

Tussentoets Golven en Optica - 11 december 2012

P. Dendooven

Deze toets bestaat uit 4 opgaven op 3 paginas en 1 bijlage.

Opgave 1 (8 punten)

Voor sferische golven in een isotroop medium is de golf functie $\psi(r,t)$ enkel afhankelijk van de sferische coördinaat r (de afstand tot het centrum van de sferische golf fronten) en de tijd t . In dit geval kan de 3-dimensionale

differentiële golfvergelijking $\nabla^2\psi = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2\psi}{\partial t^2}$ geschreven worden als:

$$\frac{1}{r} \frac{\partial^2(r\psi)}{\partial r^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2\psi}{\partial t^2}$$

met v de snelheid van de golf.

Vragen:

- a) Welke eigenschap van de amplitude van een sferische golf volgt uit bovenstaande vergelijking (en leg uit hoe dit uit de vergelijking volgt) ?
- b) Schrijf uitdrukkingen voor:
 - b.1 de golf functie van een sferische harmonische golf die vanuit een punt ontstaat (“exploderend”);
 - b.2 de golf functie van een sferische harmonische golf die naar een punt toeloopt (“imploderend”).

Opgave 2 (8 punten)

Schrijf een uitdrukking voor het elektrisch veld van lineair gepolariseerd licht met de volgende eigenschappen:

- hoekfrequentie = ω
- amplitude = E_0
- beweegt zich voort langs de positieve x -as
- het vibratievlak maakt een hoek van 25 graden met het xy -vlak
- het elektrisch veld is nul bij $t = 0, x = 0$

Hints:

- maak een schets van de beschreven situatie
- schrijf de amplitudevector in termen van eenheidsvectoren langs de assen van het coördinatenstelsel

(Opgave 3 op de volgende pagina)

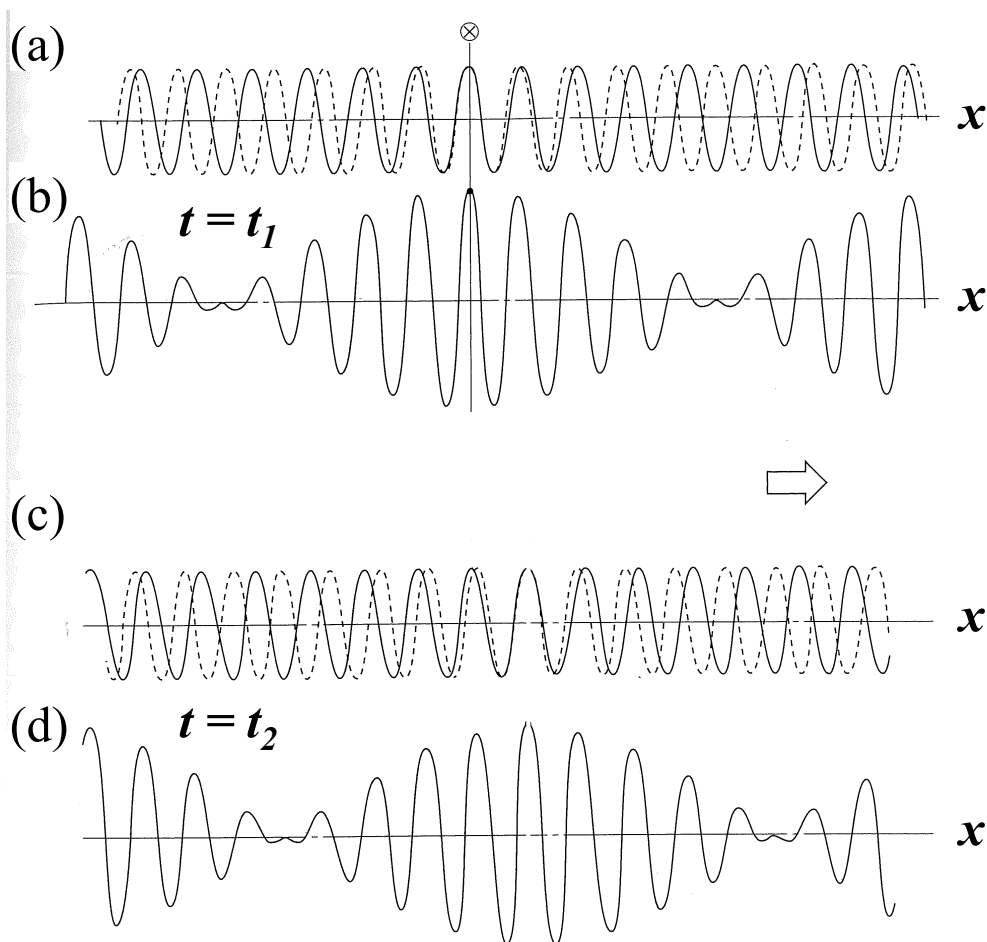
Opgave 3 (6 punten)

Hieronder figuur 7.21 uit “Optics” van Hecht waarmee de superpositie van 2 golven met verschillende frequentie geïllustreerd wordt.

Vragen:

- Definieer in woorden en illustreer aan de hand van de figuur de groepssnelheid van de superpositie.
- Geef aan hoe deze groepssnelheid verschillend is van de fasesnelheden van de afzonderlijke golven.

Gebruik eventueel deze zelfde figuur toegevoegd als bijlage en voeg die toe aan je antwoorden.



Twee golven (golf 1: volle lijn, golf 2: stippellijn) met verschillende frequentie lopen van links naar rechts. De figuur toont van boven naar onder:

- de twee golven in functie van de ruimtelijke coördinaat x op tijdstip t_1
- de superpositie van de twee golven op tijdstip t_1
- de twee golven op een later tijdstip t_2
- de superpositie van de twee golven op tijdstip t_2

(Opgave 4 op de volgende pagina)

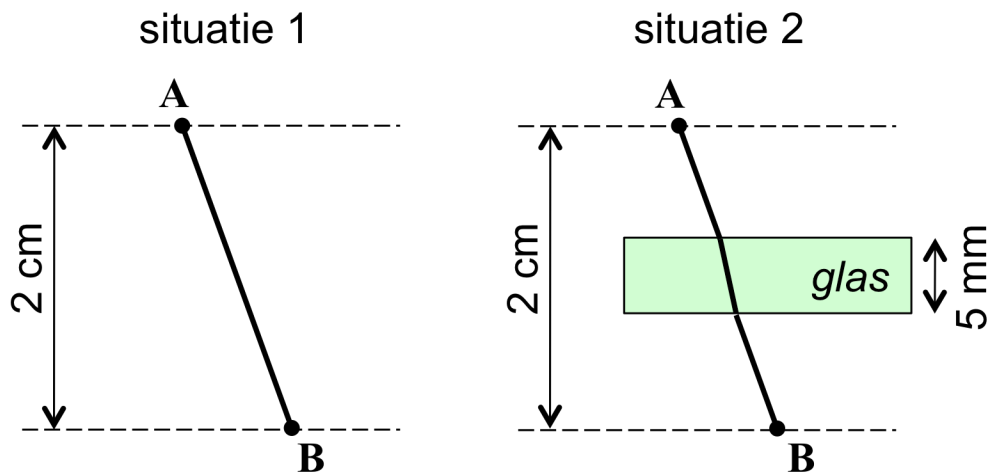
Opgave 4 (10 punten)

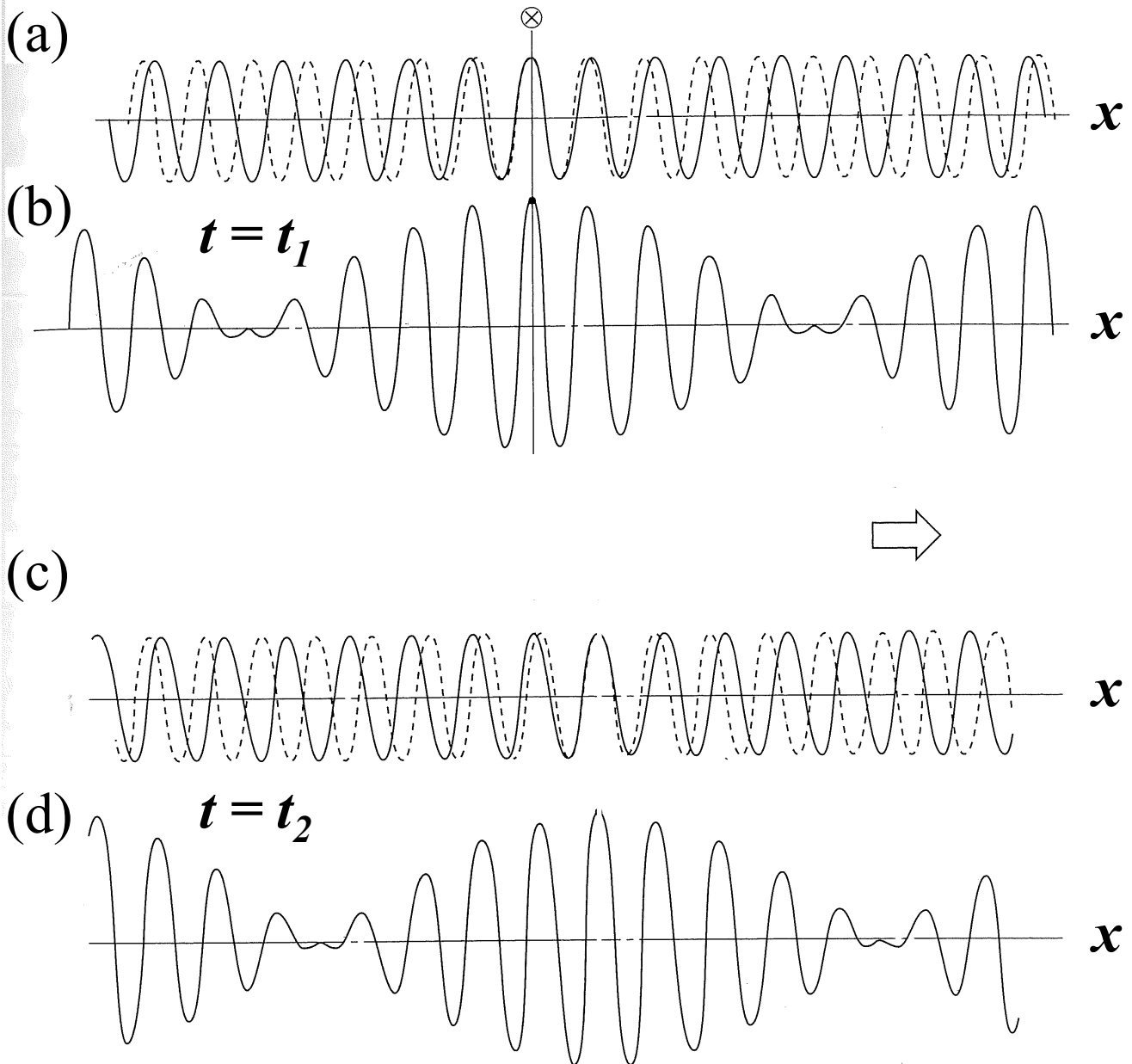
Beschouw de volgende twee situaties (zie figuur hieronder):

- 1) een helium-neon laserbundel (golflengte in lucht 632.8 nm) legt onder een hoek van 20 graden met de verticale een verticale afstand van 2 cm af in lucht;
- 2) dezelfde laserbundel gaat ergens tussen begin en eindpunt (A en B) door een 5 mm dikke glasplaat met brekingsindex $n = 1.5$.

Vragen:

- a) Toon aan dat de laserbundel die uit de glasplaat treedt parallel is aan de inkomende bundel.
- b) Wat is het verschil tussen de twee situaties in optische weglengte (*optical path length, OPL*) van de laserbundel van punt A naar punt B ?
- c) Veronderstel dat de laserbundels in beide situaties dezelfde fase hebben in het vertrekpunt A. Wat is het faseverschil tussen de twee situaties in het eindpunt B ?





Twee golven (golf 1: volle lijn, golf 2: stippellijn) met verschillende frequentie lopen van links naar rechts. De figuur toont van boven naar onder:

- (a) de twee golven in functie van de ruimtelijke coördinaat x op tijdstip t_1
- (b) de superpositie van de twee golven op tijdstip t_1
- (c) de twee golven op een later tijdstip t_2
- (d) de superpositie van de twee golven op tijdstip t_2