**E3A 09 PSI LAMDAMETRE**

**A RAYON LUMINEUX**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | A1a | le chemin optique est la longueur du trajet que ferait la lumière dans le vide, pendant le temps qu’elle met pour faire le trajet SM dans le milieu d’indice n |
|  | A1b | cnmc/≃ 3 1015 rad/s |
|  | A1c |  |
|  | A2a | Surface d’onde = surface équiphase = lieu des points M tels que (SM)=constante  Dans un milieu d’indice constant , (SM)= n SM . le lieu des points à égale distance de S est une sphère.  Th de MALUS : les rayons lumineux sont orthogonaux aux surfaces d’onde |
|  | A2b | Collimateur ( = source ponctuelle placée au foyer d’une lentille convergente) |

**B Interférences entre deux sources**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | B1a | E = 2<s2>= 2<a12cos2(t -S1M/c-1)+a22 cos2(t-S2M/c)-)+  2a1 a2cos t-S1M/c-1)cos(t-S2M/c)-)>  E= a12  +a22  +4a1 a2<cos t-S1M/c-1)cos(t-S2M/c)-)>  Avec 2cos a cos b = cos(a+b) + cos (a-b)  2cos t-S1M/c-1)cos(t-S2M/c)-)=  cos((+2)t-(1S1M+S2M)/c) -1-)+cos((2)t-(1S1M-S2M)/c)- -1+)+  La valeur moyenne premier terme est nulle  **E = a12  +a22  + 2 a1 a2**  <c**os** **(2)t-(1S1M-S2M)/c**  Le terme d’interférences est le dernier terme |
|  | B1b | Il y a interférences si ****=**2**. Sinon, les ondes sont incohérentes , la valeur moyenne du dernier terme est nulle : E **= a12  +a22  .** C’est la somme des intensités des deux ondes, l’éclairement est uniforme |
|  | B1c | Non : voir ci-dessus |
|  | B1d | Avec des ondes de fréquences très proches, si le terme en cos varie suffisamment lentement on peut observer des « battements » |
|  | B2a |  |
|  | B2b | **S2et **S1 dépendent du temps, car les sources en raison du processus d’émission des sources |
|  | B2c | Il faut que le déphasage , donc **S2- **S1 ne dépende pas du temps : les sources doivent être synchrones ( ou corrélées) .  Il faut en outre que la ddm ne dépasse pas la longueur de cohérence des sources . |
|  | B3 | Le tracé est celui d’une sinusoïde .    Le contraste est maximale et vaut 1 pour E1=E2 |

**C figures d’interférences**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | C1a | Les deux sources sont obtenues à partir d’une même source S0, par division du front d’onde ou division d’amplitude |
|  | C1b | S1M = (x+b/2)2 +y2 +D2 ½ = D 1 +(x+b/2)2 +y2/D2 1/2  ≅ D 1 +( x+b/2)2 +y2/2D  et de même : S2M ≅ D 1 +( x-b/2)2 +y2/2D   = S2M -S1M ≅bx/D =>  Les franges sont des franges rectilignes , parallèles à l’axe Oy ( = lieu des points de même intensité => x= cste) |
|  | C1c | frange brillante pour p entier : on a alors cos(2p) = 1 => intensité maximale et frange sombre pour p demi-entier ( cos = -1 => E= Emin) |
|  | C1d | Interfrange = distance séparant deux franges de même intensité => |
|  | C2a | Et de même => |
|  | C2b | avec  => |
|  | C2c | Le lieu des points de même intensité est défini par = constante : ce sont donc des cercles de centre B  décroît donc a partir du centre ( car  croit) |

**Deuxième partie : Interféromètre de Michelson**

**D Anneaux d’égale inclinaison**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | D1a | S1 est l’ image de S par la séparatrice + miroir S1 : S1 x1=0, z1=2(L0+e)+ Ls  S2 est l’ image de S par la séparatrice + miroir S1 +Séparatrice S2 :x2=0  z2= 2L0+ Ls  Donc S1S2= 2e |
|  | D1b | IMGon trace le plan d’onde orthogonal aux rayons issus de S1 et S2 et émergeant sous l’angle Ces rayons convergent sur l'écran en M  th de Malus => (S2M)=(HM) donc  et  pour ≪f’ =>  petit, tan≃  et cos≃1-2/2    Pour = 0 , on a donc |
|  | D2a | E est constant pour = constant =< anneaux concentriques |
|  | D2b | Au centre des anneaux , p0 =2e/0  Le kième anneau brillant correspond donc à pk = p0-k =>  soit |
|  | D2c | ? même question que le précédente ( erreur d’énoncé ? )  Le rayon du premier anneau est donc |
|  | D2d | Au contact optique , e= 0 , le rayon 1 tend vers l’infini : on observe donc un écran uniformément éclairé , c’est la teinte plate .  Un anneau est caractérisé par son ordre d’interférence p = 2 ecos / .Lorsqu’on augmente e, cet anneau se retrouve donc pour un cos plus petit, donc un  plus grand : son rayon augmente .  Sur l’écran de taille limitée ( rayon R par exemple) , on ne voit que les k premiers anneaux, pour lesquels . or, pour e augmentant, 1diminue , on verra donc plus d’anneaux dans une région de rayon R  **Lorsque e augmente , on voit « sortir  » les anneaux., leur « épaisseur » diminue , il y a plus d’anneaux dans le champ** |
|  | D2e | Le calcul attendu est : La lame introduit une ddm  = 2(nlame-nair)elame ( aller-retour)  un déplacement de 16 franges correspond a une variation de  de 160 donc nlame = 1.5  mais ,  1)Je me demande bien comment on observe un tel déplacement brusque de 16 franges !  2) on annonce une lame de 8 m = 8 m±1m => est ce bien utile de sortir un Michelson pour trouver à 10% près l’indice d’un verre ? Qui fait vraiment cela ? |
|  | D3 | Avec une source ponctuelle, les franges sont non localisées, on peut placer l’écran ou on veut . mais source ponctuelle = peu de lumière  Avec une source étendue, les interférences sont localisées à l’infini, donc observables seulement au plan focal image d’une lentille |

**E Analyse d’interférogrammes**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | E1a |  |
|  | E1b | IMGAu cours du déplacmeent du miroir, l’éclairement au centre varie périodiquement de O à 4E0 , il y a donc scintillement à la fréquence |
|  | E2a | Les éclairements dus à ces deux ondes de fréquences différentes s’additionnent :  Le degré de cohérence temporelle vaut |
|  | E2b | IMG_0001Le contraste des franges vaut : |
|  | E2c | 1000 scintillements entre deux brouillages => => =>  Entre deux brouillages ,  a varié de  il a fallu charioter de la moitié soit |
|  | E3a | le degré de cohérence est |
|  | E3b | Le contraste vaut IMG_0002 |
|  | E3c | Les franges restent bien contrastées dans le lobe central de la fonction sinc : donc pour |
|  | E3d | La longueur de cohérence c est la longueur d’un train d’onde, émis pendant une durée c Il y a interférences seulement si la ddm est inférieure à la longueur des trains d’onde |
|  | E3e | Pour la lampe sodium :  pour un laser  La longueur de cohérence d’une source parfaitement monochromatique serait infinie |

**F Analyse spectrale de l’interférogramme**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | F1a | On fait ce calcul d’intégrale en linéarisant le produit de cos , ce qui fait apparaître -0et 0  On est alors ramené à intégrer des cos , comme en E3a , on fait apparaître les sinc    On obtient trosi « pics », d’amplitude E0max, E0max/2 et E0max/2.  De largeur  , situé en = 0, = 0et =-  On ne s’intéressera qu’au pic situé en 0, caractéristique de la source étudiée.  Lorsque max augmente, la largeur des pics diminue => ils deviennent des « raies » étroites . |
|  | F1b | Avec deux sources 1et 2, on obtient deux pics , de même largeur , centrés en 1et 2Ces deux « sinc » peuvent se recouvrir partiellement |
|  | F1c | Le critère de Rayleigh s’écrit : |
|  | F2 | or la distance entre deux max d’intensité est ( cfE3b)  D’où = nombre de max observables lors de la course entre -maxet max |

**Troisième partie lambdamètre**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | G1a  G1b | IMG_0003 |
|  | G1c | Les ddm sont les mêmes |
|  | G2 | Chaque scintillement correspond à une variation de e de  =>  donc( laser infrarouge) |
|  | G3 | Le réglage des coins de cube est plus facile que celui des miroirs ( faisceau systématiquement réfléchi dans la direction incidente) et ils sont plus facile à fabriquer  Nécessité du vide ? |
|  | G4 | Le pouvoir de résolution est élevé, car le nombre des scintillements comptés est important : , ceci car  Cette valeur ( élevée) est cependant nettement inférieure à la longueur de cohérence des lasers étudiés. => pas de pb |
|  | G5 | Chute libre => => tchute =0.45 s => manip rapide |
|  | G6 | => => très bonne précision de la mesure, on pourrait annoncer beaucoup plus de chiffres significatifs que ceux donnés en G2 ( a condition de connaître 1 avec mieux que 4 chiffres ) |