Spettri ad alta frequenza con lamine di salgemma cilindriche.

NOTA DI RITA BRUNETTI.

a) — La curvatura del salgemma.

1. — Lo spettro di radiazioni ad alta frequenza si può ottenere investendo un cristallo ruotante uniformemente con un fascio parallelo di raggi X. Una lastra fotografica o una camera di ionizzazione raccoglie le radiazioni che dal cristallo vengono disperse (dal lato della riflessione) in accordo con la relazione fondamentale

$$n\lambda = 2d \cos i ,$$

ove λ indica la lunghezza d'onda della radiazione adoperata, i il suo angolo di riflessione (angolo del raggio diffratto con la normale alla superficie) per lo spettro d'ordine n ; d è la costante reticolare del cristallo, cioè la distanza fra due piani molecolari successivi del cristallo.

Per offrire al fascio tutti gli angoli di incidenza insieme, De Broglie e Lindemann ¹⁾ hanno suggerito di sostituire al cristallo ruotante un foglio di mica avvolto sopra una superficie cilindrica. I risultati ottenuti dal De Broglie stesso risultano soddisfacenti ²⁾.

È bene, ricordare i vantaggi che si raggiungono con questo metodo :

¹⁾ C. R. T. 157, 1913, II. sem, pag. 924; e T. 158, 1914, I. sem. pag. 944.

²⁾ *Journ. de Physique* T. IV, serie V, aprile 1914, pag. 265.

α) — *Si sopprime una parte delicata dello spettrografo a raggi X, e cioè il movimento d'orologeria per la rotazione del cristallo e della lastra fotografica.*

β) — *Si può esaminare in un sol tempo tutta una regione spettrale comprendente le lunghezze d'onda inferiori a un massimo determinato, e si possono eseguire pose continue o interrotte a piacimento.* La variabilità estrema del tubo radiogeno durante il funzionamento dà grande valore a questa seconda considerazione.

L'unico cristallo che fin qui è parso adatto a mettere in opera questo metodo, è la mica per la sua grande elasticità. Il potere dispersivo della mica tuttavia è più piccolo di quello di altri cristalli, per es. del salgemma, onde essa si presta meno bene allo studio di lunghezze d'onda piccole e di dettagli di struttura dello spettro.

Inoltre la determinazione della lunghezza d'onda, data la difficoltà di misurare l'angolo di riflessione corrispondente a ogni radiazione, si presenta con essa alquanto incerta.

Questi difetti non mi è sembrato tuttavia fossero sufficienti a far abbandonare il metodo. Perciò ho tentato profittare di una notevole proprietà del salgemma, che è più dispersivo della mica, affine di costruire con esso reticoli cilindrici, esenti dalle mende deplorate.

Espongo infine un artificio per rendere possibile con tali reticoli la determinazione dell'angolo di riflessione competente a ogni radiazione dello spettro.

2. — Alcuni cristalli come gesso, nitrato ammonico, salgemma, a temperature elevate, inferiori al punto di fusione, diventano plastici, e ciò permette di produrre nel cristallo con forze opportunamente applicate, quando esso si trova alla temperatura necessaria, deformazioni che permangono anche allorchè la temperatura del corpo è ritornata normale.

Di questa proprietà io ho profittato per dare a lamine di cloruro di sodio di spessore non molto grande curvature relativamente notevoli.

Il procedimento che ho seguito è semplice:

Una lamina parallelepipeda di cloruro di sodio di circa $3/2/0,5$ cm. (di cui la faccia più ampia, la $3/2$, ottenuta per

sfaldatura) veniva inserita fra due superficie di metallo (ferro) cilindriche sovrapponibili. Agli estremi di queste superficie mediante due viti era possibile esercitare una pressione dolce e continua. Il disegno rappresenta il dispositivo usato (fig. 1). Esso

Fig. 1.

veniva portato in un fornello e riscaldato lentamente e uniformemente. Dopo un tempo opportuno veniva esercitata pressione agli estremi della lamina mediante la superficie superiore metallica, fino a far adagiare il salgemma nella forma.

La superficie cilindrica esterna del cristallo piegato veniva in seguito sottoposta a una opportuna lavorazione.

3. — *Con le lamine di cloruro di sodio così curvate ho potuto ottenere spettri dei raggi X.*

Il dispositivo di cui ho fatto uso a questo scopo non differisce, o per poco, dal normale. Un fascio di raggi X attraversa una o più fenditure di piombo assai grosse ed investe per tangenza la superficie cristallina cilindrica. Una lastra fotografica piana perpendicolare al fascio oppure un cartoncino deformato, come indica la seconda parte del lavoro, raccoglie lo spettro.

Gli spettrogrammi ottenuti sono simili a quelli che dà il salgemma ruotante, quando si conservi costante la distanza dalla lastra all'asse di rotazione del cristallo o al centro del cilindro cristallino.

Si può concludere di qui che *in seguito alla manipolazione subita il salgemma conserva la sua struttura cristallina.*

La distanza dei piani reticolari paralleli alla superficie cilindrica, prima e dopo il processo a cui la lamina è assoggettata, si può considerare come costante: non si hanno cioè modificazioni radiali del cristallo *sensibili ai mezzi usati*. Le modificazioni sono eventualmente trasversali, cioè in direzione parallela alla superficie cilindrica: nel senso che nei piani interni le molecole diventeranno sempre più fitte. Altre esperienze dovranno farsi tuttavia per metter questo in evidenza.

Bisogna dunque pensare che o il processo di plastificazione non intacca affatto, al di sotto di un determinato punto, la struttura cristallina del salgemma, ovvero talune modificazioni che hanno luogo nell'interno del cristallo coll'aumentare della temperatura cessano appena la temperatura ritorna normale; cioè dobbiamo supporre che questo sia una sorta di processo reversibile. Una reversibilità di tale specie per molte proprietà fisiche dei cristalli al variare della temperatura è un processo comunemente ammesso in mineralogia.

Del resto ricerche opportune potranno decidere la questione che a mio parere ha importanza, dal punto di vista del passaggio dallo stato solido cristallino allo stato solido amorfo e allo stato liquido.

4. — Per poter stabilire un confronto diretto fra lo spettro del salgemma e quello ottenuto dalla mica, ho avvolto un foglio di mica sullo stesso cilindro del salgemma in modo che il fascio investisse ambedue le lamine insieme.

Il tubo a raggi X portava anticatodo di ferro o cobalto, la radiazione usciva dal tubo, attraverso a una foglia di alluminio di circa 0,02 mm. di spessore.

I risultati principali del confronto sono i seguenti:

α) — Definiamo come *potere dispersivo* di un cristallo il rapporto $\frac{di}{d\lambda}$, ove di rappresenta l'angolo che formano fra loro i raggi diffratti la cui differenza di lunghezza d'onda è $d\lambda$, e misuriamolo sulla lastra e sul cartoncino deformato col numero che rappresenta la distanza reciproca delle radiazioni

corrispondenti a $d\lambda$. In questo modo si trova che il potere dispersivo del salgemma in lamine cristalline ricurve è circa 3,58 volte quello della mica in identiche condizioni, quando il confronto venga eseguito sullo spettro del primo ordine. Tale valore coincide con quello trovato per lamine piane dal De Broglie ¹⁾; il che conferma quanto ho già detto nel precedente paragrafo sulla probabile invariabilità della costante cristallina.

β) — Il salgemma oltre alle righe caratteristiche del metallo mette in evidenza lo spettro continuo mentre questo con la mica va nelle stesse condizioni quasi completamente perduto. Lo spettro dal salgemma appare anche alquanto più intenso e dettagliato che quello dalla mica.

Gli spettrogrammi della tavola danno un'idea della nitidezza con cui si può ottenere per questa via uno spettro ad alta frequenza.

In essi il secondo ordine appare alquanto irregolare e incompleto rispetto al primo. Questo mette in evidenza la differenza di lavorazione alla quale sono state assoggettate le varie parti della superficie cristallina adoperata, lavorazione che è riuscita perfetta solo nella parte centrale della lamina.

La nitidezza delle righe dello spettro ottenuto col salgemma dipende infatti dallo stato della superficie riflettente esterna di questo. Ed è tanto maggiore quanto migliori sono le condizioni in cui questa si trova. E però ha importanza, per ottenere una buona superficie, eseguire una scelta accurata del materiale cristallino, un lavoro perfetto di sfaldatura e in fine un lavaggio adatto della superficie che si deve adoperare.

Ciò a mio parere non costituirà una difficoltà per l'uso del salgemma ricurvo quando questo per prove che potrà dare solo in seguito a esperienze numerose e ripetute si sia dimostrato adatto a una forma corrente di ricerca spettrografica nella regione delle alte frequenze.

Alla improvvisazione del laboratorio verrà infatti così sostituita la preparazione sistematica del materiale eseguita in officina; e il cristallo curvato potrà essere presentato allo stu-

¹⁾ *Journ. de Phys.*, loc. cit., pag. 267.

dioso di raggi X, così come viene presentato a chi studia la regione ultrarossa dello spettro il prisma o la lente di salgemma, a chi studia l'ultravioletta il materiale analogo di quarzo.

b) — La determinazione degli angoli di incidenza.

1. — Ho accennato nella prima parte del lavoro come *la determinazione delle lunghezze d'onda per la difficoltà di conoscere l'angolo di riflessione corrispondente a ogni radiazione si presenti col metodo del cristallo curvato alquanto incerta.*

Bisogna infatti tener presente che le radiazioni che danno luogo alle varie righe provengono da punti diversi della superficie cristallina, i quali debbono essere identificati per poter conoscere l'angolo di incidenza corrispondente a ogni riga. Ora questa identificazione è tutt'altro che semplice quanto si ricevano i raggi diffratti sopra una lastra piana. Infatti se le lettere della formula corrispondono alla fig. 2 si ha

$$AD = AC + CD = r \operatorname{sen} i + r(1 + \cos i) \operatorname{tg} 2i.$$

Per la prima volta Gorton ¹⁾ è ricorso a un artificio per risolvere questo problema. Egli ha raccolto le radiazioni su

Fig. 2.

una lastra piana e graficamente ha stabilito la legge di corrispondenza fra i punti della lastra uno per uno e gli angoli di riflessione.

¹⁾ *Phys. Review*, vol. XII, serie II, pag. 334.

Ma soprattutto nella registrazione su lastra piana i raggi che danno luogo alle diverse righe percorrono cammini diversi prima di giungere sulla lastra e però nella registrazione le righe non conservano i loro rapporti di intensità. Per persuadersi che questo difetto non è sempre trascurabile basta notare che nelle mie esperienze col salgemma nel passaggio dal primo al secondo ordine il cammino dei raggi diffratti si allunga di 5 o 6 cm. sopra 25 di percorso.

Per eliminare questo grave inconveniente si può imporre alla superficie cilindrica di *tagliare tutti i raggi diffratti a distanza costante dalla loro sorgente* (anticatodo).

Possiamo senz'altro trascurare le differenze di cammino indotte nel fascio dalla inclinazione dell'anticatodo sull'asse di questo.

Sia un cerchio di centro O e raggio r e siano i raggi paralleli a a a sezioni col piano del foglio rispettivamente di un cilindro e di un fascio di raggi X che lo incontra (fig. 3).

Fig. 3.

Il raggio a per diffrazione dà luogo al riflesso a_i . Il raggio a è tagliato nel punto T dalla tangente al cerchio in S (nor-

male al fascio. Prendiamo sopra aa_1 un segmento TP tale che

$$TI + IP = nr$$

ove n è un numero intero.

Il luogo dei punti P soddisfa alla relazione

$$\rho^2 = 3r^2 \cos^2 i + 4r^2 (n-1) \cos i + r^2 \{1 + (n-1)^2\},$$

dove r ed i hanno il significato noto; e ρ è il modulo del punto P riferito al centro del cerchio. Di qui

$$\cos i = \frac{2}{3}(n-1) + \frac{1}{3r} \sqrt{r^2(n-1)^2 + 3(\rho^2 - r^2)}.$$

Se dunque si raccoglie lo spettro ad alta frequenza sopra una sagoma cilindrica che ha per sezione questa curva si raggiunge il doppio vantaggio di *conservare rigorosamente all'atto della registrazione la intensità relativa delle radiazioni nell'aria e di avere a disposizione una relazione relativamente semplice per calcolare il loro angolo di diffrazione.*

2. — Il potere dispersivo del cristallo, definito come il rapporto della variazione dell'angolo di riflessione, di , alla variazione di λ , $\frac{di}{d\lambda}$, è indipendente dal raggio di curvatura del cilindro sul quale esso è avvolto. Dato un cristallo cioè, il valore $\frac{di}{d\lambda}$ è determinato. Noi possiamo variare solamente il rapporto $\frac{ds}{di}$, se con ds indichiamo l'arco di sezione normale della superficie registrante, compreso fra due radiazioni i cui angoli d'incidenza differiscono per di .

Questo si può fare, non volendo modificare la natura della superficie cilindrica su cui si raccolgono le radiazioni, variando uno dei parametri da cui essa dipende.

Ora per la curva precedente il rapporto $\frac{ds}{di}$ ha un valore dipendente dal raggio del cilindro cristallino e da n col quale

cresce. E se si tiene costante r , il rapporto $\frac{ds}{di}$ cresce con n senza continuità, ma per salti successivi, il che può portare all'inconveniente di dover disporre la sagoma a distanza troppo grande dal cristallo per trovare un valore sufficiente del detto rapporto.

Si raggiunge lo scopo di poter variare $\frac{ds}{di}$ con continuità e si semplifica notevolmente tutto, quando si voglia ritenere che prima dell'incidenza i raggi abbiano percorso cammini di egual lunghezza.

Con questa ipotesi nel caso delle mie esperienze si trascurerebbero differenze di 0.6 cm. su 30 di cammino complessivo dei raggi diffratti. Allora la superficie deve essere tale da rendere uguali i percorsi dei raggi dopo la riflessione sul cilindro cristallino.

Questa seconda soluzione è qualche volta preferibile anche perchè dà modo di raggiungere una relazione fra ρ , r , ed i più semplice di quella già indicata. Ed esistono delle costruzioni meccaniche accessibili, per la descrizione della curva.

Se stacciamo sopra i raggi diffratti un segmento costante δ otteniamo un luogo di punti P , che distano dal centro della sezione normale del cilindro cristallino di un segmento ρ espresso dalla relazione (fig. 4)

$$\rho^2 = r^2 + \delta^2 + 2r\delta \cos i,$$

r indicando il raggio della sezione del cristallo.

Con semplici considerazioni di geometria elementare ¹⁾ si dimostra che il luogo dei punti P è una lumaca di Pascal

¹⁾ Infatti conduciamo da P la parallela a OI che incontra in M la ON .

Il quadrilatero $OIPM$ è un trapezio isoscele perchè $i = \widehat{IPM} = \widehat{PMO}$; quindi $OM = IP = \delta$, ed M rimane fisso se varia P sulla curva.

Sì poi da O tiro la parallela OP' alla IP , nel parallelogramma $OIPP'$ è $PP' = r$. Ne segue che al variare di P , P' descrive la circonferenza di raggio δ e P si può ottenere prolungando la corda MP' del cerchio a raggio δ di un segmento costante r .

Il luogo dei punti P è dunque una lumaca di Pascal riferita al cerchio di raggio δ e centro O ; M ne è il punto fisso e il parametro costante è r .

La sua equazione è

$$\rho' = r + 2\delta \sin \omega$$

e poichè $i = 90 - \omega$ si ha la espressione del testo.

referita al cerchio di centro O e raggio δ ; soddisfa perciò alla relazione in coordinate polari

$$\rho' = r + 2\delta \cos i,$$

se l'origine delle coordinate è il punto M di incontro di ON col cerchio di centro O e raggio δ (fig. 4).

Per trovare l'angolo i di incidenza di un raggio conoscendo la posizione sulla curva della sua immagine riflessa basta con-

Fig. 4.

giungere P con M . L'angolo $\widehat{PMN} = i$ per quanto si è detto. Esso si può dedurre anche dalla relazione

$$\cos i = \frac{\rho' - r}{2\delta}$$

in cui δ ed r sono noti e ρ' è da determinare con misura diretta sul grafico.

Si presentano naturalmente due descrizioni meccaniche della curva:

1. — Un cerchio di centro I e raggio δ ruoti intorno a se stesso mentre I percorre la circonferenza di raggio r : uno dei suoi punti P ha per luogo la curva data.

2. — Un parallelogramma snodato di lati r e δ ha un vertice fisso in O ; i due vertici I e P' percorrono due cerchi concentrici di raggio r e δ rispettivamente; il terzo P descrive la curva.

Questa curva, che corrisponde a una formula fondamentale semplicissima e soddisfa con buona approssimazione alla condizione di conservare inalterati all'atto della registrazione i rapporti delle intensità nell'aria fra le radiazioni di spettri successivi, *permette ancora di variare con continuità il rapporto* $\frac{ds}{di}$.

c) — **Spettri ad alta frequenza di ferro, cobalto, nickel.**

1. — Un esempio dei risultati che si possono ottenere con una di queste curve è dato nelle tabelle che seguono.

Il sistema spettrografico era costituito di un piccolo banco ottico di 40 cm. di lunghezza; sopra di esso scorrevano due pezzi ai quali erano fissati una fenditura variabile di piombo (1 cm. di spessore) e il cilindro che regge la lamina di salgemma.

Al cilindro andava in seguito connessa, seguendo una manovra geometrica e ottica, la sagoma metallica, alla quale doveva adattarsi un cartoncino sensibile. Tale manovra consisteva essenzialmente nel disporre un traguardo metallico, portato dalla sagoma, in linea retta col raggio che uscendo normalmente dalla fenditura era tangente al cilindro. La sua ombra sulla carta sensibile doveva servire in seguito a trovare il punto di riferimento della curva da cui contare le radiazioni.

Per la precisione delle misure è importante che il cerchio fondamentale per la costruzione della curva sia dedotto dalla traccia sul piano della lamina ricurva con cui si intende operare, e che la forma della sagoma a cui deve adattarsi il cartoncino sensibile venga accuratamente dedotta dal disegno per punti della curva.

L'apertura della fenditura del banco era generalmente compresa fra 0,5 e 1 mm. E però il fascio di raggi X *non riusciva inferiore* per ampiezza a questo valore.

Si può calcolare facilmente entro quali limiti è compresa la regione angolare che con un tal fascio e un cilindro cristallino di 4 cm. circa di raggio si può esplorare d'un sol colpo.

Se infatti il fascio parallelo è largo x mm. e r è il raggio del cilindro cristallino (fig. 5) si ha facilmente

$$x = r(1 - \cos \alpha) = 2r \sin^2 \frac{\alpha}{2}$$

ove $\alpha = (90 - i)$ è il massimo degli angoli che i raggi del fascio possono formare colla superficie cristallina. Di là

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{x}{2r}}$$

Fig. 5.

che per x fra 0,5 e 1 mm. dà α compreso fra 28° e 42° .

Il tubo radiogeno aveva la forma indicata nella figura 6.

Nella parte anteriore esso era otturato da un disco di ebanite dello spessore di 1 cm. circa, in cui era praticata una

Fig. 6.

fenditura di 1,5 mm. coperta da un foglio di alluminio di mm. 0,02.

Per effetto di questa e della successiva fenditura di piombo il fascio di raggi X subiva una duplice diaframmazione a distanza notevole dall'anticatodo.

Il disco di ebanite portava anche un pezzo metallico a rotaia su cui venivano infilati i diversi anticatodi, conservati nell'interno del tubo in comunicazione metallica coll'anodo.

Il materiale che ho provato all'anticatodo è costituito dei metalli del gruppo del ferro: ferro, cobalto, nickel.

Gli elementi adoperati sono risultati all'analisi chimicamente puri.

Il tubo era alimentato da un ordinario rocchetto di Rumkhorff munito di interruttore rotativo a mercurio ed era tenuto vuoto durante il funzionamento con la pompa di Gaede.

La scintilla equivalente era in media di cm. 12. La posa variava da 1 a 2 ore con 1 o 2 milliampères nel tubo.

2. — I valori dell'angolo di incidenza i sono stati dedotti dal secondo grafico descritto — lumaca di Pascal — mediante la formula

$$\cos i = \frac{\rho' - r}{2\delta}$$

ove

$$r = \text{mm. } 3,9 \quad \text{e} \quad \delta = \text{cm. } 7.$$

Combinando con questa la

$$\lambda = 2d \cos i$$

ove $d = 2,81 \times 10^{-8}$ ¹⁾, sono stati calcolati i valori delle lunghezze d'onda visibili sui radiogrammi.

¹⁾ W. H. e W. L. Bragg — *X Rays and Cristal Structure*. London, G. Bell and Sons, 1915, pag. 71.

Esse sono nel 1.^o ordine — con N indico il numero d'ordine dell'elemento nella serie di Mendelejeff — :

Ferro (N = 26)

i	$\lambda \times 10^{-8}$	
14° 48' 57''	1.437	Zn
15° 57' 43''	1.546	Cu
18° 8' 43''	1.750	β
18° 32'	1.786	
20° 3' 4''	1.927	α
21° 45' 35''	2.083	Mn

Cobalto (N = 27)

i	$\lambda \times 10^{-8}$	
10° 9' 42''	0.992	banda
15° 32' 12''	1.505	
16° 46' 21''	1.622	β
17° 6' 53''	1.654	
18° 32'	1.786	α
20° 3' 3''	1.927	

Nickel (N = 28)

i	$\lambda \times 10^{-8}$	
15° 29' 40''	1.501	β
15° 57' 43''	1.546	Cu
17° 6' 53''	1.654	α
18° 8' 43''	1.750	
19° 55' 13''	1.915	

φ è misurato a meno di $\frac{1}{10}$ di mm.

Per le α e β del ferro Moseley ¹⁾ e De Broglie ²⁾ danno rispettivamente i valori

α	1.946	1.911
β	1.765	1.737

La media di esse risulta

α	1.928
β	1.751

Le mie determinazioni differiscono perciò solo di

$$- 0.001 \times 10^{-8}$$

dalla media delle due determinazioni.

Anche pel nickel la media dei valori del Moseley ³⁾ e quelli dati da un altro sperimentatore, il Rawlinson ⁴⁾, concordano abbastanza bene con quelli da me calcolati.

	Moseley	Rawlinson	Media
α	1.663	1.655	1.659
β	1.506	1.492	1.499

Le differenze della media delle λ corrispondenti quali risultano dalla mia tabella è di $- 0.005 \times 10^{-8}$ e $+ 0.002 \times 10^{-8}$ rispettivamente.

Come valori dati dal Rawlinson ho preso la media dei valori che egli trova per ognuna delle radiazioni che compongono le α , β del nickel secondo le sue ricerche.

In quanto al cobalto non ho pel confronto che le determinazioni del Moseley le quali risultano un poco superiori alle mie.

¹⁾ Moseley, *Phil. Mag.*, vol. 26, serie VI, 1913 pag. 1024.

²⁾ De Broglie, C. R., T. 158, I. sem. 1914, pag. 623.

³⁾ Moseley, *Phil. Mag.*, loc. cit. e vol. 27, serie VI, 1914, pag. 70.

⁴⁾ Rawlinson, *Phil. Mag.*, serie VI, vol. 28, 1914, pag. 274.

È opportuno osservare che altri sperimentatori hanno notato un difetto delle loro sulle determinazioni presentate dal Moseley.

Questa lettura rivela per ogni elemento la presenza di impurità che i mezzi chimici non avevano saputo riconoscere.

La banda della spettrogramma o cobalto, che la riproduzione della tavola non ha reso, è forse da attribuire all'assorbimento selettivo della superficie sensibile del cartoncino.

Altre più numerose osservazioni potranno mettere in evidenza l'effettivo valore dell'artificio per la determinazione di i da me proposto.

4. — Avanti di chiudere questo lavoro è opportuno osservare, per quanto l'osservazione si debba considerare solo come preliminare, che realmente

α) le radiazioni che fanno parte dello stesso gruppo (α , β) danno luogo a un annerimento del cartoncino sensibile che risulta dello stesso ordine.

β) in seguito a grossolana misura si vede che il rapporto fra gli annerimenti del 1.^o e quelli del 2.^o ordine di spettri ottenuti con salgemma curvato risulta del valore di 3 a 1 circa.

Per riflessione sul salgemma piano — faccia (100) — il Bragg ¹⁾ ottiene col metodo di ionizzazione un diagramma nel quale si nota per il platino una diminuzione di intensità nel passaggio dal primo al secondo ordine di spettri che sta d'accordo con questo valore.

Dai radiogrammi del De Broglie ²⁾ sembra che si possa dedurre una analoga conclusione.

È noto che il metodo di registrazione di cui si sono serviti questi due autori — cristallo piano e camera di ionizzazione o lastra fotografica ruotanti concentricamente — è esente dal difetto che ho messo in evidenza pel caso del salgemma curvato.

Sembra dunque che l'artificio di registrazione da me indicato raggiunga bene lo scopo pel quale è stato escogitato.

¹⁾ Bragg, loc. cit., pag. 33.

²⁾ De Broglie, *Journ. de Phys.*, serie V, T. IV, febbraio 1914, pag. 112, tavola I.

Conclusioni.

1. — Risulta da quanto precede la possibilità di usare *lamine di salgemma ricurve* per ottenere spettri ad alta frequenza profittando di una particolare proprietà di questo minerale ai limiti fra lo stato cristallino e lo stato liquido.

2. — Viene in seguito indicato un artificio utile a risolvere il problema di conoscere gli *angoli di incidenza delle radiazioni sopra il cilindro cristallino*: a questo scopo viene proposto di raccogliere le radiazioni invece che sopra una lastra piana su una *superficie cilindrica* fra i cui punti e i punti della superficie cristallina esista una corrispondenza biunivoca semplice nota.

Le curve determinate nel testo rispondono a una particolare esigenza della ricerca spettroscopica: *quella di conservare sensibilmente inalterate nella registrazione il rapporto delle intensità che hanno le radiazioni nell'aria*; lo scopo di altre ricerche potrà suggerire altre forme di curve.

3. — Viene presentata la lettura delle radiazioni ad alta frequenza appartenenti a metalli del gruppo del ferro: cioè ferro, cobalto, nickel.

Firenze, Istituto di Studi Superiori

1.º febbraio, 1917.