

# AN II Examen

Mei 2021

## 1 Theorievraag

Leid de golfvergelijkingen voor elektromagnetische golven af uit de vergelijkingen van Maxwell. De tekening van de slides zijn gegeven. Dit is allemaal terug te vinden in Giancoli Deel 31-5 of in de Powerpoint.

## 2 Kleine Vragen

- Doppler-effect:** Jij zit op een fiets aan  $v_f = 18$  km/u en een brandweerwagen komt van achter jou aangereden aan  $v_b = 72$  km/u. De sirene van de brandweerwagen heeft (in stilstand) een frequentie van 500 Hz. Op het moment dat de brandweerwagen je voorbijsteekt zal de waargenomen frequentie veranderen. Wat is dit verschil  $\Delta f = f_1 - f_2$  waarbij  $f_1$  de frequentie is voordat de ambulance je voorbijsteekt, en  $f_2$  de waargenomen frequentie erna? Neem de geluidssnelheid gelijk aan 341 m/s.
- Poynting Vector:** Op de evenaar vallen de zonnestrallen loodrecht in met een intensiteit gelijk aan  $\bar{S} = 980$  W/m<sup>2</sup>. We nemen aan dat het om stralen gaat met dezelfde golflengte. Bereken:
  - De amplitude van het elektrisch veld  $E_0$  en die van het magnetisch veld  $B_0$ .
  - De energiedichtheid van de golf.
  - De stralingsdruk van de golf als we aannemen dat het oppervlak de stralen volledig terugkaatst.
- De opstelling is zoals bij het dubbele spleten experiment van Young met alle nodige voorwaarden voldaan. De afstand tussen de spleten is  $d = 480$   $\mu\text{m}$ , de breedte van elke spleet is  $D = 60$   $\mu\text{m}$  en de afstand tot het scherm is  $l = 2000$  mm.  $\theta$  is zeer klein.
  - Gegeven dat het vijfde orde maximum ( $m = 5$ ) gelegen is op  $y = 14.6$  mm boven het centrale maximum ( $m=0$ ): wat is de golflengte van het licht?
  - Zal het achtste orde maximum zichtbaar zijn? Waarom (niet)?
  - Wat is de proportionele intensiteit van het vijfde orde maximum ten opzicht van het centrale maximum?

4. Gegeven een uniform geladen ring met lading  $+Q$  en een een andere lading  $+q$  op punt  $P$  op afstand  $z$  van het middelpunt van de ring. Het punt ligt op de as door het middelpunt van de ring en loodrecht in het vlak van de ring. Bereken de potentiaal van de de lading in het punt  $P$  in functie van  $z$  en bereken ook de kracht van de ring op de lading  $+q$  in  $P$ . (Dit is eigenlijk theorie van het eerste deel.)

### 3 Oefening

We willen een lens van een coating voorzien zodat rood licht met golflengte  $\lambda_l = 650$  nm in lucht niet weerkaatst wordt (zie figure 23 van hoofdstuk 34 voor de afbeelding). De brekingsindex van de coating is  $n_c = 1.36$  en die van het glas is  $n_g = 1.50$ . Veronderstel dat alle stralen loodrecht op het oppervlak invallen.

1. Bereken de golflengte van het licht in de coating en in het glas. Zoek verder ook de frequentie van het licht in beide materialen.
2. Zoek de minimale dikte  $t_1$  waarvoor het rode licht niet weerkaatst wordt.
3. Bereken nu de op een na kleinste dikte  $t_2$  waarvoor rood licht niet weerkaatst wordt. Is er nog een andere golflengte  $\lambda_2$  die niet weerkaatst wordt?

### 4 Antwoorden

De antwoorden zijn (hopelijk) juist, maar wij zijn ook maar studenten.

1. 44 Hz
2.  $E_0 = 859$  N/C,  $B_0 = 2.86$   $\mu$ T;  $u = 6.53$   $\mu$ J/m<sup>3</sup>;  $P = 6.53$   $\mu$ Pa
3.  $\lambda = 701$  nm; Neen (het valt juist in een diffractieminiimum); 22,1%
4.  $V_z = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\sqrt{R^2+z^2}}$ ;  $F_z = \frac{qQz}{4\pi\epsilon_0(R^2+z^2)^{\frac{3}{2}}}$

#### 5. Oefening:

- (a) De frequentie is in alle media constant met  $f = 4.62 \cdot 10^{-14}$  Hz;  $\lambda_c = 478$  nm,  $\lambda_g = 433$  nm.
- (b)  $t_1 = 119$  nm.
- (c)  $t_2 = 358$  nm; Er zijn geen andere golflengte binnen het spectrum [400 nm, 700 nm] die weerkaatst worden.