

IN

Propriétés physiques des numéros

mes
enfant solide pi les autres

Propriétés physiques des minéraux

- cette étude
comprend les
chapitres suivants:
- 1) cristallogénie - étude de la formation des cristaux & les lois de la nature -
 - 2) étude des macles ou groupements cristallins
 - 3) étude des clivages, cassures, figures de corrosion.
 - 4) élasticité des cristaux et dureté
 - 5) optiques - thermiques - électriques, magnétiques

Cristallogénie -

Synthèses minéralogiques -

1) Inclusions
Les renseignements
qu'elles donnent.

Les cristaux naturels sont imparfaits - fréquemment ils présentent des inclusions, extrinsèques (amorphes tout ou partiellement) isochapes, bulles immobiles. forme souvent sphérique, ou polyédrique avec face identique à celle du cristal - on a fini étudié les gaz de ces inclusions - souvent de l'azote, des traces d'O et CO₂. n^o la pression est forte il y a CO₂ et carbures de H variés -

Inclusions liquides de forme irrégulière contenant à peu près - généralement seulement un bulle de gaz

Libelle animée de mots browniens. -

Le quartz est rempli de ces inclusions liquides ou gazeuses souvent bleu de l'émerald - il est donc probable que le quartz est formé en présence d'eau (dissolution sous pression) cette eau respire souvent 1 bulle de CO₂ souvent liquide ou val souvent sont peut critique 370. ou l'eau

chargé de ces desordres. La même ce qui explique l'importance du quartz.

Mais le quartz des granites de El Pe Hall et Ca F. Nos conclusions. Ciguide et ya souvent des cristallisations cubiques Ca F. 204m. Hall - (Poplyph de quartz)

Inclusions solides cristallines ou cristallites fréquents de la stauréotide -

Espe des cristaux pseudomorphes réduits à des squelettes indiquent des desordres.

On a aussi fréquemment des inclusions de telle sorte que le cristal qui les contient n'est qu'une simple enveloppe. Ex: glace des glaciers - cubique.

2) synthèses

L'intérêt est de trouver une méthode synthétique se rapprochant le plus des procédés naturels. (une réf. de cadumini - v. arsch) galeux. P.B.S. 10 procédés différents: le seul est H₂S sur métaux amorphes sans fusion (Sensarmon) ou H₂S sur composés solubles de Zn, Pb.

procédés fait passer de l'état gazeux ou liquide au solide de substances à l'état solide avec un certain raffinement pour permettre l'édification de réseaux.

1) modif. à l'état solide de l'état solide à l'état solide

a) sans réaction chimique. S. prismatique obtenu par fusion de CaF₂ à 1000. ce soufre octaédrique - Cristaux du mou d'orge (microchimique) (carde apogée: aiguilles prismatiques). a été arsenicé: matière octaédrique irrégulière, labile, prisme orthorhomb. qui à 1000; brisade.

b) avec réaction chimique - résultat de la calcin. par Hall. (eau de ce canal de fusion - hauffu: cristal de malte - mais on n'a pu le réunir que qd la eau était humide)

2) modification à l'état liquide: fusion.

a) sans réaction chimique fusion simple suivie de refroidissement: on obtient ainsi une foule de siliates complexes (feldspaths trilobés, prismales, amphiboles, pyroxènes etc.). Les roches eruptives au sein fondus à la surface ou au sein des magma - en passant une roche - ou au sein des éléments des cristaux - le fait solidifier les contenants pour une certaine forme.

on a pu reproduire lat. la ligne de rochs eruptives - (Journ. Agron.)
 3) avec réaction chimique 1) la faible ou faible simple
 ment la mobilité des molécules en les dissolvant dans un solvant
 approprié on a obtenu ainsi l'apatite en fondant des os de
 du NaCl. - Le graphite (industriellement) par fusion de C de
 la fonte de fer - par B. pour l'électricité on a pu obtenir du
 diamant (9) - Maryotte a reproduit l'ingyphite et la
 fondant des des saufs. -

Reproduction d'Ebalmen - Il descendait de $B_2O_3 Na^2$ - ou B_2O_3
 et évaporait le solvant : il reproduit emerald, spinel
 nelles, rubis, saphirs - Spinelles : $M_2O M'2O_3$ ($M = Fe, Mn,$
 Mg, Ca etc) ($M' = Mn, Al, Fe, Cr$) Ebalmen a fait ces
 spinels, théorique en mélangeant ces oxyde
 rubis artificiels dans le phosphate ou borate de Na.
 Saphir ($Al_2O_3 + Cr$) reproduit par simple fusion. -
 mais il est probable que ce procédé n'est pas naturel.
 Surtout se reproduit albati, ortho, tridymite, quartz
 levent en faveur agit à t° t° les cristallites alcalis
 sur les substances amorphes - des cristaux de quartz
 obtenus sont les différents de valeurs -

3) modif. par volatilisation 1) réaction chimique -
 as, S, Bled, uranbre, calomel, valgo etc
 sublimation - usage crist. favorise souvent ces
 cristallisation - le vapeur ion permet de laque de tourcom
 permet avec d'anneau B_2O_3 - 2) av. réaction chimique. La
 présence est due à gaz. d'arsenic - Il se pulv. par le dig. de
 au voisinage de volume de vap. de chlorure de fer et d'eau
 $Fe_2Cl_6 + H_2O \rightarrow$ aiguilles d'oligite. ou le liqum
 en abondance de B arsenic
 on a reproduit aussi les mêmes $M_2Cl_3 + H_2S$
 — les oxyds. — + H_2O -

H_2O ou chlorure ou fluorure de Sn et Li donne la 3 variétés
 connues suite à haut t°, anatase à basse Crookite au
 rang
 St. Clair - Nevada. En faisant passer de ce tube contenant
 de la silice amorphe, une gte quantité de chlorure de
 Cl, Fe, chlorure, en silice par avance transformée une
 gte quantité de mat amorphe en cristallin. On

quelques sont dits minéralisés

Fe_2O_3 amorphe + H₂O donne Fe_2O_3 cristallin.

Euphr' qd les substances sont solubles dans l'eau on peut obtenir les cristaux par évaporation

4) Dissolution . " spontané chimique . L'état de concentration de la liq^r peut faire varier - CO_2 NaH dans l'eau à t° ordⁿ calcite à 100° aragonite - Cst Si on fait varier de t° les densités et les pressions l'eau a alors un role chimique - On a pu reproduire ainsi: de cst orthose et du quartz par l'eau unchauffée - minéraux des roches granitiques qui se sont donc formés sans fusion et en présence d'eau

Action hydrothermale.

Si l'on fait circuler de l'eau dissolvant qqe chose - et circulent dans les fissures d'une roche - double échange entre la solution et la roche en contact qui se tapisse de cristaux - ~~cette eau minérale~~ - Ex. gisement de Plombières - origine hydrothermale des minerais métalliques -

Ces tentatives ont permis de mettre en évidence le mode d'accroissement des cristaux en solution - dans roches argileuses au cristaux flatteurs et pouraient s'écarter de tous les sens. Les cristaux ne sont formés au fond comme les godes.

Cristaux blanchis se cicatrisent par couches concentriques plus espacées autour de la cornue

qd se forment des cristaux d'un beau cristal la concentration augmente. Les cristaux varient - Question de t° jouent également un rôle

Macles

1) Les cristaux naturels sont rarement isolés - groupés en des grôdes ou des druses
 Ils peuvent présenter souvent un très riche développement des faces -
 Exception par ex. de l'épilatement

ex. quartz.

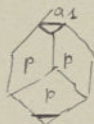
choucroute pyramidale et
 inverse.



de l'édifice:
 le chond. part et croquis



fer oxydés de quartz



2) en fait un gros cristal de quartz est constitué par le groupement d'un gd nombre de
 petits cristaux élémentaires -

3) qd on fait l'analyse d'un cristal il est souvent impossible de lui donner
 une formule simple - l'analyse chimique de la nature - certains éléments
 se remplacent les uns les autres - isomorphisme

4) de ce pt de vue on peut distinguer: 1) les irrégularités dues à l'association
 simple de cristaux sans aucune loi - de ce pt qqes cristaux asso-
 ciation sont plus fréquents qu'il n'y a - ce que j'expliquais autrefois
 facilement: la molécule subéquante d'Hauy - de un gros cristal sont
 les faces sont irrégulières Hauy a pu reconnaître des associations de petits cristaux
 qu'il appelait élémentaires - les faces de pyramide du quartz sont - stricto
 horizontales à la base elles forment des π de angles droits verticaux
 la base cubique présente des faces parallèles aux diagonales de faces
 plans de cleavage conduisant à un tétraèdre -



pyrite triglyphe



trois parallèles au cube cleavage forme
 le dodécaèdre par exemple

Les terminés de sel gemme cristallins octaédriques sont les faces présentent
 des tétraèdres - il semble toujours de la nature - l'analyse
 au contraire il peut élargir de la nature cubique en liq. -
 face bombée - les irrégularités s'expliquent par l'association de
 cristaux élémentaires -

3) associations régulières au macles

ou trace de la nature des associations de 2 ou plusieurs cristaux donnant des solides très spécifiques - on leur a donné (ce font tâche formés cristaux parfaits) mâcles.

Beaucoup sont caractéristiques -

Nous appellerons macle une association de 2 ou plusieurs cristaux de la même substance suivant une loi déterminée -

2 cas principaux : 1°) Les 2 cristaux se juxtaposent suivant un plan appelé plan de macle, toujours parallèle à une face existante du cristal ou possible du cristal -

2°) Les cristaux s'associent suivant un surface irrégulière : ils ont formés d'un des l'autre mâcles par pénétration

Elles peuvent exister soit séparément soit en même temps.

Mâcles par juxtaposition ou hemitrope

Se manifestent sur les cristaux par l'existence d'angles rentrants - (ils peuvent manquer, car à l'aide d'un rasoir on peut les combler) et manifestent aussi par la trace du plan de macle, surtout visible en lumière polarisée.

Remarque d'ordre avant fini, en montrant les angles qui font la face de 2 cristaux, que les 2 cristaux des cristaux symétriques par rapport au plan de macle - on peut donc caractériser à l'avenir par ce fait qu'il fait des angles égaux avec la face adfaciale -

Hemitrope, parce que tout semble se passer comme si on avait coupé en 2 un cristal unique et tourné l'un des moitiés d'un angle 90° - cette rotation se fait autour d'une droite qui sera un axe de macle.

Le plus souvent l'axe d'hemitrope est normal au plan de macle. C'est d'hemitrope joue alors le rôle d'axe de symétrie - qd il est dans le plan, le plan de macle devient alors un plan de symétrie et le cristal prend une symétrie d'ordre supérieure - ou bien l'axe est parallèle au plan de macle :

hémitrope parallèle -

La macle a donc une tendance singulière d'augmenter le d° de symétrie du syst. cristallin en apparence

L'hémitrope peut masquer l'hémédrisme - de certain rhomboédrique semblent devenir hexagonaux

Il peut arriver que la macle se produise avec une 3^e et 2^e individus, suivant la même loi - les cristall complets en résulte

Est. aragonite orthorhombique :

sur la face P

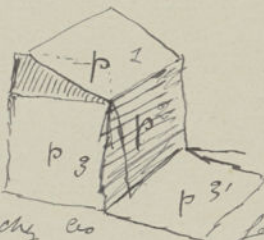
x macle parall^e a m

$\angle < 120^{\circ}$ d'axe donc macle

qui peut se combler - apparence hexagonale

Terrucobalt 1, 2, 3' et reproduit chez les

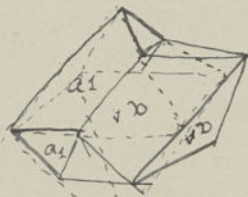
lamelle hémitropes. (tourne de 180°)



Principaux motifs

§ Cubique

Les macles proviennent de la rotation d'un cristall autour d'un axe ternaire - le plan de macle est donc parallèle aux faces de l'octaèdre -



Spruells

cuivre gris

plus connu sous le nom de trigonalité - Les macles donne une sorte d'octaèdre

pyrite généralement les 2 cristall se joignent - macle de la craie de fer - les axes des cristall sont perpend. -

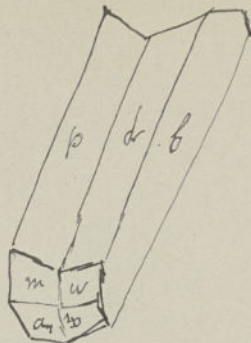
120° chez cuivre, Spalte fluor entre 2 axes

§ quadratique le plan est en général \perp des faces de l'octaèdre et le hexaèdre est normale :

Carminite SnO_2 forme prismatique + octaèdre

sauvent bec de chien qd les cristall sont incomplètes forme -





C'est cette maclé qui se répète un q^d nombre de fois
donne les lamelles polygraphiques du feldspath
chaque encoche correspond à 1 lamelle lamellaire

Maclés par pénétration.

Ex. maclé de l'orthose monoclinique
maclé de Carlsbad.

Il n'y a plus de plan de maclé - on ne peut donc plus
déterminer le poulver de cristallin par rapport au plan
maclé les vertes et les nibles de q^d nombre de cas
et on peut les considérer comme ayant l'axe de
angle q^d - ces particularités hémitropes
sont de la forme hémitrope -

grenats - n.c. double d'al et k (la Fe.)
(Cr, Fe.)

les cristallites en apparence cubique d'oxides rhomb
 b_2 - sont la pyramide à 2 - or les grenats calciques ont
des anomalies optiques = un grenat d'oxides rhomb = 12 cris-
tallites pyramidaux orthorhombiques ayant pour base
 b_2 la face du d'oxides rhomb et ceux rhomb sont liés
au centre de cristallin - noté chez l'oxides rhomb -
chez d'oxides rhomb on voit que ces 12 cristallites orthorhombiques
sont eux même formés par 24 pyramides de système cubique
donc 4×12 (48 petits cristallites)

q^d on chauffe à 265° , la bonaite, elle est dotée
donc cubique de q^d de chaleur - repaidie elle n'a

plus que l'apparence cubique

avec bonne recrue : des cristaux ont d'après la valeur
de leurs paramètres des valeurs voisines de 90° , "symétrique
limité" et des cristaux peuvent se grouper pour donner des
ensembles d'apparence cubique fca ex. L'expérience de la
broadie montre que l'état cristallin n'est stable qu'à
une t° déterminée et varie avec la t° .

Pseudomorphoses et Homoplisme

Polymorphismes

Substances qui ont des Polymorphismes.

1. Subst. cristallines de façon différente. De la même espèce on trouve

Soufre — octaédrique — rhomboédrique (instable à $t^{\circ} 80^{\circ}$).
Étude du soufre ne a renvoie sur le volume du dimorphisme
Sol de CS_2 excepté: octaédrique — S fondre repaître: prismatique
K peut être sur fondre. Dans expérience de tite en ce à une
co cristallique n'ait l'une de la. On l'aime tomber en octaèdre
tout donne octaèdre n'ait l'autre branche prismatique: le
tout de la branche n'pendra en premier — 92° .
à 10° plus haut on ne peut avoir que des prismes — à t° inf.
des octaèdre donc dimorphisme de CS_2 la t°

FeS₂ cubique avec l'hémisphère à faces parallèles: pyrite jaune
dun (roye le voir)
orthorhombique en prismes rayonnants: marcasite
le dimorphisme est remarquable parce que la marcasite
n'est formée et très oxydable en SO_4Fe et SO_4H_2 elle
passe blanche.

Fe₂O₃ xsq. de fer. rhomboïdes noirs Pet. a. fer oligiste
octaèdre, cubiques —————> martite

CO₂ rhomboïdes: calcite
prisme octaèdre. aragonite, très sol. de l'eau et fait de CO_2

SO₂ cubique — renardite —
prismatique — valentinite

C polymorphe: graphite (c. diamant de la forêt de fer) rhomboïde
d'un avec appar. hexagonal
diamant, cubique

Le graphite s'obtient à pression élevée
le diamant a été obtenu par Trauson en soumettant la
fonte à de forte pression. —

SiO₂ trimorphe: brookite ^{rouge} orthorhombique
quartz ^{blanc} rhomboédrique
tridymite ^{blanc} cubique
amorphes ^{noir} $\frac{1}{2}$ du quartz

Hautfeulle aval montre qu'en faisant varier la t° des sels les uns plus que les autres et observant : a la t° d'un premier la suite - a la manière les autres.

La stabilité des substances dimorphes diffère : chaque forme cristalline est caractéristique d'une t° déterminée au moment de la cristallisation. -

Mallard a eu l'hyperthèse que la t° de coefficient de dilat. varie et le syst. cristallin varie, d'où la symétrie de la molécule varie aussi. Il avait de l'avis par ses recherches sur les quartz : en analysant le corail, n'a vu rien par lui-même les petits éléments trichériques de l'oursinite et qu'on ait obtenu d'une part les éléments de l'oursite. A ces cristaux cubiques on aurait dit : dimorphisme. Il n'y a donc pas de dimorphisme mais il y a simplement des anomalies pour former des cristaux de symétrie plus élevée.

Les cristaux naturels ne sont pas parfaits - ils sont assez irréguliers - imparfaits - non seulement par leur altération mais aussi par leur impureté. Mais ils ont des solutions complètes. On distingue les cristaux d'après leur aspect extérieur.

Les cristaux a structure grenue, formés de petits cristaux qui sont des grains cristallins + amorphes.

structure lamellaire due à la prédominance d'un plan de clivage. - structure saccharoïde qd les cristaux petits ~~ne~~ ne peuvent être distingués à l'œil nu - ou caillonne

structure fibreuse qd les cristaux sont allongés en aiguilles et donnent des masses caillonneuses ou structure bacillaire ou ligneeuse (Asbeste - aragonite)

structure terreuse qd le cristal étale les larges - approu à compact.

amorphes

casé Ca forme cristalline peut complètement disparaître.
ainsi on aura des rognons ou conglomérats arrondis
formés de canchis conductiques - profais creux d'alun
tapissés de cristaux du formé - Ex: silice, de la craie
agate - calcedoine - - oolites (nodules creux avec
caillonnage à l'intérieur) ou précipité d'aigles - - nodules de
phosphate tricalcique. (peut se charger de glaucome - naît en
Chabornem) dits au départ du phosphate de chaux (cokins
des sables verts) Il se forme aujourd'hui en mer au SE
de la France au large de la rencontre de courant chaud
et froid, fait main - de vils organismes - De la
craie nodules bruns veinés - phosphate (mélange de
phosphate et de carbonate : capillite) - malachite,
Dagès. de Livols, de Corbiad. (CO_3 de poux autour d'organes)

oolites.

- préolites.

enduits

ballroyides - stalactites, stalagmites (calcaire de

aragoste au p.

Les caux chargés de fer en circulation de la fonte déposent
leurs oxydes sous forme de enduits. Urn - Fe -

Propriétés physiques des cristaux

Densité

pour la déterminer il faut être sûr d'avoir le cristal pur. il faut donc vérifier les échantillons étudiés - et voler les cristallins - et peut-être cela connaître l'échantillon en soi-même - ou brayer et tamiser la poudre obtenue

répartition des éléments.

ou bien très :

- aimant si présence de Fe (fer oxydulé)
- action chimique. + fort. avec 2 ou 3 piles bunsen ou même charbonallum.
- avec S, le mica noir - ou blanc.
- on action des acides. HF qui attaque tt. - effervescent SiO₂ et Al₂O₃
- se précipitent à l'état de gèle - et ont le élément non attaqués
- HF attaque dol. En assemblés, puis feldspathes, puis silice, enfin le fer oxydulé.
- ou encore la présence de la gomme de Canada ou laumunite et au minis on repère d'abord on se trouve le minéral à séparer - on attaque alors toute la préparation, sauf la partie intéressante que l'on a protégée -

Procédés de M. Aboulet. pour l'étude des bases et leucos.

courant d'eau on fait de la litière le poudre et on fait passer au courant d'eau convervable - on se pose ainsi en compte nécessaire



Les minéraux par ordre de densité -

Cristaux de 9^{de} densité. on sait que certains dissolvent ont

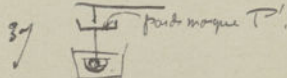
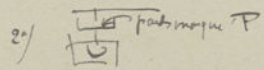
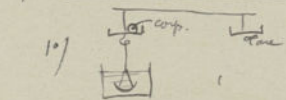
- de densité très forte :
- Tétrabromure d'acétylène 3
 - Bromure de Hy et K 3,19
 - Bromure de Cd 3,28
 - Chlorure de méthyle 3,33
 - Bain fondu de Pb 2^e 5

on met alors le liq. dans le récipient et on jette la poudre

Densité

importante parce qu'elle varie avec la forme cristalline - on ne mesure - constant physique donc intéressant -

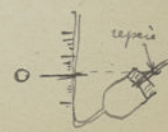
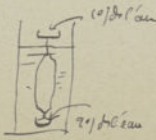
Procédés. 1) méthode du flacon. la + précise - corps en poudre surtout.



$$\pi = \frac{P}{P - P'}$$

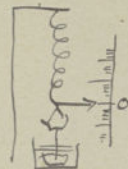
3) aréomètre de Nicholson.

4) triple cf. nouvelle proposée
ou peser et on mesure le vol d'eau déplacé



modèle par Proust pour g^{de} échantillons

on peut le montrer de la même manière que l'embodiment de l'appareil en inclinant la broche - on ramène l'oeil au repos - elle monte de la gîte gauche - le gîte de droite elle monte - on a le vol de la plaque
 l'appareil ne reculant pas et rempli de poids
 balance à spirale -



Résultats pratiques. qd on a à étudier un minéral on peut le séparer par un moyen donné une idée de la proportion du minéral par rapport aux autres - lorsque par rapport au minéral - on connaît leur densité à l'air et on détermine le densité moyenne d'm.

$$\frac{P}{d_m} = \frac{x}{d_x} + \frac{y}{d_y} \quad (1) \quad x + y = P \quad (2)$$

si 3 on fait 2 parts -

Les poids spécifiques des minéraux communs de la proportion trois lits standards - on le classe ainsi:

composés courts métaux - le + court

Or natif	20,6
Pb	22,1
Ag	19,3
Cu	17,5
Hg	13,6
Fe	11,4
Zn	10,47
Al	8,58
SiO ₂	8,1
Galène	7,5
Wolframite	7,1
Orpyon	4,8
Covellite	7
Cerussite	6,5

minéraux de fer. densité de 5 à 5 1/2
 globe terrestre - - - 5,5.

Barytine	4,5 (plus courante que les autres)
Zincblende	4,4
Pyrite	4,3
Corindon	4
Aluminate	3,5
Quartz	2,6
Feldspath	2,58
Calcite	2,3
Gypse	2,3
Stéatite	2
Asphalte	1,4
Ambré	1,1

Tous les métaux qui ont une densité supérieure à 5 1/2 sont les roches à la surface de globe - Les inférieures sont les roches de la croûte - donc les métaux communs sont à l'intérieur de la terre qui a une densité de 5,5. donc

Cathodisme
Crystallisme - densité de 5
 (fer natif)

Fam. d'Harvey.

Exploration de la Vall. Nord - étage 454

voir à quelle mesure Stephanocladia foyolii et de Wrenner et S. Gaudry

Dureté

on appelle dureté la résistance qu'offre un corps aux efforts qui cherchent à le comprimer, à l'allonger ou à le briser

En minéralogie c'est la résistance qu'offre un minéral à l'action d'un autre qui tend à entamer sa surface -

Corps rayables à l'éponge, à l'acier, au quartz, ordinairement c'est impossible de mesurer la dureté comme on mesure la résistance - Il a fallu créer une échelle de dureté: celle de Moos. 10 termes.

1°) talc.	} rayés à l'éponge	6°) orthose adulaire (= acier - fait feu rouge le verre)	} gemmes
2°) gypse.		7°) quartz.	
3°) calcite	} rayés par l'acier	8°) topaze	
4°) fluorine		9°) corindon (ou saphir)	
5°) apatite (= verre).		10°) diamant (indomptable).	

on a essayé de mesurer d'une façon précise ces duretés par unité de surface en kilogrammes

Talc = 5 gypse = 14 sel gemme 20 calcite 92. fluorine 110
 apatite 234 - adulaire 253 quartz 308 topaze 525.
 corindon 1150. diamant ∞.

L'échelle de Moos bien qu'elle n'est donc pas absolue. Mais elle est composée de telle façon que tout corps est rayé par celui qui le résiste et rayé par celui qui le précède.

on prend donc un sommet de cristalle qui raye le corps ou face du minéral étudié -

(de manière des traces laissées sur la face par le cristalle rayé (craie sur verre) -

La dureté est en rapport intime avec l'état cristallin.

(cf. dureté 10°) -

Scléromètres. Instrument plus précis - on trace la cristalle sur un charbon. et le déplacement de l'acier rapporté au poids variable -

Chargé de l'acier jusqu'à obtention d'une rayure on peut ainsi étudier le détail d'un minéral sur sa face cristalline.



Ex.

On a essayé comme ce métallurgiste de soumettre un
 corps cristallin à des actions mécaniques.
 De ces expériences, le prolambe des axes priment venir et
 les angles qui font les axes: on pourrait arriver des change-
 ments de le système cristallin. On examine les change-
 ments par les propriétés optiques
 l'ailleur on trouve d'abord de un cristallin et tirons en
 première par le bases - Si le corps est cubique son
 laurier d'optique est une sphère - Elle devient une
 ellipse: à cristallin devient quadratique hexagonal ou
 rhomboédrique: uniaxe.
 Si l'on comprime la sphère & déforme en un coin.
 ellipsoïde aplati - un cristallin uniaxe peut changer
 de signe et devenir biaxe - un cristallin biaxe
 resté biaxe mais ses caractéristiques optiques varient

Propriétés optiques des cristaux -- (Résumé): --

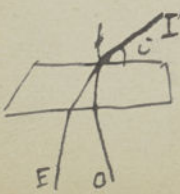
La lumière ordinaire tombant sur un miroir
 se réfléchit ou se réfracte de un milieu transparent
 mais conserve ses propriétés.

Cependant qd on fait réfléchir un rayon sur un
 angle de 55°, il faut de propriétés spéciales si
 on le fait tomber sur un miroir sous le même
 angle mais ~~perpendiculaire~~ d'incidence perpendiculaire
 au 1^{er}; le rayon réfracté - lumière polarisée

Hypothèse: les vibrations lumineuses ord^{res} ne sont
 pas orientées - lumière polarisée ont leurs vibrations
 parallèles et perpendiculaires à un certain plan de
 polarisation.

qd on fend un corps cristallin autre que du sphaire
 cubique, En sphaire: A rayon lumineux qui
 se réfracte se double IE et IO.
 Les 2 rayons sont polarisés de 2 plans rectangulaires

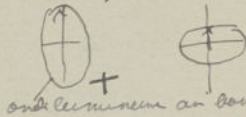
Si l'on fait tourner le cristal pour faire varier l'angle
 d'incidence θ . A rayon IE met la loi des
 sinus $\frac{\sin i}{\sin r} = n$
 l'autre rayon varie d'un seul plan ou les des sinus
 et n'est pas de le plan d'incidence - IE est dit ordinaire
 et l'autre extraordinaire --



Les vibrations des 3 derniers systèmes sont aussi convergentes
 mais ces 2 rayons sont extraordinaires -

Si on taille une lame perpendiculairement à l'axe
 principal d'un spath elle a le pouvoir d'un lame
 uniaxiale et rayonne de convergence -

Certaines uniaxes 2 cas



savons que la vitesse de la lumière
 est + gde suivant l'axe de
 propagation à l'axe principal
 (elle prouve de la cristallinisme)

Les lames taillées parallèlement aux sections cycliques
 la lumière se propage également -

Certaines uniaxes :- - } Hésite de vibrations qui ont le pouvoir
 d'absorber le rayon ordinaire et de ne laisser passer
 que l'extraordinaire - on a donc un rayon lumineux
 parfaitement orienté et polarisé. De la justice à tout
 malin - Les 2 lames sont taillées de façon que le
 plan de vibration soit à 90° du plan de la section de
 l'autre: polarisation et analyseur.

Si entre ces 2 lames on intercale un cristal autre
 que uniaxial: la lumière est retardée, car la lame
 cristalline qui est convergente a fait tourner l'angle
 du rayon qui passant -

[Si l'axe uniaxial et l'axe de la lame perpend
 au ou via les lames] on feraient tourner le
 plan on peut le mesurer -

4 positions d'extinction et de clarement - les figures
 sont caractéristiques de chaque système cristallin

Chaleur

Les rayons calorifiques sont les infrarouges du spectre -
Ils se manifestent par la dilatation des corps.
Idéalité physique entre les rad. calor. et leur. en diffèrent
que par leur long. d'onde.

mêmes propriétés des cristaux par la chaleur comme
par la lumière certains cristaux et liquides -

Corps transparents, tous liquides ou opaques à la chaleur -
Sel gemme diatherman. - quartz double -

Propagation de la chaleur dans les cristaux -

Cristaux transparents à la chaleur

si isothermes. Propag. de la chaleur se fait dans la direction
Les surfaces isothermes sont des sphères - c'est l'isothermie calorifique
si autre syst. que le cubique ou tétraédrique -
une à l'autre des 2 rayons qui aboutissent au
point (I et II)

$$I = I_0 \left(e^{-\frac{k}{v} z} + e^{-\frac{k}{v'} z} \right) - \text{surface du second d'}$$

de même un rayon ord. et 1 autre ord. mais en général
les vibrat. calorifiques subissent d'autres modif. que
le doublement. Leur long. d'onde diminue en corps chauffés
fait par insertion des rayons lumineux
cristaux transparents ou opaques à la chaleur

Les rayons calorifiques se subdivisent en une infinité.
en A arriveront successivement en qd nous d'un rayon
La temp. va augmenter - La chaleur se propage petit
à petit. - On a étudié la propagation de la chaleur
Les surfaces isothermes sont des ellipsoïdes homostatiques
cette an. - leurs éléments de symétrie sont ceux du cristal.
Temp. expériment. Serarmont perfectionnée par Gauguier
on fait une face cristalline. on en fait la lame



d'une couche de nit et met une source de chaleur au centre - pour la 3^e p^{te} npt pour les deux p^{tes} avec axes pour on des axes - pour la 3^e dernière on a typ une ellipse -

Lausette à mes en cu d'une que la direction moléculaire du cristal est parallèle au coup de la conductibilité moléculaire parallèle aux plans de clivage

Dilatation difficile à étudier chez les cristaux.

Procédé de Fizeau on chauffe une lame cristalline et on slide les verres de l'éprouvette de cette lame disposée sur un plan réfléchissant. Au microscope on voit deux phénomènes d'interférence : un arc de newton.



On chauffe et on voit les anneaux s'écarter (au micromètre) l'échelle pour on par les ordres de la mesure a varié $\frac{a}{\Delta}$ est allongé.

On constate qu'il n'y a pas un coefficient de dilatation des corps cristallins et que avec les directions. Si l'on prend 3 axes de coordonnées x, y, z on trouve les coef de dilat sont α, β, γ d'un point de l'espace on chauffe à t° . la pt n'est quel que $(\frac{1}{\alpha} a)(1 + \alpha t) = x'$

$$(\frac{1}{\beta} - b)(1 + \beta t) = y'$$

$$(\frac{1}{\gamma} c)(1 + \gamma t) = z'$$

le coef. de dilat $\frac{dL}{dt}$ n'est pas constant. est vrai de plus pour les corps cristallins. A diam^t $a = 42^{\circ}$. $a = \text{une}$ l'origine de un -40° . - -

a partir de là ils deviennent n'y a plus - la cristalline raccourcit - c'ya une t° critique - En on cherche qu'elle que devient on spher la partie de l'onde on constate qu'elle n'est spher que chez les cubiques. Et plus souvent elle est des ellipsoïde de 3 axes révolution de les axes - qnd de la bière - éléments de symétrie = ceux du cristal - on peut

trouver des surfaces plus compliquées. hyperbolai de substances pour lequel le coef de dil est —
Calculé. si l'coef de dil revient une fois l'air qui fait un angle α avec l'axe l'écran

$$L = 0,0000264 \cos^2 \alpha = 0,000053 \sin^2 \alpha.$$

$$\operatorname{tg}^2 \alpha = \frac{0,0000264}{0,000053} \quad \alpha = 65,59'$$

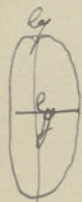
A.

a cet angle le coef est nul — ~~on dit~~ en d'ice all est négative —



on s'explique ce qui se produit qd on chauffe un corps cristallin. Les milieux double de plaques et le syst. cristallin et les phénomènes optiques peuvent changer —

On s'explique où la position des axes d'élasticité est déterminée par les axes de symétrie, ces axes conservent leur position — à moins que la t° augmente le coef. de dilat. puisse varier sous lequel il y ait aucune relation entre ces axes et les dimen. n° lp = lg. ellipse de révolution devient sphère —



Il se remet, presque le forme de l'ellipsoïde change, la position des axes optiques change aussi avec la t°. devant le gypse monoclinique

axes opt. de la plaque font entre eux un angle de 54° on le chauffe ces rapprochent et on va jusqu'à un angle de 90° l'angle des axes est nul : unisse mais il s'est unisse que nécessairement que pour les diff couleurs du spectre — Si l'on continue à chauffer ils s'écartent de nouveau —

Si un plan perpendiculaire à l'axe de révolution de l'ellipsoïde se représente par un plan orthose. le plan est d'origine les axes s'approchent le cristallin devient uniaxial positif. Les axes s'écartent de nouveau de la plaque perpendiculaire. mais on le reprend un certain t°, les axes

restent de leur position l'orthogone est déformé.
 orthogone à distance ordinaire l'angle à une forme fermée
 de l'orthogone est une surface pour une surface
 indéfinie - entre le rayon et le plan

Les axes courent avec le même rayon - pour l'orthogone
 ordinaire - à 180° $EE = 160$ } de la plonge
 42° 5' $EE = 0$
 à 100° $EE = 30$ de la plus perpendiculaire
 à 200° $EE = 46$
 à 300° $EE = 59$
 à 343° $EE = 64$ non renversée

Les orthogones naturels qui ont des angles de 90 sont
 des cristaux qui ont été mis de 90 degrés de
 ces lignes vol coniques

Chaque spécifique

Méthode du calorimètre - Étudié pour déterminer de
 les milieux isomorphes n'ont aucun des effets de l'effet
 cela n'a pas donné qd chose
