

Opgave 1: Betragt et fladt univers, som er domineret af urelativistisk stof. Antag at Hubble-konstanten er $H_0 = 70 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$. Universets nuværende alder er t_0 , og skalafaktoren $a(t_0) = 1$.

Rødforskydningen z kan findes ud fra følgende udtryk

$$1 + z = a(t_0)/a(t), \quad (1)$$

hvor $a(t)$ for et stofdomineret univers er givet ved

$$a(t) = \left(\frac{t}{t_0} \right)^{2/3}. \quad (2)$$

Afstanden $d_p(t)$ til et objekt med rødforskydningen z er

$$d_p(t) = \frac{2c}{H_0} \left[1 - \frac{1}{\sqrt{1+z}} \right]. \quad (3)$$

1): Ved hvilken rødforskydning er $t = t_0/2$?

2): Hvad er den nuværende fysiske afstand til et objekt ved denne rødforskydning? Angiv svaret i Mpc.

3): Hvor stor er afstanden til et objekt, der udsender lys for $t \rightarrow 0$? Angiv svaret i Mpc.

Opgave 2: Du elsker fisk! Derfor har du besluttet dig for at fange din egen fisk til aftensmad. Heldigvis har du din egen sø i haven med en masse lækre fisk. Du er samtidigt et geni, der kan fange fisk med lasere. Se situationen på figur 1.

Skal du sigte bagved, foran eller lige på fisken for at ramme den? Og hvorfor? (Antag at hverken vandet, båden eller fisken bevæger sig)

Opgave 3: I følgende opgave skal du afgøre hvilke henfald, der kan forløbe. Hvis de kan forløbe skal der gælde at leptontallet, baryontallet og ladningen er bevaret. Det er helt i orden at slå op på nettet eller i en bog om de følgende partikler er leptoner eller baryoner.

$$\nu_\mu + p \rightarrow \mu^+ + n \quad (4)$$

$$\nu_e + p \rightarrow n + e^- + \pi^+ \quad (5)$$

$$\Lambda + \pi^+ \rightarrow e^- + \bar{\nu}_e \quad (6)$$

$$K^+ \rightarrow \pi^0 + \mu^+ + \nu_\mu \quad (7)$$

$$\nu_e + p \rightarrow e^- + \pi^+ + p \quad (8)$$

$$\tau^+ \rightarrow \mu^+ + \bar{\nu}_\mu + \nu_\tau \quad (9)$$

1): Afgør hvilke henfald der kan og ikke kan forløbe. Hvis et henfald ikke kan forløbe, hvilken/hvilke parameter/parametre er da ikke bevaret?

2): Hvilken vekselvirkning forårsager denne type henfald - og hvorfor?

Opgave 4: Et potentiale har enheden Volt (V). Volt er givet som effekt pr. areal. Energienheden Joule er givet som Newton(N) gange meter (m).

1): Skriv V ud i SI-enheder. Areal skal blot skrives som A .

2): Hvordan kan vi udtrykke en modstand (Ω) i SI-enheder ud fra resultatet i 1)?

Opgave 5: Se på figur 1. Vi kigger på en lampe, der udsender lys i forskellige retninger. Lys er elektromagnetiske bølger, der består af et svingende magnetfelt og et svingende elektrisk felt. Disse felter kan vi se på som bølger. Det elektriske felt er den del af lyset, der afgør hvilken retning lyset har. Når vi tvinger lyset til at have en bestemt retning siger man at lyset er polariseret. Beskrivelsen af det elektriske felt som en bølge skal vi nu bruge til at forstå superposition af bølger. I kender allerede til dette når man lægger to stående bølger sammen og der dannes enten konstruktiv eller destruktiv interferens.

På figur 2 ses det elektriske felt som en bølge. Fokuser på ét punkt på bølgen. Dette punkt vil blot bevæge sig op og ned (fordi det er en tværbølge) som en vektor, der hele tiden varierer i længde. Konklusion på dette er at vi kan beskrive bølgen som en vektor der varierer i længde. Dette er også vist i figur 2. Se nu på denne vektor. Denne vektor kan skrives op som en sum af to andre vektorer. Dette er vist på figur 3. Ligesom vi tidligere kunne beskrive en bølge som en vektor, der varierer i længde, så må vi også kunne beskrive disse som en bølge hver i sær.

Det vil sige hvis vi har to bølger, der bevæger sig i henholdsvis x - og y -retningen, så vil summen af disse to bølger give os den bølge der svarer til summen af de vektorer, som bølgerne hver især repræsenterer, se et eksempel på figur 4.

Vi sætter nu en plade ind foran lampen, der kun tillader vertikalt orienteret lys at komme igennem. Denne plade kaldes en polarisator, og den kan styre retningen af lyset. Foran øjet indsætter vi en anden plade (polarisator) der kun tillader horisontalt orienteret lys at komme igennem. Vi kan derfor ikke se noget lys.

1): Hvorfor kan vi ikke se noget lys?

2): Se figur 5. Hvilken af følgende polarisatorer skal vi indsætte for til sidst at kunne se noget lys - hvorfor? Er der mere end ét svar til dette?