

# Praktiske opgaver i lys og lyd

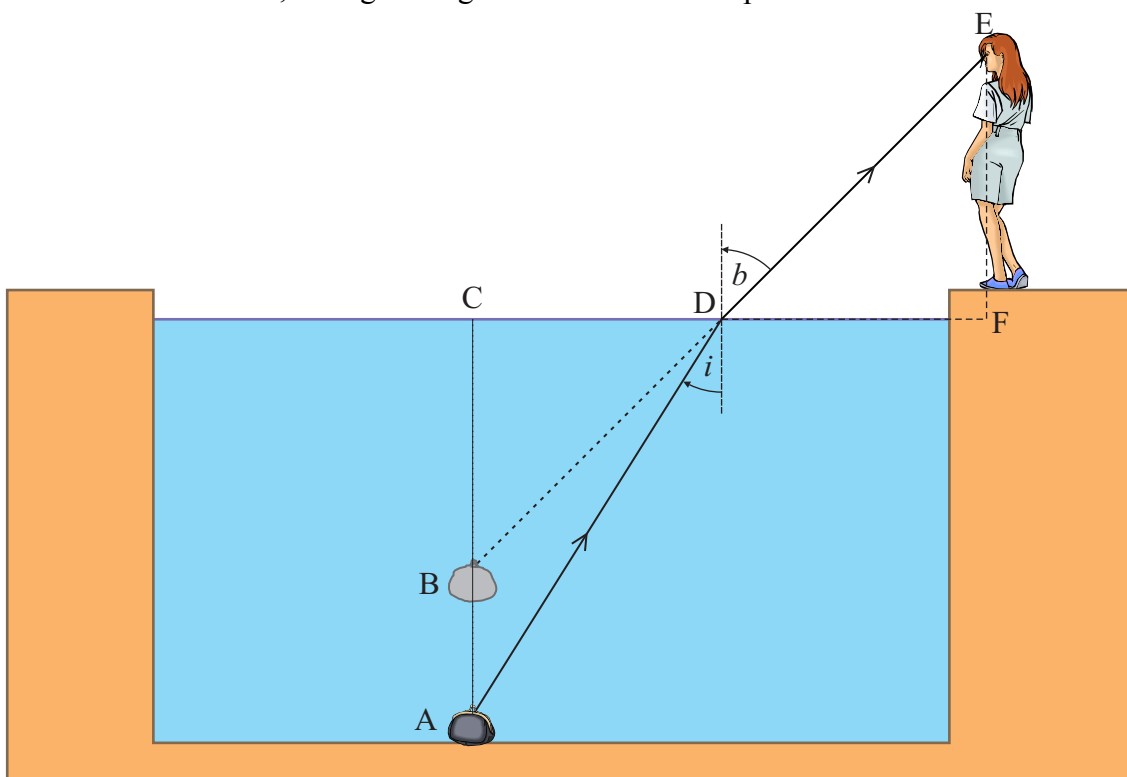
## Opgave 1 (Optisk bedrag i vand)

Maibrit har tabt sin taske på bunden af en swimmingpool. Som bekendt kan man se ting, fordi de enten selv lyser eller fordi de reflekterer lys. Tasken vil reflektere lys i alle mulige retninger. Den stråle, som Maibrit modtager viser sig at danne en indfaldsvinkel på  $i = 32,1^\circ$  med vandoverfladen.

- a) Bestem brydningsvinklen  $b$ .

Bemærkning: Tasken befinder sig i A, men ser for Maibritt ud til at kunne befinde sig et sted på den stiplede linje, som forlænger strålen fra øjet. Det kunne for eksempel være i B. Tasken ser altså ikke ud til at befinde sig på så dybt vand, som tilfældet er. Årsagen til dette synsbedrag er altså fænomenet brydning. Det oplyses, at Maibritts øjne befinder sig 1,78 m over vandoverfladen (1,60 m over fliserne og fliserne er 0,18 m over vandoverfladen) og at tasken i virkeligheden befinder sig i punktet A, 2,40 meter under vandoverfladen.

- b) Bestem i hvilken dybde tasken ser ud til at befinde sig i (B), og bestem afstanden i vandret retning fra Maibritts fødder til punktet C, altså længden af  $CF$ . *Hjælp:* Der er som hjælp indtegnet passende linjer. Når du regner, så gør dig klart hvilken retvinklet trekant, du regner i og skriv det. For eksempel: I  $\triangle ACD$  har vi: ...

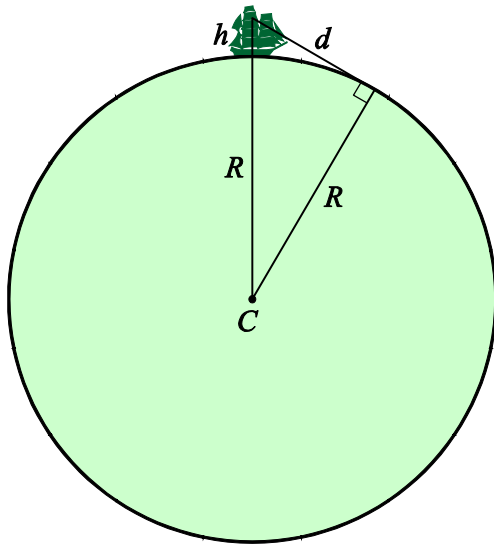


## Opgave 2

Noget elektromagnetisk stråling har bølgelængden  $5,2 \cdot 10^{-8}$  m. Bestem dets frekvens og fotonenergi. Hvilken type elektromagnetisk stråling er der tale om?

## Opgave 3 (Afstand til horisonten)

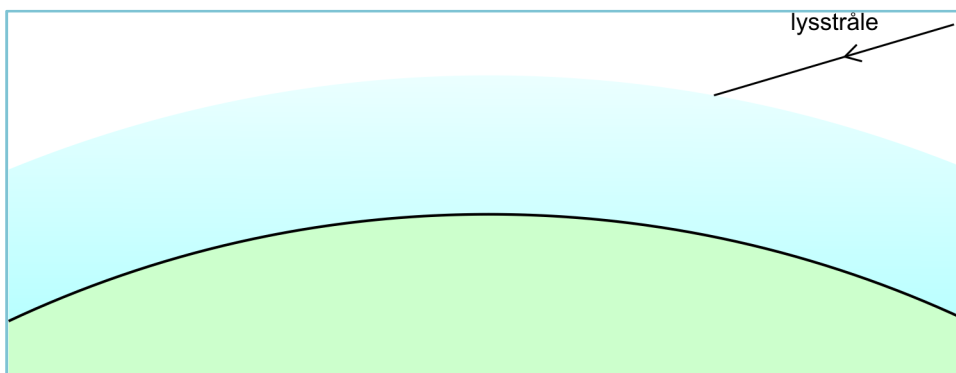
Enhver ved, at når man er til havs, kan man se horisonten i det fjerne som den (næsten) rette linje, som adskiller vand og luft. Spørgsmålet er hvor langt den er borte, altså hvor langt kan man se? Svaret afhænger ikke overraskende af, hvor højt man befinder sig over havoverfladen. Vi kalder denne højde for  $h$ . I det følgende antages Jorden som værende kuglerund med en radius på 6367 km.



- Kaptajn Cook er kravlet op i rigningen på sit skib og befinder sig i en højde af 27 meter over havoverfladen. Hvor langt kan han se? *Hjælp:* Regn på den retvinklede trekant på figuren og bestem  $d$ .
- Udled en færdig formel for distancen  $d$  som funktion af højden  $h$  over havoverfladen og Jordens radius  $R$ .

Vi har foretaget nogle simplifikationer ovenfor. Selv om det er meget tæt på, er Jorden ikke helt kugleformet. Men der er også en anden ting: Lyset bevæger sig ikke helt retlinet i atmosfæren på grund af *brydning*. Det skal vi se på i næste opgave.

## Opgave 4 (Brydning i atmosfæren)



Man kan opfatte atmosfæren som værende sammensat af en masse tynde lag med en smule forskellig brydningsindeks. Helt udenfor atmosfæren kan vi regne med at brydningsindekset er nøjagtigt 1. Brydningsindekset tiltager derefter indad til den er om-

kring 1,000292 ved Jordoverfladen. Det nøjagtige tal afhænger dog også lidt af temperaturen. På figuren nedenfor forestiller vi os en lysstråle, som er på vej ind i atmosfæren. Du skal fortsætte strålen. Du skal overdrive for at effekten kan ses.

### Opgave 5 (Luftspejlinger)

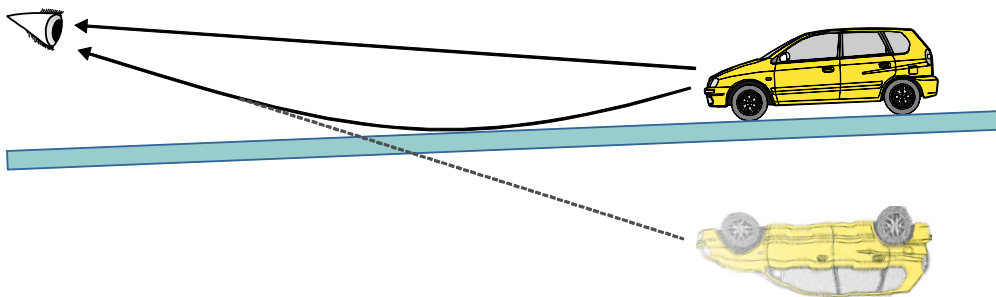
Som omtalt i opgave 4 er brydningsindekset for atmosfærisk luft ikke helt 1. Det afhænger en smule af trykket  $p$  og temperaturen  $T$ . Der gælder følgende sammenhæng:

$$n = 1 + (8,45 \cdot 10^{-7} \text{ K/Pa}) \cdot \frac{p}{T}$$

hvor trykket regnes i Pa og temperaturen i Kelvin.

- Bestem luftens brydningsindeks en sommerdag, hvor temperaturen er  $32^\circ\text{C}$  og trykket er 102 kPa, altså 102000 Pa.
- Samme spørgsmål en vinterdag, hvor temperaturen er  $-5^\circ\text{C}$  og trykket er 102 kPa.

Brydningsindeksets afhængighed af temperaturen forklarer fænomenet med luftspejlinger. En varm sommerdag kan overfladen på en vej eller en ørken blive meget varm og det vil opvarme luften lige over. Noget af lyset fra en genstand, for eksempel en bil vil nå en betragters øje direkte og skabe et normalt billede for betragteren. En anden del af lyset har retning mod vejen og på grund af at lyset passerer ned igennem det meget varme luftlag med et mindre brydningsindeks vil lyset blive afbøjet og hvis lyset har en indfaldsvinkel som er næsten  $90^\circ$  i forhold til vejen, så kan det blive bøjet op igen, som vist på figuren. Lysets fart i det varme luft er lidt højere. Lyset når betragteren og det vil for ham se ud som om det kommer fra en bil, som befinder sig fra en *spejlvendt* bil *under* den rigtige bil. Det vil desuden være et letter udtværet billede som følge af turbulensen i den varme luft.



- Find et billede af en luftspejling (Engelsk: Mirage) på nettet og vedlæg den i afleveringen. Kan være nødvendigt med farvebillede her for at vise det ordentligt.

### Opgave 6 (Lydbølger)

- Lydens hastighed i luft ved normalt tryk og ved temperaturen  $20^\circ\text{C}$  er 343 m/s. Bestem bølgelængden af lyden, der svarer til et C med frekvens på 256 Hz.
- Samme spørgsmål, hvis lyden forplanter sig i havvand ved  $20^\circ\text{C}$ , hvor lydens hastighed er 1522 m/s.

- c) Et fly siges at have en hastighed på 1 *Mach*, hvis det er nået op på lydens hastighed. Hvad er 1 Mach regnet i km/t, hvis temperaturen er 20°C?

### Opgave 7

Ultralyd er lyd med en frekvens på over 20000 Hz, som ikke kan høres af et menneske. Hunde og katte kan derimod høre ultralyd i et vist frekvensinterval. Flagermus benytter ultralyd til at orientere sig med, for eksempel afgøre hvor langt borte en væg er. Ultralyd benyttes også til medicinske formål. I en ultralydsskanning kan man for eksempel få et slags billede af fosteret i en gravids mave.

- a) Til medicinsk diagnostik blev der anvendt ultralyd med en frekvens på 12,7 MHz. Bestem bølgelængden af ultralydbølgerne.

### Opgave 8

Strålen fra en laserpen med bølgelængden 670 nm sendes vinkelret ind mod et optisk gitter med 300 linjer/mm. Hvor meget afbøjes 2. ordensstrålen?