

# La composiziun da la materia

Autor(en): **Schaumann, Hilda**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Annalas da la Societad Retorumantscha**

Band (Jahr): **49 (1935)**

PDF erstellt am: **17.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-205620>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

---

---

# LA COMPOSIZIUN DA LA MATERIA

Da dra. Hilda Schaumann, Guarda



## CUNTGNÜ

1. Introducziun . . . . .	234
2. Davart reacziuns chemicas e las moleclas . . . . .	236
3. Gas, liquids e cristals . . . . .	243
4. La structura da l'atom . . . . .	247
5. Chemia e fisica . . . . .	252
6. Davart la radioactività ed il minz d'atom . . . . .	259
Glista dals terms technics . . . . .	268
Literatura . . . . .	269

## Duos plets ouravant

Il preschaint artichel voul esser incelejantaivel per minchün, pustüt lura per quels chi han fat o sun per far üna maturità. El dà üna survista dals resultats obtgnüts da fisica e chemia cul stüdi da la materia. A listess temp vuless el comprovar cha temas scientifics pon (s'incleja!) gnir trattats in rumantsch güst usche bain sco in tschellas linguas.

Amo üna proposta regard la lectura. Nu a's tgnair sü vi da pitschnas difficultats dimpersè lejer be adüna inavant a fin, davò metter d'üna vart l'artichel, stübgjar sperapro forsa sur l'üna o l'otra novità letta, ed il tour pro darcheu üna jada ch'i's ha propi buonder.

## 1. Introducziun

La materia as preschainta a noss sens illas fuormas las plü multifarias. Eppür la chemia ans muossa cha per la construcziun da tuot ils corps dal muond, inclus ils cumplichats organissemms vivaints, stan a disposiziun be novantiduos differentes materials o „elemaints chemic's". Il calcium cha nus avain aint ill'ossa, sco t. o. eir il fier e l'idrogen\*) as rechattan medemmamaing sül sulai e sün otras stailas. I nu paress neir cha p. ex. la porcellana, l'alumin acetic ed il rubin

---

\*) Per expressiuns na cuntschaintas mera la glista a la fin.

cuntegnan da comün l'elemaint alumin, quel metal liger. E che pitschna sumaglientscha ch'id ais tanter las listessas substanzas chemicas in differents stadis fisicals, sco tanter il glatsch, l'aua e la vapor d'aua. Chi mâ ingiaviness cha la fulia ed il diamant sajan tuots duos spür carbon! Els as disferenzcheschan unicamaing tras la structura interna da cristal. — Ma la fisica, chi analysescha la materia amo plü a fuond co la chemia, cognuoscha hoz dafatta be quatter spezchas da materia differentas, da las qualas sun composts da lur vart ils novantiduos elemaints. —

Ma che ais quai vairamaing, ün elemaint chemic? La materia d'ün elemaint ais tras e tras omogena, q.v.d. sias plü pitschnas particlas as sumaglian tuottas in tuot lur qualitats. Quaistas particlas sun ils atoms. (Grec: atomos = na tagliabel.) Els han ün diameter d'incirca  $\frac{1}{100\,000\,000}$  centimeter (scrit plü cuort  $\frac{1}{10^8} = 10^{-8}$  cm), e paisan  $10^{-24}$  fin  $10^{-23}$  gram. I dà dimena 92 differentas sorts dad atoms. Ün atom sulet ais massa pitschen per avair ün effet observabel sülla glüm cha nus büttain sün el per il verren. A noss ögls restarà'l adüna invisibel, eir aint il melder microscop. Els atoms tradischan pero lur natüra tras bleras otras acziuns. In seis principi, la fisica derivaiva las ledschas natüralas cun observar la materia cumplessiva, sco p. ex. las stailas in lur cuorsas. Hoz registrescha ün in blers experimaints las acziuns d'atoms singuls. Dalander il fisiker as constrüit ün model, ün'imagna da l'atom chi, tenor quellas prümas ledschas „classicas", avess güsta da causar ils effects observats vi da l'atom real. Plü bleras datas experimentalas cha nus ramassain, e plü bain cha nos model rimplazzarà l'atom s'vess. Nun invlüdain pero, cha l'atomistica ais adüna be in cas da pratchar cun models. Da quaist'impussibilità da far la cognuschentscha persunala da l'atom s'ais sco ün pa dischillus. Ma che vuol quai dir: cognuoscher? Cur ch'eu di: Eu cognuosch a quel uman, schi nu quint eu sü diversas qualitats bunas e noschas, ma eu manai cun quai ch'eu sapcha che ch'el fess suot diversas circumstanzas. Ed uschea bastess que eir da descriver l'atom tras seis agir, e scha nus savessan predir quel per mincha situaziun pussibla, alura cognuschessan nus l'atom tuottafat — ma da quella eschan amo dalöntschi! Da las acziuns as po conclüder, per mez da las ledschas, sün las qualitats, e quaistas attribuin nus lura al model da l'atom. Scha las conclusiuns o las ledschas applichadas eiran fosas,

sto gnir modificà il model, chi davo servirà darcheu sco guida al fisiker teoretic e pustüt a l'experimentadur fin a la prossma vouta cha ils resultats da teoria ed experimaint nu coincidaran. —

La fisica e la chemia han tuottas duos la mira da perscrutar la materia in perseguitand las ledschas chi la redschan (exceptuadas, f o r s a , quellas püramaing biologicas). La chemia stübgia la cumposiziun dals corps our dals elemaints, ed ella ha stabili indumbrablas reglas per las reacziuns d'elemaints e da substanzas compostas tanter pèr. La fisica invezza ais la plü universalada da las ciencias natüralas. Ella sto tant bain esser buna da render quint dals fats chemics co d'interpretar la glüm chi ans pervain da las stailas. In seis svilup la fisica ais rivada hoz pro'ls atoms. Sül „Perche?“ da la chemia savarà la respunder, cun perscrutar la structura da l'atom. Sül „Perche?“ da la fisica sarà in cas da dar resposta, scha mai üna scienza, schi tuot al plü la filosofia. Quia eschan nus al cunfin dal reginam da la materia. Eir quel dal spiert sarà suottamiss a ledschas rigurusas, ma nossa radschun nu stenda a chapir la logica metafisica.

## 2. Davart reacziuns chemicas e las moleclas

Guardain ün pa che chi succeda pro üna reacziun chemica, p.ex. pro'l process da l'arder, la c o m b u s t i u n . Nus savain cha per arder alch voul que ajer. Che ais l'ajer? El ais ün masdügl dals elemaints nitrogen (simbol chemic: N) ed oxigen (O) a quatter parts sün üna, cun aint amo 0,03 % acid carbonic (plü bain dit: dioxid da carbon), vapur d'aua, e pac oter plü. Ebain, la chemia muossa ch'id ais be l' o x i g e n aint il ajer chi reagescha cul „combustibel“, cha mincha combustiuon ais perquai ün' o x i d a z i u n . Il nitrogen ais ün elemaint vaira passiv.

Il charbun ais bod carbon (C) spür. Davo ars ais el dvantà il dioxid da carbon. Quaist gas cunsista our da pitschnas gruppas isoladas dad atoms, illas qualas sun adüna colliats duos atoms oxigen O cun ün atom carbon C. Üna tala gruppa da plüss atoms ha nom üna m o l e c l a . La molecla dal dioxid da carbon po dimena gnir scritta: CO<sub>2</sub>. (La cifra al pè d'ün simbol indicha il numer dals atoms da quel elemaint, l'ün vain omiss). L'acid carbonic CO<sub>2</sub> apartegna pro las uschedittas c o l l i a z i u n s c h e m i c a s . Quaistas sun omogenas be infin a la molecla: lur plü pitschen rapreschentant ais üna molecla, sco quel dals elemaints ün atom (pag. 2).

Ils combustibels vegnan ars per prodüer chalur, chi ais cuntschain-tamaing üna fuorma d'energia. Già cha l'energia ans occuparà ambler, vulain güsta far ün pèr remarchas generalas in merit, cumbain chi saran forsa ün pa lungurusas. Tenor la ledscha da gravitaziun, corps s'attiran vicendaivelmaing cun üna forza proporziunala al prodot da lur massas ed inversamaing proporziunala al quadrat da lur distanza. ( $f = \frac{m_1 \times m_2}{d^2}$ ). La ledscha per la forza attráctiva tanter chargias electricas da segns opposts ha precis la listessa fuorma: las chargias rimplazzan las massas. (La repulsiun tanter chargias dal medem segn ais eguala, be da direenziun opposta, a l'attracziun cor-respuondenta.) — Ün corp expost a talas forzas d'attracziun posseda adüna energia. Quai segua dal fat cha i's po g u a d a g n a r energia dad ün corp accelerà tras ellas, p. ex. energia electrica da l'aua chi crouda sülla turbina d'ün implant electric, seguind a l'attracziun tanter ella e la terra. Il „princip da la conservaziun da l'energia“, chi ais fundamental per tuot las ciencias natüralas, disch nempe: la quantità totala d'energia aint il muond resta constanta. Otramaing dit: ün quantum d'energia po müdar fuorma, ma bricha nascher our d'inguotta o svanir our dal muond. L'energia cinetica (= energia da movimaint) da nos corp accelerà, tuotta disponibla sco l a v u r prestada aint illas diversas maschinas, chi la transfuorman in chalur, energia electrica, energia mecanica e. u. i., as sto dimena avair rechattà aint il corp fingià avant. I l'ha missa aint güsta quella forza chi ha lontanà il corp dal center d'attracziun, prestand lavur, v. d. s p e n d a n d energia. Il corp accumulescha quaista lavur sco uscheditta energia p o t e n z i a l a. Pensain be sün la corda dad ün balaister. Plü ferma sia tensiun (= la lavur cunter la forza chi tira inavo) e plü granda sia provisiun d'energia potenziala, ch'ella transmitta lura a la frizza la dand l'impuls da svolar. L'expressiun per l'energia cinetica ais:  $\frac{1}{2} m \times v^2$ ; m significha la massa dal corp, v sia velocità. Mettain darcheu l'aua chi fa ir la turbina dal generatur electric. Sia energia da movimaint equivala precis la perdita d'energia potenziala cha l'aua ha subi sün sia caduta gio dal reservoir, chi haja l'otezza h sur la turbina. L'attracziun da la terra dà a mincha corp sün terra l'acceleraziun g. Il p a i s dal corp ais il prodot da sia massa m cun g:  $m \times g$ , que chi ais üna forza. La lavur as definischa seguaintamaing: lavur = forza  $\times$  via dal corp in (lavur da guadagnar) o incunter a (lavur da prestar) la direenziun da la forza. L'energia potenziala ais sco dit eguala

a la lavur prestada in dumanda. Uschea vezzaina a la fin:  $\frac{1}{2} m \times v^2 = mgh$ ; in nos exaimpel l'energia cinetica cha l'implant po transmüdar in da quella electrica crescha cull'otezza dal reservoir d'aua sur la turbina e culla quantità da l'aua.

Quia vulain nus güsta agiundscher duos pleds davart la stabilità in gener. Ün corp ais in ün stadi stabel fintant ch'el sulet nun ais bun da müdar quaist stadi, v. d. si'energia. Da che dependa la stabilità d'ün corp? Prüma da seis cuntgnü d'energia. Plü bler ch'el and posseda e plü intraprendent ch'ais il corp; el ha la tendenza da spender si'energia. Quai ais be ün'otr'expressiun pel fat ch'ün corp segua a la resultanta da las forzas a las qualas el ais expost. Cur cha quaista resultanta ais nolla, schi ais el aint il equiliber, chi po apunto esser plü o main stabel. As deliberar d'energia po il corp dimena pür cur ch'i as preschainta üna forza implü chi'l fa perder l'equiliber. E nus inclejain cha la stabilità ais tant plü granda, plü blera lavur cha la forza sto prestar per obtgnair quai. Nus ans manglain be rapreschentar ün crap süsom ün spi, que chi sche-

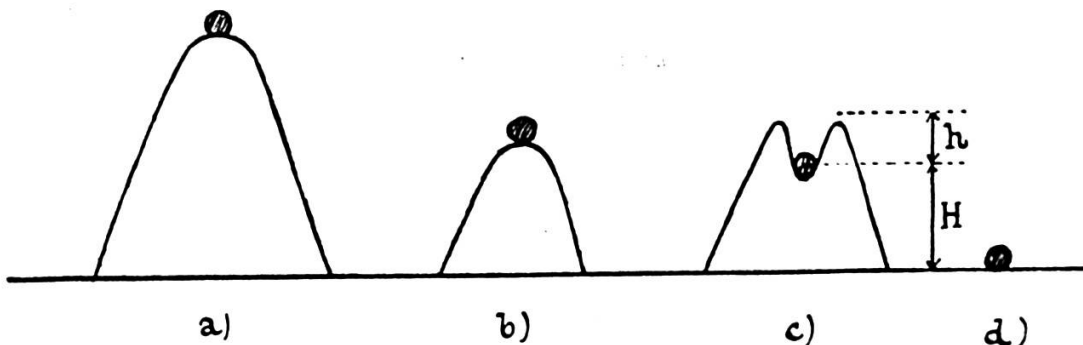


Fig. 1

matisescha la figüra 1. Illas situaziuns a) e b), il crap ais in ün equiliber labil, siand be debelin il stumpel ch'i vuol per ch'el detta gio, seguind a l'attracziun da la terra. In b) il crap ais plü stabel co in a), per avair plü paca energia potenziala vers la terra, in c) ais el in ün equiliber stabel, perche il stumpel chi'l fa crodar sto esser vaira ferm: ün sto prestar la lavur pais  $\times h$  ant co pudair guadagnar la lavur pais  $\times (H+h)$ . In d) neir la plü granda forza nu füss buna da privar il crap da l'equiliber. In quaista posiziun (quaist „stadi“) ais el dimena usche stabel sco pussibel. —

Id eira discuors da la chalur. Ebain: la chalur d'ün gas nun ais oter co energia cinetica. Las moleclas (o atoms) d'ün gas svoulan

nempe da piz a chantun sün vias rectilignas, i müdan lur direcziun be tras collisiuns elasticas tanter pêr e cunter üna paraid. La temperatura ais directamaing proporziunala a l'energia cinetica  $\frac{1}{2} m \times v^2$  da quaiست movimaint translatori ( $m =$  la massa d'üna molecla,  $v$  sia sveltezza). Cun  $0^\circ$  Celsius las moleclas  $\text{CO}_2$  viagian cun üna velocità media da 361 meters per secunda.

Quaistas moleclas inquietas fan pero sper la translaziun amo duos otras sorts da movimaints. Prüma, ils atoms d'üna molecla vibreschan sco penduls intuorn lur distanza d'equiliber — sco schi füssan rantats ün vi da tschel cun pennas spiralas elasticas. L'energia da quaistas oszillaziuns ais cura cinetica, cura potenziala. (Que ais uschea pro mincha pendul, p. ex. quel da l'ura: ourasom ingio ch'el tuorna ha'l be energia potenziala, immez be energia cinetica da la listessa grandezza.) Seguonda, la molecla fa adöver da sia libertà da's volver intuorn sai svesa. Quaistas rotaziuns han ün'energia cinetica. Las duos ultimnomnadas energias internas d'üna molecla sun pero pitschnas in congual cun las energias proprias da seis a t o m s. L'energia atomara gnarà trattada aint il prossim chapitel. Dürant üna collisiun na elastica, atoms e moleclas inters-chamgian, v. d. spartischan oura otramaing, energias d'üna o da plüssas da lur diversas provisiuns. Il mecanissem da las collisiuns e da la transmissiun da l'energia tanter atoms e moleclas in reacziuns chemicas vain stübigià hoz da fisikers e chemikers cun tuot ils mezs experimentals e teoretics. Amo bainquants problems restan qua da schoglier. —

L'unità da la chalur, üna „caloria“, ais quel quantum da chalur ch'i vuol per s-chodar ün gram d'aua da  $14.5^\circ\text{C}$  sün  $15.5^\circ\text{C}$ . Quaiست'energia ais eguala a la lavar ch'ün sto prestar per dozar d'ün meter 427 grams (o da 427 meters ün gr; otramaing dit: 1 caloria = 427 grammeters). Ün kil dal melder charbun (antracit, 93 % carbon) prodüa tras si'oxidaziun cumpleta 8300000 calorias. Pro la fuormaziun d'üna molecla  $\text{CO}_2$  vain dimena transmüdada bain bler'energia atomara in energia cinetica da translaziun, v. d. in chalur externa. I dà otras reacziuns ingio ch'ella ais guadagnabla invezza sco energia electrica. Talas moleclas chi in as constituind spendan energia (= uschedittas moleclas exotermas) ston dimena esser bain stablas, perche per las desdrüer avain nus da spender lur energia da fuormaziun.

Id exista amo ün oter prodot d'oxidaziun dal carbon. Quai ais quel gas tös-chantà (tant plü privlus per nu savurar bricha) chi as fuorma p. ex. cur ch'üna pigna nu „tira“ inandret, v. d. cha l'ajer frais-ch nu po bain gnir nanpro pro'l charbun. In mancanza d'oxigen avuonda, ün atom carbon C as collia be cun ün atom oxigen O. Quaist gas, il mon oxid da carbon, ha dimena la fuormla CO. El ais eir el üna colliaziun exoterma, ma sia chalur da fuormaziun importa be ün terz da quella dal dioxid. Nus vezzain: fintant ch'i nun ais intuorn ingün atom O liber, las duos moleclas CO<sub>2</sub> e CO sun stablas tuottas duos. Ma s'avicinand ün atom oxigen, la molecla CO l'anectescha subit perdand tschels duos terz da l'energia da fuormaziun da la molecla CO<sub>2</sub>, invezza cha quaist'ultima resta in seis equiliber. Perquai il dioxid da carbon ais la colliaziun plü stabla dals duos oxids — el posseda plü pac'energia.

I dà pero eir moleclas chi spendan energia cun p e r d e r ün atom. Quellas c o n s ü m a n dimena energia (chi als vain sporta da l'ambiant sco chalur o glüm o tras scossas electricas) per as fuormar; ellas sun sco ch'i's disch endotermas. Talas moleclas sun adüna prontas a's decompuoner, as rechattand in ün equiliber labil. L'aua oxigenada, chi ha la molecla H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (H = idrogen), and ais ün exaimpel. Tenor noss'experienza l'aua ais üna colliaziun fich stabla. Sia molecla H<sub>2</sub>O ha pac buonder da tour sü amo ün atom oxigen; siand il cuntgnü d'energia da la molecla H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> plü grand, la molecla H<sub>2</sub>O farà quai be sforzadamaing, in absorband (consümand) l'energia mancanta. La H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> profitarà perquai da mincha stumpel ligerin per as transfuormar in: H<sub>2</sub>O + O; id ais quaist atom oxigen loc chi ha l'effet desinfectant da l'aua oxigenada.

Chenünas quantitats d'energia interna chi pon gnir deliberadas pro la decomposiziun d'üna molecla endoterma ans ais cuntschaint tras la nitroglicerina. Quaista colliaziun organica ha la molecla cumplichada C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>. I basta üna squassada per ch'ella exploda, v. d. cha mincha molecla as disfetscha tenor il seguaint paragun chemic: C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub> = 3 CO<sub>2</sub> + 2 H<sub>2</sub>O + H + O + 3 N. (Il d i n a m i t ais nitroglicerina cun masdà pro ün tschert siblun, chi ha be dad impedir ch'ella exploda tras il spür consquass.) Tras l'explosiun ün kil da nitroglicerina generescha 1480000 calorias. Quaista chalur causescha la pressiu considerabla dals gas fuormats (dioxid da carbon, vapor d'aua, nitrogen) tratta a nüz aint illas minas. La p r e s s i u n dad ün



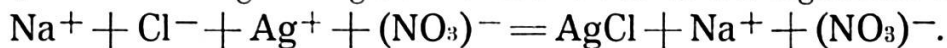
gas ais simplamaing la somma da tuot ils impuls cha ün cm quadrat da la paraid tschüffa da las moleclas ch'el reflectescha infra üna secunda. Uschea resulta ella proporziunala al quadrat da la velocità moleculara, ed inultra eir al numer da las moleclas per cm cubic (= a lur densità). La pressiun crescha dimena, precis sco la temperatura, cun l'energia cinetica cha las moleclas fuormadas survegnan tras la decomposiziun da lur molecla „materna“, chi ais in quaist cas quella  $C_3H_5(NO_3)_3$ . —

Pro la combustiun da substanzas organicas, chi cuntengnan tuottas l'elemaint carbon, as fuorma adüna dioxid da carbon e pel solit eir aua. Quaists duos prodots d'oxidaziun as rechattan medemmamaing aint il flà exspirà. Per pudair respirar avain nus dabsögn be da l'oxigen aint il ajer. La respiraziun ais dimena eir ella üna simpla combustiun. La chalur ch'ella prodüa s-choda nos corp. Il monoxid da carbon ais tössi perquai ch'el, in sia tendenza vers stabilità, piglia davent als corpusculs cotschens dal sang l'oxigen ch'els avessan da derasar pel corp intuorn. —

Aint il chapitel 5 incelejan nus perche cha vairamaing güsta aint illas moleclas  $CO_2$  e  $H_2O$  ils atoms tegnan insembel usche claus, invezza cha la  $H_2O_2$  para dad avair ün atom da massa, la  $CO$  ün atom massa pac. Quia vulain uossa be amo dir ün pa co cha moleclas pon „tschüttar oura“. Ils atoms ans rapreschentain nus per intant sco cullinas düras d'alchüns  $10^{-9}$  centimeters grossezza. L'atom idrogen H paisa  $1,663 \times 10^{-24}$  grams, l'atom carbon C 12, e l'atom oxigen O 16 jadas daplü. Ils atoms da la molecla  $CO_2$  stan in lingia gualiva, cul atom C immez. La distanza d'equiliber tanter il C ed ün O ais  $9,75 \times 10^{-9}$  cm. La molecla  $H_2O$  nun ais bricha rectiligna: las duos distanzas egualas tanter l'atom O ed ün H, chi importan  $10,7 \times 10^{-9}$  cm, rinserran ün angul da  $64^\circ$ . Cun che exactezza cha la fisica sa masürar quaistas particlas invisiblas! Eir da moleclas organicas cumpostas da blers atoms ha ün fingià pudü stabilir models. Ils ses atoms C da la molecla  $C_6H_6$  dal benzol p. ex. fuorman ün rinch serrà; vi dad els pon esser tachats in otras colliaziuns impè dals atoms H oters atoms o magari interas gruppas separadas da tals. —

A la fin vulain güsta amo descriver ün experimaintin cha minchün po facilmaing far svesa. Il solit sal da cuschina as constituoscha our dals elemaints natrium Na e clor Cl, el ha la fuormla NaCl. Sco

cha nus vezzeran aint il chapitel 5, las moleclas dals sals, acids e basas ed otras colliaziuns sun cumpostas dad atoms e cumplexs d'atoms chargiats d'electricità, dad uschedits ions. L'aua ha la proprietà (chi sta in cunnex cun la fuorma angulusa da sia molecla) da spartir quaistas moleclas in lur ions. Nus alquantain ün zich NaCl in ün zenin d'aua. In quaista soluziun noudan uossa ils ions positivs  $\text{Na}^+$  e negativs  $\text{Cl}^-$ . In ün oter zenin alquantain ün pèr granins da peidra infernala, chi cunsista d'argient (Ag), nitrogen ed oxigen:  $\text{AgNO}_3$ . Quaista molecla vain decumposta aint ill'aua i'ls ions  $\text{Ag}^+$  e  $(\text{NO}_3)^-$ . Davo svödain üna soluziun pro tschella, e subit vezzain nus a's fuormar ün precipitat alb insolubel, chi ais üna colliaziun nouva, il clorid d'argient AgCl. La reacziun as scriva seguaintamaing:



Scha nus fain üna filtraziun tras ün toc palperi d'sdratsch, ils ions  $\text{Na}^+$  e  $(\text{NO}_3)^-$  passan cull'aua tras il filter, l'AgCl bricha. Il filtrat mettain d'vart in ün magöl. A masüra cha l'aua and svapurescha, creschan our da la soluziun cristallins romboedrics da  $\text{NaNO}_3$ , il cuntschaint salpeter da natrium. Per quaist scopo il magöl sto pudair star bain salda, in ün lö fraid da temperatura constanta. Vi dal clorid d'argient alb aint il zenin observain intant ch'el müda svelt culur: el dvainta blauaint fin grisch-plom. Ma sch'el füss da prüm innan stat bain reparà da tuotta glüm restaiva'l alb. La glüm decumpuona l'AgCl in  $\text{Ag} + \text{Cl}$ ; plü blers atoms Ag chi vegnan libers, v. d. plü intensiva chi ais la glüm, e plü s'ins-chürischa il precipitat. (Be la glüm cotschna nun ha ingüna, quella blaua ed ultravioletta han per-cunter la plü grand'energia da desdrüer las moleclas sensibilas.) Nus vezzain in che cha cunsista la fotografia. Aint illa gelatina da plattas e films sun spars granins finins da clorid d'argient (o hozindi pelplü da bromid d'argient, AgBr, chi ais amo plü sensibel cunter la glüm; il brom Br ais ün elemaint paraint al clor). La platta fotografica mangla gnir exposta a la glüm be ün mumaintin. Pür il sviluppadur renda lura visibla la decumposiziun da l'AgBr aint i'ls lous tocs da la glüm, in la fand resortir tras ulteriurs process chemics. Finalmaing il sal fixativ allontanescha our da la gelatina il bromid d'argient na sfat, per cha il negativ nun as possa plü müdar suot l'influenza da la glüm.

### 3. Gas, liquids e cristals

Ant co passar a la descripziun detagliada da l'atom sves, vulain nus amo verrer a la svelta che sorts da corps in gener cha las moleclas (inclus ils atoms) san constituir. Noss sens disferenzieschan trais uschedits stadis d'aggregà da la materia: quel solid, liquid, e gasus. Per mincha colliaziun (ed elemaint) sun pussibels tuots trais stadis; in chenün ch'ella as rechatta güsta, dependa da temperatura e pressiu regnantas. La natüra moleculara da quaists duos facturs importants ais gnüda elucidada plü bod; quia ans manglain algordar be da lur significaziun d'imminchadi.

Üna pressiu ais üna forza, p. ex. ün pais, sün ün plan. Nusoters vivain suot üna pressiu cunsiderabla cha nus nu badain gnanca plü, nempe quella da l'ajer. Al livè dal mar ün cm quadrat orizontal ha da portar la culonna d'ajer verticala sur el (ota sco l'atmosfera totala), chi paisa dafatta ün kil abundant. Quaista pressiu gnit fixada sco unità da la pressiu e nomnada „ün'atmosfera“. Üna culonna dal listess pais e basa ma fatta our d'argient viv ha ün'otezza da be 760 mm. Id ais commöd d'exprimer la pressiu d'ajer, chi varie-scha fich cul lö e cul temp (aura!), tras l'otezza da la colonna d'argient viv equivalenta, sco ch'i dvainta aint ils barometers. Sün 1800 m sur il mar la pressiu media da la stà importa be amo 610 mm.

Davart ils corps gasus as pudess quintar ter bler. Ma nus nu vulain bricha ir massa in extais. Cha las moleclas d'ün gas svoulan intuorn, fand da tuottas sorts movimaints e collisiuns, savaina fingià. Remarchabel aise eir cha differents gas, serrats aint in volums equals, possedan il medem numer da moleclas, tuot independentamaing da quants e chenüns atoms cha quaistas as cumpuonan — premiss cha ils gas stettan tuots suot la listessa temperatura e pressiu. Suot 0° C ed ün'atmosfera (760 mm) p. ex. as rechattan aint in ün cm cubic  $2,7 \times 10^{19}$  moleclas. In quel cas la distanza media tanter lur centers (ch'els müdan lö o bricha) ais dimena  $33 \times 10^{-8}$  cm = var desch diameters d'atom. Plü ferm ch'ün gas vain squitschà insembel, cumpress, e plü cuorta cha quaista distanza dvainta — fin cha il gas, in as cundensand, as transfuorma in ün liquid; per quaist scopo la temperatura sto pero esser bassa avuonda. Vapurs sun gas chi as cundenseschan facilmaing. Sur la surfatscha da liquids aise adüna vapor, v. d. svoulan moleclas libras. Lur numer crescha culla temperatura dal liquid. Cur cha la pressiu da quaista vapor ais güst usche

ferma sco quella da l'ajer „cunter“ la quala ella as sviluppa, alura as disch cha il liquid buoglia. Al livè dal mar suot 760 mm pressiuin d'ajer, l'aua cumainza a buglir cun  $100^{\circ}$  C, sün 1800 m bastan  $94^{\circ}$  C per cha la pressiuin da sia vapor eguala 610 mm, e sül Mount Everest 8840 m, l'aua bugliainta nu vain dafatta plü choda co be da  $66^{\circ}$  C (pressiuin 200 mm).

Il fat cha las pressiuinis da gas e vapurs sun proporziunalas a la temperatura gnit trat a nüz t. o. aint ils vaiders da Bülach. Il vaider cun aint la frütta be cotta, vapor d'aua ed ajer vain serrà. Il cuntgnü as sfraidand, l'aua as cundensescha e la pressiuin dadaint chala. Tras quai la pressiuin d'ajer externa tshüffa il suraman e smacha il vierchel cunter il vaider, impedind uschea l'entrada dad ajer na steril. —

Aint ils liquids las moleclas sun circa desch voutas plü daspera üna a tshella co aint ils gas. Sün quaista distanza as fan fingià valair las forzas d'attracziun chi existan adüna eir tanter atoms na chargiats, ma chi sun listess d'origen eléctrica: las uschedittas forzas da coesiun. La chalur necessaria per svapurar ün liquid nun ais oter co la lavur ch'i vuol per survendscher quaiattracziun, in dozand l'energia cinetica da las moleclas: tras quai saran ellas vieplü bunas d'as deliberar our dal liquid. Pro'ls gas, opposts als liquids, las forzas da coesiun sun plüchöntschi debblas; per far „tachar insembel“ las moleclas da l'idrogen (= il liquefar) la temperatura nu dascha surpassar  $240^{\circ}$  C suot nolla, ed a listess temp l'idrogen sto gnir suottamiss ad üna pressiuin d'almain 12,8 atmosferas. — Las moleclas d'ün liquid pon amo as smouver bainet immez la fuolla aint ed eir müdar lö. Aviand adüna üna tsherta temperatura, fan eir ellas, sco quellas d'ün gas, ün „movimaint termic = da chalur“, ma i nu vegnan d'avanzar tant ün grand toc, lur collisiuns nu sun usche fermas ed elasticas. Quaistas ultimas impedischan apunto las particlas d'ün gas da seguir a la gravitaziun attractiva da la terra, invezza cha ils corps liquids implan oura ün spazi disponibel in listess möd sco, mettain, tantas cullinas da fier ün zich magneticas. — Dal reist la cunstituziun interna dals liquids füt amo relativamaing pac perscrutada. Bliers, sco l'aua, han la tendenza da fuormar „barluns“ chi cunsistan our da plüssas moleclas tachadas aint tanter dad ellas. —

Bler plü cuschidraivla co aint ils liquids ais l'attracziun vicendaivla da las moleclas aint ils corps solids, da möd cha quaiests mantegnan lur fuorma independenta da lur collocaziun relativa a la gravitaziun.

Per part s'incleja quai tuot bain, perche ils blers cristals sun fats our dad ions (pag. 9) e tegnan dimena insembel tras fermas forzas electrostaticas. Per las substanzas püras (il lain, la charn ect. sun masdügls) stadi solid significha nempe stadi cristallin. Ün'exepziun fa il vaider, chi nun ais bricha cristallisà, ma el as cumporta eir uschigliö plüchöntsich sco ün liquid fich vis-chus.

Ün cristal ans sforza adüna darcheu ad admirar la natüra: sia simmetria documentescha usche bain cha la natüra proceda tenor ledschas exactas. Il plü suvent inscuntrain nus ad üna stailina da naiv o magari a da quels bels cristals da muntagna. Üna simmetria plü simpla e perquai plü ota han ils cristals da nos sal da cuschina NaCl, chi sun dads. Quels creschüts our d'üna soluziun nu gratajan pel solit tant bain. Cur ch'il dschermuogl d'ün cristai nu chatta la pussibilità da crescher listess svelt da tuot las varts, il dad p. ex. püdess gnir plü lung co larg o ot — ma quai nu perturba nimia la simmetria dal cristai, siand cha tuot seis plans mantegnan immincha cas lur pendenza vicendaivla: qualunque bloc dal NaCl ais rectangul.

Que s'incleja cha la simmetria exteriura d'ün cristai ais predeterminada tras sia structura interna. Intant cha dadaint ils liquids regna il disuorden, aint in ün corp cristallin mincha atom tocca in ün lö fix, e tuots insembel sun lovats regularmaing. Las reglas da lur plazza-maint varieschan fich tanter las differentas colliaziuns. Las peidras da construcziun dals blers cristals sun sco dit ions. Pro il sal NaCl saran quai quels  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ . Il „giatter“ cubic ch'els fuorman ais disegnà aint illa fig. 2. Ils tschierchels implits dessan rapreschentar

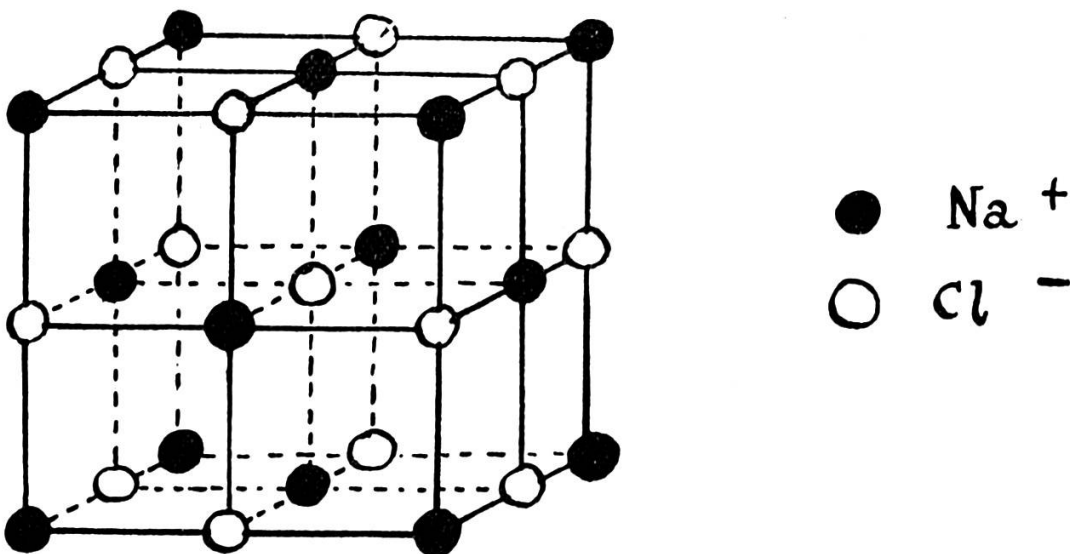


Fig. 2

ils  $\text{Na}^+$ , quels vöds ils  $\text{Cl}^-$ . La distanza dals ions importa alchüns diameters d'atom. Ün dadin sco'l disegna ais l'uscheditta cella elementara dal giatter dal  $\text{NaCl}$ , perche in tuottas ses direzziuns oters tals dadins cunfinan cul prüm: el as repeta trasour il cristal. Pigliain suot ögl l'ion  $\text{Cl}^-$  immez il dad. Seis plü strusch vaschins sun ses ions  $\text{Na}^+$ , nempe quels immez ils ses plans dal dad, chi l'atiran da tuot las varts listess ferm, uschea ch'el sta sco tachà sün sia piazza. Tschels dudesch ions  $\text{Cl}^-$  stan plü dalöntschi, da möd cha lur repulsiun dal  $\text{Cl}^-$  d'immez nun ha ingün effet. Amo plü inoura, süls ot chantuns dal dad, sun darcheu lovats ot ions  $\text{Na}^+$ , e. u. i. Scha nus ans imaginain uossa amo ils vainchises dadins chi includan il prüm schi verifichain cha mincha sulet ion  $\text{Cl}^+$  dal giatter ha precis la listessa posiziun vers seis vaschins sco quel cunsiderà, e plünavant cha quai vala medemmamaing pels ions  $\text{Na}^+$ , ma s'incleja tuot in regard als ions opposts. Ün giatter da cristal fat sü dad ions ais dimena alch bain stabel e dü r. I 'larà bler'energia, sco chalur, per il desdrüer cun alguantar il cristal.

Nus vezzain cha pro las colliaziuns in stadi cristallin la noziun „molecla“ perda il sen, siand cha aint il giatter ün nu po plü differenziar oura gruppas isoladas da plüss atoms. Il tipic per ün giatter da cristal ais bleranzi sia cella elementara, chi til characterisescha tuottafat. Co tschüttarà oura p. ex. quella da nos salpeter da natrium  $\text{NaNO}_3$  (pag. 9). Mettain ün dad da filfier, chi haja pero lisüras da cullas in tuot ils ot chantuns. Sch'ün il stira per duos chantuns lung üna da las quatter diagonalas chi traversan il dad, schi piglia'l la fuorma d'ün romboeder güz, sch'ün il schmacha invece, quella d'ün romboeder splattütschà. La cella elementara dal  $\text{NaNO}_3$  ais ün romboeder güz. Süls ot chantuns stan ot ions  $\text{Na}^+$ . La diagonala schlungunada (l'axa) ais occupada seguaintamaing: süls duos pizs ed i'l center da la cella as rechattan trais ions  $\text{Na}^+$ ; immez tanter duos da quaists aint s'han plachats ils duos atoms da nitrogen N (ün per mezza diagonala), minchün cun seis „trabants“, ils trais atoms d'oxigen O, lovats simmetricamaing strusch intuorn el. L'intera cella cumpiglia dimena nouv ions  $\text{Na}^+$  e duos ions  $\text{NO}_3^-$ . Noss cristallins creschüts our d'üna soluziun da  $\text{NaNO}_3$ , quels sun percunter romboeders splattütschats. Uschea la simmetria da la cella elementara as reflata natüralmaing adüna aint illa fuorma externa dal cristal. E nöglia be quaista, ma dafatta l'inter habitus dal corp as po müdar cun l'arrandschamaint

intern dals atoms: la cella dal diamant ais cubica, quella da la fulia hexagonala, ma tuots duos sun fats our dal listess material, l'elemaint carbon!

I tokess da gnir manzunà amo cha perfin dadaint ils cristals las particlas han ün movimaint termic: ellas vibreschan vi e nan intuorn lur püt da simmetria (lur lö „fix“), cun amplitudas chi creschan culla temperatura dal cristal. Adonta dal ritem cumplichà da las oscillaziuns da tuot ils atoms dal giatter insembel, quaist mantegna seis equiliber e reista intact — ma be fintant cha las amplitudas nu dvaintan massa lungas. Perche apaina cha las particlas vaschinas vegnan da's toccar, il giatter va in bouda: il cristal algua. — Id existan eir pacs cristals chi nun as cumpuonan bricha dad ions, dimpersè dad atoms neutrals o magari da moleclas interas. Lur giatters perdan la stabilità natüralmaing pro temperaturas plü bassas co quèl d'ün cristall solit. —

Interessant aise propi eir, sco ch'ün ha observà be ultimamaing, cha tschertas gruppas, t. o. güsta quellas  $\text{NO}_3$ , sun bunas da far dadaint lur giatter sveltas rotaziuns intuorn ün'axa, precis sco las moleclas libras d'ün gas.

Uschea paressa cha neir aint ils corps cristallins il movimaint nu manca! Ed a pensar cha las muntagnas sun fattas da crap chi ais ün conglomerat da granins e granuns da multifaris cristals ils atoms dals quals as smouvan sainza pos! E quaists ultims, sun els davaira simplas cullinas düras cumpactas? Gnanca da dir; guardain che cha la fisica ans sa quintar dad els.

#### 4. La structura da l'atom

Nus provain da dar ün raport, schabain concint schi almain na massa superficial in quels temas ch'el tratta, dals results essentials cha fisica e chemia han obtgnü fin in qua, ed i nun ans resta ingüna peida plü da descriver eir las lungas vias cha las duos ciencias han gnü da far e las indschegnusas methods ch'ellas han applichadas per gnir ad inclejer be ün pain a la natüra, cumbain cha cun quai as dozess sgür l'interess vi dals results sports quia be bels e fats — ma quaista scrivanda nu sto neir dvantar ün cudesch d'instrucziun! Uschea laschaina sainza cunsiderar las experiencias in radioactività e spectroscopia sün las qualas as basescha il model d'atom

propost dal fisiker Bohr, e passain subit a quai model. El renda quint stupendamaing dals fats observats vi dals atoms ed ais generalmaing „in adöver“ pro'ls fisikers. Ma tgnain adüna adimaint cha i's tratta d'ün model!

Tenor Bohr ils atoms sun sco pitschens sistems planetaris, ma da quels d'attracziun electrica. Immez ais il minz d'atom, chargià adüna d'electricità positiva. Intuorn el giran particlas negativas tuottas egualas, ils uschedits electrons. Ün electron nu paisa tant co nöglia ed ha üna grandezza negligibla. L'essenzial ais sia chargia negativa, chi gnit stabilida sco unità da la chargia electrica. Ils minzs invezza sun tuots differentes. Els cuncentreschan tuot la massa da l'atom: „la materia“ sun els. Nonobstant quaiats minzs sun terribel pitschens aviand diameters da be ün pèr  $10^{-13}$  cms. Sco cha nus avain viss l'atom inter pero ais bler plü grand, el ha üna grossezza d'incirca  $1 \times 10^{-8}$  cm. Schi lura pon quai be esser las orbitas (tschierchels ed ellipsas) dals electrons girants chi han quaiat ultim diameter da  $1 \times 10^{-8}$  cm. Dimena be circa la milliunavla part ( $10^{-39} : 10^{-24} = 10^{-15}$ ) dal volum da l'atom ais occupada tras materia, il rest ais vöd vödischem. In möd usche pac economic la natüra dispuona dal spazi! Provain da depinger quaiastas relaziuns tras ün congual. Sch'ün guot d'aua gniss ingrandi (— e proporziunalmaing cun el seis atoms —) fin a las dimensiuns da la terra, alura ün atom avess la grossezza d'alchüns meters, ed il minzin surgniss ün diameter da dafatta be circa ün tschientavel millimeter; bler plü pitschens nu füssan neir ils electrons girants sün la periferia da l'atom. (Tenor Born.)

Ils novantiduos atoms as disferenzieschan tant tras la massa e la chargia positiva dals minzs co tras il numer da lur electrons. In seis stadi normal l'atom ais neutral, el posseda perquai precisants electrons sco ch'i sun unitats da chargia sül minz: il minz d'atom da l'elemaint plom Pb p. ex. porta ottantiduos chargias, ed ottantiduos electrons apartegnan pro el. La massa da l'atom il plü liger, da quel idrogen H, ais sco fingià dit (pag. 8)  $1,663 \times 10^{-24}$  gr. Ils chemikers han miss quaiat pais sco unità dal „pais atomic“, chi disch simplamaing quantas voutas daplü ch'ün atom paisa co l'atom idrogen. L'oxigen ha uschea il pais atomic 16, l'elemaint il plü greiv, l'uran U, quel 238,14. Ün ha uossa lovà in üna seria seguond il pais atomic creschaint ils 92 atoms in ils numerand: l'idrogen survain



il numer 1, l'uran quel 92. Ma quaist „numer ordinal“ ha amo üna significaziun bler plü importanta d'ün solit numer da plazzamaint: el indicha a listess temp — que chi nu s'incleja bricha da sai sves — la chargia dal minz e cun quai il numer dals electrons chi fan part da quel atom; l'elemaint plom Pb ha dimena il numer ordinal 82. Aint illa tabella dal chap. 5 sun addüts ils elemaints plü cuntschaints cun pro lur namer ordinal, lur pais atomic e lur simbol chemic, tras ils quals mincha sort d'atom vain caracterisà dal tuot. Il pais atomic nu crescha bricha regularmaing trasour la seria; dal seguond elemaint helium He davent surpassa'l pel solit il dobel dal numer ordinal.

Las seguaintas elucidaziuns davart la structura da l'atom saran forsa ün pain plü greivas trattand dumandas vaira abstractas, ma i nu fa nöglia sch'ün nu survezza subit cun la prüma lectura co chi saja mania precis. Il prüm oget da l'investigaziun füt l'atom plü simpel, l'idrogen. Seis minz ha la chargia positiva ün ed ais perquai circumdà d'ün electron. Quaist gira güst tant svelto cha la forza centrifugala dal movimaint circular e l'attracziun tanter electron e minz s'equilibreschan — que chi vala natüralmaing per tuot ils electrons d'ün atom. Ma il mal ais cha ün tal sistem planetari electric ais instabel: el nu po perdürar. La teoria fisica classica prescriuva nempe ch'ün electron in gir sün ün'orbita haja da radiar energia — que chi po be d'vantar a cuost da si'energia potenziala vers il minz. La glüm nun ais dal rest oter co tala energia radiada dad atoms. Mincha colur püra spectrala (sco chi sun quellas da l'arch San Martin, da la naiv o dal ruschè cur chi scintillan) significha ün'energia tuot definida, las colurs violettas e pustüt ultraviolettas ün'energia plü granda co las gelgas o magari ultracotschnas (cfr. la fotografia). Üna discussiun da la natüra da la glüm ans maness pero bler massa dalöntschi in nossa survista „materiala“. Ebain: l'electron girant sto dar nan tuot l'energia ch'el posseda, da möd ch'el sto finalmaing crodar aint il minz e nu po bricha star girand in üna tscherta distanza dad el. Dalander l'instabilità dal model descrit: i nu voulding ün prestaziun da lavur per cha l'electron sün ün'orbita perda l'equiliber.

Our da quaist tapin güda uossa la teoria fisica odierna, la teoria „quantica“ — seis nom as spiegarà bainbod. Ella ais oriunta dad experienzas pro'l stüdi da la glüm ultracotschna (= la radiaziun da

chatur) cha la teoria classica nun eira statta buna d'explicar. Bohr applichet la teoria quantica cun impuoner a seis model duos „postulats quantics“. Il prüm tuna: I. L'electron das-cha cuorsar be sün ün numer limità dad orbitas distinctas ed in quaistas orbitas nu radiescha'l bricha. — Quai voul dir: A l'electron sun permiss be ün tschert numer da radius dad orbitas chi fuorman sco üna s-chala ils s-chalins da la quala nu pon gnir subdivis, drizzats aint plü bass. L'energia da l'electron exprimit Bohr darcheu sün basa classica, l'egualisand a la somma da l'energia cinetica dal movimaint circular e da l'energia potenziala da l'attracziun electrica. Tuottas duos dependan natüralmaing dal radius da l'orbita. E sch'ün introdüa uossa aint in quaist'expressiun da l'energia, in davo rouda, las differentas valuors dals radius permissas dal postulat I, e fa oura ottertants quintes, schi and resulta ün'otra s-chala da valuors d'energia da l'electron: da quaistas sulettas energias ais el e cun quai l'atom idrogen total, capabel. Uschea as discuorra illa fisica dals s-chalins o livels d'energia d'ün atom. In seguit il seguond postulat quantic disch: II. L'electron radiescha bain, v. d. emetta glüm, d'ürant il transit (chi vain resguardà sco momentan) tanter duos orbitas permissas, d'üna plü „ota“ (granda) sün üna plü „bassa“ (pitschna), e l'energia da la glüm emissa ais eguala a la differenza da las energias electronicas in quellas duos orbitas. — L'orbita cul radius il plü pitschen da la s-chala correspuonda a l'energia minimala da l'atom. Cur cha l'electron gira sün quella l'atom ha dimena sia plü granda stabilità: el ais aint il stadi solit, normal. El vain pür „excitè“ cur chi capita ün quantum (üna colur) da glüm chi al cunvain, v. d. chi ha precis la grandezza, l'energia, per pudair dozar l'electron sül prossim s-chalin d'energia, o sün s-chalins amo plü ots. L'atom travuonda il quantum, il tegna d'ürant üna tschientmilliunavla secunda ( $10^{-8}$  sec) e l'emetta darcheu crodand inavo in seis stadi stabel, tuot tenor cun ün o plüss sagls da s-chalin a s-chalin. Quaist fat cha ils atoms inters-chamgian (barattan oura) l'energia (pro collisiuns na be cun la glüm ma eir cun electrons d'ota energia cinetica libers, e tanter pèr) in quantum s scuntins, indivisibels, mettet nom a la teoria fisica moderna.

Cur cha Bohr fet quaista teoria da l'atom mez quantica mez classica, la spectroscopia da sia vart avaiva fingià gnü ramassà ün ampel material empiric davart la glüm emissa ed absorbada dad atoms.

Ün spectrum ais ün insembel da colurs (lingias) spectralas. Il spectrum d'ün elemaint fa sco dit palais ils propers s-chalins d'energia da seis atom. Lur valuors calculadas da Bohr coincidan effectivamaing precis cun quellas experimentalas chi sun fich bainfundadas. Seis duos postulats quantic eiran ultraquai la prüma clav per l'inclet dals spectrums in gener. Ils s-chalins d'energia teoretics da Bohr gnittan plü-inavant cumprovats tras ils bels experimaints da Franck e Hertz cun electrons libers chi fan collisiuns cun atoms. Cuortamaing dit: tuot las conclusiuns essenzialas dedüttas dal model d'atom da Bohr s'han verifichadas: el ais ün bun rapreschentant da l'atom sves. Epür che singular: el ais ün model f o s !

Las datas da grandezza, massa, chargia electrica e s-chalins d'energia sun obtgnüdas tras masüraziuns e toccan perquai na be al model, dimpersè listessamaing a l'atom sves. Eir ils electrons sun reals — be da lur movimaints ed orbitas dadaint l'atom nu's ha mai observà ne stizzi ne fastizzi. Intant la teoria quantica s'ha sviluppada cunsiderabelmaing, a pèr ed a pass cun resultats empirics tuot novs ed inaspettats. Hoz fuorma ella, sco uscheditta „mecanica quantica“, ün sistem teoretic fich vast, plü general co quel classic cumprendand eir la fisica „solita“ na atomara: specialisada sül cas da corps macroscopics, la mecanica quantica maina a las listessas conclusiuns sco la teoria veglia. Ebain, tenor la prümanomnada ils electrons d'ün atom nu giran effectivamaing bricha. Id ais curius cha la premissa fosa dals electrons girants po cundüer als drets resultats, ma i nu po tantüna bricha as trattar d'ün miracul! Hoz la teoria da l'atom vain fundada sün la mecanica quantica suletta, sco ch'id ais bler plü logic. Ella ais buna da render quint da varquants fats e finezzas experimentalas daplü co la teoria da Bohr. Ed i dvainta chapibel — que ch'ün sto natüralmaing pretender da la teoria nouva — per che radschun cha l'atom as cumporta bod adüna sco scha seis electrons giressan. Intant naschit pero la dumanda: Schi cò invezza sun ils electrons lovats aint il atom? Sün quai pudain quia be respuonder, cha ils fisikers hajan renunzià d'as rapreschantar exactamaing l'atom aint il spazi ed aint il temp, per pudair mantgnair invezza il princip da la causalità. La perscrutaziun da l'atom det andit ad üna revisiun revoluziunara da las cuncepziuns fundamentalas da las ciencias natüralas e filosoficas — la fisica da l'ultim decenni nun eira davaira bri-

cha lungurusa! Ed ella continua in quaista maniera, sco cha nus vezzeran eir aint il chap. 6.

L'atom vain dimena descrit hozindi main tras ün nouv model co simplamaing tras seis agir. Ma quels chi vöglian e, illa pratcha experimental, ston as far ün'imagina da l'actur, pon adüna s'imaginar il model da Bohr. Quaist resta eir indispensabel per l'inclet da las qualitats chemicas dals elemaints (chap. seguaint).

## 5. Chemia e fisica

La chemia ha gnü da chefar culs atoms lönych ant co la fisica. Ma ella nu's ha occupada da lur structura, dimpersè stübgiant las reacziuns dad elemaints e colliaziuns ha ella investigà ouravant tuot las qualitats chemicas dals atoms, v. d. lur pussibilitats d'as colliar tanter pèr. E la quintessenza da las experienzas cha la chemia fet d'ürant tschientiners ais expressa aint in l'uschedit sistem periodic dals elemaints. (Quaist ais dimena ün resultat empiric, obtgnü sainza cunsideraziuns teoreticas.) Percuorrind nempe la seria dals atoms (pag. 15/6) da l'idrogen nr. 1 a l'uran nr. 92 s'inscuntra periodicamaing adüna darcheu ad elemaints chi as sumaglian in lur qualitats chemicas. Illa tabella acclusa ais reproducüt il sistem periodic cun aint be ils elemaints plü tipics. Sco ch'i's vezza ha el ot culuonnas verticalas, quai sun las ot famiglias cha ils 92 elemaints fuorman. Vaschins „verticals“ sun dimena paraints, intant cha vaschins „orizontals“ as disferenzieschan pel solit discretamaing. Id ais pussibel, cha il simpel sistem periodic resuma la varietà da las qualitats chemicas d'ün elemaint tras quai cha ellas pon gnir redüttas sün ün sulet numer: la valenza. In las bleras colliaziuns (almain las anorganicas), ouravant tuot aint ils sals, acids e basas, ils atoms cumponents nu sun nempe neutrals, dimpersè ions: tuot quaistas colliaziuns tegnan insembel tras forzas electrostaticas, ellas sun sco ch'i's disch polaras. La valenza ais uossa simplamaing la carica dals atoms o da las gruppas chi cunstituieschan üna molecla, e po dimena esser positiva o negativa. L'elemaint natrium p. ex., aint ils sals  $\text{NaCl}$  e  $\text{NaNO}_3$ , ha la valenza ün positiva, il clor e la gruppæ  $\text{NO}_3^-$  perquai quella ün negativa. L'idrogen H ais adüna monovalent positiv; dalander segua cha l'oxigen ais bivalent negativ aint ill'aua  $\text{H}_2\text{O}$  (sco dal rest in tuot sias colliaziuns), e. u. i. Ebain, elemaints paraints han da comün la valenza. Ella ais il characteristicum d'üna

famiglia =>	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
perioda ↓								
<b>1.</b>	1 idrogen H 1							2 helium He 4.00
<b>2.</b>	3 lithium Li 6.94	4 beryllium Be 9.02	5 bor B 10.82	6 carbon C 12.00	7 nitrogen N 14.01	8 oxigen O 16.00	9 fluor F 19.00	10 neon Ne 20.18
<b>3.</b>	11 natrium Na 23.00	12 magnesium Mg 24.32	13 alumin Al 26.97	14 silicium Si 28.06	15 fosfor P 31.02	16 suolper S 32.06	17 clor Cl 35.46	18 argon Ar 39.94
<b>4.</b>	29 aram Cu 63.57	20 calcium Ca 40.08 30 zinc Zn 65.38			33 arsen As 74.93		35 brom Br 79.92	
<b>5.</b>	47 argient Ag 107.88			50 zign Sn 118.70			53 jod J 126.92	
<b>6.</b>	79 or Au 197.2	80 argient viv Hg 200.61		82 plom Pb 207.22				
<b>7.</b>		88 radium Ra 225.97		90 thorium Th 232.12		92 uran U 238.14		

**Il sistem periodic dals elemaints.**

famiglia. E nus inclejain eir ch'ella determinescha effectivamaing las qualitats chemicas d'ün elemaint. Uschea gnittan ils chemikers a's „spiegar“ las colliaziuns polaras per mez da la noziun da la valenza d'ün atom. Intant ha la fisica invezza explichada la valenza svesa, partind da la structura da l'atom. Pür cun quai ans procuret ella il propper inclet da la chemia.

Quia darcheu as muossa la granda valor pratica dal model da Bohr. Ils atoms han evidaintamaing la tendenza d'as transmüdar i'ls respectivs ions: il natrium Na da perder ün electron, l'oxigen O d'and annectar duos, per dvantar  $\text{Na}^+$  resp.  $\text{O}^{--}$ . Otramaing dit quaists ions avaran üna cunsiderabla stabilità. Co attacha Bohr quaist problem? Prüma disch el, cha da la schurma dals electrons d'ün atom nimia minchün gira in ün'otra distanza dal minz. I dà bleranzi a düna plüss electrons cun orbitas dal listess radius, las qualas han lura be differentas orientaziuns sün üna sfera da culla comüna. Tals electrons vegnan dits da fuormar üna „sfera“. Las sferas chi circundeschan ün minz sun tuottas cuncentricas, las plü grandas rinserrand las plü pitschnas. Per render quint da la periodicità da las qualitats atomaras, Bohr postulescha uossa, cha las diversas sferas possan gnir occupadas be d'ün numer limità dad electrons. Ils numers maximalis (dad electrons sün üna sfera) chi occorran sun: 2, 8, 18 e 32. Bohr ils adattet a las lunghezzas da las periodas dal sistem. Perche sco cha nus relevain da la tabella, la prüma perioda cuntogna duos elemaints, la segunda sco eir la terza 8, la quarta sco eir la tschinchavla 18 (nrs. 19 fin 36 resp. 37 fin 54), e la sesavla 32 (ils elemaints nr. 55 fin nr. 86). La settavla perioda nun ais cumpletta cul ultim elemaint uran. Uschea ils duos electrons dal helium He nr. 2 fuorman la prüma sfera, quella dal helium, chi as rechatta dimena aintasom mincha atom plü greiv. Il terz electron chi vain pro aint il atom lithium Li nun ha, tenor Bohr, plü lö sün ella e sto cuorsar plü inoura principiand la segunda sfera, chi as „populescha“ vieplü illa segunda perioda. Aint il deschavel atom neon Ne quaista sfera (dal neon) ais, cun ot electrons, occupada fin sün l'ultima piazza. Eir sülla sfera seguainta, quella da l'argon A, nu pon girar daplü co ot electrons. Ed uschea vaja inavant.

Quaist'imagina da las sferas cumpletas (o „serradas“) da Bohr maina uossa ad ün'interpretaziun da la valenza. Tuots trais elemaints helium, neon ed argon ed ils seguaints, chi han dimena eir

ourasom üna sfera cumpleta, fan part da la (ottavla) famiglia dals uschedits „gas nöbels“. Els han nom uschea per esser tuottafat passivs in regard chemic, v. d. els nu fuorman ingünas colliaziuns: lur atoms nu respuondan sün las forzas provenientas dad oters atoms vicsins. La radschun and po be esser cha üna sfera cumpleta ais alch ourdvert stabel, mal desdrüibel. E la conclusiun principala ais in seguit: tschels atoms, in lur tendenza vers stabilità (vers „pos“; pag. 5) guardaran d'as proveder d'üna tala sfera serrada eir per dadourvert. Co vöglian els raggiundscher lur scopo? Mettain l'atom dal clor. El ha il numer ordinal 17, i giran 17 electrons intuorn il minz. Las sferas dal He e Ne sun cumpletas, ma pro quella da l'argon manca ün sulet electron. Per la pudair cumpletar dimena, l'atom as tschüfferà cun l'ocasiun ün electron per quaista sfera. Davo quai ha'l üna chargia negativa na neutralisada tras la chargia positiva dal minz; el ais dvantà l'ion  $\text{Cl}^-$ . Quaist ais stabel da per sai sco ch'el l'ha giavüschè, ma siand chargià ais el uossa susceptibel a forzas electrostaticas. Da tschella vart l'atom natrium Na nr. 11 sacrificha gugent l'ündeschavel electron chi ais lià be debelmaing siand il prüm d'üna sfera nouva. Il Na til ceda al Cl chi'nd ha güsta dabsögn, dvantand l'ion  $\text{Na}^+$  cun ourasom la sfera cumpleta dal neon. Ils duos ions fuormats in quaist möd s'unischan illa molecla  $\text{NaCl}$  (gasusa) in s'avicinand fin a la distanza stabla ingio cha l'attracziun classica as transmüda in repulsiun, explichabla be sün basa quantica. La molecla ed il giatter da cristal dal sal da cuschina „accumplischan“ al listess temp las tendenzas da duos sorts d'atoms, uschea cha la stabilità (autramaing dit: l'abundanza) da nos solit sal as declera bain. Colliaziuns sco  $\text{Na}_2\text{Cl}$  o  $\text{NaCl}_2$  sun exclusas seguond la teoria da las sferas serradas e nun existan neir.

Percunter as cognuoscha bain il sublimat  $\text{HgCl}_2$  (il tössi laint ais l'argent viv Hg), perche siand ils elemaints da la seguonda famiglia bivalents positivs, voul duos ions  $\text{Cl}^-$  per „sadoular“ l'ion  $\text{Hg}^{2+}$ . Il clorid d'alumin, plüinavant, sto avair la fuormla  $\text{AlCl}_3$  ( $\text{Al}^{3+}$  cunter 3  $\text{Cl}^-$ ). Nus resumain: Las trais prümas coluonnas cuntengnan be elemaints metallics chi han dimena adüna valenzas positivs. Eir la grandezza da lur valenza ans ais uossa tuot plausibla. Ils members da la prümma famiglia (Na, argent Ag, ect.) sun mono valents, els largian facilmaing ün electron, aviand tuots numers ordinals be davo ün member da l'ottavla famiglia (sco Na 11 davo Ne 10) cun lur sfera

ourasom cumpleta. Ils atoms da la seguonda coluonna (calcium Ca, Hg, ect.) sun bivalents per avoir duos electrons „locs“, quels da la terza (Al ed o.) trivalents causa cha lur sfera dadoura ais occupada pür cun trais electrons. E co aise cun la quarta famiglia, quella dal carbon C? Da chenüna vart van quaists atoms plü cuort per rivar pro üna sfera serrada? Cun la perdita o cun l'acquist da quatter electrons? Cha il carbon po avoir quatter valenzas positivas ans ais cuntschaint dal dioxid da carbon  $\text{CO}_2$  ( $\text{C}^{4+}$  cunter 2  $\text{O}^{2-}$ ). In quaista colliaziun l'atom C ha dimena decis dad ir inavo sülla sfera dal helium cun ceder 4 electrons als duos atoms O chi tils piglian cun ingrazchamaint. Nus ans algordain pero eir amo (pag. 7) da la molecla CO ( $\text{C}^{2+}$  cunter  $\text{O}^{2-}$ ) dal monoxid, ingio cha il carbon ais bivalent positiv, e chi ais main stabla co la  $\text{CO}_2$ . Que s'incleja, perche ella rapreschainta ün stadi intermediari i'l qual l'atom C s'ha pudü deliberar pür da duos electrons siand avant man massa pac oxygen. (La molecla CO para dimena esser tantüna plü stabla co l'ion  $\text{CO}^{2+}$ .) — Da tschella vart il carbon po eir esser quadrivalent negativ sco pel solit illas colliaziuns organicas. Üna da quellas ais p. ex. il methan, quel gas explosiv gio per las chavas da charbun, chi ha la molecla  $\text{CH}_4$  ( $\text{C}^{4-}$  cunter 4  $\text{H}^+$ ). Eir l'elemaint plom, cumbain ün metal, po assumer la valenza 4 negativa. — Nus gnin pro la tschinchavla famiglia da la quala fa part il nitrogen N. Scha pussibel seis atoms tschüfferan sü trais electrons chi als mancan a la cumpletaziun da l'ultima sfera. Ün exaimpel and ais l'ammoniac  $\text{NH}_3$  ( $\text{N}^{3-}$  cunter 3  $\text{H}^+$ ); sia soluziun d'aua s'applicha pro pizchs d'insects. Aint il ion complex  $\text{NO}_3^-$  il nitrogen nu po pero esser lià otramaing co sco ion positiv  $\text{N}^{5+}$ :  $\text{N}^{5+}$  cunter 3  $\text{O}^{2-}$ , resta üna chargia negativa chi po lura gnir neutralisada d'ün ion sem positiv; las forzas electrostaticas chi fan tgnair insembel a simlas moleclas complexas sco la  $\text{NaNO}_3$  aise fingià plü mal analizar. Largiand 5 electrons cun dvantar l'ion  $\text{N}^{5+}$ , l'atom N va dimena inavo fin pro la sfera dal helium cumbain ch'el metta plü lönch in quaista co in tschella maniera. Adonta da quai tuot ils elemaints da las familias IV fin VII fan suvent uschea. E sco il carbon ( $\text{C}^{2+}$ ,  $\text{C}^{4+}$ ) pon eir els avoir dafatta plü s s a s valenzas positivas; dal nitrogen daja p. ex. tuottas 5 pussiblas,  $\text{N}^+$  fin  $\text{N}^{5+}$ . Be l'oxigen da la sesavla culuonna nun as colliescha (almain in moleclas polaras) mai oter co sco ion  $\text{O}^{--}$ , cumpletand sia sfera dal neon culs duos electrons mancants (ex.  $\text{H}_2\text{O}$ ). Seis paraint



il suolper S fuorma la colliaziun correspuondenta a l'aua sco acid sulfidric  $H_2S$  ( $2 H^+$  cunter  $S^{--}$ ), quel gas spüzzulaint aint ils övs marschs. Ma il suolper ha eir bleras voutas la valenza positiva 6 o damain. La settavla famiglia dal clor, brom e jod finalmaing ais la vaschina schneistra da quella dals gas nöbels e seis atoms, per as colliar, annectaran pel solit quel sulet electron mancant (ex. l'acid muriatic  $HCl$ ). Ma sco dit pon els eir and perder fin 7, in valenzas positivass. La valenza positiva maximala vain adüna indichada tras il numer da la famiglia (p. ex. pro'l suolper tras la cifra 6), la suletta negativa invezza ais eguala a ot minus quel numer (suolper:  $2 = 8 - 6$ ). Per as rapreschentar quai st'ultima as mangla be tgnair adimaint la seria da las colliaziuns d'idrogen cunsideradas:  $CH_4$ ,  $NH_3$ ,  $OH_2$ ,  $ClH$ .

Las fuormlas d'ün pèr colliaziuns polaras our da la vita pratica ans savain uossa spiegar sainz'oter. Nus avain fingià badà cha ils acids cuntengnan adüna ün o plüss ions  $H^+$ . Cur cha quai st'idrogen ais rimplazzà tras ün metal as ha ün sal da quel acid.  $NaNO_3$  ed  $AgNO_3$  sun sals da l'acid nitric  $HNO_3$ , uschedits nitrats.  $NaCl$ ,  $AgCl$ ,  $HgCl_2$  ed  $AlCl_3$  sun clorids = sals da l'acid muriatic. Acid carbonic  $H_2CO_3$  ( $2 H^+$  cunter  $CO_3^{--}$ ) as fuorma our da dioxid da carbon ed aua:  $CO_2 + H_2O = H_2CO_3$ . Seis sal (il carbonat) da natrium,  $Na_2CO_3$ , ais la soda, quel da calcium,  $CaCO_3$ , la cutschina. „Arder“ cutschina v. d. la desdrüer — e bricha l'oxidar (pag. 3) — tras granda chalur (var  $1000^\circ C$ ). La molecla vain decomposta seguaintamaing:  $CaCO_3 = CaO + CO_2$ . Il gas  $CO_2$  va aint il ajer. Il  $CaO$  ais l'uscheditta cutschin'arsa. As colliand cun aua dvainta ella la cutschina stüzza:  $CaO + H_2O = Ca(OH)_2$  ( $Ca^{++}$  cunter  $2 OH^-$ ), chi ais üna basa: il tipic per üna tala ais apunto l'ion  $OH^-$ . Cuntschainta ais la basa da natrium  $NaOH$ . La cutschina stüzza masdada cun siblun dà oura la molta. Cul ir dal temp il  $Ca(OH)_2$  as decompuona darcheu: la  $H_2O$  vain libra ed il  $CaO$  restant as collia invezza cul  $CO_2$  da l'ajer (per part exspirà dals umans) a  $CaCO_3$ ; dalander l'ümidità da parais be smoltadas. Ün sal dobel da l'acid carbonic ais il dolomit  $CaCO_3 + MgCO_3$  ( $Mg$  magnesium), la spezcha da crappa preponderanta dals massivs Pisoc e Lischana. L'acid sulfuric ha la molecla  $H_2SO_4$  ( $2 H^+$  cunter  $SO_4^{--}$ ; quia il suolper ais dimena lià cun sia valenza positiva maximala 6). Il schais ais il sulfat insolubel da calcium,  $CaSO_4$ . — Finalmaing agiundschain amo cha our d'üna basa

plus ün acid as fuorman adüna ün sal ed aua. Exaimpel: cutschina stüzza + acid sulfuric = schais + aua; sco paragun chemic:  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CaSO}_4 + 2 \text{HOH}$ . La molecla  $\text{H}_2\text{O}$  oppür  $\text{HOH}$  unischa dimena in sai l'acid e la basa.

Uossa avaina manà aint fingià ün bun pa da sabgentscha chemica! Da colliaziuns na polaras manzunain be las seguaintas organicas: il zücher  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$  cun üna molecla da 45 atoms; la cellulosa (bod püra sco pingoula)  $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ . Ün acid (dimena üna colliaziun almain per part polara) organic füss l'acid acetic  $\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$ ; scholt aint il l'aua ais el l'aschai. L'alumin acetic ha la fuormla  $\text{Al}_2(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_6$  ed ais dimena il sal (aceiat) d'alumin da l'acid acetic. Il rubin ha dal rest la molecla  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (2  $\text{Al}^{3+}$  cunter 3  $\text{O}^{2-}$ ), chi as rechatta liada chemica maing aint il alumin acetic. La porcellana percunter ais ün masdügl chi cuntegna l'oxid d'alumin  $\text{Al}_2\text{O}_3$  na collià sco ingrediaint principal.

Ma uossa laschain d'üna vart la chemia. Nus avain viss chenüna roffa importante cha il sistem periodic giova in quaista scienza. Ün'ögliada sülla posiziun d'ün elemaint dadaint il sistem ans infuorma dalunga davart la structura da seis atom e cun quai davart sias proprietats chemicas. Fin avant pac temp eiran p. ex. amo trais plazzas dal sistem vödadas. Ma siand cha i's pudaiva predir precis las qualitats dals elemaints mancants, nu fet ün grand cas da lur scoperta: ün savaiva ingio ils tscherchar.

Alincunter la fisica dal sistem periodic tokess da gnir tratta in strada amo üna vouta. Perche scha nus pensain bain: ha Bohr vairamaing dat ün'explicaziun dal sistem periodic, cun drizzar ils numers maximalis dad electrons (ch'el postulescha per las singulas sferas) simplamaing davo las lunghezzas da las periodas, las qualas el vulaiva apunto explicar? Na, sgüra bricha. Perche explicar ün fat vuol dir il redüer sün fats cuntschaints. Las „sferas cumpletas“ invezza eiran be ün'ipotesa inventada ad hoc (v. d. aposta per quaist scopo), lur existenza nun eira cumprovada d'ingün fat experimental. Il model da las sferas serradas rendaiva bain plausibla la periodicità dals elemaints chemics, ma el nu l'explichaiva nimia. Eppür l'experienza spectroscopica sustegna eir quaista concepziun da Bohr, tenor la quala ils electrons d'üna sfera han la listessa distanza dal minz e perquai eir la listessa energia (quai vala egualmaing per electrons na girants chi fuorman üna sfera); las conclusiuns regard

als s-chalins energetics chi and seguan as verifichan effettivamaing aint in las lingias spectralas dals differents atoms observadas. Perquai po ün adüna as laschar süel model d'atom final da Bohr, a main ch'i nun as tratta güsta da las ultimas finezzas.

Nus repetin: Bohr nun ha bricha explichà la valenza, siand cha seis numers maximals  $2 (= 2 \times 1^2)$ ,  $8 (= 2 \times 2^2)$ ,  $18 (= 2 \times 3^2)$  e  $32 (= 2 \times 4^2)$  fütan inventats ad hoc. Pür la mecanica quantica dedüet quaista seria d'ün princip quantic nov fich general. Uschea pür quaist princip ais l'explicaziun da la periodicità chemica dals elemaints. (La noziun „sfera dad electrons“ as müdet quia in „gruppa dad electrons da la listess'energia“.) —

I stu vess gnir corretta amo üna pretaisa fosa. Il plü pitschen rapreschentant d'ün elemaint in stadi gasus nun ais bricha seis atom dimpersè üna molecla da duos atoms, sco  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $Cl_2$  ect. (Be ils gas nöbels — sco il helium — e las vapuors da metals — sco l'argient viv — nu fuorman bod mai moleclas.) Bain: quaistas moleclas (e bleras ötras, pustüt organicas) nu pon as compuoner dad ions, quella  $O_2$  p.ex. da duos  $O^{--}$ , perche quaists as repellan. Ellas nu sun polaras e perquai neir chapiblas per mez da la teoria da Bohr. Las forzas chi fan tgnair insembel quaistas moleclas (na main stablas co tshellas) gnittan inclettas darcheu pür cun agüid da la mecanica quantica. La fisica moderna lavura cun schlantsch vi da quaists problems; tant quella teoretica co l'experimentalala. A masüra cha la fisica fa progress sto ün pretender dad ella ch'ella renda quint eir adüna plü bain dals fats chemics chi sun sco dit suottamiss ad ingünas otras ledschas co las fisicalas. I's po bain dir cha l'explicaziun dal grand material empiric da la chemia saja hoz il champ d'operusità predilet da la fisica — notabene dasper quel da l'investigaziun dal minz d'atom. Da quaist sarà uossa discuors aint i'l ultim chapitel.

## 6. Davart la radioattività ed il minz d'atom

Per cumanzar avain nus gnü approximà l'atom e la molecla tras il simpel model d'üna cullina düra grossa d'incirca  $10^{-8}$  cm. Ma eir la fisica procedet uschea; la teoria dals gas e dal movimaint termic da las moleclas operescha cun quaist model. L'an 1911 il fisiker Lord Rutherford observet la deflecziun da particlas alfa (vair quisuot) tras atoms metalics, la quala paleset cha la massa d'ün atom ais cuncen-

trada in ün minz blerun plü pitschen co  $10^{-8}$  cm; seis diameter nu pudaiva surpassar  $10^{-13}$  fin  $10^{-12}$  cm. Da divers oters experimaints as savaiva fingià cha ils electrons sun constituents da l'atom eir els. Il prossim grà d'approximaziun füt sün quai il model da Bohr. Quaista vouta aise il minz chi vain resguardà sco cullina massiva, da la grossezza citada, e plüinavant Bohr nu fa ingünas ipotesas sur dad el. Natüralmaing naschit pero adüna darcheu la dumanda: sun ils minzs propi cullas omogenas e minchüna da las 92 spezchas fatta our d'ün oter material? La radioactività da tsherts atoms and possibilitet la resposta.

Minchün ha udi il pled radioactività. Da che as tratta qua? Bain: ün elemaint ais radioactiv cur cha seis minz as decompuona spontaneamaing, v. d. sainz'ingüna influenza estra. Id existan dimena da quels minzs chi nu sun bricha stabels, chi as müdan be sulets! E güsta ils minzs plü greivs „patischan“ da quaist'instabilità.

La decomposiziun dals elemaints radioactivs as manifesta in l'emissiun da razs, dals quals i dà trais sorts. La prüma sun ils uschedits razs alfa: corpusculs dal pais „atomic“ 4 e da la chargia electrica  $2+$  — dimena inguott'oter co minzs dal helium. Els vegnan büttats our dal minz instabel cun enorma sveltezza, dalander as po discuorrer da „razs“. Seguonda sun qua ils razs beta, chi cunsistan da simpels electrons. Quels svoulan amo var desch voutas plü svelt co las particlas alfa; lur velocità tendscha a quella da la glüm  $c = 300000$  kms per secunda. Quaistas duos fuormas da razs corpusculars dan dimena perdütta dal fat cha tant ils minzs helium co ils electrons sun peidras da construcziun dals minzs radioactivs, e sgüra eir dals minzs in gener. Sper las particlas materialas alfa e beta ils elemaints instabels emettan terza da quellas d'energia radiada, dimena quantums da glüm, chi sun amo bler plü grands co ils quantums ultraviolets; quai sun ils razs gamma.

Dvainta la decomposiziun spontanea dad elemaints vairamaing tenor üna ledscha? Quai s'incleja. Ma ella ais da natüra statistica, q.v.d. nöglia l'individuum singul cul qual i succeda alch, ma bain il numer da quels individuums obedischa üna ledscha. Mettain l'elemaint radium. Da desch milliuns ( $= 10^7$ ) atoms as decompuonan in ün an 4360 cun büttar oura üna particla alfa per minz. Dals 9995640 atoms restats inters as sfa d'ürant l'an seguaint la listessa fracziun ( $= 4,36 \times 10^{-4}$ ), dimena 4358 atoms, e. u. i. La ledscha da la

decomposiziun d'ün elemaint radioactiv dat ais dimena quaista: i'l listess temp as sfa adüna la listessa fracziun dals minzs inters avant man — tuot independentamaing dal numer *a b s o l u t* da quaists ultims. Sch'ün exprima la medemma ledscha per usche dir suot sura schi tuna ella: Per cha üna tscherta fracziun, dschain la metà, da qualunque numer d'atoms inters as disfetscha, voul adüna il listess temp (per ün elemaint dat). Quaist, l'uschedit „temp da la metà“, variescha extremamaing tanter ils elemaints radioactivs. Quel da la vita plü cuorta ha ün „temp da la metà“ da  $10^{-9}$  secs, l'elemaint chi as transmüda il plü plan, il thorium, percunter ün da  $1,8 \times 10^{10}$  ans! — La ledscha radioactiva disch dimena precis a quants, ma na a *c h e n ü n s* minzs ch'i tocca d'as decompuoner. Che curius! Lur numer ais suottamiss a la causalità, l'individuun singul percunter a la casualità. Simlas ledschas statisticas (ledschas da probabilità) — chi nun ans vögljan ir tant bain per testa — occorran per tuot la fisica, e cun quai per tuot il dvantar natüral. La mecanica quantica perdess il sen sainza sia cuncepziun statistica. (Uschea nun aise mai tschertezza, dimpersè adüna be üna probabilità plü o main granda regard il lö dals electrons externs [= quels chi nu fan part dal minz] dadaint l'atom.)

Nus resumain: Ün elemaint radioactiv vain caracterisà tras seis „temp da la metà“ ed ils razz ch'el emetta cun as decompuoner per la metà in quel temp.

L'energia cinetica da las particlas alfa e beta e l'energia da radiaziun dals quantums gamma sun cunsiderablas. Ün gram radium p. ex. generescha (insembel cun seis prodots da decomposiziun eir radioactivs) 170 calorias per ura, que chi quinta fingià aint il bilantsch da chalur da la terra. Fin ad esser decompost totalmaing, ün gram radium (cun pro seis prodots) ceda  $3,4 \times 10^9$  calorias — ün gram charbun tras si'oxidaziun pero be  $8,3 \times 10^3$  calorias (pag. 6)! Ma per il guadagn d'energia prümnomnà voul eir 2280 ans! Perche ün nun ha ingüns mezs dad influenzer il „temp da la metà“ d'ün elemaint radioactiv. Neir ils plü fermes stumps nu fan perder l'equiliber (chi sto esser labil) a d a p l ü minzs ne'ls fan forsa büttar oura d a p l ü particlas. Alch oter ais percunter la transmüdaziun artificiala dad elemaints na radioactivs; ella ans occuparà amo plü tard.

Cunsiderain avant il cunnex da la decomposiziun dad elemaints cul sistem periodic. L'atom radioactiv as transmüda — ed in che? Quai ais facil verrer aint. Mettain l'elemaint thorium cul numer or-

dinal 90; seis minz porta 90 chargias positivas. Il thorium emetta razs alfa; otramaing dit: quels pakischems minzs chi as fan (cunfrunta seis „temp da la metà“ enorm) büttan oura ün minz helium per ün. Tras quai il pais atomic da l'atom, 232,12, chala a 228,12, siand quel dal helium 4,00. Ma plü important aise cha il minz perda cul corpuscul alfa eir duos chargias electricas positivas. Quai al fa nempe siglir inavo per duos plazzas aint il sistem, el capita sün quella nr. 88. Sün quaista tocca fingià ün oter elemaint, il radium, chi ha il pais atomic 225,97. Il prodot da decomposiziun dal thorium ha precis las listessas qualitats chemicas sco il radium possedand eir el 88 electrons externs (quels duos chi sun uossa damassa per neutralisar l'atom nouv vegnan largiats subit davo la particla alfa), e perquai la listessa structura da las sferas e. u. i.; be seis pais atomic ais different. Tals elemaints sun sco ch'i's disch isotops, q. v. d. ch'els occupan la medemma piazza dal sistem periodic. Per la chemia d'ün elemaint seis pais atomic ais dimena da pac'importanza (chap. 5). L'isotop dal radium in cunsideraziun ais eir radioactiv, el emetta razs beta. Ebain, tras la perdita d'ün electron la chargia dal minz crescha dad ün'unità. (Perche siand il minz positiv, mincha electron laint sto esser neutralisà tras üna chargia positiva; quaista dvainta apunto libra cun la sortida da l'electron.) Cun quai l'elemaint as transfuorma in quel dal numer ordinal seguaint, conservand pero seis pais atomic 228,12 già cha quel da l'electron ais be  $\frac{1}{1840}$  (massa da l'electron: massa dal minz idrogen = 1 : 1840). Nos isotop dal radium dvainta dimena ün da l'elemaint nr. 89 chi ha il pais atomic 227. Ma il minz ais amo adüna instabel e bütta oura ün seguond electron (accumpagnà d'ün quantum da glüm gamma), as transmüdand in ün isotop dal thorium nr. 90, seis „tat“. Ed i seguan amo otras decomposiziuns tant dad alfa co da beta, fin cha il dudeschavel member da quaista famiglia radioactiva dal thorium ais ün elemaint stabel. El vain a star sün la piazza nr. 82 pro il plom. — Id existan amo duos otras serias da decomposiziun, chi finischan eir ellas minchüna cun ün isotop dal plom. Da la prüma fan part 18 elemaints inclus il radium; ella cumainza cun l'uran. La seguonda famiglia sorta d'ün isotop dal thorium (chi deriva plüprobabel eir da l'uran) ed ha 12 members. Quaista quarantina d'elemaints radioactivs occupa be las plazzas 81 fin 92 dal sistem periodic, fuormand varquants isotops per piazza. Dasper els

daja amo duos elemaints instabels ligers, ils metals monovalents kalium 19 e rubidium 37, chi emettan üna radiaziun debbla (v. d. „temp da la metà“ grandischem) da beta. Perche sun güsta eir quaists radioactivs? Ma la teoria dals minzs e da la radioactività ais amo fich giuvna, incompleta e plüchöntschesch provisoria. La mecanica quantica sa render quint da la decomposiziun alfa, intant ch'ün nun inleja absolutamaing bricha il far e demanar dals electrons d'ün minz. Preschaintamaing, be davo la scoperta da plüssas particlas elementaras, ils fisikers teoretics ed experimentals perscruteschan il minz cun tant schlantsch cha el, per usche dir, müda amo „aspet“ d'incuntin.

Trattain il prüim la structura dals minzs tenor l'opiniun „veglia“. Las particlas elementaras da la materia cuntschaintas fin in qua eiran il minz da l'idrogen — ch'ün soula nomnar proton — e l'electron. Tuottas duos sun al listess temp ils porturs dals duos quantums elementars (listess grands ma da segns opposts) da l'electricità. (Seguond cunvegna gnit dit „positiv“ quel dal proton.) Reguard la massa nu sun ellas pero bricha equivalentas siand quella da l'electron be  $\frac{1}{1840}$  da quella dal proton e bod adüna negligibla.

Ebain, id ais üna veglia ipotesa cha il material da construcziun da tuot ils minzs sajan protons — dasper ils electrons chi quintan be causa lur chargia. Aviand p. ex. il helium il pais atomic 4,00, seis minz sto cunsister da quatter protons. La chargia dad ün minz (= seis numer ordinal) ais adüna il surplü da seis protons sur seis electrons. (Cfr. uossa decomposiziun beta quisura.) La particla alfa cuntegna dimena amo duos electrons pro, per avair la chargia  $2+$ . Ils minzs radioactivs palaisan ch'ella and fuorma üna peidra da construcziun plü granda, independenta, da per sai.

Uschea as presuma cha tuot ils minzs as constituischan da particlas alfa, protons ed electrons. Ma alura ils pais atomics, miss quel da l'idrogen = 1, stuvevan tuots esser numers inters, que chi nun ais il cas (p. ex. clor 35,46). Quai ha pero ün'otra radschun. Ans algordain da l'elemaint plom chi ha trais isotops stabels dals pais atomics inters 206, 207 e 208. Nun as pudarà forsa dir invezza cha il plom solit saja ün masdügl da quaists isotops? Seis pais atomic 207,22 ruot resultess in quel cas da lur abundanza relativa aint il masdügl. Effectivamaing quaista supposiziun gnit güstifichada tuot in gener, tras metodos fisicalas bain minuziusas. Na be ils elemaints cun

pais atomics ruots ma cir tschels as demuossettan sco masdügls dad ün (helium, natrium ed o.) fin ündesch (zigu) isotops da pais atomics chi sun numers inters.

Ma uossa avaina dit üna pitschna manzögna. Ils pais atomics dals isotops nu sun precis numers inters — i'ls and manca adüna ün zichin, chi po pero amo gnir masürà cullas „bilantschas dals atoms“. Fingjà il minz helium paisa alchet da main co quatter protons. Cun sia composiziun da 4 protons + 2 electrons vain dimena spais ün pa d' m a s s a ! Alch sumgliaint avain nus viss plü bod pro la fuormaziun da moleclas exotermas (sco da quella CO<sub>2</sub> ; pag. 6) ingio ch'i vain spais energia ; plü granda quaist'ultima e plü stabla la molecla fuormada. Eir la particla alfa ais fich stabla, ün „minz exoterm“. Schi exista forse ün'analogia tanter la massa e l'energia? Schi, ellas sun dafatta equivalentas, e quai tenor üna ledscha importante da la teoria da la relatività. Ella s'exprima seguaintamaing: massa =  $\frac{1}{c^2} \times$  energia. (c = velocità da la glüm;  $c^2 = 9 \times 10^{20} \frac{\text{cm}^2}{\text{sec}^2}$ .) Siand  $c^2$  ün numer usche grand, la massa ch'ün'energia posseda ais fich pitschna. Ingio cha quaista massa dvainta observabla, as sto que perquai trattar d'ün'energia cuschidraivla. L'uschedit „defet da massa“ (= il s-chavd da pais manzunà) dal helium, multiplichà cun  $c^2$ , significha dimena simplamaing l'energia da fuormaziun da la particla alfa opür quell'energia ch'i vules per la decompuoner in seis ses constituents. (Ella ais var trais voutas plü granda co quella c i n e t i c a culla quala la medemma particla vain schlantschada our d'ün minz radioactiv.) — Manzunain amo cha id ais la ledscha relativistica elucidada quisura chi det andit a las speculaziuns in gazettas davart las enormas energias accumuladas aint ils atoms. Per intant nun aise pero privel cha ils fisikers vegnan d'and dispuoner! Els nu san amo transfuormar massa in energia, p. ex. cun compuoner ün minz helium. (Ün s'imagina dal rest cha ils „defets da massa“ dvaintan radiazium, e cha ils uschedits razz penetrants aint ill'atmosfera derivan da sintesas da minzs helium oura il spazi cosmic.) Reguard las energias atomaras ans stuvain amo cuntantar cun lur funtanas natüralas, ils razz radioactivs. (Pervia da singulas excepziuns vair plü tard.)

Tuornain pro la costituziun dals minzs. Il defet da massa dals isotops plü greivs vain calculà suot la premissa cha lur minzs cuntengan usche blers minzs helium pussibel opür, otramaing dit, na



daplü co trais protons libers. L'isotop principal da l'oxigen, O(16) — quaistas cifras indichan uossa il numer total da protons, colliats in particlas alfa e libers, dal minz in dumanda -- as compuonerà p. ex. da 4 particlas alfa; el paisa natüralmaing damain siand stabel. Electrons libers il O(16) nu cuntegna ingüns per avoir la chargia  $8+ = 4 \times 2+$ . Il minz da l'isotop clor Cl (37) ais fat sü da 9 minzs helium, 1 proton e 20 electrons (37 minus nr. ordinal 17 = 20); e.u.i. Ün vezza eir cha differents elemaints chemics pon avoir minzs da la listessa massa, tuot tenor la chargia da quaists ultims. Uschea ils minzs predominants da l'argon nr. 18 e dal calcium nr. 20, Ar(40) e Ca(40), as disferenzieschan be tras quai cha il prüm posseda  $40 - 18 = 22$ , il seguond  $40 - 20 = 20$  electrons. (Dals electrons externs, chi circundeschan il minz aint il atom neutral, nun aise quia mai plü discuors.) —

Pero la cumparsa da trais particlas novas illa fisica cupichet buna-maing tuot quaista teoria nucleara. La prüma (chattada l'an 1932) ais l'isotop 2 da l'idrogen, H (2), opür ün „proton“ duos voutas plü greiv co quel solit. La seguonda particla (1932) ais amo bler plü interesanta, ella ha bain la massa dal proton ma ingüna chargia electrica! Perquai la mettet ün nom il „n e u t r o n“. El rapreschainta il proper corpuscul elementar da la materia, liber d'electricità — premiss ch'ün nun il resguarda sco la „fusion“ d'ün proton cun ün electron. Ma forsa cha il proton invezza as compuona da las duos particlas elementaras il neutron e — apunto l'ultima da las trais novitats, il „p o s i t r o n“. Quaist ais l'„electron“ positiv (scuvri 1932 e 1933 in differents pajais): el paisa para precis usche pac sco l'electron, ma ha la chargia positiva dal proton.

Neutron, proton, electron e positron sun ils plü pitschens quantums da la materia e da l'electricità preschaintamaing çuntschaints. Chenüns dad els chi sajan elementars e chenüns cumposts nu savain nus decider hoz. Che mâ ans muossarà l'avegnir davart la „vaira, propria natüra“ da materia ed electricità?

I ha pac scopo da discutir quia las ipotesas rezaintas sur da la structura dals minzs siand ellas in plain svilup ed amo massa pac definitivas. Stain a verrer che cha la teoria nucleara prestarà uossa cha l'experiment l'ha provista, e la proveda effettivamaing minchadi, da tant material empiric nouv. (Intant ha ün p. ex. chattà divers stizis da novs isotops da l'idrogen e dal helium.) —

Per finir: co aise vairamaing cun la transmüdaziun artificiala dad elemaints e la disintegraziun dad atoms reportadas eir suvent in gazettas? Ebain, ün bombarda substanzas püras gasusas (e solidas) cun projectils atomars d'ün'energia cinetica sufficiainta. Sco tals gnivan in cunsideraziun be las particlas alfa emissas sco razz radioactivs. Cuntuot ch'ellas svoulan plü plan co ils electrons beta, il prodot  $\frac{1}{2} m \times v^2$ , l'energia cinetica, ais ca. 30 jadas plü grand per las prümas causa lur surpais cunsiderabel. — Las metodas experimentalas da la fisica nucleara gnittan elavuradas ouravant tuot i'l laboratori da Lord Rutherford; ellas sun minchatant propi indschegnusas.

La spüra disintegraziun (desdrucziun) d'ün minz nu füt sco ch'i para amo mai effectuada. Ils process observats sun bleranzi vairas „reacziuns nuclearas“ tanter il projectil ed il minz toc dad el. Els vegnan perquai descrits tras paraguns, precis sco las reacziuns chemicas molecularas. Cunsiderain il cas tipic da la transmüdaziun dal nitrogen, chi ha il minz N(14). Il paragon tuna:  $N(14) + He^{++}(4) = O(17) + H^+(1)$ , e disch: il minz nitrogen toc da la particla alfa la tschüffa e la tegna colliada büttand oura invezza ün proton; i and resulta ün minz da la massa 17 cuntschaint sco isotop (fich rar) da l'oxigen. — Quaists paraguns sun algebraics regard las massas (da las duos varts la medemna somma 18), ma davart las energias taschan els. Quai nu va pero plü pro ün'otra sort da reacziuns nuclearas. L'an 1932 gnit nempe miss ad ir ün nouv indriz per la „disintegraziun“ da minzs: razz da protons accelerats sün via tecnica, na natürala, tras fermes champs electric. Üna da las reacziuns obtgnüdas as scriva:  $Li(7) + H^+(1) = 2 He^{++}(4)$ ; q. v. d. il minz lithium (elemaint nr. 3) da la massa 7 artegna il proton chi as compuona culs trais protons libers laint ad üna particla alfa. Ün po masürar l'energia cinetica culla quala il nouv ed il vegl minz helium svoulan ourdagliouter. Ella ais usche granda cha sia massa nun ais plü negligibla. Introdüttas aint il paragon las massas exactas (pigliand resguard al defet da massa dals minzs), nu combina'l plü precis: il manco da la massa ais apunto l'energia cinetica nomnada e permetta üna controlla da sia valur experimentala. Quaistas „explosiuns nuclearas“ affirman dimena eir la teoria da la relatività.

Eir cun neutrons as ha fingià transmüdà atoms, p. ex. darcheu il nitrogen. La reacziun ais la seguainta:  $N(14) + \text{neutron}(1) = B(11) + He^{++}(4)$ ; ella ais magari reversibla, v. d. l'elemaint bor (nr. 5)

bombardà cun particlas alfa prodüa apunto neutrons as transmüdand in nitrogen. — Ulteriurs mezs da „desdrucciun“ dad atoms hoz in adöver sun razz gamma e quels razz penetrants manzunats plü bod. Ma insomma: Il lectur nu vögla involüdar, cha quaista fisica da las particlas elementaras ais in cuntin svilup!\*

Ils divers bombardaments „affectan“ pustüt ils minzs ligers. Be quels carbon C(12) ed oxigen O(16), cumposts da (3 e 4) minzs He sulets, sun usche stabels ch'els resistan a tuot las tentativas da transmüdaziun. Cha ils atoms plü greivs allas resistan eir plü facil ais plausibel i'l cas da projectils positivs: cun la chargia dal minz positiv crescha sia repulsiun electrica „cunter“ els. — Ed uossa, co tschütta quai vairamaing oura dadaint ün minz? Ma tant inavant nu's ais amo d'and avair ün model defini, usche practic sco chi eira quel da Bohr pël stüdi da l'atom exteriur. Las reacziuns nuclearas revelan, dasper ils constituents, pustüt las energias dals minzs, chi nu fixan pero amo ingün'imagna d'ün tal. Ellas vegnan calculadas our da tschellas energias occorrentas in üna collisiun (chi sun masürablas) sün basa dal princip da la conservaziun da l'energia. Nus avain viss pro la reacziun lithium-proton, cha il vegl princip da la conservaziun da la massa coincide hoz cun quel prümnomnà. Quaist, e las cunsideraziuns energeticas in gener, giovan üna rolla usche importante illa fisica perche ch'id ais (sco eir i'l cas dals minzs) l'energia, in tuot sias fuormas multifarias, cha ils instrumaints fisicals han il plü bain masürar.



Quaista survista, chi addüa be ils resultats bels e fats, nu po dar ün'idea güsta da la fisica. Ün stuvezz pudair verrer chenüna metoda ch'ella invainta in sia brama da chapir la granda natüra — savair novas eir da sias difficultats e vias falladas, e dals problems cha la fisica ha amo da schoglier.

Scha tanter quaists saja eir il greiv problem da la vita, nun as sa hoz. In che as disferenziescha üna cella vivainta d'üna morta? La resposta ans farà a savair scha id existan ledschas natüralas na fisicalas o bricha. Per intant tocca imminchacas amo als biologs d'ans furnir daplü material d'observaziun.

Dimena: amo aise incuntschaint scha la fisica cumprenda tuot las ciencias chi resguardan la natüra. Ella cumprenda bain tuot la

\* Hoz (gün 1934) sa ün p. ex. excitar tras particlas alfa üna radioactività artificiala da l'alumin ed o.; ils razz emiss sun positrons.

tecnica, e chi chi ha il sen pratic s'occuparà cun ella per la pudair applichar lura sün problems tecnicos — sia mira ais da metter in p r a t c h a las ledschas natüralas. Ma, da tschella vart, la fisica ha üna granda valur filosofica. (Ün po sch'ün voul schnejar in gener talas valuors.) Tuot seis problems fundamentals — sco t. o. quels da la causalità, dal temp e dal spazi, dal „dvantar“ natüral, da la „propria“ realità — sboccan aint illas ultimas dumandas da l'intendimaint. Be amo üna scienza ragischa eir quia, la matematica. I vala la paina da lejer in merit il cudesch dad Eddington: „Das Weltbild der Physik und ein Versuch seiner philosophischen Deutung.“ Sia lectura manada a fin spordscha ün vair giodimaint a quels chi soulan dumandar davo il fuond da las chosas.

Schi, nus pudain admirar la fisica, opür las capacitats umanas chi s-chaffischan quaista scienza — nus finiran adüna ad admirar bler daplü la natüra svesa. Perche ella ais la premissa eir da nossas capacitats. Que paress almain.

### Glista dals terms tecnicos

acid acetic	Essigsäure
acid carbonic	Kohlensäure
acid muriatic	Salzsäure
acid nitric	Salpetersäure
acid sulfidric	Schwefelwasserstoff
acid sulfuric	Schwefelsäure
alumin acetic	essigsäure Tonerde
aua oxigenada	Wasserstoffsperoxyd
basa da natrium	Natronlauge
carbon	Kohlenstoff
cutschina arsa (viva)	gebrannter Kalk
cutschina stüzza (morta)	gelöschter Kalk
deflecziun	Ablenkung
giatter da cristal	Kristallgitter
idrogen	Wasserstoff
intendimaint	Erkenntnis
nitrogen	Stickstoff
nuclear	que chi resguarda il minz (latin nucleus)

orbita	(geschlossene) Bahn
oxigen	Sauerstoff
peidra infernala	Höllenstein
schais („sch“ lam)	Gips
scossa electrica	elektrische Entladung
scuntin	diskontinuierlich
sfera (crousla) da la culla	Kugelschale
spezcha da crappa	Gestein
univoc	eindeutig

### Literatura

- B. Russell, ABC der Atome. — (Simpel e bainscrit.) (Stuttgart 1925.)
- Sir W. Bragg, Was ist Materie? — Sechs gemeinverständliche Vorträge. (Cler; experimental sainza teoria.) (Leipzig 1931.)
- H. A. Kramers u. H. Holst, Das Atom und die Bohrsche Theorie seines Baues. — Gemeinverständlich dargestellt. (Berlin 1925.)
- A. S. Eddington: Sterne und Atome. — (Cler e bainscrit.) (Berlin 1931.)
- M. Born, Moderne Physik. — Sieben Vorträge über Materie und Strahlung. (Plü matematic.) (Berlin 1933.)
- A. S. Eddington, Das Weltbild der Physik und ein Versuch seiner philosophischen Deutung. — (Braunschweig 1931.)
- Sir James Jeans, Die neuen Grundlagen der Naturerkenntnis. — (Stuttgart 1934.)
- A. Haas, Physik für Jedermann. — (Mit besonderer Berücksichtigung der modernen technischen Anwendungen.) — (Berlin 1933.)
- A. March, Moderne Atomphysik. — Eine allgemein verständliche Einführung. — (Leipzig 1933.)
- K. Rast, Atomtheorie und Atombau. — (Dal püt da vista chemic.) (Leipzig 1934.)