage forhold.
- 8.5 Kviksølvs emissionsspektrum er et linjespektrum (se side 146 i *BasisFysik C Kernestoffet*). Det indeholder derfor kun helt bestemte farver. Når disse farver rammer et maleri, reflekteres nogle farver, mens andre absorberes. Rød maling absorberer fx alle andre farver end rød (se side 148). Men kviksølvs linjespektrum indeholder ingen røde spektrallinjer, og der er derfor intet at reflektere. Røde farver vil se blege ud i kviksølvlys.
- 8.6 Solceller og solfangere skal fange så meget af Solens lysenergi som muligt. De skal derfor absorbere alle farver og reflektere mindst muligt.
- 8.7 a) $f = 4,29 \cdot 10^{14}$ Hz
b) $f = 7,50 \cdot 10^{14}$ Hz
- 8.8 Stave aflæses til ca. 500 nm (498 nm). Tappe til ca. 550 nm.
- 8.9 Ved at benytte rødt lys kan øjet få nok lys til, at tappene fungerer (fotopisk syn). Stavene, derimod, er ikke (særligt) følsomme over for det røde lys og bliver altså ikke mættet af det. Derfor bevares besætningens nattesyn (også kaldet skotopisk syn).

8.10 Intet facit.

- 8.11 a) Uv-stråling er ioniserende og kan ødelægge bakteriers arvemateriale og forhindre dem i at formere sig. Uv-lys kan derfor bruges som bakteriedræbende middel.
- b) Instrumenter skal have ca. samme størrelse som den type stråling, de skal detektere. Radiobølger har bølgelængder på 0,1 mm og større. De radiobølger, der kommer gennem Jordens atmosfære, er typisk mellem 10 cm og 10 m.
- c) Røntgenstråler har meget korte bølgelængder (0,01 nm-10 nm) og derfor stor gennemtrængningsevne. Røntgenstråling kan af samme grund benyttes til at se små ting.

8.12 $\lambda = 0,333 \text{ m}$

8.13 En bølgelængde på 405 nm svarer til violet lys, se spektret side 141 i *BasisFysik C Kernestoffet*.

- 8.14 a) $f = 3,85 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$
b) $E = 2,55 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
c) $f = 7,41 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$, $E = 4,91 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

8.15 a) Det er et båndspektrum. Betacaroten er et molekyle og kan absorbere/emittere lys med bølgelængder i området vist på figuren.

b) Betacaroten absorberer synligt lys i området 400-520 nm. Dvs. det reflekterer lys med bølgelængder over 520 nm. Det svarer til grøn, gul, orange og rød, og betacaroten er derfor orange.

8.16 Der er ingen røde spektrallinjer i spektret fra stjernens atmosfære. Der findes derfor hverken brint eller calcium, men derimod jern og magnesium.

8.17 Opløsningen i spektrum (a) absorberer i det violette og blå område, dens farve må altså være rødlig. Det er derfor opløsningen til venstre. Opløsning (b) absorberer i det røde område og mindre i det gule, grønne, blå og violette. Dens farve må altså være grønlig. Det er derfor opløsningen til højre.

9 Universet

TÆNK EFTER 1

Radiobølger bevæger sig med lysets hastighed. Rejsetiden mellem himmellegemet og Jorden findes som halvdelen af tiden, det tager at bevæge sig frem og tilbage. Ganges denne tid med lysets hastighed, fås afstanden.

TÆNK EFTER 2

- Jo længere væk en stjerne befinder sig, desto mindre er vinkelforskellen, som måles to steder i Jordens bane.
- De første resultater, offentliggjort september 2016, indeholdt positioner og størrelsesklasse for 1,1 milliarder stjerner samt parallakser for 2 millioner stjerner. Læs om yderligere resultater på wikipedia.org og sci.esa.int/gaia/.

TÆNK EFTER 3

- Det vil blive klemmt mere og mere sammen.
- Planeter, målestokke og andre faste genstande holdes sammen af de elektriske kræfter mellem atomerne, som er meget stærkere end de kræfter, der får Universet til at udvide sig. Solsystemet holdes sammen af tyngdekraften, som godt kan overvinde Universets udvidelse på små længdeskalaer. Man skal helt op på afstande omkring 300 millioner lysår, før galakser ikke kan holdes sammen af deres indbyrdes tyngdekraft, og dermed kan Universets udvidelse fjerne dem fra hinanden.

TÆNK EFTER 4

- I princippet ja. Men hvis det virkelig var atomerne, der blev mindre og mindre, ville det sikkert få katastrofale konsekvenser for stabiliteten af molekyler eller atomkerner.
- Inden i ballonen: fortiden. Uden for ballonen: fremtiden.

TÆNK EFTER 5

Næppe, og i hvert fald ikke i menneskehedens levetid. Hvis Universets udvidelse accelererer meget kraftigt, vil det måske vare omkring 100 milliarder år, før alle galaksehobe bliver revet fra hinanden, og endnu længere, før galakserne rives i stykker. Til sidst opløses planetsystemer måske. Men de elektriske kræfter mellem atomerne i et fast stof er meget stærkere end den kraft, der udvider det tomme rum, så Jorden vil ikke blive påvirket.

OPGAVER

- $2,55 \cdot 10^{17}$ km
 - $1,60 \cdot 10^{18}$ km
 - $7,57 \cdot 10^{15}$ s
 - 212 km/s
 - Solen (med hele Solsystemet) bevæger sig omkring 7 gange hurtigere gennem rummet end Jorden.
 - $7,57 \cdot 10^6$ s eller ca. 3 måneder.
- 1260 km/s
 - 10 500 km/s
 - 210 000 km/s

9.3 $r = \frac{v}{H_0}$

- a) 19 Mlysår
- b) 952 Mlysår
- c) 4762 Mlysår

9.4 $H_0 = 21 \frac{\text{km/s}}{\text{Mlysår}} = \frac{21 \cdot 10^3 \text{ m/s}}{10^6 \cdot 9,46 \cdot 10^{15} \text{ m}}$
 $= 2,2 \cdot 10^{-18} \text{ s}^{-1}$

- 9.5
- a) $z = 0,08$
 - b) 24 000 km/s
 - c) 1143 Mlysår

- 9.6
- a) Faktoren er ca. 1,04.
 - b) $z = 0,04$
 - c) $v = 12\,000 \text{ km/s}$, og $r = 571 \text{ Mlysår}$.

- 9.7
- a) $\frac{1}{H_0} = \frac{1}{2,2 \cdot 10^{-18} \text{ s}^{-1}} = 4,5 \cdot 10^{17} \text{ s}$
 - b) Ca. 14,3 milliarder år

- 9.8
- a) Størrelsen eller radius af det synlige univers er defineret som den afstand, lys eller anden elektromagnetisk stråling kan have nået os fra, hvis det har rejst i hele Universets levetid.
 - b) Hubblelængden er lig hubbletiden gange lysets hastighed. Denne faktor, c , er indeholdt i enheden lysår, idet $1 \text{ lysår} = c \cdot 1 \text{ år}$.

c) $L_H = c \cdot T_H = \frac{3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{2,2 \cdot 10^{-18} \text{ s}^{-1}}$
 $= 1,36 \cdot 10^{26} \text{ m}$

- d) Universet er meget ensartet, og krumningen af rummet er meget tæt på nul. Det er svært at forklare disse observationer (og andre problemer) med den almindelige Big Bang-teori. I 1980 blev det foreslået, at der meget kort efter Big Bang var en periode med eksponentiel udvidelse af Universet, som kaldes inflation. Dette kan forklare de to nævnte observationer og flere andre problemer, men det medfører samtidig, at Universet er mange gange større end det synlige univers.
- e) En direkte måling af noget, der befinder sig uendelig langt væk, ville kræve uendelig lang tid.

- 9.9
- a) Den bliver større og større og går mod uendelig, når man nærmer sig Big Bang.
 - b) *Rødforskydning* betyder, at bølglængden af lyset fra en fjern lyskilde bliver større, når det kommer fra et himmellegeme, der fjerner sig fra observatøren. Effekten forklares af Einsteins almene relativitetsteori som en *kosmologisk rødforskydning*, der skyldes, at lyset strækkes ud, når rummet udvider sig.
 - c) *Den kosmiske mikrobølgebaggrundsstråling* er resterne af den varmestråling, som fyldte det tidlige univers, mens det først bestod af et plasma og siden kølede af på grund af udvidelsen. Varmestrålingen er blevet rødforskydet med en faktor 1100 og ligger nu i mikrobølgeområdet. Strålingen observeres fra hele himlen.

d) Når Universet udvider sig, bliver al stråling (som blandt andet findes i den kosmiske mikrobølgebaggrundsstråling) rødforskudt og mister energi. Spoler man tiden tilbage, vil strålingen blive blåforskudt og få mere og mere energi. Dermed stiger temperaturen.