

Zeitschrift: Annalas da la Societad Retorumantscha
Herausgeber: Societad Retorumantscha
Band: 49 (1935)

Artikel: La composiziun da la materia
Autor: Schaumann, Hilda
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-205620>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 11.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

LA COMPOSIZIUN DA LA MATERIA

Da dra. Hilda Schaumann, Guarda



C U N T G N Ü

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 tecnics	268
Literatura	269

Duos pleds ouravant

Il preschaint artichel voul esser inclejantaivel per minchün, pu stüt 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 temus scientifics pon (s'incleja!) gnir trattats in rumantsch güst usche bain sco in tschellas linguis.

Amo üna proposta regard la lectura. Nu a's tgnair sü vi da pitschnas difficultats dimpersè lejer be adüna inavant a fin, davo metter d'üna vart l'artichel, stübgiar 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 organissem vivants, stan a disposiziun be novantiduos differents materials o „elemaints chemics”. 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 stadiis fisicals, sco tanter il glatsch, l'aua e la vapur d'aua. Chi mà ingiaviness cha la fulia ed il diamant sajan tuots duos spür carbon! Els as disferenzcheschan unicamaing tras la strutura interna da cristal. — Ma la fisica, chi analisescha 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 sulla glüm cha nus büttain sün el per il verrer. A noss ögls restarà'l adüna invisibel, eir aint il melder microscop. Ils atoms tradischan pero lur natüra tras bleras otras acziuns. In seis principi, la fisica derivaiva las ledschas natüralas cun observar la materia cumplexiva, sco p. ex. las stailas in lur cuorsas. Hoz registrescha ün in blers experimentants las acziuns d'atoms singuls. Dalander il fisiker as constrüit ün model, ün'agna da l'atom chi, tenor quellas prümas ledschas „classicas”, avess güsta da causar ils effets observats vi da l'atom real. Plü bleras datas experimentalas cha nus ramassain, e plü bain cha nos model rimplazzarà l'atom svess. Nun invlädain 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 voul 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 circunstanzas. 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 dalönts! 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 modifichà 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 redschas (exceptuadas, fors a, quellas püramaing biologicas). La chemia stübgia la cumposizion dals corps our dals elemaints, ed ella ha stabili indumbrablas reglas per las reacziuns d'elemaints e da substanzas compostas tanter pér. La fisica invezza ais la plü universala da las scienzas 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'l's atoms. Sül „Perche?“ da la chemia sa-varà la respuonder, 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 combustiun 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 gruppera da plüss atoms ha nom üna molecla. La molecla dal dioxid da carbon po dimena gnir scritta: CO_2 . (La cifra al pè d'ün simbol indicha il numer dals atoms da quel elemaint, l'ün vain omiss). L'acid carbonic CO_2 apartegna pro las uschedittas colliaziuns chemicas. Quaistas sun omogenas be infin a la molecla: lur plü pitschen rapresentant 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 amo bler, vulain güsta far ün pêr 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 éd 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 direcziun opposta, a l'attracziun correspuondenta.) — Ün corp exposit 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 sulla 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 scienzas 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 la 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 transmetta 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 significa la massa dal corp, v sia velocità. Mettain darcheu l'aua chi fa ir la turbina dal generatur electric. Sia energia da movimaint equivila 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 I a v u r as definischa seguaintamaing: lavur = forza \times via dal corp in (lavur da guadagnar) o incunter a (lavur da prestar) la direcziun 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 transmëdar 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'nergia. Da che dependa la stabilità d'ün corp? Prüma da seis cuntgnü d'nergia. Plü bler ch'el and posseda e plü intraprendent ch'ais il corp; el ha la tendenza da spender si'nergia. Quai ais be ün'otr'expressiun pel fat ch'ün corp segua a la resultanta da las forzas a las qualas el ais ex-post. Cur cha quaista resultanta ais nolla, schi ais el aint il equiliber, chi po apunto esser plü o main stabel. As deliberar d'nergia po il corp dimena pür cur ch'i as preschainta üna forza implü chi'l fa perder l'equiliber. E nus inlejain cha la stabilità ais tant plü gronda, plü blera lavur cha la forza sto prestar per obtgnair quai. Nus ans manglain be rapreschentar ün crap sùsom ün spi, que chi sche-

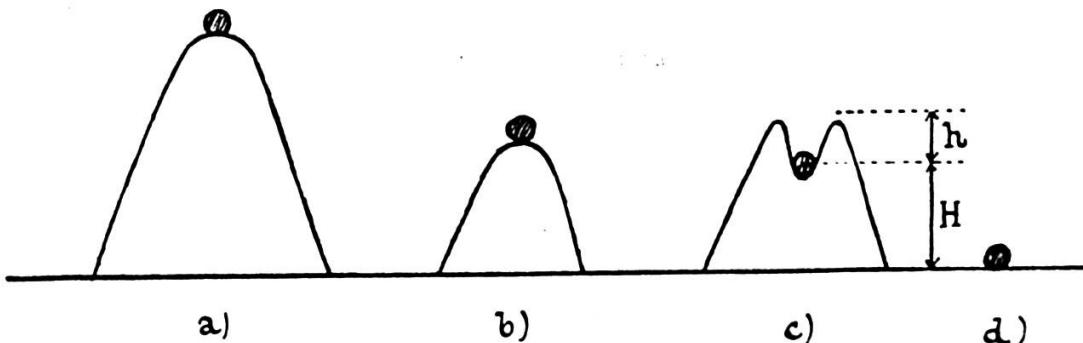


Fig. 1

matisescha la figüra 1. Illas situaziuns a) e b), il crap ais in ün equiliber labil, siand be debelin il stumpel ch'i voul 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 pacà 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 $\propto h$ ant co pudair guadagnar la lavur pais $\propto (H+h)$. In d) neir la plü gronda forza nu füss buna da privar il crap da l'equiliber. In quaista posizion (quaist „stadi“) ais el dimena usche stabel sco pussibel. —

Id eira discours 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 pér e cunter üna paraid. La temperatura ais directamaing proporziunala a l'energia cinetica $\frac{1}{2} m \times v^2$ da quaist movimaint translatori ($m =$ la massa d'üna molecla, v sia sveltezza). Cun 0° Celsius las moleclas 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 svessa. 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 atoms. 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 di-versas provisiuns. Il mecanissem da las collisiuns e da la transmissiun da l'energia tanter atoms e moleclas in reacziuns chemicas vain stübgia 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 voul per s-chodar ün gram d'aua da $14.5^\circ C$ sün $15.5^\circ C$. Quaist'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 completa 8300000 calorias. Pro la fuormaziun d'üna molecla CO_2 vain dimena transmündada 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 töschantà (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 CO₂ 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 CO₂, 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 decompuner, as rechattand in ün equiliber labil. L'aua oxigenada, chi ha la molecla H₂O₂ (H = idrogen), and ais ün exaimpel. Tenor noss'experiensa l'aua ais üna colliaziün fich stabla. Sia molecla H₂O ha pac buonder da tour sü amo ün atom oxigen; siand il cuntgnü d'energia da la molecla H₂O₂ plü grand, la molecla H₂O farà quai be sforzadamaing, in absorband (consümand) l'energia mancanta. La H₂O₂ profitarà perquai da mincha stumpel ligerin per as transfuormar in: H₂O + 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 endotermica ans ais cuntschaint tras la nitroglycerina. Quaista colliaziun organica ha la molecla cumplichada C₃H₅(NO₃)₃. I basta üna squassada per ch'ella exploda, v. d. cha mincha molecla as disfetscha tenor il seguaint paragun chemic: C₃H₅(NO₃)₃ = 3 CO₂ + 2 H₂O + H + O + 3 N. (Il dinamit ais nitroglycerina cun masdà pro ün tschert siblun, chi ha be dad impedir ch'ella exploda tras il spür consquass.) Tras l'explosiun ün kil da nitroglycerina generesch 1480000 calorias. Quaista chalur causescha la pressiun considerabla dals gas fuormats (dioxid da carbon, vapur d'aua, nitrogen) tratta a nüz aint illas minas. La pressiun dad ün

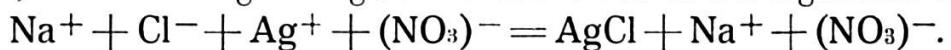
gas ais simplamaing la somma da tuot ils impuls cha ün cm quadrat da la paraid tschüffa da las moleclas ch'el reflectescha infra üna se-cunda. Uschea resulta ella proporziunala al quadrat da la velocità moleculara, ed inultra eir al numer da las moleclas per cm cubic (= a lur densità). La pressiun crescha dimena, precis sco la tem-peratura, cun l'energia cinetica cha las moleclas fuormadas survegnan tras la decomposiziun da lur molecla „materna“, chi ais in quaist cas quella $C_3 H_5 (NO_3)_3$. —

Pro la combustiun da substanzas organicas, chi cuntegnan 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'oxygen 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 sta-bilità, piglia davent als corpusculs cotschens dal sang l'oxigen ch'els avessan da derasar pel corp intuorn. —

Aint il chapitel 5 inlejeran 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 rapresentain nus per intant sco cullinas düras d'alchüns 10^{-9} centimeters grossezza. L'atom idro-gen 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 recti-ligna: las duos distanzas egualas tanter l'atom O ed ün H, chi im-portan $10,7 \times 10^{-9}$ cm, rinserran ün angul da 64° . Cun che exac-tezza cha la fisica sa masürar quaistas particlas invisiblas! Eir da moleclas organicas cumpostas da blers atoms ha ün singià pudü stabilir models. Ils ses atoms C da la molecla $C_6 H_6$ dal benzol p. ex. fuorman ün rinch serrà; vi dad els pon esser tachats in otras col-liaziuns impè dals atoms H oters atoms o magari interas gruppas separadas da tals. —

A la fin vulain güsta amo descriver ün experimaintin cha minch-ün po facilmaing far svessa. Il solit sal da cuschina as constituischa our dals elemaints sodium 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 complexs d'atoms charginats 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 alguantain ün zich NaCl in ün zenin d'aua. In quaista soluziun noudan uossa ils ions positivs Na⁺ e negativs Cl⁻. In ün oter zenin alguantain ün pér granins da peidra infernala, chi cunsista d'argent (Ag), nitrogen ed oxigen: AgNO₃. Quaista molecla vain decumposta aint ill'aua i'ls ions Ag⁺ e (NO₃)⁻. 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'argent AgCl. La reaciun as scriva seguaintamaing:



Scha nus fain üna filtraziun tras ün toc palperi d'sdratsch, ils ions Na⁺ e NO₃⁻ passan cull'aua tras il filter, l'AgCl bricha. Il filtrat mettain d'vart in ün magöl. A masüra cha l'aua and svapurescha, creischan our da la soluziun cristallins romboedrics da NaNO₃, il cuntschaint salpeter da sodium. Per quaist scopo il magöl sto pudair star bain salda, in ün lö fraid da temperatura constanta. Vi dal clorid d'argent alb aint il zenin observain intant ch'el müda svelt culur: el dvainta blauaint fin grisich-plom. Ma sch'el füss da prüm innan stat bain reparà da tuotta glüm restaiva'l alb. La glüm decumpuona l'AgCl in Ag + 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 percuter la plü grand'energia da desdrüer las moleclas sensiblas.) Nus vezzain in che cha cunsista la fotografia. Aint illa gelatina da plattas e films sun spars granins finins da clorid d'argent (o hozindi pelplü da bromid d'argent, 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 visible 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'argent 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 svess, vulain nus amo verrer a la svelta che sorts da corps in gener cha las moleclas (inclus ils atoms) san cünstituir. Noss sens disferenzieschan tra i uschedits stadis d'aggregà da la materia: quel solid, liquid, e gasus. Per mincha colliaziun (ed elemaint) sun pussibels tuots tra ius stadis; in chenün ch'ella as rechatta güsta, dependa da temperatura e pressiun regnantas. La natüra moleculara da quaists duos facturs importants ais gönüda elucidada plü bod; quia ans manglain algordar be da lur significaziun d'imminchadi.

Üna pressiun ais üna forza, p. ex. ün pais, sün ün plan. Nusoters vivain suot üna pressiun cunsiderabla cha nus nu badain gnanca plü, nempe quella da l'ajer. Al livè dal mar ün cm quadrat orizontal ha da portar la culuonna d'ajer verticala sur el (ota sco l'atmosfera totala), chi paisa dafatta ün kil abundant. Quaista pressiun gnit fixada sco unità da la pressiun e nomnada „ün'atmosfera“. Üna culuonna dal listess pais e basa ma fatta our d'argent viv ha ün'otezza da bo 760 mm. Id ais comməd d'exprimer la pressiun d'ajer, chi varie-scha sich cul lö e cul temp (aura!), tras l'otezza da la coluonna d'argent viv equivalenta, sco ch'i dvainta aint ils barometers. Sün 1800 m sur il mar la pressiun 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 eguals, 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 pressiun. 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 iur centers (ch'els müdan lö o bricha) ais dimena 33×10^{-8} cm = var desch diameters d'atom. Plü ferm ch'ün gas vain squitschà insemel, 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 vapur, v. d. svoulan moleclas libras. Lur numer crescha culla temperatura dal liquid. Cur cha la pressiun da quaista vapur 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 pressiun d'ajer, l'aua cumainza a buglir cun 100° C, sün 1800 m bastan 94° C per cha la pressiun da sia vapur eguala 610 mm, e sül Mount Everest 8840 m, l'aua bugliainta nu vain dafatta plü choda co be da 66° C (pressiun 200 mm).

Il fat cha las pressiuns 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, vapur d'aua ed ajer vain serrà. Il cuntgnü as sfraidand, l'aua as cundensescha e la pressiun dadaint chala. Tras quai la pressiun d'ajer externa tschüffa il suraman e smacha il vierchel cunter il vaider, impedind uschea l'entrada dad ajer na steril. —

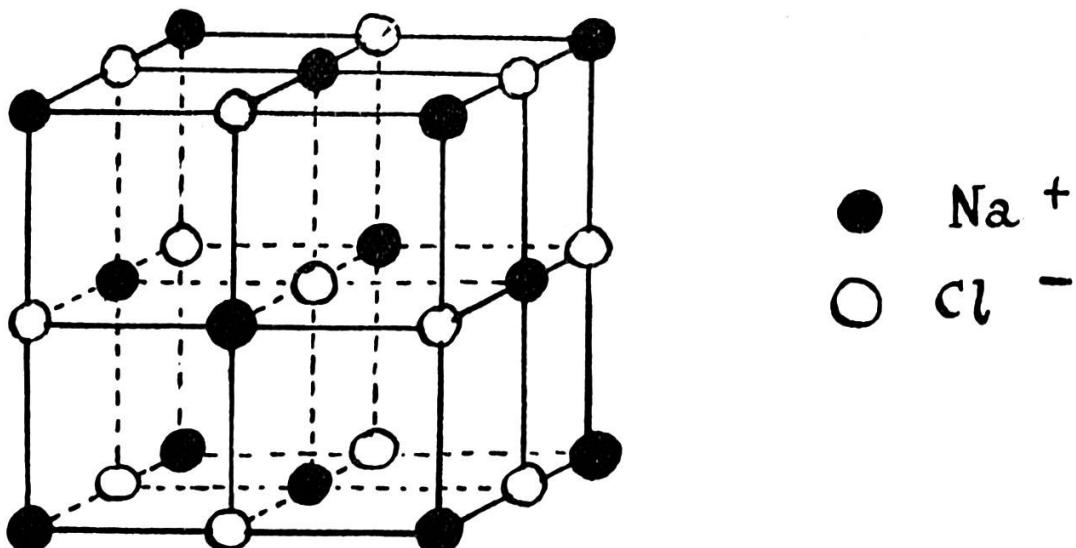
Aint ils liquids las moleclas sun circa desch voutas plü daspera üna a tschella co aint ils gas. Sün quaista distanza as fan fingià valair las forzas d'attracziun chi existan adüna eir tanter atoms na chargiats, ma chi sun listess d'origen electrica: las uschedittas forzas da coesiun. La chalur necessaria per svapurar ün liquid nun ais oter co la lavur ch'i voul per survendscher quaist'attracziun, in dozand l'energia cinetica da las moleclas: tras quai saran ellæs vieplü bunas d'as deliberal our dal liquid. Pro'l's gas, oppots als liquids, las forzas da coesiun sun plüchöntschi deblas; per far „tachar insembel“ las moleclas da l'idrogen (= il liquefar) la temperatura nu das-cha surpassar 240° C suot nolla, ed a listess temp l'idrogen sto gnir suottamiss ad üna pressiun 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 tscherta temperatura, fan eir ellæs, 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. Blers, sco l'aua, han la tendenza da suormar „barluns“ chi cunsistan our da plüssas moleclas tachadas aint tanter dad ellæs. —

Bler plü cuscidraivla co aint ils liquids ais l'attracziun vicendaivla da las moleclas aint ils corps solids, da möd cha quaists 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 insembe tras fermas forzas electrostaticas. Per las substanzas püras (il lain, la charn ect. sun mas-dügl) stadi solid significha nempe stadi crystallin. Ün'exepziun fa il vaider, chi nun ais bricha crystallisà, ma el as cumporta eir uschigliö plüchöntschi 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 suuent 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 cristal nu chattia la possibilità da crescher listess svelt da tuot las varts, il dad p. ex. pudess gnir plü lung co larg o ot — ma quai nu perturba nimia la simmetria dal cristal, siand cha tuot seis plans mantegnan immincha cas lur pendenza vicendaiva: qualunque bloc dal NaCl ais rectangul.

Que s'incleja cha la simmetria exteriura d'ün cristal ais predeterminada tras sia structura interna. Instant cha dadaint ils liquids regna il disuorden, aint in ün corp crystallin mincha atom tocca in ün lö fix, e tuots insembe 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 Na^+ e Cl^- . Il „giatter“ cubic ch'els fuorman ais disegnà aint illa fig. 2. Ils tschierchels implits dessan rapreschentar



ils Na^+ , quels vöds ils Cl^- . La distanza dals ions importa alchüns diameters d'atom. Ün dadin sco'l disegnà ais l'uscheditta c e l l a e l e - m e n t a r a dal giatter dal NaCl , perche in tuottas ses direcziuns oters tals dadins cunfinan cul prüm: el as repeta trasour il cristal. Pigliain suot ögl l'ion Cl^- immez il dad. Seis plü strusch vaschins sun ses ions Na^+ , nempe quels immez ils ses plans dal dad, chi l'at- tiran da tuot las varts listess ferm, uschea ch'el sta sco tachà sün sia plazza. Tschels dudesch ions Cl^- stan plü dalöntsch, da möd cha lur repulsion dal Cl^- d'immez nun ha ingün effet. Amo plü inoura, süls ot chantuns dal dad, sun darcheu lovats ot ions Na^+ , e. u. i. Scha nus ans imaginain uossa amo ils vainchises dadins chi includan il prüm schi verifichain cha mincha sulet ion Cl^+ dal giatter ha precis la listessa posiziun vers seis vaschins sco quel cunsiderà, e plüinavant cha quai vala medemmamaing pels ions Na^+ , ma s'incleja tuot in regard als ions opposts. Ün giatter da cristal fat sü dad ions ais dimena alch bain stabel e d ü r. I 'larà bler'energia, sco chalur, per il desdrüer cun alguantar il cristal.

Nus vezzain cha pro las colliaziuns in stadi crystallin 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 caracterisescha tuottafat. Co tschüttarà oura p. ex. quella da nos salpeter da sodium 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 schmachta invezza, quella d'ün romboeder splattütschà. La cella elementara dal NaNO_3 ais ün romboeder güz. Süls ot chantuns stan ot ions Na^+ . La diagonala schlun- gunada (l'axa) ais occupada seguaintamaing: süls duos pizs ed i'l center da la cella as rechattan traís ions 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 traís atoms d'oxigen O, lovats simmetricamaing strusch intuorn el. L'intera cella cumpiglia dimena nouv ions Na^+ e duos ions NO_3^- . Noss cristalins creschüts our d'üna soluziun da NaNO_3 , quels sun percunter romboeders splattütschats. Uschea la simmetria da la cella elementara as refleta natüral- maing 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 hexagonal, ma tuots duos sun fats our dal listess material, l'element 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 (lar lö „fix“), cun amplitudas chi creschan culla temperatura dal cristal. Adonta dal ritem cumplichà da las oszillaziuns da tuot ils atoms dal giatter insempel, quaist mantegna seis equiliber e reista intact — ma be fintant cha las amplitudas nu dvain-tan massa lungas. Perche apaina cha las particlas vaschinas vegnan da's toccar, il giatter va in bouda: il cristal alqua. — Id existan eir pacç 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 cristal solit. —

Interessant aise propi eir, sco ch'ün ha observà be ultimamaing, cha tschertas gruppas, t. o. güsta quellas 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 davairaç 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 rapport, schabain concint schi almain na massa superficial in quels temas ch'el tratta, dals resultats essenzials 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 scienzas han gnü da far e las indscheineras metodas ch'ellas han applichadas per gnir ad inlejer be ün pain a la natüra, cumbain cha cun quai as dozess sgür l'interess vi dals resultats sports quia be bels e fats — ma quaista scrivanda nu sto neir dvantar ün cudesch d'instrucziun! Uschea laschaina sainza cunsiderar las experienzas in radioaktività e spectroscopia sün las qualas as basescha il model d'atom

propost dal fisiker Bohr, e passain subit a quaist 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 partidas negativa-s tuottas egualas, ils uschedits electrons. Ün electron nu paissa tant co nöglia ed ha üna grandeza negligibla. L'essenzial ais sia chargia negativa, chi gnit stabilita sco unità da la chargia electrica. Ils minzs invezza sun tuots differents. Els cuncentreschan tuot la massa da l'atom: „la materia“ sun els. Nonobstant quaists 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 1×10^{-8} cm. Schi lura pon quai be esser las orbitas (tschierchels ed ellipsas) dals electrons girants chi han quaist ultim diameter da 1×10^{-8} cm. Dimena be circa la milli-billiunavla 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 quaistas relaziuns tras ün conugal. Sch'ün guot d'aua gniss ingrandi (— e proporzialmaing 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 precis tants electrons sco ch'i sun unitats da chargia sül minz: il minz d'atom da l'elemaint plom Pb p. ex. porta ottantiduos chärgias, 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 quaist 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 dasper quella d'ün solit numer da plassamaint: el indicha a listess temp — que chi nu s'incleja bricha da sai svess — 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 näglia sch'ün nu survezza subit cun la prüma lectura co chi saja manià precis. Il prüm oget da l'investigaziun füt l'atom plü simpel, l'idrogen. Seis minz ha la chargia positiva ün ed ais perquai circundà d'ün electron. Quaist gira güst tant svelt 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 fisicala classica prescriva nempe ch'ün electron in gir sün ün'orbita haja da radiar oura energia — que chi po be dvantar 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 coluors 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 voul ingüna prestaziun da lavur per cha l'electron sün ün'orbita perda l'equilibrio.

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

chalur) cha la teoria classica nun eira statta buna d'explichar. 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'equalisand 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 introduïa uossa aint in quaist'expressiun da l'energia, in davo rouda, las differentas valuors dals radius permissas dal postulat I, e fa oura otertants quints, 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 - c h a l i n s o l i v e l s d'energia d'ün atom. In seguit il seguond postulat quantic disch: II. L'electron radiescha bain, v. d. emetta glüm, dürant 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 dimensia plü granda stabilità: el ais aint il stadi solit, normal. El vain pür „excità“ 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 dürant 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 pér) in quantum s scuntins, indivisibels, mettet nom a la teoria fisicala moderna.

Cur cha Bohr fet quaista teoria da l'atom mez quantica mez classica, la spectroscopia da sia vart avaiva fingià gnü ramassà ün amel 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 valuers calculadas da Bohr coincidan effetivamaing precis cun quellas experimentalas chi sun fich bainfundadas. Seis duos postulats quantics 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 svess. 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 svess. Eir ils electrons sun reals — be da lur movimaints ed orbitas dadaint l'atom nu's ha mai obsevà ne stizzi ne fastizzi. Intant la teoria quantica s'ha sviluppada cunsiderabelmaing, a pér ed a pass cun resultats empirics tuot nouvs ed inaspettats. Hoz fuorma ella, sco uscheditta „mecanica quantica“, ün sistem teoretic fich vast, plü general co quel classic comprendand 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 effetivamaing 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 co 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 concepziuns fundamentalas da las scienzas 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 vöglan e, illa pratcha experimental, ston as far ün'imagna 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. seguant).

5. Chemia e fisica

La chemia ha gnü da chefar culs atoms lönch ant co la fisica. Ma ella nu's ha occupada da lur structura, dimpersè stübgiant las reacciuns dad elemaints e colliaziuns ha ella investigà ouravant tuot las qualitats chemicas dals atoms, v. d. lur possibilitats d'as colliar tanter pér. E la quintessenza da las experienzas cha la chemia fet dürant 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 reprodüt il sistem periodic cun aint be ils elemaints plü tipics. Sco ch'i's vezza ha el ot culuonas verticalas, quai sun las ot famiglias cha ils 92 elemaints fuorman. Vaschins „verticals“ sun dimena paraints, intant cha vaschins „orizontals“ as differenzieschan 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 chargia dals atoms o da las gruppas chi cunstituischan üna molecla, e po dimena esser positiva o negativa. L'elemaint sodium p. ex., aint ils sals NaCl e NaNO₃, ha la valenza ün positiva, il clor e la gruppa NO₃⁻ perquai quella ün negativa. L'idrogen H ais adüna monovalent positiv; dalander segua cha l'oxigen ais bivalent negativ aint ill'aua H₂O (sco dal rest in tuot sìas colliaziuns), e. u. i. Ebain, elemaints paraints han da comün la valenza. Ella ais il caracteristicum d'üna

famiglia => perioda ↓	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1.	1 idrogen H 1							2 helium He 4.00
2.	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
3.	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
4.	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	
5.	47 argient Ag 107.88			50 zign Sn 118.70			53 jod J 126.92	
6.	79 or Au 197.2	80 argent viv Hg 200.61		82 plom Pb 207.22				
7.		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 svessa, partind da la structura da l'atom. Pür cun quai ans procuret ella il proper inclet da la chemia.

Quia darcheu as muossa la granda valur pratica dal model da Bohr. Ils atoms han evidaintamaing la tendenza d'as transmüdar i'ls respectivs ions: il sodium Na da perder ün electron, l'oxigen O d'and annectar duos, per dvantar Na^+ resp. O^{--} . Otramaing dit quaist 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 adüna 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 circundeschän 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 numbers maximals (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 cuntegna duos elemaints, la seguonda 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 principiad la seguonda sfera, chi as „populescha“ vieplü illa seguonda perioda. Aint il deschavel atom neon Ne quaista sfera (dal neon) ais, cun ot electrons, occupada fin sün l'ultima piazza. Eir sulla sfera seguainta, quella da l'argon A, nu pon girar daplü co ot electrons. Ed uschea vaja inavant.

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

ourasom üna sfera completa, fan part da la (ottavla) famiglia dals uschedits „gas nöbel“ . 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 vicins. La radschun and po be esser cha üna sfera completa ais alch ourdvari 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 dadourvart. Co vöglan els ragiundscher 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 completar dimena, l'atom as tschüfferà cun l'occasiun 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 Cl^- . Quaist ais stabel da per sai sco ch'el l'ha giavüscha, ma siand chargià ais el uossa susceptibel a forzas electrostaticas. Da tschella vart l'atom sodium 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 Na^+ cun ourasom la sfera completa dal neon. Ils duos ions fuormats in quaist möd s'unischan illa molecla 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 cushima „accomplischan“ 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 Na_2Cl o NaCl_2 sun exclusas seguond la teoria da las sferas serradas e nun existan neir.

Percunter as cognuoscha bain il sublimat. HgCl_2 (il tössi laint ais l'argent viv Hg), perche siand ils elemaints da la seguonda famiglia bivalents positivs, voul duos ions Cl^- per „sadoular“ l'ion Hg^{2+} . Il clorid d'alumin, plüinavant, sto avair la fuormla AlCl_3 (Al^{3+} cunter 3 Cl^-). Nus resumain: Las trais prümas coluonnas cuntegnan be elemaints metallics chi han dimena adüna valenzas positivas. Eir la grandezza da lur valenza ans ais uossa tuot plausibla. Ils members da la prüm a famiglia (Na, argent Ag, ect.) sun mono valents, els largian facilmaing ün electron, aviand tuots numers ordinals be davò ün member da l'ottavla famiglia (sco Na 11 davò Ne 10) cun lur sfera

ourasom cumpleta. Ils atoms da la seguonda coluonna (calcium Ca, Hg, ect.) sun bivalents per avair duos electrons „locs“, quels da la terza (Al ed o.) trivalents causa cha lur sfera dadoura ais occupada pür cun traïs 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 avair quatter valenzas positivas ans ais cuntschaint dal dioxid da carbon CO_2 (C^{4+} cunter 2 O^{2-}). In quaista colliazion l'atom C ha dimena decis dad ir inavo sulla 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 (C^{2+} cunter O^{2-}) dal monoxid, ingio cha il carbon ais bivalent positiv, e chi ais main stabla co la 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 oxigen. (La molecla CO para dimena esser tantüna plü stabla co l'ion 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 CH_4 (C^{4-} cunter 4 H^+). Eir l'element 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 traïs electrons chi als mancan a la completaziun da l'ultima sfera. Ün exaimpel and ais l'ammoniac NH_3 (N^{3-} cunter 3 H^+); sia soluzion d'aua s'applichà pro pizchs d'insects. Aint il ion complex NO_3^- il nitrogen nu po pero esser lià otramaing co sco ion positiv N^{5+} : N^{5+} cunter 3 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 NaNO_3 aise fingià plü mal analisar. Largiand 5 electrons cun dvantar l'ion 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 famiglias IV fin VII fan suent uschea. E sco il carbon (C^{2+} , C^{4+}) pon eir els avair dafatta plüssas valenzas positivas; dal nitrogen daja p. ex. tuottas 5 pussiblas, N^+ fin N^{5+} . Be l'oxigen da la sesavla culuonna nun as colliescha (almain in moleclas polaras) mai oter co sco ion O^{--} , completannd sia sfera dal neon culs duos electrons mancants (ex. H_2O). Seis paraint

il suolper S fuorma la colliaziun correspondenta 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 schnestra 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 positivas. La valenza positiva maxima la 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 quaist'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 pêr colliaziuns polaras our da la vita pratica ans savain uossa spiegar sainz'oter. Nus avain fingià badà cha ils acids cuntegnan adüna ün o plüss ions H^+ . Cur cha quaist 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 decompuna 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 paraids 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 H_2O oppür 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 seguantas 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 Al_2O_3 (2Al^{3+} cunter 3O^{2-}), chi as rechatta liada chemicamaing aint il alumin acetic. La porcellana percuter ais ün mas d'ügl chi cuntegna l'oxid d'alumin Al_2O_3 na collià sco ingrediaint principal.

Ma uossa laschain d'üna vart la chemia. Nus avain viss chenüna rofla importanta cha il sistem periodic giova in quaista scienza. Ün' ögliada sulla posizion d'ün elemaint dadaint il sistem ans infuorma da lunga davart la structura da seis atom e cun quai davart sias proprietats chemicas. Fin avant pac temp eiran p. ex. amo traïs plazzas dal sistem vödas. 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 maximals dad electrons (ch'el postulescha per las singulas sferas) simplamaing davo las lunghezzas da las periodas, las qualas el vulaiva apunto explichiar? Na, sgüra bricha. Perche explichiar ün fat voul dir il redüer sün fats cuntschaints. Las „sferas cumpletas“ invezza eiran be ün' ipotesa inventada ad hoc (v. d. apostta 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'esperienza 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 effetivamaing aint in las lingias spectralas dals differents atoms observadas. Perquai po ün adüna as laschar sül model d'atom final da Bohr, a main ch'i nun as tratta güsta da las ultimas finezzas.

Nus repetin: Bohr nun ha bricha explicħà la valenza, siand cha seis numers maximals $2 (= 2 \times 1^2)$, $8 (= 2 \times 2^2)$, $18 (= 2 \times 3^2)$ e $32 (= 2 \times 4^2)$ füttan inventats ad hoc. Pür la mecanica quantica deduet quaista seria d'ün princip quantic nouv fitch 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 stuvess gnir corretta amo üna pretaisa fosa. Il plü pitschen rappresentant d'ün elemaint in stadi g a s u s nun ais bricha seis atom dimpersè üna molecla da duos atoms, sco H_2 , O_2 , N_2 , Cl_2 ect. (Be ils gas nöbel — sco il helium — e las vauors da metals — sco l'argent viv — nu fuorman bod mai moleclas.) Bain: quaistas moleclas (e bleras otras, 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 tschellas) gnittan inclettas darcheu pür cun agüd da la mecanica quantica. La fisica moderna la vura cun schlantsch vi da quaists problems; tant quella teoretica co l'experimental. 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 radioactività 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 operatescha cun quaist model. L'an 1911 il fisiker Lord Rutherford observet la defleciun da particlas alfa (vair quisuot) tras atoms metallics, 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 ingüñas 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 tscherts 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 decompouna 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 decomposizion dals elemaints radioactivs as manifesta in l'emissiun da razs, dals quals i dà traïs 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 seunda. Quaistas duos fuomas da razs corpusculars dan dimena perdüttä 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 quantum da glüm, chi sun amo bler plü grands co ils quantum ultraviolet; quai sun ils razs gamma.

Dvainta la decomposizion 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 decompuan in ün an 4360 cun büttar oura üna particla alfa per minz. Dals 9995640 atoms restats inters as sfa dürant l'an seguaint la listessa fracciun ($= 4,36 \times 10^{-4}$), dimena 4358 atoms, e. u. i. La ledscha da la

decomposizion 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, percuter 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 decompuner. Che curius! Lur numer ais suottamiss a la causalità, l'individuum singul percuter a la casualità. Simlas ledchas statisticas (ledchas da probabilità) -- chi nun ans vöglan ir tant bain per testa — occorran per tuot la fisica, e cun quai per tuot il dvantar natüral. La mecanica quantica perdess il sensainza sia concepziun 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 razs ch'el emetta cun as decompuner per la metà in quel temp.

L'energia cinetica da las particlas alfa e beta e l'energia da radiazion dals quantum gamma sun cunsiderablas. Ün gram radium p. ex. generescha (insembel cun seis prodots da decomposizion eir radioactivs) 170 calorias per ura, que chi quinta fингiä 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 influenzar il „temp da la metà“ d'ün elemaint radioactiv. Neir ils plü fermes stumpels nu fan perder l'equiliber (chi sto esser labil) a d a p l ü minzs ne'l's fan forsa büttar oura d a p l ü particlas. Alch oter ais percuter la transmündaziun artificiala dad elemaints na radioactivs; ella ans occuparà amo plü tard.

Cunsiderain avant il cunnex da la decomposizion 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) bütten 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 pazzas aint il sistem, el capita sün quella nr. 88. Sün quaista tocca fängià 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 vengnan largiats subit davo la particla alfa), e perquai la listessa strutura 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 transmündand 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 finischian eir ellas minchüna cun ün isotop dal plom. Da la prüma fan part 18 elemaints inclus il radium; ella cu mainza 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 pazzas 81 fin 92 dal sistem periodic, fuormand varquants isotops per piazza. Dasper els

daja amc duos elemaints instabels l i g e r s , ils metals monovalents kalium 19 e rubidium 37, chi emettan üna radiaziun debla (v. d. „temp da la metà“ grandischem) da beta. Perche sun güsta cir quaists radioactivs? Ma la teoria dals minzs e da la radioactività ais amo fisch giuvna, incompleta e plüchöntschi provisoria. La mecanica quantica sa render quint da la decomposiziun alfa, intant ch'ün nun incleja 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 prüm 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 quantum 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, stuvessan tuots esser numers inters, que chi nun ais il cas (p. ex. clor 35,46). Quai ha pero ün'atra radschun. Ans algordain da l'elemaint plom chi ha traïs 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 supposizion gnit güstifichada tuot in gener, tras metodas fisicalas bain minuziusas. Na be ils elemaints cun

pais atomics ruots ma eir tschels as demuosettan sco masdügls dad ün (helium, sodium ed o.) fin ündesch (zign) 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“. Fingià il minz helium paisa alchet da main co quatter protons. Cun sia composiziun da 4 protons + 2 electrons vain dimena spais ün pa d' massa ! Alch sumgliaint avain nus viss plü bod pro la fuormaziun da moleclas exotermas (sco da quella CO_2 ; 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 forsa ün'analogia tanter la massa e l'energia? Schi, ellas sun dafatta equivalentas, e quai tenor üna ledscha importanta 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 cuschedraivla. 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 vuless per la decompuner in seis ses constituents. (Ella ais var traïs voutas plü granda co quella cinética 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 energías 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 radiazion, e cha ils uschedits razs penetrants aint ill'atmosfera derivan da sintesas da minzs helium oura il spazi cosmic.) Regard las energias atomaras ans stuvin amo cuntantar cun lur funtanas naturalas, ils razs radioactivs. (Pervia da singulas excepcions vair plü tard.)

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

daplü co traïs protoni liberi. L'isotop principal da l'oxigen, O(16) — quaistas cifras indichan uossa il numer total da protoni, colliats in particlas alfa e liberi, dal minz in dumanda — as compuonerà p. ex. da 4 particlas alfa; el paisa natüralmaing damain siand stabel. Electrons liberi il O(16) nu cuntegna ingüns per avair 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 avair 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 circundeschon il minz aint il atom neutral, nun aise quia mai plü discuors.) —

Pero la cumparsa da traïs particlas nouvas illa fisica cupiche 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 interes-santa, ella ha bain la massa dal proton ma ingüna chargia electrica! Perquai la mettet ün nom il „neutron“. 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 elemen-taras il neutron e — apunto l'ultima da las traïs novitats, il „positron“. Quaist ais l'„electron“ positiv (scuvri 1932 e 1933 in diffe-rents 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 quan-tums da la materia e da l'electricità preschaintamaing çuntschaints. Chenüns dad els chi sajan elementars e chenüns cumposts nu savain nus decider hoz. Che mā ans muossarà l'avegnir davart la „vaira, propria natüra“ da materia ed electricità?

I ha pac scopo da discutar 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'experimentant l'ha provista, e la proveda effetivamaing minchadi, da tant material empiric nouv. (Intant ha ün p. ex. chattà divers stiz-zis da nouvs isotops da l'idrogen e dal helium.) —

Per finir: co aise vairamaing cun la transmündaziun artifiziala dad elemaints e la disintegraciun dad atoms reportadas eir suivent in gazettas? Ebain, ün bombardia substanzas püras gasusas (e solidas) cun projectiles atomars d'ün'energia cinetica sufficianta. Sco tals gnivan in consideraziun be las particlas alfa emissas sco razs radio-activs. 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 surpris considerabel. — Las metodos experimentalas da la fisica nucleara gnittan elavuradas ouravant tuot i'l laboratori da Lord Rutherford; ellas sun minchatant' propi indscheinusas.

La spüra disintegraciun (desdrucziun) d'ün minz nu füt sco ch'i para amo mai effetuada. 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 transmündaziun dal nitrogen, chi ha il minz N(14). Il paragun 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 medemma 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 „disintegraciun“ da minzs: razs da protons accelerats sün via tecnicka, na natürala, tras ferms champs electrici. 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 trois 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 paragun las massas exactas (pigliand resguard al defet da massa dals minzs), nu combinal 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 singià transmündà atoms, p. ex. darcheu il nitrogen. La reacziun ais la seguainta: $N(14) + neutron(1) = B(11) + He^{++}(4)$; ella ais magari reversibla, v. d. l'elemaint bor (nr. 5)

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

Ils divers bombardamaints „affectan“ pustüt ils minzs ligers. Be quels carbon C(12) ed oxigen O(16), cumposta da (3 e 4) minzs He sulets, sun usche stabels ch'els resistan a tuot las tentativas da transmündaziun. 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 repulsion 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 pratic sco chi eira quel da Bohr pel stüdi da l'atom exteriur. Las reacziuns nuclearas revelan, dasper ils constituents, pustüt las energias dals minzs, chi nu fixan pero amo ingün' magna 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 coincida hoz cun quel prümnomnà. Quaist, e las cunsideraziuns energeticas in gener, giovan üna rolla usche importanta 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 stuves pudair verrer chenünas metodas ch'ella invainta in sia brama da chapir la granda natüra — savoir nouvas eir da sias difficultats e vias falladas, e dals problems cha la fisica ha amo da schöglier.

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 savoir scha id existan ledschas natüralas n a fisicalas o bricha. Per instant tocca imminchacas amo als biologs d'ans furnir daplü material d'observaziun.

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

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

tecnica, e chi chi ha il sen pratic s'occuparà cun ella per la pudair applichar lura sün problems tecnics — sia mira ais da metter in pratcha las ledschas natüralas. Ma, da tschella vart, la fisica ha üna granda valur filosofica. (Ün po sch'ün voul schnejar in gener tales 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 svessa. Perche ella ais la premissa eir da nossas capacitats. Que paress almain.

Glista dals terms tecnics

acid acetic	Essigsäure
acid carbonic	Kohlensäure
acid muriatic	Salzsäure
acid nitric	Salpetersäure
acid sulfidric	Schwefelwasserstoff
acid sulfuric	Schwefelsäure
alumin acetic	essigsaure Tonerde
aua oxigenada	Wasserstoffsuperoxyd
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.)