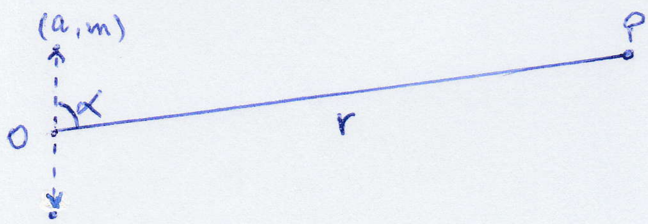
aprés un délai de $T/2$, avec la même énergie (diffusion élastique).
C'est cette diffusion (cohérente ou de Rayleigh) qui est à l'origine de la diffraction des R.x par les cristaux.

L, 2- Absorption:

L'intensité du faisceau de R.x est affectée par son absorption dans le milieu traversé. L'énergie absorbée est transformée en énergie thermique. voir quelque fois en énergie chimique si les photons x sont susceptibles de modifier, physiquement ou chimiquement le milieu traversé.

L'absorption sans être souvent trés forte est malgré tout un phénomène important dans la diffraction des R.x.

b- Diffusion cohérente par un (é):



E_0 = Amplitude de l'onde diffusé
w = pulsation = $\nu\, 2\pi$
w_0 = pulsation propre de la partical
E_0° = Amplitude de l'onde incidente.

$E^\circ = E_0^\circ \exp(i w t)$ = onde incidente.

$f = -Kx$ = force de rappel.

$E = E_0 \exp i[2\pi(\nu t - r/\lambda)]$
L, onde diffusée.

avec $E_0 = [\sin\alpha/r][q^2/mc^2][w^2/w_0^2 - w^2]\, E_0^\circ$

- Seuls les(é) diffusent les rayonnements $\left[\begin{array}{l} m\ proton = 1{,}673 \times 10^{-27}\ kg \\ m(é) = 9{,}11 \times 10^{-39}\ kg \end{array}\right]$

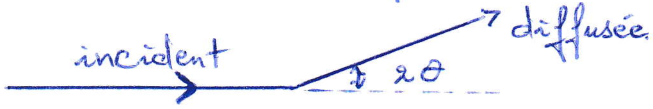
c- diffusion par un atome:

La vitesse de déplacement des (é) à l'interieur de l'atome sont tellement grandes vis-à-vis de la vitesse d'alternance du E des R.x, que les R.x ne voit qu'un nuage életronique moyen caractérisé en chaque point de l'espace autour du noyau par une "densité électronique"

atome → (é) → a (amplitude diffusée par l'atome) est proportionnelle au nombre d'électrons Z (nbre atomique) mais $\rightarrow a \neq a_e \cdot Z$ à cause des déphasages (a_e = amplitude diffusée par un (é)).

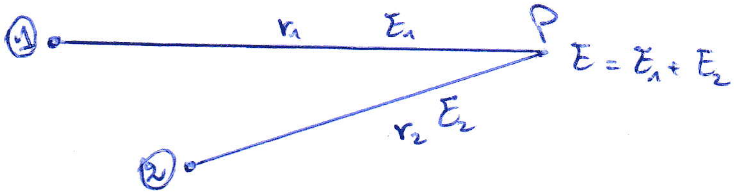
Si on admet que l'atome a une symetrie spherique $\rightarrow a = f(\theta) \cdot a_e$

$f(\theta)$ = facteur de forme atomique.



Si $\theta = 0 \rightarrow f(\theta) = Z$

↳ D. Interferences :



$E_1 = a_1 \cos 2\pi (\nu t - r_1/\lambda)$.

$= a_1 \cos(2\pi \nu t + \varphi_1)$.

$E_2 = a_1 \cos 2\pi(\nu t - r_2/\lambda)$.

$= a_1 \cos(2\pi \nu t - \varphi_2)$.

$$E = E_1 + E_2 = \underbrace{(a_1 \cos \varphi_1 + a_2 \cos \varphi_2)}_{M = C\cos\Phi} \cos 2\pi \nu t - \underbrace{(a_1 \sin \varphi_1 + a_2 \sin \varphi_2)}_{N = C\sin\Phi} \sin 2\pi \nu t$$

$\Rightarrow E = M \cos 2\pi \nu t - N \sin 2\pi \nu t = C \cos(2\pi \nu t + \Phi)$.

C = amplitude $= \sqrt{M^2 + N^2}$

Φ = phase avec $\operatorname{tg} \Phi = N/M$.

I = intensité de l'onde perçue en P.

$I = C^2 = a_1^2 + a_2^2 + 2 a_1 a_2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2)$.

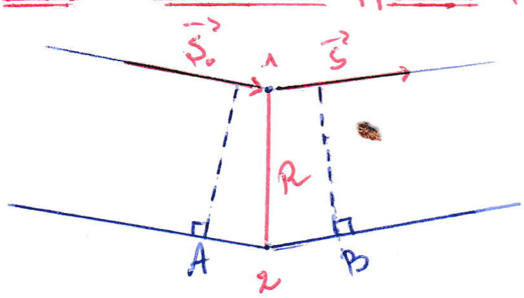
$$\cos(\varphi_1 - \varphi_2) \begin{cases} = -1 \Rightarrow I = (a_1 - a_2)^2 \ (\text{min}). \\ = 1 \Rightarrow I = (a_1 + a_2)^2 \ (\text{max}). \end{cases}$$

Si $a_1 = a_2$ $\quad I_{max} = 4a^2$ $\quad$ et $\quad I_{min} = 0$ (extinction).

I_{max} ⇓ Concordance de phase $\varphi_1 - \varphi_2 = 2\pi n$

I_{min} ⇓ opposition de phase $\varphi_1 - \varphi_2 = (2n+1)\pi$.

↳ e. Interferences des ondes diffusées par 2 atomes :



$AO = -\vec{R}\vec{S_0}$

$OB = \vec{R}\vec{S}$

$AB = \vec{R}(\vec{S} - \vec{S_0})$

$\Phi = \frac{2\pi}{\lambda} \vec{R}(\vec{S} - \vec{S_0})$

⇓ différence de phase

L'intensité diffusée est maximale si : $\Phi = \frac{2\pi}{\lambda} \vec{R}(\vec{S}-\vec{S_0}) = n2\pi \Rightarrow \vec{R}\frac{(\vec{S}-\vec{S_0})}{\lambda} = n$

$\Rightarrow \vec{R}\vec{H} = n \quad \left(H = \frac{\vec{S}-\vec{S_0}}{\lambda}\right) \Rightarrow \left(\frac{\vec{R}}{R}\right)\vec{H} = \frac{n}{R}$ = projection du $\hat{H}$ sur $\vec{R}$

géométriquement cela signifie que $\vec{H}$ est soumis à deux conditions :

*~> Son extrémité doit être sur le sphère de rayon $1/\lambda$.

*~> et dans un des plans $\perp \vec{R}$ présentant entre eux une distance égale à $\frac{1}{R}$ (fig-04-).

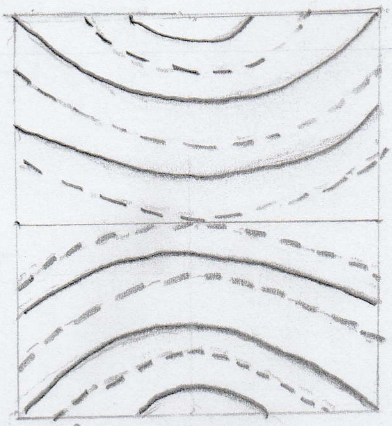


fig. 4.a-2 : diffuseurs

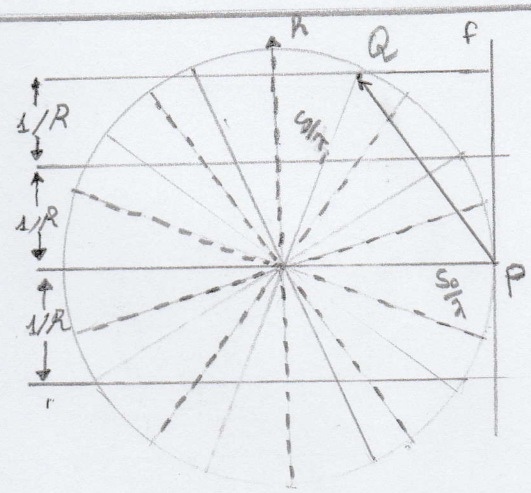
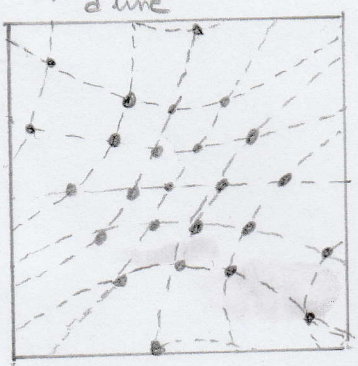


fig 4 : Construction des ondes diffusées par deux atomes incidence normale (S_0 perpendiculaire à R)

— Cônes d'intensité maximum (concordance de phase).

--- cônes d'intensité nulle (opposition de phase)

fig 4.b : 4 diffuseurs disposés aux sommets d'une



4-f- Expression générale de l'amplitude diffusée par un ensemble d'atomes :

On a vu au paragraphe -D- que $M = a_1 \cos \varphi_1 + a_2 \cos \varphi_2$

et $N = a_1 \sin \varphi_1 + a_2 \sin \varphi_2$

donc si on a n atomes, on peut écrire de façon générale :

$M = \sum_i^n a_i \cos \varphi_i$ et $N = \sum_i^n a_i \sin \varphi_i$

On définie l'amplitude complexe A : $A = \sum_i^n a_i \cos \varphi_i + i \sum_i^n a_i \sin \varphi_i$

$A = M + iN$.

donc l'intensité $I = M^2 + N^2 = A \cdot A^* = |A|^2$ (A^* = complexe conjugué de A)

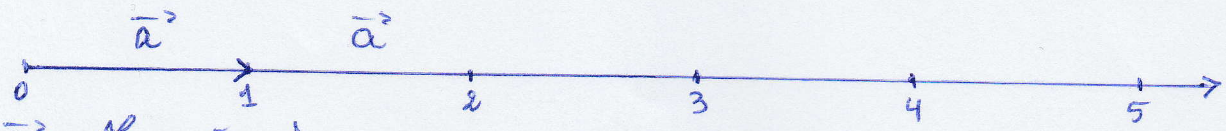
A est donné également par : $A = \sum_{i}^{n} a_i \exp i 2\pi S_i$

a_i = amplitude diffusée par l'atome i

$2\pi S_i = \varphi_i$ = différence de phase entre la composante diffusée par l'atome i et celle diffusée par l'atome 1.

S_i = déphasage = $\vec{R}_i \vec{H}$ ($\vec{R}_i = \vec{R}$ entre l'atome 1 et i).

↳ G. <u>Diffraction par une rangée périodique d'atomes identiques :</u>



$\vec{a}$ = la période.

$\vec{R}_j = j\vec{a}$ (j entier).

l'onde diffusée par l'ensemble des atomes de la rangée, a pour amplitude

$A = \sum_j a_j \exp i 2\pi j (\vec{a}, \vec{H})$.

$= a \sum_j \exp i 2\pi j (\vec{a}, \vec{H})$. (les atomes sont identiques).

deux cas se présentent

* $\vec{a} . \vec{H} = n$ (n entier) $\Rightarrow \exp i 2\pi j n = 1$

* $\vec{a} . \vec{H} \neq n$ (dans ce cas $\sum_j \exp i 2\pi j \vec{a} . \vec{H} \to 0$ quand $j \to \infty$).

Il en resulte que l'intensité diffusée ($I = A . A^*$) est pratiquement nulle sauf si la condition : $\vec{a} . \vec{H} = n$ est réalisée.

Il ne subsiste donc que quelques directions privilégiées dans lesquelles l'onde incidente est renvoyée par une rangée périodique (n = l'ordre de la diffraction).

* Pour un réseau 3D (les atomes identiques sont disposés aux noeuds de ce réseau), on trouve que :

$A = a \sum m \exp i 2\pi m (\vec{a}, \vec{H}) \sum_n \exp i 2\pi n (\vec{b}, \vec{H}) \sum p \exp i 2\pi p (\vec{c}, \vec{H})$.

et les conditions de diffraction sont : $\vec{a} . \vec{H} = n'$, $\vec{b}\, \vec{H} = n''$, $\vec{c}\, \vec{H} = n'''$ (n', n'', n''' tous des entiers).

Rq : la Position de chaque atome est donnée par le vecteur.

$\vec{R} = m\vec{a} + n\vec{b} + p\vec{c}$