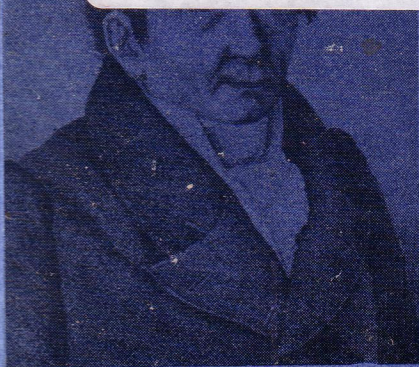


K

10E761



E. F. F.

CHLADNÝ

OTEC AKUSTIKY A METEORITIKY

O S V E T A

PRIEKOPNÍCI NAŠEJ PRÍTOMNOSTI

Ivan Rumanovský — Ivan Stadtrucker

### E. F. F. CHLADNÝ

Ernest Florián Fridrich Chladný, ktorého rod pochádza zo Slovenska, bol v dejinách akustiky a meteoritiky známy najmä koncom 18. a začiatkom 19. storočia, keď jeho štúdie a študijné cesty po Európe vyvolali veľký rozruch vo vedeckom svete. Chladný svojimi názormi nekompromisne vystúpil proti autorite cirkvi.

Jeho meno sa spomínalo v súvislosti s menom Kempelena, Lichtenberga, bratov Weberovcov, Biota, filozofa Steffensa a iných vynikajúcich osobností, ktoré predstavovali vtedajší pokrokový smer vo vede. Neskôr sa naňho zabudlo.

Až sovietska veda v súvislosti s rozvojom astronautiky vyzdvihla jeho význam pre vedu a v posledných časoch aj naši vedeckí pracovníci si všímajú jeho práce a prehodnocujú ich.

Monografia Rumanovského a Stadtruckera o Chladnom popularizuje jeho život a technický prínos na úseku akustiky a meteoritiky, jeho pokusy pri zostrojovaní nových hudobných nástrojov a jeho názory na vesmírne telesá, najmä meteóry.

V tomto smere Chladný prvý vedecky dokázal ich kozmický pôvod.

Práca má časť životopisnú (autor Rumanovský) a odbornú (autor Stadtrucker).

V životopisnej časti sa opisuje Chladného ľudský profil: jeho detstvo, výchova u rodičov, na školách, jeho pôsobenie na univerzite, cesty po Európe i život nezávislého vedca, ktorý sa boril s názormi metafyzikov.

V druhej časti sa venuje autor výskumom v akustike a meteoritike, pričom konfrontuje jeho názory s dnešnými.

Teoretické časti sú podané názorne a doložené kresbami. Určená je širokému okruhu čitateľov.

P029 346/UK

P029346/UK E.F.F.



10 0000 29346 3

PRIEKOPNÍCI  
NAŠEJ  
PRÍTOMNOSTI

Na pamiatku  
spoločnej relácie  
o elektronickej hudbe

Krivos  
Stachnický

12. 8. 1962

TRINOVIC  
LIVAN  
PITOMOSTI

Jména znamenitých mužův ze tmy  
minulosti na světlo přítomnosti a jim  
podlužnou úctu i vděčnost prokazova-  
ti jest pro tvory rozumem obdařené,  
jako jsou lidé, jedna z nejsvětějších  
povinností!

*Ján Kollár*

IVAN RUMANOVSKÝ - IVAN STADTRUCKER

E. F. F. CHLADNÝ  
OTEC AKUSTIKY  
A METEORITIKY



1961

Vydavateľstvo Osveta, n. p., Bratislava,  
pobočný závod Martin

IVAN RUMANOVSKÝ - IVAN STADTRUCKER

E. F. F. CHILADNY  
10E761  
A METEORITIK



P029346/04

© Ivan Rumanovský — Inž. Ivan Stadtrucker, 1961

Vydavateľstvo Osveta, Bratislava

Recenzoval prof. dr. Ján Vanovič

## ÚVOD

Územie Slovenska v osemnástom storočí predstavovalo len časť Uhorska, zväčša kopcovitú, so sedemstotisíc obyvateľmi. Obyvateľstvo žijúce v tých časoch trocha si vydýchlo po hrozných protihabsburských povstaniach uhorskej šľachty za nezávislosť Uhorska, ktoré sa odohrávali temer výlučne na našom území. Spustošené dediny i mestá vyzerali ako strašlivý obraz spálenísk. Celá naša krajina, vtedy veľmi chudobná, podobala sa Čechám po bitke na Bielej hore. Mnoho ľudí našlo smrť v dlhej a krutej vojne, veľa ich padlo v sedliackych vzburách, časť skosil mor a celý rad poddaných zahynul v rukách kata alebo ho pohltila nebezpečná a všemohúca náboženská inkvizícia. Mnoho vynikajúcich jednotlivcov nedobrovoľne opustilo tento svet. Nezomierali iba buriči a sedliacki rebelanti, ale vedľa hôrneho chlapca z karpatských hôr na svoju odvahu doplácali aj vedci a myslitelia v Prešove, na Orave i v starobylom Prešporoku, ktorí sa dostali do sporu s nábo-

ženským dogmatizmom. A tak po dlhoročnom plienení ostala na Slovensku iba hŕstka obyvateľstva.

Predsa však z tejto hŕstky obyvateľstva vyšlo nemálo jednotlivcov, ktorí vynikli doma, alebo zväčša v cudzine. Tam dávali svoje vedomosti do služieb cudzej vedy, lebo doma nemali dosť vhodných podmienok, alebo sa pre nábožensko-politický útlak v Uhorsku nemohli vrátiť do vlasti. K posledným najčastejšie patrili protestantskí exulanti, ktorých protireformácia vyhostila z domova.

Do exilu v minulosti odchádzali aj celé rodiny, ktoré časom zrástli s obyvateľstvom krajiny, ktorá ich pritúlila v najťažších chvíľach. Azda najznámejšia z nich bola rodina Jesseniova, ktorá sa uchýlila do cudziny pred tureckým nebezpečenstvom. Lekár Ján Jessenius, najvýznamnejší člen tejto rodiny, stal sa už ako rektor pražskej Karlovej univerzity obeťou habsbursko-cirkevnej reakcie. Roku 1621 ho umučili a popravili na Staroměstskom námestí.

Osud exulantov postihol aj rodinu, z ktorej pochádzal vynikajúci vedec Ernest Florián Fridrich Chladný, otec akustiky a meteoritiky, ktorého Slovensko dalo Nemecku a Nemecko svetu.

Narodil sa 30. novembra 1756 vo Wittenbergu, zomrel 3.–4. apríla 1827 vo Vratislavi.

## ZO ŽIVOTA A PRÁCE E. F. F. CHLADNÉHO

Ivan Rumanovský

## DVAJA PRIATELIA

Začiatkom roku 1827 chodieval po uliciach Vratislavi vzpriamený stavec. Chodci sa zastavovali, šepkali si o ňom klebietky, a tí, ktorí ho osobne poznali, zďaleka a úctivo ho pozdravovali. Poznalo ho veľa ľudí, hoci prišiel do mesta sotva pred tromi mesiacmi, tesne po Novom roku. Aj keď mnohí vedeli o ňom čo-to, udalosti z jeho súkromného života sa nedostali na verejnosť. Sám o sebe nikde nehovoril a mlčala aj jeho gazdiná. Zrejme si to tak želal skromný stavec.

Na pleciach nosil už sedem krížikov, ale na jeho chôdzi to nebolo badať, bola svieža a energická. Ak sa stretol s niektorým známym, ktorých mal medzi miestnou inteligenciou veľa, obyčajne začal hneď na ulici rozhovor, pri ktorom živo gestikuloval a prípadne, ak mu spoločník niekedy oponoval, zastavoval sa a kreslil paličkou na zem vysvetlivky, aby podporil svoje temperamentné tvrdenie. Okoloidúci zvedavci si zo zachytených slov nevedeli nič vybrať,



lebo starček, profesor Ernest Chladný, hovoril vždy len o vedeckých problémoch, alebo „nezmysloch“, ako ich pomenovali meštiacki nafúkanci, ktorí zakrývali namyslenosťou vlastnú nevedomosť. Konečne, profesor ich poväčšine nebral na vedomie. Aj teraz sa ne jeden užkrnul, vidiac starého profesora ponáhlať sa krížom cez námestie. Ponáhľal sa, lebo tretí aprílový deň kdekoho prekvapil svojimi rozmarmi, najmä teraz, podvečer, keď skúpe slnko vystriedala snehová metelica.

Starec zastal pred Steffensovým domom, oddýchol si a potom energicky potiahol rúčku zvonca. Nečakal dlho. Otvoriť mu prišiel omnoho mladší priateľ, prírodovedec Henrich Steffens. Potešil sa návšteve, Chladného pozval k teplému krbu a zatvoril ťažké domové dvere, aby znova chránili obyvateľov domu pred snehovou fujavicou a zvedavými zrakmi chodcov.

V Steffensovej pracovni, kde sa obaja najradšej zdržiavali, bolo príjemné teplo. Steffens, po otcovi Nemec, po matke Dán a výchovou Nór, mal rád serverský krb, pri ktorom trávil zimné večery v spoločnosti najvýznačnejšieho akustika doby, profesora Chladného. Zoznámil sa s ním len nedávno, veľmi si ho však vážil nielen preto, že bol od neho takmer o dve desaťročia starší, ale aj preto, že sa zhodli v názoroch. Steffens bol filozof, ktorý sa dostal do sporu s cirkvou pre svoje názory sčasti zverejnené

v dvojdielnej knihe *Karikatúry najsvätejšieho* (Karikaturen des Heiligsten, Leipzig 1819–1821). Chladný bol fyzik, potomok slovenského exulanta-protestanta, ktorý sa na základe štúdia prírodných vied dostával k ateistickým názorom. Mali si teda stále o čom rozprávať. Nerozoznávali hranice medzi filozofiou, ktorou majstrovsky narábal Steffens, a medzi Chladného hypotézami o podstate vesmíru; rozhovorili sa vždy, keď prišla reč na meteory alebo iné prírodné úkazy, v ktorých sa Chladný vyznal tak, že sa mu z jeho súčasníkov nik nemohol vyrovnáť. Aj teraz sa usadili a pokračovali v rozhovore prerušenom minulého večera, lepšie povedané predošlej noci. Steffens hovoril o svojom detstve v Dánsku, spomínal na študentské roky v Kodani, kde začal študovať teológiu a kde zásluhou profesora Buffona skončil štúdium prírodných vied a filozofie. Teraz bol rád na Chladnom, pretože pri poslednom posedení prisľúbil hovoriť o svojom živote, o ktorom sa vo svojom životopise v slávnej knihe *Akustika* zmienil iba veľmi skúpo.

Priatelia si sadli ku krbu a o chvíľu Steffens spomenul históriu Chladného predkov, ktorí neboli Nemci ani Poliaci, ale pochádzali z Uhorska, z krajiny, ktorú Chladnému osud nedožičil vidieť, hoci po nej mnohokrát túžil.

Chladný začal o tom, ako jeho praded Georg Chladný, horlivý stúpenec náuky Martina Luthera,

ovplyvnený českými exulantmi, vystúpil proti jezuitom, ba aj proti celej katolíckej cirkvi. Odišiel študovať do protestantského Wittenbergu teológiu a po skončení štúdií sa usadil v hornouhorskom banskom mestečku Kremnici. Protireformačné hnutie však vyhnalo Georga Chladného z vlasti a usadil sa v slovanskej Hornej Lužici v mestečku Zhorelec (Görlitz). Ale túžba po vlasti ho opäť priviedla späť do Kremnice. Dlho tam však neostal. Musel znovu utiecť za hranice aj so svojim štvorročným synom Martinom, dedom Ernesta Chladného. Roku 1704 sa natrvalo usadil v univerzitnom meste Wittenbergu, kde sa stal prepoštom a profesorom teológie.

Roztvoril na krbe položenú Akustiku a citoval mu odsek z jedenástej strany, v ktorom sa vysvetľuje zmena priezviska Chladný na Chladenius. Toto meno používal otec a starý otec Ernesta Chladného. V období, v ktorom žil jeho dedo v Uhorsku, pridávali si vzdelanci ku svojmu menu latinské koncovky. Od tohto zvyku sa časom upustilo, preto Ernest Chladný používal radšej pôvodné meno.

Zatvoril knihu. Nevie presne, kto prvý používal polatinčené meno. Najskôr to bol jeho dedo, ktorý sa podľa otcovho rozprávania ešte vrátil do starej vlasti. Po ňom už upravené meno prevzal jeho otec Ernest Martin Chladenius, prvý profesor práv na univerzite vo Wittenbergu, saský dvorný radca, dekan právnickej fakulty, uznávaný znalec starožitnos-

ti, starostlivý, no veľmi prísny a pedantný otec, ktorý učil svojho syna milovať stratenú vlasť, čo neskoršie sám Ernest Chladný spomenul v svojom životopise.

Červenkastý oheň ožiaril tváre oboch priateľov a pred Steffensom sa začala rozvíjať cesta Ernesta Chladného.

#### DETSKÉ ROKY

V domácnosti Ernesta Martina Chladeniusa, panoval úplný poriadok. Matka bola tichej povahy a jej nerozhodnosť pred otcom vyplývala z jeho prísneho a pedantného postoja voči rodine. Podobný pocit mal aj malý Ernest, ktorý od detstva spoznával otcovu pevnú ruku. Že by ho bil, to nemožno povedať, ale používal také výchovné metódy, ktoré chlapca nútili premýšľať a predčasne duševne dospievať. Nedovoľil, aby mal priateľov a bez dozoru nesmel opustiť miestnosť, do ktorej ho otec zatvoril. Najčastejšie to bola otcova pracovňa, plná kníh, obrazov, máp, v nej veľký glóbus; na stole mal okrem písacích potrieb pomôcky na kreslenie máp a na ručné práce.

V otcovej pracovni bol chlapec odkázaný sám na seba. Ak sa nechcel nudiť, musel si vymýšľať rozličné hry. Večermi pozoroval hviezdy. Ak niekedy prišla k nemu matka, rád si odpočinul v jej objatí.

Bez jej dozoru nesmel chlapec odísť ani len do záhrady. V takomto prostredí dieťa veľmi rýchlo dospievalo. Na jeho tváričke sa zriedka zjavil úsmev a na nej veľmi skoro bolo badať znaky duševne pracujúceho človeka.

Výchovu, ktorú jeho rovesníkom poskytovala škola, dával mu otec a začal s ňou tak predčasne, že Ernest ako sedemročný čítal knihy určené pre dospelých. Extrémy v prísnej výchove ochudobnili chlapca o mnohé radostné chvíle raného detstva, a to, čo sám neprežil, hľadal v knihách, z ktorých si oblúbil najmä cestopisy. Pri ich čítaní si predstavoval ďaleké krajiny, púšte a moria; vtedy sa rozhodol, že až dospeje, stane sa námorníkom.

Z kníh sa dozvedel, že Holandsko je jednou z vtedajších námorných veľmocí, preto sa zo starej gramatiky tajne začal učiť holandčinu. Vtedy sa po prvý raz uňho prejavila neobyčajná húževnatosť, ktorá sa mu stala v ďalšom živote potrebnou a ktorá vyplývala z jeho neobvyklej výchovy. V tajnom štúdiu cudzej reči robil také pokroky, že keď ho otec prichytil, bol jeho vedomosťami prekvapený. Keď mu malý Ernest oznámil svoje rozhodnutie stať sa námorníkom alebo lekárom, bol znova nemilo prekvapený. Chcel mať z neho právnika. Zároveň sa však chlapcovho rozhodnutia bál. Zbadal, že jeho výchovná

metóda, ktorá nútila chlapca k vytrvalosti, je zbraňou dvojsečnou, lebo vytrvalosť a vôľa neupustíť od svojho rozhodnutia prekročili u malého Ernesta synovskú poslušnosť.

Protichodné názory na budúce povolanie mrzeli práve tak otca ako aj syna. Otec sa utešoval aspoň tým, že chlapec má ešte dost času na voľbu povolania, Ernesta otcovo rozhodnutie dlho mrzelo a keď v knižnici preštudoval učebnice fyziky, matematiky a prírodovedy, urobil šalamúnske rozhodnutie: poslúchne otca a splní sa aj jeho túžba. Odíde študovať právo, a popri tom bude študovať aj prírodné vedy. Zaumienil si, že svoje rozhodnutie pred otcom utají až do skončenia štúdií.

Na štúdiá mal ešte dost času, preto pokračoval v odhaľovaní kultúrnych a vedeckých bohatstiev otcovej pracovne, zakliatych v knihách. Z nedostatku detskej zábavy začal rozmýšľať nad vecami vo svojom okolí, z ktorých ho najviac zaujímal hviezdny a zemský glóbus s mapami. Sám sa usiloval pochopiť ich účel a pomocou cestopisných kníh sa mu to aj podarilo. Znova sa presvedčil, že túžba po cestovaní v ňom nezanikla, a rozhodol sa v budúcnosti cestovať, poznávať svet.

Desaťročný Ernest často rozmýšľal o sebe, o svojom živote, o živote vôbec, o svete na Zemi i mimo



nej. Oknom pozeral na hviezdy a zamýšľal sa nad zákonitosťami vesmíru. Sám začal pochybovať o vtedajších predstavách o zložení vesmíru, a keď pozoroval zdanlivo prázdny priestor medzi Jupiterom a Marsom, stále sa utvrdzoval, že nie je možné, aby v tomto priestore nič nebolo. Už vtedy začal rozmýšľať a domnievať sa, že tam musia byť nejaké hviezdy, ktoré nemožno pozorovať a vidieť, pretože sú veľmi vzdialené. Ako bol blízko k pravde pri týchto kozmických snoch!

#### ROKY DOSPIEVANIA

Štrnásťročný Ernest sa pripravoval na štúdiá do Grimmu. Tešil sa, že sa zbaví otcovho prísneho dozoru. Tešil sa však predčasne, pretože otec sa i tu postaral o prísny dozor. Rodinu, ktorá dozor vykonávala, požiadal, aby ho obmedzovali v osobnej slobode.

Už ako osemnásťročný rozhodol sa študovať predsa lekárstvo. Ale otec trval na štúdiu práva. Z týchto protichodných záujmov vyšiel zdanlivo víťazne energický otec. Syn začal zuby a poslúchol. Požiadal však otca, aby mohol študovať vo vzdialenom Lipsku a nie

vo Wittenbergu, kde by bol znova pod otcovým prísny okom. Otec po uvážení s požiadavkou súhlasil a tak študent Ernest Chladný získal čiastočnú slobodu. Rodičovská výchova však vplývala aj na jeho život v Lipsku, bola v ňom tak vžitá, že voľnosť nikdy nezneužil ani len na študentské šibalstvá.

K nanútenému štúdiu pristupoval s veľkou vážnosťou a napriek odporu, ktorý k nemu pociťoval, predsa v ňom neobyčajne vynikal. Popri právnických štúdiách venoval sa aj štúdiu matematického a fyzikálneho zemepisu, fyziky, biológie a geometrie.

Výsledky jeho štúdií boli radostné. Všetky štúdiá skončil načas, právo s výborným prospechom, skvele obhájl dve dizertačné práce a do rodného Wittenbergu sa vrátil roku 1782 už ako doktor práv. Miesto právnika mal zabezpečené dávno pred príchodom domov, lebo vplyv jeho otca ako saského dvorného radeu bol veľmi veľký.

Ernest, ktorý sa práve vydal na cestu životom už ako nezávislý samostatný človek, si na všeobecné prekvapenie rodičov a známych pozmenil svoje otcovské meno Chladenius na pôvodné, slovensky znejúce Chladní s mäkkým i na konci. Chcel si ním pripomínať stratenú a neznámu vlasť, na ktorú často spomínal a ktorú túžil aspoň raz v živote uzrieť...

SLOBODA A SAMOTA

Návrat k rodičom nebol pre mladého Chladného radostný. Zarmútil ho matkin zdravotný stav; vedel, že už dlhší čas chorľavie, ale jej choroba bola oveľa vážnejšia, než predpokladal. Jej stav sa zhoršoval, slabla. Otec bol majetný, matku mal rád, na jej záchranu obetoval veľké finančné prostriedky. Prišlo to, čo všetci v strachu a neistote očakávali. Ernest Chladný stratil dobrú, milujúcu matku. Po jej smrti prišla i núdza, zapríčinená výdavkami na lieky. Otec so synom sa museli uskromňovať, hoci rodina ani predtým neplytvala prostriedkami na zbytočný prepych.

Po skončení smútku sa Martin Chladenius znova oženil. Nová pani Chladeniusová sa usilovala nahraďiť prvú Ernestovu matku. Ernest si ju za to veľmi vážil. Jej príchodom sa značne zlepšila aj finančná situácia rodiny. Zdalo sa, že do rodiny prichádza zasa súlad a pokoj. Mladý Ernest sa však dlho z neho netešil, pretože musel prijať ďalšiu silnú a neočakávanú ranu, ktorú spôsobila náhla smrť jeho otca, doktora Chladeniusa. Spolu s nevlastnou matkou, ktorá mu v najťažších chvíľach života bola jedinou oporou, úprimne smútil nad jeho stratou.

Pomaly si začal uvedomovať, že je slobodný, nikomu ničím nezaviazaný, zodpovedný len sám sebe, ale osamotený. S príbuzenstvom, ktoré mu ostalo, sa

nešťakal ani za otcovho života, všetci mu boli úplne cudzí. Ostala mu len láska k vede, ktorá po strate otca ešte zosilnela. Preto sa rozhodol, že zanechá právo a že sa bude venovať len prírodným vedám.

Chladný nemal od úmyslu k činu nikdy ďaleko. V úrade dal výpoveď a začal prednášať na univerzite matematiku, biológiu a fyzickú geografiu.<sup>1</sup>

Dostať profesorské miesto vtedy v Nemecku nebolo ľahké. Školy o profesorov nemali záujem, pretože bol nielen dostatok, ale až prebytok mladej inteligencie. A ani to profesorské miesto, ktoré Chladný zastával, nedovoľovalo žiť na vyššej úrovni, nehľadiac na to, že bolo neprimerané jeho nevšedným vedomostiam. Odchodom z úradu si privodil finančnú tieseň a počas profesorovania žil istý čas z úspor, ktoré mu ostali po otcovi. Bolo ich menej, ako pôvodne predpokladal, a dlho nevydržali.

Ernest Chladný bol prívržencom nových pedagogických smerov, a ktorými už od čias českého učiteľa národov J. A. Komenského sympatizovali mladí pokrokoví učitelia. So študentmi ehodil často na vychádzky do prírody a propagoval vyučovanie v prírode, kde ľahšie a názornejšie mohol vysvetliť nejasné otázky z biológie. Touto metódou sa v mnohom podobal profesorovi Jurajovi Buchholtzovi ml. z Banskej Štiavnice, ktorý vyučoval geológiu na tamojšej Baníckej akadémii. Na Bucholtza v tomto smere vplýval stúpenec Komenského pedagogiky Matej Bel, s ktorým Bucholtz prostredníctvom profesora Samuela Mikovinyho spolupracoval na mapách pre veľdielo *Notitia Hungariae novae historico-geographica divisa in partes quator*.

Len nevlastnej matke mohol ďakovať, že nemusel prerušiť vedeckú prácu. Keď videla, ako sa ťažko borí so životom a nechce opustiť milovanú vedu, začala ho podporovať z vlastných skromných prostriedkov.

Jeho situácia sa veľmi zhoršila, keď mu i druhá matka ochorela. Teraz jej zasa on musel odplácať dlh. Uvedomil si, čo preňho v najťažších chvíľach vykonala, a veľmi starostlivo ju opatroval. A hoci mu preto ostávalo len málo času na vedu, nevzdával sa svojich plánov. Začal dôkladne študovať fyziku, ale už sa začal špecializovať — veľmi ho zaujala akustika.<sup>2</sup>

Popri štúdiu akustiky sa venoval mechanizmom a konštrukcii rozličných hudobných nástrojov, ku ktorým mal ako hudobník osobitný vzťah, aj keď sa hre na klavír začal učiť, až keď mal devätnásť rokov.

Chladný rád spomínal na prvé roky vedeckej práce, s láskou hovoril o objavoch v prírodných vedách, o ktorých predtým nik ani len netušil. Predsavzal si, že čo by čo bolo musí odhaliť tajomstvá zákonov prírody, ktoré ho lákali a vzrušovali. A vtedy si vedel oceniť dar, ktorý dostal od otca vo forme prísnej výchovy. Začal sa boriť s prekážkami s takým neuhastiteľným zápalom a vytrvalosťou, akých sú schopní len fanatici, ktorí v zajatí myšlienky dokážu

<sup>2</sup> V úvode knihy *Die Akustik* o tom napísal: „... prišiel som k poznaniu, že toto pole je menej prebádané ako ostatné odvetvia a tu možno najskôr urobiť nové objavy...“

urobiť obdivuhodné činy. A on tak túžil po nových objavoch!

\*

Chladný sa odmlčal, hľadel do ohňa. V predstavách sa mu premietala minulosť. Videl v nej svoje detstvo i študentské roky. Steffens hľadel naňho s údivom. Chladný sedel a mlčal, a vôbec si nevšimol vstávajúceho Steffensa, ktorý nad ohňom otočil železný držiak so zaveseným čajníkom.

#### NA VLASTNÝCH KRÍDLACH

Nad pohárom horúceho čaju sa u Steffensa rozprúdila debata o súčasnej vede. Len čo prišla reč na fyziku, Chladný zabočil do akustiky. Spomenul, že ho už hudba sama osebe príliš zaujímala, pričom ho prírodovedecké záujmy nútili nielen poznávať jej teórie, ale zaoberať sa aj výskumom podstaty zvuku. Znova sa rozhovoril o svojom živote, dokonca sa usiloval nevynechať nič zaujímavé. Pripomenul, že náuka o zvuku nebola pred jeho výskumami dostatočne prepracovaná. Mnoho problémov bolo načatých, nedoriešených a mnohé z nich sa zdali nevyriešiteľné a nevyjasniteľné.

Chladný spomínal a Steffens videl v predstavách mladého právnika, ako sa zahĺbil do štúdia teoretických prác vynikajúceho fyzika, matematika a lekára Daniela Bernouilliho, zaoberajúceho sa teóriou chvenia strún, tyčí a vzduchového stĺpca v píšťalách. Videl ho, ako sa celé noci hrbil nad odkazom jedného z najslávnejších matematikov a fyzikov, nad prácami Leonarda Eulera. Ich práce postupne priviedli aj Chladného k pokusom, pomocou ktorých vyšetroval spôsob chvenia strún a tyčí.

Chladný potom začal hovoriť o svojom priateľovi, fyzikovi Jurajovi Krištofovi Lichtenbergovi; známy fyzik ho svojimi pokusmi inšpiroval k veľkému objavu v dejinách akustiky ...

Profesora Lichtenberga zastihol doma ešte večer toho istého dňa, keď sa dozvedel o jeho veľkom objave elektrických obrazcov. Lichtenberg, zazrúc Chladného celého zadychčaného, sprvu si myslel, že ho postihlo nejaké nešťastie. Príčinu rozčúlenia však prezradili jeho zvedavé oči, uprené na dvere laboratória. Samozrejme, že ho hneď pozval do miestnosti, ktorú Chladný veľmi dobre poznal. Prístroje na demonštrovanie úkazu mal pripravené, celý stôl a jeho okolie boli posypané akýmsi červeným práškom. Misky so sírou a inými látkami v kusoch i roztlčené na prášok v Lichtenbergovom laboratóriu pripomínali tak trocha alchymistickú dielňu.

Pri pokuse, ktorý Lichtenberg začal hneď predvídať, nebolo treba dlhých rečí. Na tenkú rohovinovú doštičku nasypal zmiešaný rôznofarebný prášok a potrasením ho rovnomerne rozložil po jej povrchu. Doštičku upevnil do zveráka a amalgámovou kožou začal trieť čiernu tyč hrubú asi pol druha palca. Priblížil ju k prášku a ten sa začal triediť. Prezrádzalo to zoskupenie prášku určitej farby. Lichtenberg poznával, že už aj také malé elektrické pole dokáže tvoriť náznaky obrazcov.

Potom odložil čiernu gutaperčovú tyč, vzal veľkú sklenenú dosku a posypal ju plavúňovým práškom (výtrusmi). Pristúpil k veľkému Boseho budiču, reťazou ho spojil s batériou leydenských fliaš a roztočil kľukou spojenou s veľkým sklenným kotúčom. Po odpojení reťaze vzal jednu z fliaš, priložil ju ku sklenej doske. Priblížením tyče guľového zakončenia leydenskej fľaše k posypanej platni ozvalo sa prasknutie a na platni sa ukázal zvláštny útvar: plavúňový prášok sa usporiadal do rozvetveného kruhu, akoby to boli korenenky rastliny. Lichtenberg poznával, že je to obrazec kladného náboja, záporný náboj vytvoril namiesto „korenenkov“ iba malé, zaoblené chumáčiky.

Po pokuse s plavúňovým práškom opakovane pokus s červeným míniovým práškom, so sírou a nakoniec oba zmiešal. Pri výbojoch sa tvorili pestré červené a žlté obrazce, ktoré sa stali predmetom dlhého, do

noci trvajúceho rozhovoru. Nakoniec sa Lichtenberg zmienil o tom, že na svoje obrazce prišiel pri vyšetrowaní elektrických polí v okolí niektorých telies.

Tej noci odchádzal Chladný do svojho göttingenského bytu s menším Boseho prístrojom pod pazuchou, vo vreckách mal napchaté leydenské fľaše. Doma všetko chvatne poskladal a nad pokusmi sedel až do rána. Rozmýšľal o tom, ako aplikovať Lichtenbergov objav na akustiku.

Doska, náraz, obrazec. V myslí sa mu stále plietli pokusy s chvením pružných platní, pri ktorých zistil, že silnejší a dlhšie trvajúci tón vzniká vtedy, ak je platňa rozozvučaná slákom a nie úderom. Zistil aj to, že zmenou miesta upnutia platne môže dostať rozličné zafarbenie tónov. Vtedy ho napadla spásonosná myšlienka: treba upnúť platňu, posypať ju plavúňovými výtrusmi od Lichtenberga a rozozvučať ju. Kde však vziať narýchlo vhodnú platňu? Pod ruku mu prišiel z mosadznej platne vyrobený brúsný kotúč s jednou drsnou stranou. Hneď ho upevnil hladkou stranou navrch, posypal práškom a slákom ho rozochvel. Ozval sa jasný tón, výtrusy plavúňa sa rozoskákali a usporiadali do zvláštneho hviezdového obrazca.

Pokus ho ohromil. Ved' zoskupený prášok názorne ukázal chvenie platne. Pokus stále opakoval a zistil, že sa naň najlepšie hodí drobný piesok. Menil spôsob rozochvenia i miesto upnutia kotúča a obrazce menili

podľa toho svoj tvar. Na druhý deň si naznašal množstvo platní rozličnej hrúbky a rozličného tvaru a niekoľko dní presedel vo svojej pracovni. Zistil, že tvar obrazcov závisí od tvaru platne a že priložením prstu na jej okraj dostane obrazce bohaté, ale asymetricky členené.

Konečne prvý veľký objav! Vypracoval celú teóriu o novom úkaze, mal obrovskú radosť z úspechu. Vedeckú verejnosť prekvapil dôkladnou teóriou chvenia plôch, za čo sa mu dostalo zvláštnej cti: objav pomenovali na Chladného obrazce.<sup>3</sup>

Chladný rozmýšľal o svojej práci, o novom objave. Ved' ešte prednedávnom nemal pred sebou nijaký konkrétny problém, ktorý by pokladal za naliehavý vyriešiť, a odrazu taký úspech.

Na začiatku svojich výskumov mal jediný cieľ: pokusmi overiť dovtedajšie výsledky týkajúce sa chvenia jednoduchých telies a opakovať známe pokusy predchodcov, prípadne tieto pokusy preniesť na ďalšie predmety výskumu. Nečakal taký veľký úspech; môže zaň ďakovať do značnej miery svojmu priateľovi Lichtenbergovi, i keď sa jeho pokusy zakladali na inom princípe. Vedel, že tento jeho veľký úspech nie je vo vyšetrowaní kmitajúcich plôch konečný, preto sa rozhodol vyriešiť ho dôsledne až do konca. Na základe nového objavu zaumienil si pre-

<sup>3</sup> O nich podrobnejšie v II. časti.



skúmať hudobné nástroje čo do tvaru, veľkosti a voľby materiálu a podľa výsledku výskumov korigovať dovtedajšiu prax.

Chladný pociťoval svoje šťastie aj v rodinnom kruhu, lebo matkin zdravotný stav sa veľmi zlepšil. Počas choroby jej venoval veľa vzácneho času, teraz ho bude môcť venovať výskumom. Pracoval dlho do noci a nebyť skutočnosti, že sa vyčerpal neistý zdroj jeho príjmov, bol by vo svojej práci oveľa ďalej pokročil; takto sa musel starať aj o zárobok.

Zárobkovou činnosťou sa nechcel príliš vzdialiť od svojej práce, preto sa rozhodol na základe novozískaných poznatkov skonštruovať nový hudobný nástroj, s ktorým by ako virtuóz mohol ponavštevovať významnejšie európske mestá, pričom by neprestal vedecky pracovať a uspokojil by aj svoje dávne túžby po cestovaní. Predvádzanie nového nástroja predpokladalo také príjmy, ktoré by dovoľovali nielen skromne žiť, ale aj splácať dlh svojej matke.

OD OBJAVU K VYNÁLEZU

Medzi prvé čiastkové úspechy Chladného možno zaradiť vydanie jeho prvého, veľmi dokonalého diela z akustiky *Nové objavy o teórii zvuku* (Neue Entdek-

kungen über die Theorie des Klanges, Leipzig 1787). O tri roky neskoršie dokázal zostrojením nového hudobného nástroja eufónu — čo znamená asi toľko ako ľubozvučný — správnosť svojich teórií.

Zpráva o zostrojení nového hudobného nástroja sa rýchlo rozšírila medzi milovníkmi hudby a medzi milovníkmi novosti a mnohí si želali čím skôr toto tajomné „euphonium“ vidieť a počuť. Povrávalo sa, že nástroj je neobvyklého tvaru a nemá nijaký z prvkov už jestvujúcich nástrojov. Chladný začal dostávať pozvánky z rôznych miest na usporiadanie koncertu.

Nesúhlasil však s atrakcionárstvom, ktoré od neho v niektorých mestách požadovali. Predvádzanie hry na eufón využíval na propagovanie nových poznatkov a prednášal o nových objavoch. Tým prilákal na predvedenie eufónu i miestnych vedcov, s ktorými po predstavení dlho debatoval a neskoršie si s nimi vymieňal listy. Tak si cestovaním začal privyrábať, poznávať rozličné mestá, rozširovať obzor svojich vedomostí a nadväzovať významné známosti. Nebolo vedca v Nemecku zaoberajúceho sa akustikou, s ktorým by sa nebol zoznámil a s ktorým by nebol nadviazal listové spojenie.

Prvé turné po Nemecku bolo veľmi úspešné a Chladný sa rozhodol odísť do zahraničia. Za desať rokov pochodil okrem Nemecka Francúzsko, Taliansko, Holandsko a Rusko. Jeho prednášky sa rozšírili

o teóriu a stavbu hudobných nástrojov so zreteľom na najnovšie objavy, často prednášal o nových konštrukčných prvkoch pri stavbe nástrojov tradičným spôsobom a na požiadanie neraz prednášal aj o problémoch časových, o modernej akustike.

Touto veľmi významnou činnosťou sa zlepšili Chladného hmotné pomery, že si nadobudol také finančné prostriedky, ktoré mu umožnili pokračovať v experimentoch, počas prednášok dosť obmedzovaných. Pritom mu ostávalo na skromné živobytie, veď viac si ani neželal.

V jeho živote nastalo dôležité obdobie intenzívneho bádania, ktoré ho priviedlo k stavbe ďalších hudobných nástrojov; po rokoch inštaloval zaujímavú výstavku v niekoľkých nemeckých mestách. Väčšina nástrojov nenašla dlhšie uplatnenie, medzi nimi aj pozoruhodný klavicylinder, najmä pre veľmi slabý zvuk, tratiaci sa v sálach. V tom čase sa však nástroj pokladal za zázrak modernej techniky. Zvuk sa v ňom budil na podobnom princípe ako u eufónu, ba možno povedať, že to bol zmechanizovaný eufón. Jeho tichá hra sa podobala hre na čudesné harmónium; nakoniec bol klavicylinder spolu s eufónom zatriedený medzi harmoniky.

Hlas Chladného bol pri týchto spomienkach zafarbený dojatím. Tomuto obdobiu, keď si lámal hlavu nad novými hudobnými nástrojmi, venoval miesto aj v životopisnej časti Akustiky.

„Na mysli som neklesal, ale z celej svojej sily som sa usiloval vydobýť si lepšiu existenciu. Pomyslel som si, že umelec, ktorý upozorní na seba umeleckou činnosťou, je na jedno miesto menej viazaný a má viac príležitostí dosiahnuť dobré zamestnanie ako vedec, oddávajúci sa vedeckej práci. Mal som preto nádej, že sa dostanem do toho prostredia nie síce zásluhou talentu, pretože som sa príliš neskoro začal učiť hudbe, ale vynájdением nového hudobného nástroja. Predvídal som, že sa mi podarí skonštruovať ľahšie ako hocikomu inému nejaký takýto nástroj, lebo som sa venoval štúdiu kmitania niektorých znejúcich telies. Preto som sa rozhodol vynájsť nový hudobný nástroj.“

Chladný sa odmlčal. Ako to bolo dávno, keď písal tieto riadky! A ako to bolo dávno, čo prežíval opísané udalosti! Už sa ani nepamätal na podrobnosti jednotlivých ciest, niektoré veci mu unikli z pamäti. Banoval, že si na svojich cestách nepísal denník, dokonca nerobil si ani len záznamy, ak sa zážitky nedotýkali priamo akustiky.

Chladný aj výzorom pôsobil na divákov. Skromný učenec ho však presvedčil o opaku. S úsmevom spomínal, že návštevníci neraz robili narážky na jeho skromné oblečenie. Svojím skromným vystupovaním a obsiahlymi vedomosťami si však čoskoro získal všeobecnú úctu. Priznal sa, že ho pokladali za muža

železnej vôle, čo nakoniec napísali o ňom i nemeckí vedci Weberovci, a nezabudli pripomenúť, že vždy konal čestne a dámam sa zdal trochu čudný pre podivnú mimiku tváre pri prednáškach a živé posunky rúk. Priznal sa k tomu, čo sa bratia Weberovci neodhodlali napísať: nedbal príliš na svoje obliekanie, neuznával móдне rozmary. Pozornejšie sa obliekal iba na verejné vystúpenie. Chcel vždy vyzerat' prirodzene, aj keď dobre vedel, že by jeho nepeknú a nepravidelnú postavu vhodne ušité šaty ako-tak napravili.

Pri spomienke na vedcov rozličných miest, ktorých Chladný rád vyhľadával a aj neskoršie udržoval s nimi styky, obrátil Steffens reč na páľčivú otázku v Chladného živote. Poznamenal, že pri návštevách sa vždy prejavoval ako vynikajúci, dobromyseľný a pozorňý spoločník, vždy zdvorilý voči dámam, ktoré ho obdivovali nielen pre nevšedné vedomosti, ale aj pre veľký zmysel pre pravdu a spravodlivosť. Všade našiel dosť svojich čtiteľiek, z ktorých nejedna by iste prejavila ochotu nasledovať ho po jeho životnej ceste.

Chladný sa zamyslel a dlho neodpovedal. Keď sa dal konečne do reči, bolo vidno, že o podobnej téme hovorí prvý raz. Začal tým, že si je vedomý svojho od prírody nepekného zjavu. A keby aj táto dosť závažná príčina nebola jestvovala, jeho zápal pre vedu by mu nedovolil venovať sa žene a prípadne aj rodine; konečne, pri materiálnych podmienkach súčas-

ných vedcov by ani nebol schopný svoju rodinu uživiť. Nechcel sa ženiť pre peniaze, pretože sa to priečilo jeho výchove a jeho presvedčeniu. Radšej navštevoval knižnice, kde vyhľadával pramene, venované akustike. Návštevy vedcov, knižníc a intenzívna vedecká činnosť mu zabrali toľko času, že ten zvyšok, čo mu ostal, využíval na odpočinok, ktorého mal aj tak veľmi málo. Pracoval vždy dlho do noci a vstával včas ráno, čomu môže ďakovať za svoju čerstvú a čistú myseľ.

Na najkrajšie mestá mal aj najpodrobnejšie spomienky, pamätal si dokonca i roky, v ktorých ich navštívil. Najviac sa mu páčil Berlín a Dráždany; roku 1793 navštívil Hamburg a Kodaň a roku 1794 zavítal do Petrohradu, kde medziiným navštívil pôsobisko veľkého Bernouilliho a Eulera. Z najvýznamnejších dát spomenul rok 1800, keď oznámil vynález plne mechanizovaného klavicylindra. Z nového vynálezu mala veľkú radosť i jeho nevlastná matka, ktorá však v apríli roku 1801 zomrela. Spomínal na ňu ako na najšľachetnejšiu ženu, ktorá — hoci nebol jej vlastným synom — obetovala v jeho prospech nielen svoje úspory, ale aj svoje podlomené zdravie.

Až po jej smrti začal Chladný pracovať na svojom najväčšom diele — na podrobnej učebnici akustiky. Materiály na jej zostavenie zhromažďoval niekoľko desaťročí a niektoré časti spracoval ako samostatné témy dávno predtým. Vďaka týmto prípravným prá-

cam mu šlo písanie učebnice veľmi rýchlo, možno povedať, že ju napísal v rekordnom čase, lebo už roku 1802 vyšla v Lipsku tlačou. Chladný ju napísal ani nie za rok!

#### POD VPLYVOM KEMPELENA

Pri spomienkach na slávneho Lichtenberga spomenul Chladný podivuhodné stretnutie. Lichtenberg často prijímal návštevy z Uhorska, najmä návštevy prešporského advokáta a fyzika doktora Jána Wolfganga Kempelena,\* ktorý ho vždy prekvapil niečím nepredvídaným. Rád mal záhady a Lichtenberg musel neraz veľa rozmyšľať, kým prišiel na nejaký jeho fyzikálny alebo matematický figeľ.

V Kempelenovi sa nik nevyznal. Dlhé roky pracoval na mechanickom žarte v podobe šachového automatu. Vedci síce na jeho prácu neraz pozerali ako na niečo neseriózne, ale jedna z afér okolo šachového automatu dokázala bystrosť a vynaliezavosť Kempelenovho umu. hoci šlo o „podvod“ a v automate bol ukrytý šachista. Jozef Fridrich Raknitz nazýva vo svojej

\* Bratislavský vedec írskeho pôvodu. Narodil sa 23. januára 1734, zomrel vo Viedni r. 1804.

knihe *Ueber den Schachspieler des Herrn von Kempelen* (Leipzig und Dresden 1789) šachový automat umeleckým dielom a uvádza autentický Kempelenov výrok, v ktorom sa „priznáva“, že okrem niektorých skutočných novovynájdenných prvkov v mechanizme ide pochopiteľne aj o figeľ, ktorý si však ponecháva zatiaľ ako tajomstvo. Prirodzene, automat predstavoval aj celý súbor vynálezov; veď bral do rúk drobné šachové figúrky a presne poslúchal pokyny riadiaceho magnetického mechanizmu, neznámym spôsobom zosynchronizovaného s pohybmi figúrok na šachovnici.

Lichtenberg vedel, že Kempelen zostrojil automat preto, aby sa mohol vysmiať „vedcom“, zoskupeným okolo viedenského dvora, a vedel aj to, že sa vážne zaoberá akustikou. Jeho špecializáciou bol výskum vzniku ľudskej reči. Na základe dlhoročných vážnych výskumov napísal pozoruhodné dielo *Mechanismus ludskej reči s pripojeným opisom svojho hovoriaceho stroja* (Mechanismus der menschlichen Sprache nebst der Beschreibung seiner sprechenden Maschine), ktorá vyšla vo Viedni roku 1791.

Lichtenberg oboznámil s Kempelenovými výskumami Chladného, ktorý prejavil o tieto práce nevädny záujem. Vidiac, že Chladného zvedavosť nedokáže sám uspokojiť, sprostredkoval vo svojej pracovni stretnutie týchto dvoch akustikov. Kempelen priniesol so sebou aj menší hovoriaci stroj, pomocou

ktorého dokazoval správnosť svojich teórií a domnie-  
nok.

Kempelenove výskumy Chladného prekvapili, najmä keď Kempelen začal predvádzať hovoriaci stroj. Na ilustráciách, ktoré boli pripojené k Mechanizmu, Chladnému vysvetlil tvorbu zvuku v hlasivkách a upozornil, že jeho umelé hlasivky sú síce univerzálne takmer pre všetky bežné európske jazyky, najlepšie však vyslovujú slová francúzske. Predviedol mu vyslovovanie známych slov, ako lundi, mardi, mercredi, jeudi, vendredi, samedi, dimanche,<sup>4</sup> stroj dokonca vedel vysloviť celé vety a neartikulované vzdychy, ako: Ah, maman, chère maman, on m'a fait mal<sup>5</sup> alebo Venez, Madame, avec moi á Paris.<sup>6</sup> Stroj sa uvádzal do chodu po nafúkaní mechu stláčaním klávesov a slová vyslovoval pomaly, ako malé štvorročné dieťa.

Niektoré slová sa dali vysloviť po nemecky, slovensky, rusky, anglicky, taliansky, grécky alebo lá-  
tinsky. Kempelen predviedol oslovenie cisára Jozefa II. po latinsky: Josephus Secundus Romanorum Imperator.<sup>7</sup> Zo slovanských slov spomenul Kempelen tie, ktoré uvádza i v mechanizme. Stroj veľmi zreteľne vyslovoval slová v reči Chladného deda: mlieko, dlho, Ďuro, hľadať, hneď, hrať, chcem, kto, ktorý,

<sup>4</sup> Pondelok, utorok, streda, štvrtok, piatok, sobota, nedeľa.

<sup>5</sup> Oj, mama, drahá mama, bolí ma to.

<sup>6</sup> Pani, poďte so mnou do Paríža.

<sup>7</sup> Jozef II., cisár rímsky.

zdravý, zlato, zlomiť. Z českých slov predviedol: všechno, mrav, z ruských: Dnjepr, Lvov.<sup>8</sup>

Po ukázkach, pri ktorých Chladný nevychádzal z údivu, Kempelen otvoril vnútro stroja a oboznámil Chladného so zariadeniami, ktoré tieto slová vytvárali. Boli to sústavy jazýčkových píšťal a napnutých blán, z ktorých niektoré skutočne pripomínali ľudské hlasivky.

Schôdzka zanechala v Chladnom rozličné dojmy. Nemienil sa venovať vzniku ľudskej reči, ale sa rozhodol, že niektoré z Kempelenových hypotéz si overí, prípadne dokáže ich nesprávnosť. Na práci *Príspevky*

<sup>8</sup> Najkomplikovanejšie boli pre stroj niektoré slovanské slová, ako slovenské chcem. Je zaujímavé, že ho Kempelen nezačlenil pod Ch, ale pod H, kde mal združené spoluhlásky Hb, Hd, Hf, Hg, Hch, Hk, Hl, Hm, Hn, Hp, Hr, Hs, Hsch, Hj, Ht, Hv, Hw a Hz. Slovo chcem teda začínal klávesom Ht, samohlásky mali vlastné klávesy, samostatná spoluhláska sa získavala krátkym ťuknutím na hociaký kláves spoluhlások združených so žiadanou spoluhláskou na začiatku. Slovo chcem muselo byť poskladané klávesmi Ht Z E Mb alebo Ht Sb E Mb. V nemeckej fonetike, ktorú používal Kempelen, potom sa zaznamenávalo ako hzem alebo htsem. Pritom spoluhláska s sa získavala ťuknutím na niektorý z klávesov Sb, Sd, Sf, Sg, Sh, Sch, Sk, Sl, Sm, Sn, Sp, Sr, SSch, Sj, St, Sv, Sw alebo Sz, spoluhláska m z klávesov Mb, Md, Mf, Mg, Mh, Mch, Mk, Ml, Mn, Mp, Mr, Ms, Mssch, Mj, Mt, Mv, Mw alebo Mz. Z toho vidieť, že manipulácia s hovoriacim strojom bola komplikovaná a iba sám Kempelen ho dokázal dokonale ovládať vo všetkých siedmich rečiach, ktoré poznal.

*k praktickej akustike a k náuke o stavbe nástrojov, obsahujúce teóriu a návod k stavbe klavicylindra a jemu podobných nástrojov* (Beiträge zur praktischen Akustik und zur Lehre vom Instrumentenbau enthaltend die Theorie und Anleitung zum Bau des Clavicylinders und damit verwandter Instrumente) bolo badať vplyv Kempelenovho Mechanizmu najmä na časti o píšťalách. Zaujímavé, že Chladný sa na Kempelena niekoľkokrát i odvolával, najmä vtedy, keď roztriedil všetky znejúce telesá do troch skupín podľa vlastností, od ktorých závisela ich schopnosť vydávať zvuk.<sup>9</sup>

Chladný sa na rozdiel od Kempelena zaoberal najprv otázkou príjmu zvuku uhom, ľudským sluchovým orgánom, jeho mechanizmom a akustickým spôsobením pre príjem zvuku šíreného vzduchom. Študoval aj sluchové orgány rozličných zvierat, v čom nevidel nič nehanebného, ako mu to vytýkali jeho neprajníci. Výsledky týchto výskumov neskôršie uverejnil vo štvrtom diele Akustiky, ktorý pomenoval O vnímaní zvuku, čiže fyziologická časť.

Kempelenove pokusy Chladného dlhý čas znepo-

<sup>9</sup> Podľa Chladného telesá všetkých troch skupín majú schopnosť kmitať preto, že sú pružné. Takú pružnosť možno dosiahnuť napätím (struny, membrány, blany), tlakom (vzduch v píšťalách) a vnútorným napätím (tyče, dosky), v čom sa v podstate zhoduje s Kempelenom, ktorý všetky tieto druhy dosahovania „pružnosti“ využíval prakticky.

kojovali, až konečne po jeho smrti (1804) začal vlastný výskum problémov, prednesených Kempele-  
nom. Nemal čas venovať sa im sústavne, nikdy ich však nezabudol dopĺňať o nové poznatky. A tak až o dvadsať rokov po Kempelenovej smrti vydal prácu *O vyludzovaní zvukov v ľudskej reči* (Ueber die Hervorbringungen der menschlichen Sprachlaute, 1824), v ktorej sa nielen odvolával na Kempelena, ale uviedol na správnu koľaj i jeho mylné názory. Chladného výskumy by bol Kempelen mohol využiť, bolo však už neskoro; Kempelen už dvadsať rokov nežil. Do-  
konca aj slávny hovoriaci stroj sa stratil<sup>10</sup>.

Chladný hovoril o Kempelenovi ako o géniovi storočia. Vysoko si vážil jeho príspevky a ľutoval, že tento človek sa nedokázal špecializovať. Bol polyhistorom, čo síce zvýšilo jeho váhu v očiach súčasníkov, ale malo to nevýhodu, pretože v nijakom odvetví nepracoval do dôsledkov. Aj keď bol obdivuhodný pre svoj šachový automat, smelé staveľské návrhy, uchvacujúce vodomety v Bratislave a v cisárskom Schönbrunnskom paláci, precízne medirytiny a stavby banských čerpadiel, jeho práce v akustike sa zaznávali a napokon sa na ne neprávom zabudlo. Chladný bol prvý z vedcov, ktorý sa chytil Kempelenovho odkazu v tejto oblasti a ktorý opra-

<sup>10</sup> Neskoršie sa našiel jeho nový vlastník, profesor Karol Wheatstone, ktorý ho uložil do unikátnych zbierok londýnskeho King's College.

mienku, dokonca ich aj kriticky zhodnotiť a korigovať. Aj k výskumu ostatných zaujal stanovisko, pričom upozornil na nedostatky, na čo nemal odvahu ani jeden zo súčasných vedcov. Po vyslovení takýchto odvážnych reformačných zásahov sa Chladný začal ospravedlňovať, aby si Steffens nemyslel, že sa chce iba veľikášsky povyšovať na úroveň najväčších kapacít storočia. Aby dodal svojmu ospravedlneniu dostatočnú váhu, podišiel ku krbu, začal listovať v knihe o akustike, a potom prečítal odsek z úvodu:

„Pri novom rozsiahlom obohacovaní ľudských vedomostí a ich správnejšom vysvetľovaní mala akustika taký nešťastný osud, že pri ostatných odvetviach prírodných vied bola veľmi zanedbaná. Vynikajúce rozpravy sú síce roztratené vo vedeckých časopisoch, najčastejšie sa však o nich nevie, prípadne nie toľko, koľko si zaslúžia. O akustike ako celku niet doteraz nijaké dielo, hoci len priemerného rozsahu. Rozvoj v tejto oblasti fyziky popritom hamovalo aj množstvo hlboko vžitých predsudkov.“

Preto sa Chladný postaral, aby jeho Akustika bola dokonalým súborným dielom dovtedy poznaných ako aj ním objavených javov. Po prečítaní textu začal spomínať mená, ktorých nositelia sa najväčšmi zaslúžili o vytvorenie akustiky ako vedy a s poľutovaním konštatoval, že veľmi veľa skvelých prác ostalo nepovšimnutých, lebo ich autori neboli takí známi, aby bolo „hodno“ venovať pozornosť ich prácam.

Vyzdvihol záslužnú prácu bádateľov-samoukov a tvrdil, že medzi ich čiastkovými prácami našiel mnoho veľmi hodnotných pracovných výsledkov. Tieto pre celok veľmi nepostrádateľné fragmenty boli roztratené po rozličných časopisoch vedeckých spoločností.

Chladný sa s uznaním rozhovoril o týchto neznámych priekopníkoch vedeckého pokroku a spomínal svoje snahy o odčinenie krivdy spáchanej voči nim. Preto do Akustiky zahrnul aj ich práce, avšak v úvode poznamenal, že osobitne označí to, čo vytvorili iní, a osobitne to, čím prispel sám. Z týchto praktických dôvodov uvádzal vždy na konci každého dôležitého odseku zoznam použitej literatúry.

Kniha Akustika bola jeho zaujímavou témou v rozhovore a teraz v starobe veľmi rád rozprával o jej vzniku a o udalostiach okolo nej. Rád spomínal na svoje cesty, ktoré začal hneď po vyjdení prvého vydania tohto diela roku 1802 vo Wittenbergu. Prostredníctvom tejto „biblie bádateľov v akustike“ bol známy vo vedeckých kruhoch, ak sa naňho nepamätali z obdobia demonštrácií Chladného obrazcov, eufónu alebo klavicylindra. Na cestách z tohto obdobia získal veľa poznatkov a skúseností a veľa známostí. Napríklad v Paríži vystúpil nielen v Akadémii vied, ale aj pred samým Napoleonom Bonapartom.

Do Paríža — mesta svojich snov — zavítal roku 1808, po ceste do Holandska a po dvojročnom pobyte v belgickom Bruseli, v období najväčšej slávy Napo-

leona. Francúzska Akadémia vied bola v celom svete preslávená a iba málo vedcov svetového formátu sa mohlo popýšiť jej pozvaním. Jedným z nich bol Chladný. Vždy bol skromný, ale pri týchto spomienkach sa neubránil istej pýche a o tejto návšteve hovoril s nadšením. V očiach mu horeli plamienky, keď spomínal, ako ho uvítali parížski vedci, mená ktorých navždy ostanú zapísané v dejinách prírodných vied, ako ho požiadali, aby v Akadémii prednášal o akustike a aby ju ilustroval pokusmi a výpočtami.

Chladný požiadal predstavenstvo Akadémie o vymenovanie komisie, ktorá ohodnotí celé jeho vedecké dielo. Žiadal, aby do komisie okrem fyzikov určili aj hudobných znalcov, lebo akustika ako veda slúži predovšetkým umeniu hudobnému.

Zástupcovia Akadémie vyhovelí jeho želaniu a zostavili komisiu, v ktorej boli v akustike najzbehljší fyzici La Cépède, Prony a Haüy a hudobní vedci Mehul, Grétry a Gossec.

Bernard Germain Etienne La Cépède de la Ville, prírodovedec a skladateľ bol svojimi teoretickými prácami z akustiky Chladnému známy už pred návštevou Paríža. Nehovorilo sa len o jeho vedeckých zásluhách, ktoré boli veľké a rozmanité, od fyziky až po zoológiu, v ktorej sa vyznamenal najmä štúdiom rýb a plazov, ale aj o jeho politickom posta-

vení, ktoré kulminovalo v období Napoleonovej vlády. Ani vynálezca dynamometra, tzv. Pronyho brzdy, Gaspard Clair François Marie Prony, autor 14-, 19- a 25-miestnych logaritmických a trigonometrických tabuliek, najpresnejších a najúplnejších na svete, mu nebol neznámy, tak isto ako René Justin Haüy, známy mineralóg, zakladateľ kryštalografie. Ako bývalý kňaz neraz Chladného zaujal svojimi filozofickými úvahami, ktoré si veľmi odporovali s jeho pôvodným povolaním. Haüya si všetci vedci veľmi vážili nielen pre vysokú funkciu v komisii pre miery a váhy, ale aj pre zásluhy o vybudovanie mineralogických zbierok pri École normale.

Francúzskych hudobných vedcov a skladateľov tak dobre nepoznal. Etienne Henri Nicola Mehul urobil však naňho veľmi dobrý dojem svojou skromnosťou. Dozvedel sa o ňom, že aj on mal smutné detstvo, zapríčinené chudobou. Od desiateho roku bol organistom a v hudbe bol samouk. Len vďaka svojej húževnatosti sa vypracoval neskôršie na známeho skladateľa-samouka. André Ernest Modeste Grétry bol vtedy známy ešte len tým, že sa dôverne poznal s Voltairom a že bol Napoleonovým obľúbencom. François Joseph Gossec sa preslávil prvou symfóniou a tým, že pre francúzskych revolucionárov skomponoval Hymnu Najvyššej bytosti, Hymnu slobody a hudbu k otvoreniu Chrámu Rozumu. Celkove



Chladný ohodnotil členov komisie ako zástancov nového, sviežeho smeru vo vede a filozofii, ktorý sa zrodil z vtedajšieho revolučného vrenia.

Chladný sa detailne pamätal na všetky stretnutia s touto komisiou a rozprával, v akom poradí predkladal na posúdenie svoje výskumy a objavy. Bez vystatovania sa pochválil, že všetci sa po preštudovaní jednotlivých častí výskumov a ním vypracovaných teórií vyslovili veľmi uznanlivo, zásluhou čoho sa stal v Paríži veľmi populárny a o jeho návšteve v Akadémii sa nevídanou rýchlosťou šírili rozličné chýry. Pritom sa usmial a poznamenal, že ani o klebety nebolo núdze.

Za svojho pobytu v Paríži sa zoznámil s ministrom vnútra, kancelárom senátu, hvezdárom Pierre Simonom Laplaceom, chemikom Louisom Josephom Gay-Lussacom, nemeckým prírodovedcom Fridrichom Wilhelmom Heinrichom Alexandrom Humboldtom a profesorom analytiky a mechaniky Simeónom Denisom Poissonom. Títo významní učenci ho istého dňa pozvali na schôdzku, na ktorej boli i ďalší francúzski vedci, a v mene Akadémie ho požiadali o súhlas preložiť Akustiku do francúzštiny.

Chladný bez váhania súhlasil s podmienkou, aby hotový preklad prekontroval a jazykove skorigoval niektorý z uznaných francúzskych odborníkov, zbehlý v gramatike.

Chladný sa dostal do rozpakov, keď sa ho Steffens

spýtal na finančné zabezpečenie parížskeho pobytu. Bola to páľčivá otázka, ktorú v tom čase pokladal za vedľajšiu, nie však podradnú. Ani zhromaždení učenci mu nevedeli vtedy dať určitú odpoveď. Najviacšie starosti z toho si robil Laplace, ktorý prejavoval o Chladného prácu veľký záujem a rozhodol sa pomôcť mu svojím vplyvom u Napoleona. Dohodol sa s Gay-Lussacom, Humboldtom a s Aragom, že predložia Napoleonovi návrh na financovanie Chladného pobytu vo Francúzsku.

Chladný hovoril o Napoleonovi dosť reálne. Napoleon si potrpel na povest' mecenáša vied, čo využil Laplace, keď s La Cépedom a Bertholletom prišli k nemu s požiadavkou, aby význačnému vedcovi z Nemecka poskytol nejakú podporu vo forme odmeny, čím by sa umožnilo získať pre francúzsku vedu vynikajúce dielo o akustike vo francúzskej reči. Napoleon nielenže prejavil súhlas s ich návrhom, ale zároveň pozval Chladného na audienciu, kde mu mal predviesť svoje pokusy a vynálezy z odboru hudobných nástrojov. Chladný sa potešil tejto pocte, ktorou Napoleon vyznamenal len význačných odborníkov, a na návštevu sa pripravil s veľkou pozornosťou. Od nových priateľov, najmä od Biota, Napoleonovho odporcu, sa dozvedel, že Napoleon je dosť zbehlý v otázkach vedy a že výborne ovláda matematiku.

Návšteva u Napoleona prebiehala podľa zostaveného programu. Chladný začal najprv s akustickými

obrazcami. Vysvetlil spôsob ich objavenia, ako aj spôsob kmitania pružnej dosky. Okolo nich stáli všetci významní vedci, ktorí sa zaujímali o jeho pokusy. Napoleon sa prizeral bez náznakov vnútorného pohnutia s rukou zastrčenou na prsiach pod kabátom.

Chladný Steffensovi spomenul, že pri predvádzaní obrazcov bol Napoleonovým pokojom trochu znepokojený. Keď však začal matematicky zdôvodňovať niektoré svoje závery, Napoleon ožil. Matematika ho buď veľmi zaujímala, alebo tento záujem predstieral. V každom prípade ju však dokonale ovládal, čo Chladný spozoroval pri opakovaní úsekov, ktorým Napoleon hneď nerozumel. Napoleonov záujem Chladného neobyčajne vzpružil. Začal sa správať úplne nenútene, dokonca začali spolu rozprávať ako dobrí známi. O tomto zážitku prečítal Steffensovi znova zo svojich spomienok:

„Necítil som ani najmenšie príznaky trémy, na ktorú ani nebol dôvod ...“

Prítomní vedci požiadali Chladného, aby Napoleonovi ukázal chystaný preklad Akustiky, čo Napoleon uvítal s uspokojením a o Akustike diskutoval asi dve hodiny.

Po teoretických úvahách nasledovali ukážky s klavicylindrom. Nový vynález vzbudil neobyčajnú pozornosť. Prítomní si s veľkým záujmom vypočuli

niektoré skladby, najmä od Haydna, ktoré Chladný upravil pre tento nástroj.

Na druhý deň po návšteve dostal od Napoleona šesťtisíc frankov. Tento dar ho veľmi povzbudil, preto sa pustil s pevnou vôľou do prekladu a už v novembri 1809 bolo francúzske vydanie Akustiky vytlačené v Paríži pod názvom *Traité d'Acoustique*. Francúzske vydanie nie je len jednoduchým prekladom; je to nanovo prepracovaná kniha, z ktorej vychádzali Laplace, Poisson a Savart pri svojich výskumoch.

Hoci bol Chladného pobyt v Paríži zabezpečený, sťažoval si, že tam žil až príliš skromne. Hovoril, že si nikdy nerobil nároky na mimoriadny veľký zisk, bolo však nespravodlivé, že mal za svoju dobrú vôľu utrieť ešte aj škodu. Svoj názor tlmočil po vyjdení *Traité d'Acoustique* v tlači, kde napísal, že honorár, ktorý dostal od nakladateľstva, bol taký istý, aký dostávajú domáci vedci za knihy z fyziky a matematiky a ktorý nedosahuje ani zďaleka výšku honoráru za módnu boletriu pani de Staël a jej podobných autorov, ktorých diela polícia často ničila ako škodlivú a pokútnu literatúru.

Napriek všetkým nepríjemnostiam parížsky pobyt zanechal v Chladnom silný dojem. Keď na jar 1810 odchádzal z Paríža do Švajčiarska, navštívil všetkých priateľov spomedzi vedcov a požiadal ich, aby udržo-

vali s ním sústavný kontakt prostredníctvom korešpondencie. Paríž mu prirástol k srdcu. Často naň spomínal na svojich dvojiročných potulkách Švajčiarskom. Zo Švajčiarska odišiel do Talianska, kde navštívil Veronu, Turín, Miláno, Florenciu a iné mestá, v ktorých žili významní vedci. V Taliansku sa jeho potulky skončili. Roku 1812 sa vrátil do Wittenbergu, zastaviac sa cestou vo Viedni a okľukou v Mníchove.

Po desiatich rokoch znova doma. Znova sa začali intenzívne pokusy, znova sa začalo neúnavné bádanie, matematické zdôvodňovanie rozličných javov. Chladný sa potešil, keď sa dozvedel, že sa chystá druhé vydanie nemeckej Akustiky. Cítil sa poctený tým, že toto jeho základné dielo ovplyvnilo veľké množstvo učencov celého sveta a dalo podnet k ďalším výskumom a objavom.

#### NOVÍ OBDIVOVATELIA A POKRAČOVATELIA AKUSTIKY

Bolo už veľmi neskoro. Chladný začal pomýšľať na odchod, Steffens ho však ešte zdržal. Spýtal sa ho, čo si myslí o mladých nemeckých bádateľoch, o fyziológovi a fyzikovi Ernestovi Heinrichovi Weberovi

a o jeho mladšom bratovi, fyzikovi Wilhelmovi Eduardovi Weberovi. Hádám Steffens vedel o blízkom vzťahu Chladného k týmto dvom mladým vedcom a chcel sa mu zavďačiť tým, že ich pochváli.

Z Chladného tváre sálala skoro otcovská nežnosť, keď začal o nich hovoriť. Poznal ich ako chlapcov, keď sa narodili vo Wittenbergu. Ako deti neraz zašli k nemu a pozorne sledovali jeho pokusy. Keď Ernest začal dospievať, Wilhelm bol ešte dieťa. Toto dieťa však ostalo Chladnému verné, navštevovalo ho aj v rokoch dospievania a Chladného veľmi milo prekvapila voľba jeho povolania. Rozhodol sa kráčať po stopách Chladného. Začal študovať prírodné vedy a keď sa stal profesorom fyziky, špecializoval sa na akustiku.

Chladný spomínal na Wilhelmove prvé pokusy, na jeho prvé objavy a úspechy. Priamo nadviazal na pokusy Chladného, mnohé z nich doriešil a z vďačnosti začal písať Chladného životopis, pri ktorom mu pomáhal jeho starší brat. Zároveň pripravovali knihu o akustike, ktorá mala byť priamym pokračovaním Chladného Akustiky. Chladný bol dojatý, keď prišli k nemu a požiadali ho o napísanie úvodu k dieľu *Náuka o chvení, založená na pokusoch, alebo náuka o chvení kvapalín vzhľadom na zvukové a svetelné vlny* (Wellenlehre auf Experimente gegründet, oder über die Wellen tropfbarer Flüssigkeiten mit Anwendung auf die Schall- und Lichtwellen). Neuká-

zali mu celé dielo, na prezretie mu dali iba odbornú, nimi vypracovanú časť. Dielo bolo dokonalé, Chladný bol spokojný. Weberovcov chcel prekvapiť, preto pripravil o ich diele recenziu na 40 stranách. Mladí vedci však prekvapili jeho. Keď sa mu roku 1825 dostal do rúk prvý autorský výtlačok, bol veľmi prekvapený. Za titulnou stranou bolo venovanie, ktorým autori oznámili svetu, že prácu napísali na počesť svojho veľkého učiteľa, otca akustiky Ernesta Floriána Fridricha Chladného. Za venovaním nasledoval jeho obširny životopis, kde opísali nielen Chladného príspevky k rozvoju vedy, ale i vlastné zážitky, ktoré ich púťali k tomuto géniovi storočia.

Keď videl ich vďaku, začal na ich požiadanie rozsiahle pokusy, aby overil niektoré ich výpočty a teórie. Závery neoveroval len matematicky, ale aj empiricky a na svoje veľké potešenie nenašiel ani najmenšiu chybičku ani v tých najťažších partiách. Spolu so Sömmeringom kontroloval výpočty a experimenty k podkladom problému smerového šírenia intenzity akustických vln v okolí ladičky. Kladné výsledky Chladného presvedčili, že vo Weberovcoch našiel dôstojných pokračovateľov svojho diela.

Po zhodnotení práce Weberovcov sa ako sedemdesiatjedenročný pokúsil prepracovať Akustiku na základe najnovších poznatkov v podobe *Prehľadu náuky o zvuku a tónoch*. Toto svoje dielo zhodnotil v krátkosti asi tak, že síce prinieslo nové príspevky, ne-

dosiahlo však ani zďaleka úroveň Akustiky, najmä jej francúzskeho vydania.

Pri spomenutí francúzskeho vydania Akustiky sa Steffens spýtal Chladného, či mu francúzština robila veľké ťažkosti. Chladný sa rozhovoril o umení učiť sa cudzím rečiam. Steffens sa dozvedel, že Chladný mal vysoko vyvinutý zmysel pre umenie, najmä pre krásnu literatúru, ktorá mu pomáhala zdokonaľiť sa v gréckom, latinskom, holandskom, francúzskom, anglickom a talianskom jazyku a že ovládal aj niektoré orientálne reči a nárečia. Cudziu literatúru poznával z originálov, a to mu pomáhalo zdokonaľovať sa zároveň v príslušnej reči, čo zase využil pri štúdiu odbornej literatúry. Zároveň vyšlo najavo, že Chladný je dokonalým znalcom výtvarného umenia; vyznal sa v obrazoch i v sochárstve. K poznaniu týchto hodnôt mu pomohlo časté cestovanie; vtedy mal jedinečnú možnosť ponavštevovať najbohatšie zbierky európskych miest.

Steffens vycítil, že Chladného záujem o umenie nie je prázdny snobizmus, ale že v umení hľadá hodnoty, ktoré nie každý človek dokázal správne nachádzať. Zbadal to pri rozhovore o meštiakoch, ktorí sa putulovali po galériách a chválili všetko, čomu nerozumeli, a to, čo by mohli pochopiť, vyhlasovali za umenie pre plebs. Pri myšlienke na tento druh ľudí sa Chladný rozhorčil a poznamenal, že mal vždy bližšie k žobrákom a k chudobe. Iba mimochodom

poznamenal, že na túto vrstvu nešťastných ľudí pamätal aj pri zostavovaní svojho testamentu.

Príbuzenstvo vo vzťahu k testamentu vôbec nespomenul a pri rozdelení svojej pozostalosti sa necítil byť nikomu viazaný. Pokladal sa za nezávislého človeka. Dokonca ani náboženstvo, ktoré hralo u jeho slovenských predkov takú významnú a osudnú úlohu, nemalo na neho nijaký vplyv a z jeho názorov bolo badať príklon k vedeckému ateizmu. Tieto názory povedal s veľkou otvorenosťou. Prekvapili aj Steffensa, ktorému pred odchodom vysvetlil svoju mienku o zákonitostiach vesmíru, názor, za ktorý sa dostávali ľudia ešte pred sto rokmi na hranicu inkvizície.

#### MEDZIHVIEZDNE ÚVAHY

Steffens poznal názory jednotlivých filozofických smerov o vesmíre a vzniku sveta. Jeho vedomosti z tejto oblasti boli dosť široké, ale rozličnými názormi sa nezaoberal tak hlboko ako špecializovaní vedci, ku ktorým patrili aj Chladný. Preto rozprávanie o meteoroch ho veľmi zaujalo, najmä keď Chladný začal rozprávať, ako prišiel na svoj veľký objav.

Aj Chladného obdivuhodná teória o vzniku a podstate meteorov sa zrodila u jeho priateľa Lichten-

berga. Chladný dlhé roky rozmyšľal o príčinách nebeských úkazov, napríklad o „padaní“ hviezd; prišiel k záveru, že nemôže byť ani reči o padaní skutočnej hviezdy. Preskúmal rozličné teórie, robil si poznámky a o tomto probléme s Lichtenbergom debatoval. Lichtenberg si myslel, že rozžiarený meteor, raziaci si cestu ovzduším Zeme, má veľa spoločného s bleskom práve tak ako kométa. Upozorňoval na zaujímavý úkaz — na guľový blesk, o ktorom sa veľa hovorilo prapodivného i primysleného a ktorý sa veľmi podobá niektorým kométam, najmä tým, ktoré vytvorili ilustrátori kníh o astronómii.

Chladný rozhodne zavrhol možnosť, že by šlo o elektrické úkazy. Tak isto vyhlásil za nezmysel teluristicko-lunaristicko-atmosferické teórie, podľa ktorých meteory a meteority vyvrhli zemské alebo mesačné sopky, alebo že sú to zvyšky hmoty, z ktorej sa utvorila pred miliardami rokov naša Zem a tieto zvyšky vrhla do mimozemských priestorov odstredivá sila, vznikajúca rotáciou Zeme. Podľa neho najbližšie k pravde sú kozmisti, tvrdiaci, že hmota, z ktorej vznikajú meteory, sa voľakedy pohybovala ako planéta alebo kométa vo vesmíre. Aj Lichtenberg sa neskoršie vyslovil za túto možnosť a Chladný ako horlivý zástanca kozmickej teórie začal robiť vlastné výskumy, ktoré prijímali vedci s istými rozpakmi.

Chladný postupne vytváral vlastnú filozofiu, v podstate materialistickú, ktorá nestrpí v medzi-

hviezdnom priestore mystické bytosti a ktorá vyhlásila nadprirodzené bytosti za nezmysel.

To bolo aj pre Steffensa trocha veľa a prejavil obavy, aby sa Chladný nepreriekol niekde vo verejnosti, čo by malo preňho zlé následky. Dostal by sa do nebezpečného sporu s teológmi a nahuckal by proti sebe aj idealistických filozofov. Steffens mu pripomenul prípad pátra Maximiliána Hella, jezuitského astronóma, ktorý sa poznaním prírody blížil k poznaniu pravdy. Hella, pochádzajúceho z Banskej Štiavnice, odsúdili cirkevnými dogmami pomýlení vedci, astronómovia a fyzici. Vo svojich útokoch išli až tak ďaleko, že popreli pravdivosť Hellových pozorovaní prechodu Venuše cez slnečný kotúč uskutočnených 3. júla 1760. Obvinili ho, že svoje poznámky robené za spolupráce pátra Šajnoviáča dodatočne korigoval a údajne sa dopustil podvodu pri počítaní priemeru Slnka. Až po Hellovej smrti roku 1792 sa nepravdy jeho neprajníkov odhalili, potvrdila sa pravdivosť a presnosť výpočtov a Hell bol rehabilitovaný.

Chladný počul o tomto smutnom prípade, ktorý škanalizoval „osvietenské“ storočie a svojim charakterom by sa bol hodil skôr do temného stredoveku. Spomenul si na svoj boj s opozičníkmi v prípade periodických meteorových dažďov. Prírodný jav sám dokázal pravdivosť Chladného hypotézy, zásluhy za to však neprávom pripisoval Biotovi. Chladný ne-

žiarlil, ale ho hnevalo, že aj keď teoreticky dokázal, že meteory a meteority sú kozmického pôvodu, jeho teóriu pokladali stále len za hypotézu. Zamyslel sa nad svojimi slovami a opakoval Steffensovi to, čo už raz povedal a dokonca vo svojich spisoch aj zaznamenal.

„Nikto nechcel uveriť,“ začal, „že vo svetovom priestore je okrem veľkých telies veľa menších hmotných častíc. Dajme si otázku, ako vznikli tieto hmoty a ako sa ocitli v takejto zostave?“

Chladný sa dostal do zvláštneho duševného stavu, trocha znervóznel v obave, že mu jeho spoločník neporozumie. Začal preto čudne gestikulovať, akoby chcel rukami ukázať večne sa pohybujúci vesmír.

„Možno si ako odpoveď vybrať jednu z týchto domnienok,“ skoro vykrikoval, zavrhol ruku v päšť, vystrčil palec dohora, a pokračoval: „Buď z vesmírnych telies, na ktorých, prípadne neďaleko ktorých sa nachádzali, vždy boli alebo budú takými, ako sa javia teraz — to je ako po prvé.“

„Po druhé,“ z päste sa mu odlepil ukazováčik a prudko sa vyrovnal, skoro až prehol, „alebo v prírode jestvujú sily, dostatočné na uvedenie celých vesmírnych sústav do pohybu a na základe toho môžu zapríčiniť aj ich rozrušenie, čím vznikajú z ich hmoty nové telesá.“

Steffens ako očarený počúval rozohneného starca a jeho bystrý um ho priam udivoval. Chladný si

nestačil ani poriadne vydýchnuť, a už chrlil zo seba ďalšie domnienky, o ktorých bol presvedčený, že jedine ony môžu byť správne. Krčovite zovretú päsť roztvoril a buchol rozťahnutou dlaňou na stôl:

„V prospech druhej hypotézy hovoria viaceré dôvody,“ zapichol do Steffensových očí svoj prenikavý zrak a nepekne sa usmial.

„V samom diani našej Zeme, vo všetkých organických i neorganických procesoch sa neustále odohrávajú rozličné zmeny. Jedno sa tvorí, druhé zaniká. Z toho vyplýva záver, že príroda, pre ktorú veľké i malé má svoj pravý význam, môže vytvoriť zmeny aj vo veľkých meradlách. Aj na veľkých kozmických telesách sa dá sledovať, že sa na nich odohrávajú zmeny, ktoré potvrdzujú teóriu o stálej premenlivosti.“

Chvíľu sledoval, aký účinok vyvolajú jeho slová na neveriaceho fyzika a filozofa, bojujúceho proti idealizmu. Vidiac, že sa v jeho zraku namiesto hrôzy z otvoreného popretia boha ako najvyššej nadprirodzenej bytosti, riadiacej kolobeh celého vesmíru zrači iba obava o starcov osud v prípade zverejnenia práve vyslovených právd, dokončil vysvetľovanie svojho názoru, akoby dobýjal baštu idealistického svetonázoru:

„Vesmírne telesá vznikli z veľkej hmoty, ktorá sa časom rozpadla, pričom tento rozpad bol zapríči-

nený buď nejakým vonkajším nárazom, alebo výbuchom vo vnútri hmoty.“<sup>11</sup>

Chladný mykol hlavou a vystrel sa, akoby chcel dodať: „Veru tak, priateľu, nijaký stvoriteľ! Daromné je balamutenie astrológov a ich prisluhovačov, šíriteľov nepráv, pravda raz vyjde najavo, rozžiari sa ako svetlo poznania v tme nevedomosti!“ a nahlas ubezpečil Steffensa o zbytočnosti jeho obáv pred zverejnením svojich názorov, lebo už ich uverejnil pred viac ako tridsať rokmi v knihe o Pallasovom železe.

Obaja utíchli. Steffens rozmýšľal o vzniku hmoty, z ktorej sa vytvorila naša slnečná sústava. Pred duševným zrakom Chladného táto sústava už dávno jestvovala, videl ju z odstupu nepredstaviteľne veľkej vzdialenosti a teraz sa kochal nad harmóniou prírody, videl, ako uhasína plameň na hranici Gjordana Bruna, počul hlas veľkého Galilea, ktorý sa šíril vesmírom s mohutným echom: „... A predsa sa to-čí.“<sup>12</sup>

<sup>11</sup> Autentické Chladného citáty zverejnené r. 1794 uvádza E. L. Krinov v knihe *Osnovy meteoritiki, Meteoritika kak otrasl nauki; Zaroždenije i razvitije meteoritiki*, str. 16–17. Gosudarstvennoje izdatel'stvo tehniko-teoretičeskoj literatury, Moskva 1955.

<sup>12</sup> Tento výrok pripísal Galileovi jeho žiak Viviani, obyčajne sa však privlastňuje Galileovi.

„A predsa sa točí,“ opakoval znova Steffens. Nevidelo sa mu, že Chladný ho nepočul, začínal mať oňho obavy. Chytil ho opatrne za plece a zľahka zatriasol. Chladný akoby sa prebudil.

„Trocha som sa zamyslel...“ povedal rozpačite a tvár sa mu stiahla do úškl'abku, ktorý chcel byť úsmevom. Bolo vidieť, že starec sa veľmi unavil.

„Teda váš výrok má asi taký význam ako Galileo-vo »A predsa sa točí«,“ zopakoval Steffens nanovo.

„Áno, má; je pokračovaním toho, čo títo mučeníci vedy začali, je pokračovaním tej pravdy, pre ktorú mnohí neváhali položiť na oltár vedy aj svoje životy. Nezvíťazila inkvizícia, ani plamene. Zničilo sa ľudské telo, myšlienka a pravda ostali. Pravda sa nedá spáliť na hranici, ani zatvoriť do kazemát. A ľudské poznanie nepozná hraníc. Raz nadíde čas, že človek si optickými prístrojmi priblíži vesmírne telesá ešte väčšmi ako doteraz a je pravdepodobné, že budú objavené ďalšie svety podobné nášmu. A potom bude definitívny koniec astrologickému nezmyslu o pevnej nebeskej klenbe, za ktorou je tajomstvom zahalený raj, plný úkazov, ktoré si človek doteraz nevie ešte vysvetliť. Aj prostý ľud prestane sa na kométy dívať ako na prst boží, veštiaci vojny, prestanú sa vnímať ako ohnivé meče. Tento čas je však ešte veľmi, veľmi ďaleko, lebo putá držiace ľudské mysle na náboženských galejach sú ešte silné...“

Steffens iba mlčky prikyvoval, mysliac pritom na

to, ako väčšina súčasných vedcov zavrhla Chladného pravdu a jeho samého obvinili z búrania svetového poriadku. Vyslovili sa o ňom, že si sotva uvedomuje, aké zlo vnáša na hlavu vládcov sveta, najmä cirkvi. Steffens konečne pochopil, že Chladný, zakríknutý vedec, si uvedomoval — a to veľmi dobre — toto zlo, ktoré však nie je zlom pre vedu a ľudstvo...<sup>15</sup>

#### TICHÝ ODCHOD

Po spomienkach a úvahách o vesmíre a o jeho podstate Chladný počítaval takú únavu, akoby skutočne precestoval medzihviezdne diaľavy. Obklopila ho akási ťažoba a zdalo sa mu, že prešiel cestu dlhú tisícky svetelných rokov, že popretínal slnečnú sústavu po dráhach komét, tých strašných úkazov, ktoré naháňali ľudstvu husiu kožu a zrážali ho na kolená. Keď sa rozhodol odísť, bola už noc a búrka dávno prestala. Sľúbil Steffensovi porozprávať ešte o príčinách rozpadu komét i meteoroch, ktoré sa pod vplyvom zemskej príťažlivosti stávajú meteorit-

<sup>15</sup> Chladného názory a svetónázor zväčša podľa jeho diela Ueber den Ursprung.. a podľa Krinovových Základov meteoritiky.



mi, čiže železnými alebo kamennými hmotami, ktoré spadli z ovzdušia na Zem. To bola Chladného zamílovaná téma; bol by o nej hovoril celé večery s obrovským oduševnením. Najradšej by bol začal hneď, nebyť pozdnej noci a veľkej únavy.

Vstal a poberal sa. Priateľ ho odprevadil až pred dom. Čerstvý, mrazivý vzduch, ktorý zavial na nich, Steffensa trocha prihrbil, Chladného zasa osviežil. Bola jasná hviezdnatá noc, taká, akú mal Chladný rád už ako dieťa. Rozlúčili sa a starček cestou ďalej spomínal. Nikto ho nerušil, na ulici nebolo jediného chodca. Všetko spalo, mestečko vyzeralo ako zakliate. Jedine staromódne pochodne, zapálené namiesto chúlolistivých lampášov, osvetľujúce krivé hrboľaté uličky, narušovali spánok vecí a tvorov, jazyky ich plameňov sa krútili a vyskakovali pod závanmi vetra. Chladný postál, pozoroval chvíľu plameň mdlou osvetľujúci malý polkruh ulice a kus priečelia domu, na ktorom bola pochodeň zachytená prastarou kovovou záchytkou.

Tak ako táto pochodeň nevládze osvetliť celé mesto, — začal svoj vnútorný monológ, — tak ani sám človek nemôže prebádať všetko a naraz. Keď však tú ktorú vedu nebude tvoriť človek sám, ale viacerí ľudia, keď každý človek prispeje niečím k poznaniu neznámeho, nebude na svete tajomstiev, ktoré by ľudstvo nerozriešilo, práve tak, ako by neostalo

v meste tmavých miest, keby na každom dome horela fakľa.

Jeho pohľad sa pozdvihol od pochodne k oblohe, na ktorej sa trblietali hviezdy. Opatrne pokračoval v ceste, hľadiac na oblohu. Nohy sa mu pošmykovali na klzkých mačacích hlavách, ktorými bola dláždená úzka ulička, osvetlená len na rohoch. Myslenými čiarami spájaj jednotlivé hviezdy do súhvezdí, predstavoval si mystické bytosti, pomal'ované na hviezdnom glóbusu v pracovni svojho otca tak, ako sa mu vryli do pamäti z čias výchovnej „väzby“. Spomínal si na rodičovský dom, ktorý sa mu už ani nezdal detským väzením, spomínal na otca a obe matky. Tá prvá ho neraz pozorovala štrbinou odchýlených dverí, keď sa zahľadel na hviezdy, na tie hviezdy, hľa, ktoré má i teraz pred sebou. Ako málo času ubehlo od vtedy, aký krátky je ľudský život!

Chladný prišiel s podobnými myšlienkami až pred svoj byt, o ktorý sa mu starala svedomitá gazdiná. Chvíľu postál pred domom, započúval sa do monotónneho spevu hlásnika, ešte sa obhliadol po oblohe, akoby sa bál, že sa na nej bude niečo diať a on by prišiel o vzácnu udalosť. Odchýlil dvere, a hmatajúc paličkou dopredu, začal potme stúpať po vydratých schodoch. Vyšiel hore, mierne zadýchaný. V izbičke bolo príjemné teplo, ktoré jeho únavu ešte znásobilo. Sadol si na stoličku a chvíľu oddychoval. Rád by sa

bol osviežil, ale dolu sa mu nechcelo. Rozhodol sa, že sa umyje do pol tela, ako to mával vo zvyku robiť ráno. Úplne podvedome začal sa vyzliekať. Keď bol vyzlečený, cítil sa oveľa lepšie, sadol si, podoprel si hlavu dlaňami a ani nezbadal, ako podľahol driebotám. Zmorený veľkou únavou zaspal hlbokým spánkom.

V izbičke nastalo ticho, iba plamienok olejovej lampy nesmelo blkotal a poskakoval nad knôtom, vrhajúc na stenu podivný tieň nepoddajnej hlavy Chladného.

#### SMUTNÉ RÁNO

Chladný nemával vo zvyku ráno dlho ležať. Obvyčajne vstával zavčasu a gazdiná si zvykla nosiť mu raňajky do pracovne, kde buď niečo písal, rátal alebo čosi kutil pri šliapacom sústruhu. Manuálnu prácu mal práve tak rád ako duševnú a matematiku alebo ručnú prácu pokladal pred raňajkami za nevyhnutnú dennú potrebu.

Preto aj ráno 4. apríla 1827 otvorila gazdiná s podnosom v rukách dvere pracovne. Znehybnela. Pán v pracovni nebol.

Nikdy sa nestalo, že by bol starý pán zaspal, preto nevedela, či ho budiť alebo nie. Rozhodla sa radšej čakať.

Keď poupratovala ostatné miestnosti, zaklopala na dvere profesorovej spálne. Stlačila kľučku a potichu otvorila dvere. Pozrela dnu a pokrútila hlavou. Nešlo jej do hlavy, že pán spal za stolom, vyzlečený do pol pása. Čakala, kedy sa preberie a vyjde do pracovne.

Prešla dlhá chvíľa a pán zo spálne nevychádzal. Znova otvorila dvere. Chladný ležal v tej istej polohe ako predtým. Gazdiná mala zlé tušenie. Pristúpila k stolu a na pána profesora, ako mu hovorievala, hlasno zavolala. Chladný nejavil známky života. Chytila ho za plece, zatriasť ho však od zľaknutia nevládala. Jeho telo bolo studené a úplne meravé. Profesor Chladný bol mŕtvy. Kedy zomrel? Tretieho či štvrtého apríla? To nevedela ani jeho gazdiná, lebo nezbadala, či sa vrátil pred polnocou alebo po polnoci.

Zpráva o podivnej udalosti v tajomnom príbytku Chladného sa šírila po celom mestečku neobyčajne rýchlo. Prvý prišiel za svojim priateľom Steffens. Spomínal Chladného želania zomrieť ticho, nenápadne. Ale obyvatelia mestečka, ktorí učenca poznali z prechádzok, čakali na Chladného testament. Mnoho sa o ňom pováralo ešte za jeho života a viacerí boli

zvedaví, komu zanechá svoj majetok. Očakávali sa aj zprávy o neobyčajnom bohatstve zosnulého, o ktorom sa nevedelo dobre, ani kto je to, ani odkiaľ prišiel. Jednoducho Chladný sa stal po smrti témou spoločenských rozporov v celej Vratislavi.

#### IN MEMORIAM

Na Chladného sa vo verejných kruhoch už dávno zabudlo. Sem-tam si naňho vo Vratislavi niekto spomenul, pričom pokrútil hlavou ako nad čudákom, ktorý venoval svoju pozostalosť chudobe a vedeckým inštitúciám. Po celý život s obľubou vyhľadával spoločnosť učených ľudí, preto aj na jeho pohrebe, ktorý bol jeden z najslávnejších v histórii Vratislavi, zúčastnili sa vedci z Nemecka, Francúzska, Ruska, Talianska, Uhorska i Anglicka. Len vo vedeckých kruhoch bol častejšie spomínaný, či už v súvislosti s akustikou, alebo astronómiou. Čím ďalej, tým častejšie mu dávali za pravdu. Sústavné štúdium meteorov a nové astronomické objavy nútili vedcov spomínať Chladného čoraz s väčšou úctou. Postupne sa odvolávali hany na jeho osobu, jeho teórie sa uznávali jedna za druhou. Pri rozbere meteoritov sa prichá-

dzalo na to, koľko pravdy bolo v jeho učení. Jeho meno sa stávalo pojmom a istý druh meteoritov bol po ňom pomenovaný na chladnit. Na Chladného odkaz sa dívali s veľkou úctou, jeho spisy sa študovali s veľkou vážnosťou. Pri mapovaní Mesiaca nazvali jeho menom kráter neďaleko Mora pár, miesto, kde dopadol obrovský tzv. tunguzský meteorit, ruskí vedci na čele s Kulikom pomenovali hrebeňom Chladného. Jeho meno sa zjavovalo všade, kde bola reč o meteoritike alebo o akustike.

Prešlo viac ako storočie od záslužnej činnosti zakladateľa akustiky a novej vedy — meteoritiky. Človeku sa podarilo vzlietnuť k výšinám. Človek pozdvihol vysoko pochodeň, ktorú zažal Chladný, a v jeho mene začal skúmať vesmír. Už nebolo potrebné presadzovať teóriu o kozmickom pôvode meteorov, tá sa stala samozrejmosťou. Človek strhol zo seba okovy náboženských predsudkov, ktoré dusili Chladného génia, a rozhodol sa urobiť kroky do ríše hviezd: začal vysielat' v podobe rakiet svojich poslov do vesmíru. Až tento nový človek dokázal spravodlivo oceňiť zásluhy Chladného v celej ich podstate; je to človek, ktorý vytvoril prvé umelé meteory a meteority, ktorý vyslal svojho posla na Mesiac, ktorý vyslal do vesmíru prvých kozmonautov. Nie je náhoda, že práve v SSSR vysoko vyzdvihli zásluhy Chladného, jedného z najzaslúžilejších priekopníkov modernej

vedy, ktorý sa nebál pozdvihnúť zrak k hviezdnej oblohe, aby pomohol odhaliť tajomstvo ďalekých svetov.

Máme byť na čo hrdí — veď skromný vedec Ernest Florián Fridrich Chladný bol potomok nášho národa...

## CHLADNÉHO VÝSKUMY A OBJAVY

Inž. Ivan Stadtrucker

## CHLADNÉHO MIESTO V DEJINÁCH AKUSTIKY

V predchádzajúcich kapitolách sme sledovali životnú dráhu Chladného a jeho predkov. V nasledujúcich si ukážeme, na čom Chladný pracoval, čo vykonal, lebo len tak budeme môcť správne oceniť jeho zásluhy.

Čo bolo známe z akustiky jeho predchodcom a za čo všetko dnes vďačíme Chladnému?

S najzákladnejšími poznatkami o zvuku stretávame sa u starovekých národov. Už Babylončania poznali, že čisté tóny na rozdiel od šumov a hluku vznikajú periodickým, pravidelne sa opakujúcim kmitaním zdroja zvuku. Takýmto zdrojom môže stať napríklad napnutá blana alebo struna, keď ju rozozvučíme úderom.

Grécky učenec Pytagoras (asi 571–497 pr. n. l.) na svojich cestách po Malej Ázii a Egypte sa zoznámil s meraním tónov pomocou dĺžky struny. Zistil, že dĺžky strún, ktoré sú naladené na oktávu, sú v pomere 1 : 2, naladené na kvintu v pomere 2 : 3

a pod. Na základe týchto poznatkov vybudoval učenie o odľahlosti jednotlivých tónov, o intervaloch, ktoré možno vyjadriť pomerom celých čísel. Ním položil vedecké základy akustiky a hudobnej teórie.

Vitruvius (1. stor. pr. n. l.) v diele De Architectura uvádza príklady zo stavieb divadiel a chrámov, kde sa vedome využívali niektoré poznatky o šírení zvuku.

V stredoveku vývoj akustiky, podobne ako aj iných vedných odborov, ustrnul. Až dve tisícročia po Pytagorovi prichádza nový mocný podnet pre akustiku od Galileiho (1564—1642), ktorý fyziologický vnem, výšku tónu zmeral objektívne fyzikálnou jednotkou, počtom kmitov. Zistil, že počet kmitov struny závisí od jej dĺžky, napätia a hrúbky a okrem toho vysvetlil i rezonanciu.

Jeho súčasník Mersenne (1588—1648) objavil, že struna súčasne so základným tónom vydáva zväčša i vyššie harmonické tóny. Kmitočet týchto vyšších harmonických tónov je celistvým násobkom kmitočtu základného tónu.

Sauveur (1653—1716) zistil, že nie všetky časti struny kmitajú rovnako, že na strune sú miesta, ktoré zostávajú v pokojnom stave — uzly a miesta, ktoré kmitajú veľmi intenzívne — kmitne. Určil aj polohu týchto uzlov a kmitní.

Newton (1643—1727) vypočítal závislosť rýchlosti zvuku od stlačiteľnosti a hustoty vzduchu.

„... ale len v Ernestovi Floriánovi Friedrichovi Chladnom (1756—1827), ktorý okrem iného pripojil k dávno známym priečnym kmitom strún a tyčí kmity pozdĺžne a torzné<sup>1</sup>, vo svojich zvukových obrazcoch zviditeľnil uzlové čiary kmitajúcich dosiek a zmeral rýchlosť aj v iných plynoch ako vo vzduchu, vyvstal v akustike experimentátor prvej triedy,“ píše svetoznámy vedec M. v. Laue vo svojich Dejinách fyziky (10).

Po ňom prišli Colladon (1802—1893) a Sturm (1803—1855), ktorí roku 1827 dokázali, že zvuk sa šíri aj vo vode a zmerali jeho rýchlosť.

Bratia Weberovci skúmali zákonitosti šírenia zvukových vln v priestore. Túto oblasť akustiky obohatili nasledujúce desaťročia o nové princípy, aplikované z iných prírodných vied. Ukázalo sa napríklad, že optický princíp ohybu a rozptylu svetla za prekážkou platí bezo zmeny aj v akustike.

Roku 1843 Ohm (1787—1854) zistil, že ľudský sluchový ústroj je schopný vnímať jednotlivé tóny zo zmesi súčasne znejúcich tónov.

Podrobný rozbor a štúdium tohto javu vykonal Helmholtz (1821—1894). Jeho práca Náuka o vní-

<sup>1</sup> Torzné kmity. Ak je tyč na jednom konci upevnená a na druhom je krútená premennou silou, vznikajú v nej kmity, ktoré nazývame torzné. Vyskytujú sa u častí strojov, napr. hriadeľov a pod. Ich štúdium patrí medzi problémy pružnosti a pevnosti.

maní tónov (Die Lehre von den Tonempfindungen, 1862) mala d'alekosiahly význam pre celý ďalší vývoj akustiky.

Rozvoj priemyslu a dopravy postavil akustiku pred nové technické problémy. Vynálezy Reissa (1834–1874), Bella (1847–1922) a Hughesa (1831–1900) z rokov 1861–1878 umožnili zostrojiť telefón a tým prenášať ľudský hlas na veľké vzdialenosti.

Zásľuhou Edisona (1847–1931) a jeho zamestnancov dal sa ľudský hlas nielen prenášať, ale aj zaznamenávať, konzervovať a kedykoľvek znova reprodukovovať.

Ale to sme už na začiatku nášho storočia, na prahu veľkého a búrlivého rozvoja tohto vedného odboru. Nastáva obdobie elektroakustiky a ultrazvuku, ktoré dnes nachádzajú v každodennom živote čoraz širšie uplatnenie.

## PRVÉ OBJAVY CHLADNÉHO

### V TEÓRII ZVUKU

Päť rokov po obhájení dizertačných prác uverejnil Chladný svoju prvú vedeckú prácu z akustiky. Nazval ju *Nové objavy o teórii zvuku* (Neue Entdeckungen über die Theorie des Klanges, Weidmanns

Erben und Reich, Leipzig 1787). Zhrnul v nej výsledky svojich výskumov chvenia strún, tyčí a dosák.

Už dávno pred Chladným bolo známe, že znejúca struna kmitá priečne, transverzálne. Pri takomto chvení sa jednotlivé časti struny vychylujú kolmo na smer postupu vlnenia. Na vlne rozoznávame „vrch“ a „priehľbeň“.

Vedelo sa aj o existencii iného druhu vlnenia, ktoré sa šíri vzduchom. Pri tomto vlnení výchylky prostredia sú stále rovnobežné so smerom postupu vlnenia. Lúč, v ktorom sa vlna šíri, obsahuje miesta zriedenia a zhustenia. Takéto vlnenie nazývame pozdĺžne a Chladný bol prvý, ktorý spozoroval, že sa môže šíriť i tuhými látkami.

Tento objav mal nielen pre akustiku, ale pre celú fyziku podstatný význam, pretože nebol to len nový poznatok o šírení akustických vln, ale dôležitá skutočnosť, ktorú bolo treba mať na zreteli napríklad pri vyšetrowaní pružných vlastností látok.

Chladný vykonal svoj objav pri pokusoch so strunami. O tom píše: „Keď sa ťahá na dlhšej tenkej strune husľovým sláčikom pod veľmi ostrým uhlom, prejaví sa nový druh chvenia, pokiaľ je mi známe, ešte nikým nepozorovaný.“ (Chvením nazývame stojaté vlnenie, ktoré vzniká zložením dvoch rovnakých harmonických vlnení postupujúcich rovnakou rýchlosťou oproti sebe. Chvenie tak isto môže byť pozdĺžne a priečne.)

Chladný ďalej uvádza, že tá istá struna môže chvieť pozdĺžne i priečne. Avšak základný tón chvenia pozdĺžneho môže prevýšiť základný tón chvenia priečného o 3 až 5 oktáv. Ak je struna dotykom rozdelená na viac častí, stávajú sa tieto časti zdrojom vyšších harmonických tónov, ktoré sú v rovnakom pomere k svojej základnej harmonickej frekvencii pri vlnení priečnom i pozdĺžnom. Zvyšovaním napätia struny vzrastie frekvencia<sup>2</sup> priečného chvenia až na dvojnásobok, zatiaľ čo u novopozorovaného pozdĺžneho chvenia zvýši sa len nepatrne.

Spomenuli sme, že Chladný študoval aj chvenie tyčí. V tejto oblasti experimentálne potvrdil zákon, že frekvencia, ktorú tyč vydáva, závisí od hrúbky a dĺžky tyče.

Chladný skúmal aj chvenie dosák novou, ním objavenou metódou. O tejto metóde sa zmienime obšírnejšie ďalej.

Svoj spis, ktorým si 31-ročný vedec získal uznanie popredných odborníkov, zakončil slovami: „Ostatne zamýšľam inokedy mnohé predtým povedané ešte viac osvetliť a opraviť, ako o chvení pružných telies iného tvaru, tak aj o rôznych iných predmetoch uviesť pozorovania znamenité vtedy, keď prajný

<sup>2</sup> Frekvencia alebo aj kmitočet udáva nám počet kmitov, ktoré prostredie alebo zariadenie vykonáva za sekundu. Meria sa v cykloch za sekundu.

osud dožičí mi vynaložiť na fyzické a mechanické pokusy viac, ako som bol dosiaľ schopný.“

## DIE AKUSTIK

Zlepšené hmotné podmienky, ako vieme, umožnili Chladnému, aby svoje predsavzatie uskutočnil. Na mnohých cestách do zahraničia, pri ktorých predvádzal svoje hudobné nástroje a obrazce, oboznámil sa so spismi roztrúsenými v miestnych knižniciach, takže jeho kniha *Akustika* predstavuje prvé súborné vydanie dovedejších akustických poznatkov, obohatené Chladného vlastnými prácami. Dáva čitateľovi prehľad o stave celej vednej disciplíny a zároveň mu umožňuje bez straty vzájomných súvislostí štúdium a riešenie špeciálnych problémov.

Chladný postupuje dôsledne systematicky. Každú časť dopĺňa bohatým zoznamom prác hovoriacich o príslušnom probléme. Kriticky sa vyslovuje o prácach a záveroch i najväčších autorít. Cenné je však, že uvádza i neznáme, často zabudnuté pramene a upozorňuje na ich správne myšlienky.

Na prvých stránkach sa Chladný zmieňuje o histórii svojich akustických objavov a uvádza svoj stručný životopis. Pre nás je dôležitá najmä strana



XI, kde píše, že jeho predkovia pochádzali z Uhorska a odôvodňuje, prečo používa radšej pôvodné meno a nie polatinčené Chladenius.

V úvode vlastnej práce definuje fyzikálny význam základných akustických výrazov a ako predmet štúdia akustiky vymedzuje:

1. časové pomery kmitavého pohybu,
2. zákony kmitania pružných telies,
3. šírenie zvuku,
4. vnímanie zvuku.

Čo je náplňou týchto štyroch častí knihy?

1. Chladný rozoberá pojem konsonancie<sup>3</sup> a disonancie akordu a hudobných intervalov. Hovorí o nutnej úprave pomerov tónov a zastáva sa rovnomerného temperovaného ladenia<sup>4</sup> hudobných nástrojov.

2. V tejto časti spočíva ťažisko knihy. Chladný hovorí o priečnom a pozdĺžnom kmitaní, o chvení strún a membrán. Pri chvení zvuku pozastavuje sa pri ľudskom hlase. Uvádza Kempelenovu knihu *O mechanizme ľudskej reči* (Ueber den Mechanismus der

<sup>3</sup> Konsonancia = súzvuk, ľubozvuk, disonancia = opak toho.

<sup>4</sup> Temperované ladenie. Najdokonalejší dojem spĺývania je pri pomere  $\frac{2}{1}$  a takúto odľahlosť dvoch tónov, hudobný interval, nazývame oktávou. Interval jednej oktávy je vyplnený radom tónov, ktorých výber riadi sa zákonitostami toho-ktorého tónového systému. V prípade, že sa do tónového systému zavádzajú nové intervaly, ktoré sa nedajú odvodiť z prirodzeného radu čísel, hovoríme o temperatúre, temperovaní. (Temperare = dať do poriadku.)

menschlichen Sprache, Wien 1791). Spomína jeho „... hovoriaci stroj, ktorým ľudský hlas bez všetkých podvodov bol napodobnený...“ (str. 65).

Obširné preberá chvenie vzduchu v píšťalách. Uvádza chvenie priamych a ohnutých tyčí. Hovorí o chvení štvorcovej, pravouholníkovej, kruhovej, eliptickej, šesťuholníkovej, trojuholníkovej a polkruhovej dosky. Hovorí o využití dosák v hudbe a uvádza príklady z Číny.

Píše o súčasnej existencii viacerých druhov kmitania. Tu treba spomenúť, že Chladný nesprávne vysvetľoval farbu zvuku. Podľa neho rozličné zafarbenie zvuku jednotlivých hudobných nástrojov spôsobujú rôzne pohyby znejúcich telies. Helmholtz neskôr dokázal, že farba zvuku je určená prítomnosťou vyšších harmonických tónov a ich intenzitou.

3. V tejto časti Chladný hovorí o šírení zvuku v plynnom, tuhom a kvapalnom prostredí, o hlavných zásadách a metódach merania, spomína aj vlastnú metódu merania rýchlosti šírenia zvuku, zaoberá sa priestorovou akustikou a udáva základné pravidlá pre stavbu divadiel a koncertných miestností. Jeho zásady v tomto smere platia bezo zmeny až dodnes.

4. Chladný vysvetľuje fyziológiu sluchového analyzátora u človeka a zvierat. Opisuje sluchový orgán a jeho činnosť. Píše, že jeho najdôležitejšou súčasťou je slimák (cochlea). V ňom nastáva premena mecha-

nického chvenia na nervový vzruch. Chvením podráždené bunky „informujú“ o zvuku príslušné mozgové centrá a človek si uvedomuje, rozlišuje jednotlivé zvuky, ako spev vtákov, ľudský hlas, zvuk huslí a pod. Chladný kritizuje vtedajšie domnienky o procese sluchového vnemu. Pochopiteľne, že správnu teóriu neuviedol. Toto vysvetlenie nám až dodnes veda dlhuje. Existuje síce mnoho „teórií počutia“, žiadna však nebola potvrdená. Najznámejšie sú Helmholtzova, Ewaldova, Békésyho a Rankeho teória funkcie buniek bazálnej membrány<sup>5</sup>.

Akustika vyšla aj po francúzsky, a to v Paríži roku 1809 a 1812 pod názvom *Traité d'Acoustique*. Niektoré jej časti Chladný pozmenil a prepracoval. Obsahuje aj tri dodatky.

V prvom Institut de France — jeho matematicko-fyzikálna sekcia — hodnotí Chladného pokusy a objavy. V druhom je zpráva o klavicylindri. V treťom matematicko-fyzikálna sekcia a oddelenie Krásnych umení recenzujú *Traité d'Acoustique*.

O vydanie vo francúzštine sa zaslúžili najmä Laplace, Biot, Poisson, Cuvier a, ako sme už spomenuli, peňažitou podporou Napoleon.

<sup>5</sup> Naše odvolávanie na text knihy týkajú sa nezmeneného nemeckého vydania E. F. F. Chladni: *Die Akustik*, Leipzig, Breitkopf und Härtel, 1830.

Možno sa v mysli niektorých čitateľov vynorí predstava starších učebníc fyziky so stránkami pokreslenými čudnými symetricky i všelijako nepravidelne pokrivenými čiarami, označovanými ako Chladného obrazce.

V novších učebniciach by sme ich sotva našli. Na ich miestach zjavili sa nové state o ultrazvuku, elektroakustických meničoch a pod.

Pred nami stojí úloha posúdiť význam tohto Chladného objavu, vykonaného skoro pred dvesto rokmi.

Spomínali sme, že Chladný sa zaoberal štúdiom chvenia. Na to používal dosky, ktoré rozochvieval rozličným spôsobom, napr. úderom alebo sláčikom. Pritom zistil, že výška tónu sa mení podľa toho, v ktorom mieste je doska upevnená, ale o chvení samom a jeho priestorovom rozložení sa nedozvedel takmer nič.

Po mnohom experimentovaní a hľadaní vhodnej metódy zišla mu na um podobnosť medzi úderom a výbojom a s ňou i Lichtenbergovo vyšetrowanie elektrického poľa. Elektrický výboj spôsobil zmenu zoskupenia rovnomerne nasypného prášku a zo vzniknutých „obrazcov“ Lichtenberg mohol usudzovať na rozloženie elektrického poľa.

Nastala otázka, ako sa bude správať nasypný

prášok pri chvení dosky. Chladný mal práve poruke mosadznú dosku zo stroja na brúsenie. V strede ju upevnil do zveráka a po jej kraji ťahal sláčikom: piesok vytvoril obrazec podobný desaťčipej hviezde. Tento obrazec je na obr. 1.

Objav Chladného zaujal. Zmenil miesto upevnenia, spôsob rozochvievania, hrúbku a tvar dosky a vždy vznikali nové a nové obrazce. Ukázalo sa, že nasypa- ný piesok reaguje na každú zmenu iným zoskupením.

Tak vznikla nová metóda práškových alebo aj zvukových obrazcov a s ňou vošlo Chladného meno do učebníc fyziky na celom svete.

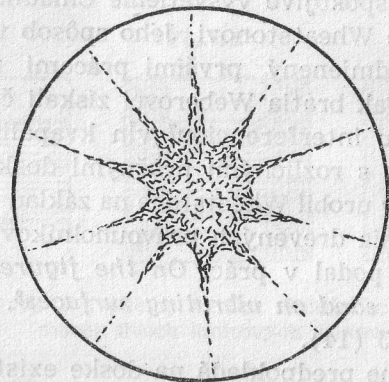
Nie je nám dnes ťažko pochopiť, akým spôsobom tieto obrazce vznikajú. Avšak pre Chladného a jeho súčasníkov, ako si ukážeme, to bol vážny problém.

Poťahovaním sláčika rozochvejeme dosku. Podľa toho, aké sú rozmery dosky a v ktorých miestach je doska upevnená, rozloží sa chvenie, to znamená, že niektoré časti dosky zostanú v pokojnom stave a niektoré sa chvením privedú do pohybu. Chvejúce časti vymrštia zrnká piesku, ktoré sa rozskáču a nahromadia v miestach, ktoré zostávajú v pokoji. Takéto miesta, ktoré pri kmitaní a chvení zostávajú v pokojnom stave, nazývame uzlami. Ich súhrn, geometrické miesto bodov-uzlov, nazývame uzlovou čiarou. V takýchto čiarach zoskupia sa zrnká piesku a spravia ich viditeľnými.

Uzlové čiary vytvárali veľmi rozmanité obrazce.

Vidieť to z tabuliek, ktoré Chladný uvádza vo svojej Akustike. Jedna z týchto tabuliek je reprodukováná na obr. 2.

O obrazce prejavil veľký záujem aj Napoleon. Ale ani sám ich objaviteľ nevedel mu vysvetliť vznik



1. Prvý obrazec Chladného. Vznikol zoskupením piesku na kruhovej doske. Doska bola v strede upevnená a na jej okraji sa ťahalo sláčikom

rozlične pokrivených čiar. (Chladný sa mylne domnieval, že sú to priamky, ktorých deformáciu spôsobila rôznorodosť materiálu dosák. Za základné čiary pokladal rovnobežky so stranami dosák.) Keďže Napoleon od Chladného nedostal uspokojujúce vysvetlenie, rozhodol sa vypísať odmenu 3000 frankov pre toho, kto vytvorí matematickú teóriu chvenia plôch, ktoré študoval Chladný.

Je zaujímavé, že Napoleonovu odmenu dostala roku 1816 Parižanka Sophie Germain za svoju prácu *Recherches sur la théorie des surfaces élastiques*<sup>6</sup>, hoci dielo ani autorka sa v neskorších učebniciach fyziky v súvislosti s Chladného obrazcami nespomínajú.

Za prvé uspokojivé vysvetlenie Chladného obrazcov vďačíme Wheatstonovi. Jeho spôsob vysvetlenia bol však podmienený prvšími prácami niektorých bádateľov. Tak bratia Weberovci získali čiary pokojového stavu interferenciou<sup>7</sup> vln kvapaliny. Savart robil pokusy s rozličnými pružnými doskami a konečné závery urobil Wheatstone na základe vlastného štúdia chvenia drevených pravouhelníkových dosák. Vysvetlenie podal v práci *On the figures obtained by strewing sand on vibrating surfaces*<sup>8</sup>. Publikoval ju roku 1833 (14).

Wheatstone predpokladá na doske existenciu viacerých kmitajúcich systémov, ktoré sa skladajú vo výslednú kmitajúcu sústavu. Vezmime napríklad štvorcovú dosku. Rozochvejme ju tak, že v určitom okamihu šrafovaná časť dosky sa vychýli kladným smerom nahor a nešrafovaná záporným nadol (obr.

<sup>6</sup> Bádanie o teórii elastických plôch.

<sup>7</sup> Interferencia. – vzájomné zosilňovanie alebo zoslabovanie sa vln (napr. zvukových alebo svetelných) pri ich stretnutí sa.

<sup>8</sup> O obrazcoch vznikajúcich sypaním piesku na chvejúce sa plochy.

2 – fig. 43). Medzi oboma plochami opačných výchyliek musia existovať hraničné čiary, ktoré zostávajú v pokoji a nevychýlia sa. V našom prípade sú to priamky a–b, c–d. Keby sme dosku posypali, zrnká piesku by sa zhromaždili na týchto dvoch čiarach. Sú to uzlové čiary.

Fig. 43.

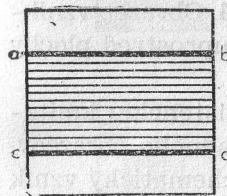


Fig. 44.

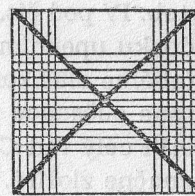
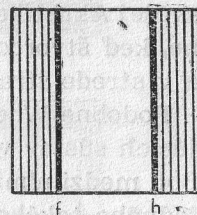


Fig. 45.



2. Wheatstonovo vysvetlenie vzniku Chladného obrazcov pomocou dvoch kmitových sústav

Dosku môžeme rozochvieť aj iným spôsobom, napríklad ako to ukazuje obr. 2 – fig. 45. Miesta kladnej výchylky sú označené šrafovaním. Od miest zápornej výchylky sú oddelené uzlovými čiarami e–f, g–h.

Predstavme si, že obe sústavy kmitajú naraz, súčasne na tej istej doske. Zobrazíme si ich spoločne na obr. 2 – fig. 44. Uzlové čiary sa navzájom pretnú, ale zostanú opäť v pokojnom stave. Je zrejmé, že miesta dvojite šrafované kmitajú opačným smerom ako miesta nešrafované. Rozmery oboch sú rovnaké

a predpokladáme, že aj veľkosť výchylky v oboch smeroch je rovnaká. Z toho vyplýva, že hraničné body medzi miestami opačných výchyliek zostávajú v pokoji a sú k oboj poľiam symetrické. Dospeli sme k uzáveru: Výsledné uzlové čiary budú prechádzať priesečníkmi pôvodných uzlových čiar a budú uhlopriečkami štvorcovej dosky.

Získali sme obrazec, ktorý Chladný uvádza vo svojej Akustike na tab. IV pod čís. 64. Obrazec vznikne, keď štvorcovú dosku upevníme uprostred plochy a v strede strany ťaháme sláčikom.

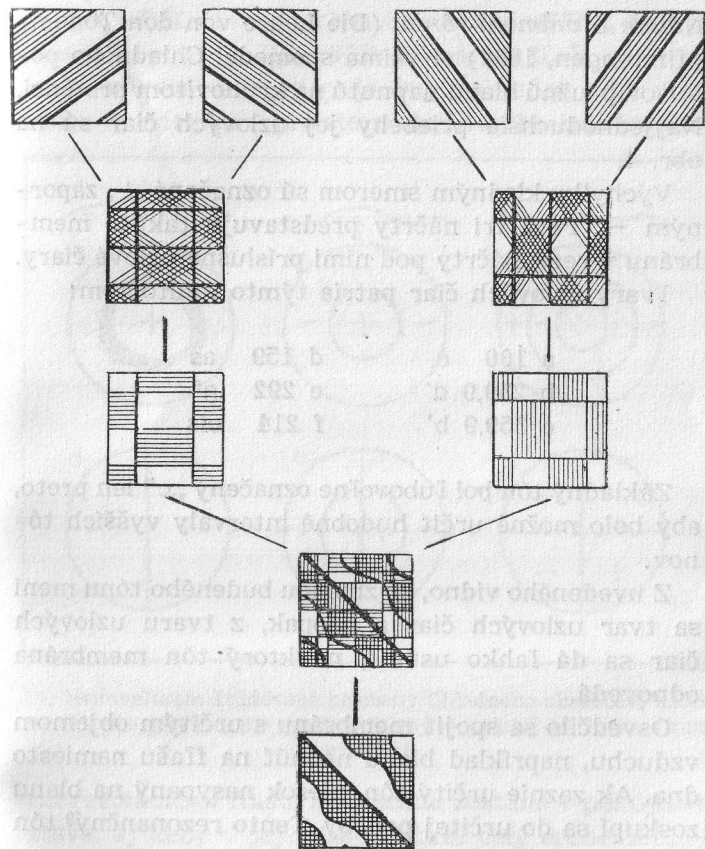
Podobne Wheatstone súčasťou existenciou kmitajúcich sústav vysvetlil celý rad Chladného obrazcov. Boli medzi nimi aj značne zložité. Schematický vznik jedného takéhoto obrazca je na obr. 3.

Na ďalšom rozvoji Wheatstonovej teórie zúčastňoval sa pokusmi R. König, ktorý dospel k podobným výsledkom ako Lissajous.

Teóriu chvenia kruhových dosák vytvoril R. Kirchhoff až roku 1850. Úplná matematicky podložená teória chvenia dosák všeobecného tvaru zostala však nevyriešená.

\*

Ďalšie osudy Chladného obrazcov budeme sledovať u jedného z najvýznamnejších priekopníkov akustiky vôbec, u H. Helmholtza. Ten vo svojej svetoznámej



3. Schematické vysvetlenie zložitejšieho priebehu kriviek Chladného obrazca podľa Wheatstona pomocou 4 kmitových sústav

*Náuke o vnímaní tónov* (Die Lehre von den Tonempfindungen, 1862) si všíma spomedzi Chladného pokusov pružnú blanu napnutú na kruhovitom prstenci. Najjednoduchšie priebehy jej uzlových čiar sú na obr. 4.

Výchylky kladným smerom sú označené +, záporným -. Prvé tri náčrty predstavujú takúto membránu v reze, náčrty pod nimi príslušné uzlové čiary.

Tvary uzlových čiar patria týmto kmitočtom:

a 100	c	d 159	as
b 239,9	d'	e 292	g'
c 359,9	b'	f 214	cis

Základný tón bol ľubovoľne označený „c“ len preto, aby bolo možné určiť hudobné intervaly vyšších tónov.

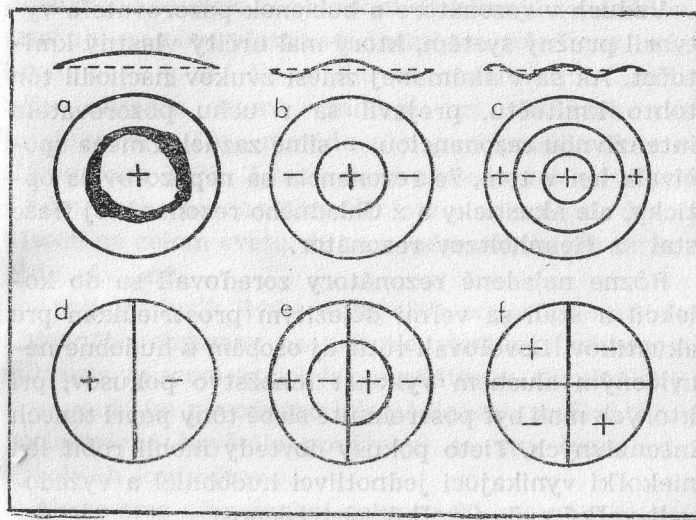
Z uvedeného vidno, že zmenou budeného tónu mení sa tvar uzlových čiar a naopak, z tvaru uzlových čiar sa dá ľahko usúdiť, na ktorý tón membrána odpovedá.

Osvedčilo sa spojiť membránu s určitým objemom vzduchu, napríklad blanu napnúť na fľašu namiesto dna. Ak zaznie určitý tón, piesok nasypaý na blanu zoskupí sa do určitej podoby. Tento rezonančný<sup>9</sup> tón

<sup>9</sup> Rezonancia – jav, pri ktorom kmitajúce teleso uvádza do kmitavého pohybu iné teleso schopné kmitať tým istým kmitočtom.

je tým hlbší, čím je plocha membrány väčšia, čím je menej napnutá a čím väčší objem má fľaša.

Zariadenie teda reaguje len na jeden tón. Keď tento tón neznie v priestore, do ktorého sme umies-



4. Helmholtzom študované priebehy Chladného obrazcov, ktoré vznikli rozochvievaním pružnej blany napnutej na kruhovitom prstenci

tíli rezonančnú fľašu, membrána zostane v pokojnom stave, aj keby v jej blízkosti hral celý orchester.

Membrána sa však nezachvela ani vtedy, keď tón, na ktorý fľaša bola naladená, znel slabo. Túto malú citlivosť Helmholtz zvýšil tým, že odstránil mem-

bránu na fľaši a chvenie vzduchu nechal pôsobiť priamo na bubienok ľudského ucha. Príslušný otvor sformoval tak, že ho bolo možné vsadiť do ucha. Otvor na druhom konci zostal otvorený.

Vzduch v rezonátore a bubienok pozorovateľa vytvoril pružný systém, ktorý mal určitý vlastný kmitočet. Ak sa v skúmanej zmesi zvukov nachodil tón tohto kmitočtu, prejavil sa v uchu pozorovateľa intenzívnou rezonanciou — silne zaznel. Zmena spocívala len v tom, že rezonancia sa nepozorovala opticky, ale akusticky a z Chladného rezonančnej fľaše stal sa Helmholtzov rezonátor.

Rôzne naladené rezonátory zoraďovali sa do kolekcí a stali sa veľmi dôležitým prostriedkom pre akustikov. Dovoľovali totiž aj osobám s hudobne necvičeným sluchom vykonať množstvo pokusov, pri ktorých mali byť postrebnuté slabé tóny popri tónoch intenzívnych. Tieto pokusy dovtedy mohli robiť len niekoľkí vynikajúci jednotlivci hudobníci a vyžadovali veľký cvik a veľkú sústredenosť.

Helmholtzov rezonátor mal pre ďalší vývoj celej akustiky podstatný význam. Poskytol a experimentálne overil mnoho nových poznatkov.

Teoretickým zovšeobecnením jeho vlastností došlo sa k novému pojmu Helmholtzovho rezonátora, ako sériového zapojenia troch parametrov: akustického odporu, akustickej poddajnosti a akustickej hmoty. Táto predstava je základnou stavebnou jednotkou

všetkých výpočtov v akustike, hoci len málokto by tu nachádzal vplyv Chladného objavu. Storočie tieto stopy zahladilo.

Chladného obrazce nestali sa len predmetom akademického záujmu odborníkov. Používajú sa dodnes. Overujú sa nimi vlastnosti membrán telefónov, mikrofónov a pod. V prílohe sa znázorňujú Chladného obrazce, ktoré vznikajú pri skúškach reproductorov. Túto metódu ako prví použili Hort a König roku 1928. Z toho, že v nasledujúcich rokoch sa ňou zaoberali desiatky článkov v odborných časopisoch na celom svete, dá sa usudzovať, že ide o metódu závažnú.

Anglický fyzik Richardson (20) odporúča metódu Chladného obrazcov na určenie vlastnej frekvencie výbrusov piezoelektrických oscilátorov (kryštálov), a to použitím pôvodného lykopódiového prášku. Piezoelektrické kryštály používajú sa ako štandardy vysokých kmitočtov...

Ale to sme už v druhej polovici 20. storočia, v oblasti modernej akustiky, ultrazvuku a elektroakustických meničov.

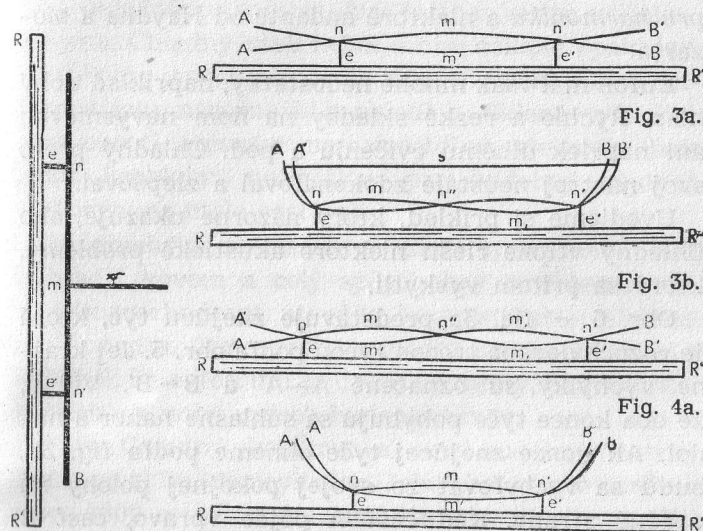
Vidno, že Chladného obrazce naozaj nie sú muzeálnou rekvizitou.

Významnú úlohu v živote Chladného zohrali jeho hudobné nástroje. Pomohli mu prakticky overiť teoretické výsledky chvenia, najmä tyčí, umožnili mu vydať sa na dlhé cesty do cudziny, boli mu zdrojom obživy.

Pri stavbe svojich hudobných nástrojov Chladný vychádzal z princípu sklenej harmoniky. Tento princíp si ozrejníme príkladom z priateľských posedení, keď niekto zo spoločnosti zoradí polovyprázdnené poháre a priliatím nápoja, doladením, zahrá na nich na spôsob xylofónu jednoduchú melódiu. Poháre možno rozozvučať nielen úderom, ale i trením mokrých prstov po okraji.

U sklenej harmoniky sa takto rozochvievali nie poháre, ale sklá zvonovitého alebo kužeľovitého tvaru. Tie však Chladný nahradil sklenými tyčami a celý postup vyludzovania tónov zmechanizoval.

Skutočné zostavenie nástroja je na obr. 5. Na rezonančnej doske R—R' je kolíkmi e — n, e' — n' upevnená tyč A—B, ktorá je naladená na určitý tón. Tretia tyč „s“ vedie stredom tyče A—B. Táto tyč sa trením prstov rozochvievala a chvenie sa prenášalo dotykom tretej tyče na tyč A—B. Znejúcich tyčí A—B bolo asi 40 a boli vo zvislej polohe upevnené v skrini.



5. Schematický náčrt prvého Chladného hudobného nástroja — eufónu

6. Zlepšenie Chladného eufónu

Chladný dohotovil svoj hudobný nástroj 1. marca 1790 a nazval ho eufón. Mal rozsah tri a pol oktávy a veľmi pôsobivo na ňom vyznievali pomalé, precítené skladby. Eufón spôsobil v hudobnom svete rozruch; zmienku o ňom nachádzame aj v Hoffmannových *Hudobných novelách*, v novele *Rytier Gluck*.

Chladný spomína, že diela, ktoré sa obecnstvu najviac páčili, boli dve zbierky Naumannových *Sonát*



pre harmoniku a niektoré andante od Haydna a Mozarta.

Eufón mal však mnohé nedostatky, napríklad tichý hlas. Rýchle a rezké skladby na ňom nevyznievali ani napriek dlhému cvičeniu a pod. Chladný preto svoj nástroj neustále zdokonaľoval a zlepšoval.

Uvedieme si príklad, ktorý názorne ukazuje, ako Chladný vtipne riešil niektoré akustické problémy, ktoré sa pritom vyskytli.

Obr. 6 — fig. 3a predstavuje znejúcu tyč, ktorá je rozochvievaná trecou tyčou podľa obr. 5. Jej krajné výchylky sú označené A—A' a B—B'. Vidno, že oba konce tyče pohybujú sa súhlasne nahor a nadol. Ak konce znejúcej tyče ohneme podľa fig. 3b, budú sa vychyľovať zo svojej pokojnej polohy na opačné strany. Keď časť A pôjde vpravo, časť B vychýli sa vľavo.

Súhlasné vychyľovanie oboch koncov zahnutej tyče vyriešil Chladný tak, že zmenil párny počet uzlov na nepárny (fig. 4a). Tón, ktorý takto upravená tyč vydáva, je, pravda, v porovnaní s pôvodným tónom vyšší.

Prednosť tejto úpravy spočíva v tom, že trecia tyč „s“ môže byť dlhšia a tým i tón tyče môže znieť dlhšie. Pôsobením trecej tyče na oba konce tyče znejúcej (fig. 4b) docieli sa väčšia výchylka a tým i hlasitosť.

Vďaka nezvyčajnému zvuku, neobvyklej konštruk-

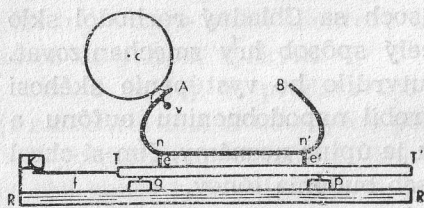
cii a obťažnému spôsobu hry tešil sa eufón veľkému záujmu. Chladný však nebol s ním celkom spokojný. Primitívny spôsob budenia tónov znemožňoval interpretáciu náročnejších skladieb. Sklené tyče boli síce oproti strunám nerozladiteľné, ale sklo bolo príliš krehkým materiálom pre hudobný nástroj, s ktorým sa malo cestovať.

Po mnohých pokusoch sa Chladný rozhodol sklo nahradiť kovom a celý spôsob hry zmechanizovať. V jeho rozhodnutí utvrdilo ho vystúpenie akéhosi dr. Quandta. Ten vyrobil napodobneninu eufónu a vyhlásil, že eufón mu je úplne neznámy, čím si chcel privlastniť nový spôsob budenia tónov.

Preto Chladný skonštruoval nový hudobný nástroj. Pomenoval ho klavicylinder. Jeho zhotovenie oznámil roku 1800 a vyzval dr. Quandta, aby aj on vynášiel niečo podobného.

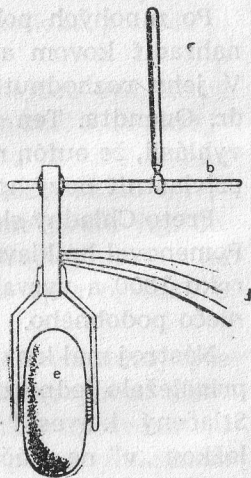
Nástroj mal klaviatúru a každej klávesnici (obr. 7) prináležalo jedno znejúce teleso — ohnutá tyč A—B. Stlačený kláves T—T' pritlačil tyč plstenou podložkou „v“ na otáčajúci sa valec C umiestený vzadu nad klávesmi po celej dĺžke klaviatúry. Vzniknutým trením sa znejúca tyč rozochvievala po ľubovoľný čas. Ťažký valec sa otáčal pomocou pedálov a svojou zotrvačnosťou zaručoval pokojný, rovnomerný pohyb i pri nie príliš rýchlom stláčaní pedálov. Klavicylinder vyludzoval príjemné, harmóniu podobné tóny v rozsahu štyri a pol oktávy.

Celý mechanizmus bol uložený v akusticky vhodne upravenej skrini, ale ani napriek výhodnej rezonancii, ktorú Chladný dosiahol, nepodarilo sa podstatne zvýšiť intenzitu pôvodných tónov. O veľmi priaznivom prijatí klavicylindra sa píše 8. februára 1803 v *Journal des Luxus und der Mode*.



7. Prierez Chladného klavicylindrom

8. Ozvenový obdlžnik, nový hudobný nástroj, ktorý bol zostrojený r. 1957 podľa Chladného princípov



Chladný postupom času spravil na klavicylindre niekoľko drobnejších úprav, no nie je známe, že by do svojej smrti bol skonštruoval ešte iný, tretí hudobný nástroj.

V Chladného zámere vytvárať nové hudobné nástroje pokračujú dnes mnohí. Jedni vidia v tejto

činnosti príležitosť k ľahkému, bezprácnemu zárobku. Iní vychádzajú zo skutočnosti, že skladatelia modernej hudby sú nútení komponovať skladby pre nástroje, na ktorých sa hrávalo už v 18. storočí, hoci estetické ctenie sa odvtedy veľmi zmenilo.

Spomedzi mnohých pokusov o konštrukciu nového hudobného nástroja veľkú pozornosť vzbudil „ozvenový obdlžnik“. Jeho tvorcovia B. Baschet a J. Lasry uvádzajú, že pri vlastnej práci vychádzali z poznatkov získaných v Chladného Akustike vydanéj roku 1812 (*Les Lettres Françaises*, No 711, 27. II. 1958).

Ozvenový obdlžnik (obr. 8) skladá sa zo sklenej tyče „a“, ktorá sa prstami rozochvieva a je zdrojom mechanického vlnenia. Zároveň rozochvieva kovovú znejúcu tyč „b“, na ktorú je kolmo upevnená. Podobnosť s Chladného eufónom (spôsob rozochvievania znejúcej tyče, vzájomná poloha trecej a znejúcej tyče, voľba materiálov) je očividná. Novým prvkom je posuvný spoj oboch tyčí, vytvorený ako pohyblivý bežec a umožňujúci voľbu tónov. Súčasne s kovovou tyčou sa rozochvieva aj zväzok rôzne dlhých prútov „d“, ktoré obohacujú výsledný zvuk a vyššie harmonické a parciálne tóny. Ozvučnica „e“ je vytvorená z umelej hmoty.

Na princípe ozvenového obdlžnika vytvorili B. Baschet a J. Lasry celý orchester 18 nástrojov, ktoré majú bizarné tvary a veľmi lahodný zvuk. Ich uvedenie v januári 1958 stalo sa v Paríži senzáciou,

o ktorej sa podrobne rozpísali parížske noviny a umelecké revue.

#### PALLASOVA HMOTA A JEJ PŮVOD

Noc, hviezdy a často veľkolepý pohľad na „pád hviezd“ (správne prelet meteorov) dali podnet k mnohým dohadom a poverám o tom, odkiaľ sú tieto javy, aká je ich podstata a čo znamenajú.

Je to dávna otázka. Pokiaľ jedni snažili sa na ňu odpovedať, iní len zaznamenávali nové a nové neočakávané a prchavé zjavovania sa meteorov. Tak to bolo odpradáвна.

Prvé písomné záznamy nachádzame u Číňanov. Je známa správa o hromadnom výskyte, celom roji meteorov z roku 687 pred naším letopočtom.

Odvtedy sa nám zachovalo veľa zmienok o preletoch meteorov. Plutarchos (40–120 n. l.) uvádza v Živote Lysandra mienku niektorých, podľa ktorých sú meteory „vyvreliny a odtoky éterických ohňov, ktoré vo vzduchu bezprostredne po zapálení hasnú a rozplameňujú ešte vzduch“.

Koncom stredoveku sa meteory považovali za niečo podobné ako blesk, teda atmosferické úkazy súvisiace s počasím, preto im astronómia nevenovala

pozornosť. Stopy tohto obdobia nachádzame v názvosloví meteor a meteorológia — veda o počasí.

Roku 1749 našiel Jakub Medvedev, obyvateľ dedinky Ubejskaja na Sibíri medzi Ubejou a Sisimom, prítokmi rieky Jenisej, veľkú nepravidelnú hrudu čistého železa, vážiacu 687 kg.

O tomto náleze sa dozvedel akademik Pallas. Neveril síce tvrdeniu miestnych obyvateľov o jej páde z neba, ale bol presvedčený, že hmota nemôže byť produktom hutníckej tavby. Preto ju pokladal za objekt zasluhujúci si dôkladný výskum a vzorku spolu s podrobným opisom zaslal petrohradskej Akadémii vied.

Pallasova hmota vzbudila veľký záujem chemikov, geológov a mineralógov, ktorí nakoniec rozhodli, že nepochádza zo Zeme. Otázka pôvodu takého telesa bola predmetom vášnivých diskusií mnohých učen- cov. Ale musel prísť Chladný, aby vniesol do ich sporov svetlo.

V náhodnom rozhovore Chladného s prof. Lichtenbergom roku 1792 sotva by kto hľadal zárodoky novej vednej disciplíny — meteoritiky. Chladnému sa však nezdalo, že by meteory boli elektrického pôvodu. Namietal, že vo vysokých vrstvách, kde sa zjavujú, vzduch je veľmi riedky a elektrina sa musí vybíjať, nie zhromažďovať. Sprievodné javy, ako oheň a dym, svedčia o tom, že by to mohlo byť niečo celkom iné.

Ani ostatní fyzici si nevedeli rady s týmto problémom a len vzhľadom na akúsi podobnosť hovorili o elektrickom pôvode. Nakoniec Lichtenberg pripustil, že ohnivé gule by mohli byť niečo, čo nemá svoj pôvod v našej atmosfére, ale mimo nej. (Meteory nazývali ohnivými guľami, v angličtine „fire ball“, v nemčine „Feuerkugel“, vo francúzštine „globe de feu“.)

Chladný po rozhovore s Lichtenbergom zostal v Göttingen o tri týždne dlhšie a zaumienil si získať z tamojšej knižnice podrobnejšie vedomosti. Veľmi skoro zistil, že kamenné a železné hmoty padali z neba často práve vtedy, keď sa zjavovali ohnivé gule.

Zistenie bolo prekvapujúce a Chladný si predsa vzal, že vyšetrí, či ide o náhodu alebo nie. K dispozícii mal množstvo svedeckých výpovedí zachovaných písomne alebo ústnym podaním.

Ako dobrý právnik porovnal navzájom nezávislé svedectvá. Zistil ďalekosiahlu zhodu a z toho usúdil, že pozorované javy majú reálny základ. Svoj poznatok, že na Zem dopadnuté hmoty prichádzajú z vesmíru v sprievode svetelného úkazu na oblohe, rozhodol sa publikovať. Pretože mal poruke dostatok dôkazov, svoje poznatky štylizoval nie ako domnienku, ale ako tvrdenie.

Chladného štúdiá vyšla v Rige roku 1794 pod názvom *O pôvode Pallasom nájdených a iných im podobných železných hmotách a o niektorých s tým*

*súvisiacich javoch* (Ueber den Ursprung der von Pallas gefundenen und anderer ihr ähnlicher Eisenmassen, und ueber einiger, damit in Verbindung stehenden Naturerscheinungen). Chladný v nej rozobral možnosti padania meteoritov na Zem a tvrdil, že Pallasom nájdené čisté železo je mimozemského pôvodu, že dopadlo z vesmíru. Súčasne vyslovil názor, že meteory spadnuté na Zem súvisia s preletom ohnivých guľí, t. j. veľkých meteorov a tie sa nijako nelíšia od malých, nenápadných lietavíc.

Bolo to smelé tvrdenie a Chladného vysmiali. Ved len pred siedmimi rokmi vydal taliansky astronóm Vasalli-Eandi spis, v ktorom dokazoval, že ohnivé gule vznikajú z elektrickej látky v atmosfére.

Takéto a podobné výmysly boli ešte v ľudoch príliš zakorenené. Sama slávna parížska Akadémia vied rozhodne tvrdila, že žiadne kamene z vesmíru k nám padať nemôžu, a preto nespádli. Tento názor zastával i Lavoisier.

Tak sa ocitol Chladný takmer proti všetkým. Na svoje tvrdenie mal veľa argumentov v prírode. Učenci sa mohli vysloviť pre alebo proti, nebolo ho však možné obísť.

V Nemecku pre myšlienku Chladného vystúpili Zach, Olbers, Werner a s veľkým uznaním o nej písal Humboldt. V Anglicku meteorické kamene chemickému výskumu podrobil Howard a mineralogickému Bournon. Obaja zistili, že hoci spomenuté

kamene sa líšia od všetkých známych nerastov, vykazujú navzájom zhodné vlastnosti.

Rozhodnutie padlo vo Francúzsku 26. apríla 1803. Vtedy zniesol sa pri L'Aigle dážď meteoritov. Spadlo vyše 2000 kusov vo váhe od 7 do 84 kg. Parížska Akadémia vied vyslala na miesto svojho člena Biota. Až na základe jeho zprávy priznala, že sa mýlila, že má pravdu Chladný, ktorý tvrdí, že meteority sú mimozemského pôvodu a padajú na Zem z medziplanetárneho priestoru.

Znova sa ukázalo, že je predsa len medzi nebom a Zemou viac vecí, než sa kedy snívало školskej múdrosti. K tomuto často citovanému výroku zo Shakespeara Lichtenberg (10) zlomyselne poznamenal: „Hamlet má síce v tomto výroku pravdu, ale zato sú zas v školskej múdrosti veci, o ktorých medzi nebom a Zemou niet ani stopy.“

#### O OHNIVÝCH METEOROCH

iii Chladného zásluhou začal sa vedecký výskum meteorov. Zjavili sa prvé práce. Nespočívali vždy na vedeckých základoch. Našli sa i takí (ako napr. J. Izarno: *Atmosferická litológia*, Paríž 1803), ktorí

tvrdili, že meteority vznikajú v atmosfére zhlukom kondenzovaných pár kovov a kamenia. Afanasij Stojkovič ešte roku 1807 nesúhlasil s Chladného vysvetlením pôvodu meteoritov (9). Jeho publikácia *O vzdušných kameňoch a ich pôvode* (O vzdušných kamniach i ich proizchoždenii, Charkov 1807) je však významná tým, že autor v nej preberá známe pády meteoritov. Boli to všetko ojedinelé práce čiastkového významu a nevšimli si celú oblasť problémov.

Taká je aj zpráva *Úkaz kameňov padnutých z atmosféry, ktorý dobre poznal starovek a stredovek, ktorý iba v tejto dobe počíta sa medzi fyzické skutočnosti, k čomu hypotézy pána Chladného, analýzy pánov Howarda, Vauquelina, Thénarda, Laugiera, rovnako ako cesty a bádania pána Biota prispeli* (Le phénomène des pierres tombées de l'antmosphère, qui l'antiquité et le moyen âge n'ont pasignoré, n' a été mis que dans cette période au rang des vérités physiques; les conjetures de M. Chladni, les analyses de M. M. Howard, Vauquelin, Thénard, Laugier, les voyages et enquêtes de M. Biot y ont également contribué). Jej autor Cuvier upozorňuje, že nemožno pochybovať o pôvode meteoritov a dožaduje sa, aby správny názor o nich bol prehĺbený a aby sa dovtedajšie poznatky a skúsenosti usporiadali do systému.

Na toto sa podujal Chladný roku 1816 a výsledkom

jeho práce bola kniha *O ohnivých meteoroch a o hmotách, ktoré s nimi padajú* (Ueber Feuer-Meteore und über die mit denselben herabgefallenen Massen, Wien 1819).

Publikácia mala, podobne ako Akustika, zásadný význam pre celý vedný odbor, preto je potrebné v krátkosti zmieniť sa o jej obsahu, pričom ponechávame pôvodnú zastaralú terminológiu. (Svetelné úkazy, meteory neoznačujeme dnes ako ohnivé gule; meteorické hmoty, ktoré dopadajú na Zem, nazývame meteority.) Práca je rozdelená do 7 častí.

V prvej sa Chadný zmieňuje o histórii prvých výskumov na Zem spadnutých meteorických hmôt.

V druhej hovorí o pozorovaniach ohnivých guľí a padajúcich hmôt. Upozorňuje, ako ich možno sledovať a študovať. Čitateľ sa dozvie o rýchlosti, výške a dráhe letu jednotlivých ohnivých guľí, o ich vonkajšej podobe a vnútornej podstate. Uvedené sú aj sekundárne sprievodné javy, ako účinky a škody, ktoré boli pádom spôsobené. Tvrdí sa, že ohnivé gule a lietavice sú totožné. Ďalej Chladný píše o nezávislosti ich výskytu od denného a ročného obdobia a od počasia. Tento názor nebol správny, avšak periodicitá meteorických rojov bola objavená oveľa neskôr.

Tretia časť predstavuje chronologický poriadok správ o ohnivých guľiach. Zoznam obsahuje len tie pozorovania, z ktorých možno získať informácie o výške, dráhe letu, veľkosti a pod. Začína sa veľkou

ohnivou guľou, ktorá sa zjavila 22. mája 1325 pri Florencii, a končí sa ohnivou guľou videnou za jasného dňa 25. mája 1819 v Aberdeene.

Štvrtá časť je zoznam pozorovaných pádov kamenných a železných hmôt. Delí sa na dve obdobia. Prvé sa začína rokom 1478 pred našim letopočtom, keď dopadol na Krétu pozoruhodný kameň. Druhé obdobie, ktoré sa začína našim letopočtom, zahrnuje asi 150 kusov dopadnutých hmôt.

V piatej časti sa zaoberá rýdzimi železnými hmotami, o ktorých dopade neboli k dispozícii žiadne zprávy, ktoré však môžu byť považované za meteorické.

Šiesta časť hovorí o hromadnom dopade meteorickej hmoty, o meteorickom daždi.

V poslednej časti Chladný rozoberá otázku pôvodu meteorických hmôt a zástancov jednotlivých názorov začleňuje podľa toho, či predpokladajú, že tieto hmoty boli kedysi súčasťou našej planéty, alebo nie.

Kozmisti sa domnievajú, že hmoty sú trosky, zvyšky planét a komét, ktoré sa vo vesmíre rozpadli.

Teluristi predpokladajú, že dávna sopečná činnosť Zeme vyvrhla tieto hmoty do vesmíru, odkiaľ sa teraz vracajú.

Lunaristi vidia v nich tiež produkt sopečnej činnosti, nazdávajú sa však, že ide o hmotu vyvrhnutú sôpkami na Mesiaci.

Atmosferisti zastávajú názor, že sú to pozostatky

Zeme, ktoré sa ešte nachádzajú v našej atmosfére.

Pochopiteľne, že Chladný sa pokládal za kozmistu. Kozmistov ešte delí podľa toho, čo považujú za pralátku. Jedni tvrdia, že pralátka vždy existuje a nepatria k nej len svetové telesá. Druhí vidia v meteoroch trosky jediného svetového telesa.

Podľa Chladného obe predstavy odporujú niektorému zo známych prírodných zákonov. „Prvá predstava sa mi zdá pravdepodobnejšia, hoci druhej nemôžeme ničím určitým odporovať,“ vraví Chladný.

V práci O ohnivých meteoroch... podal Chladný ďalšie dôkazy o dôslednosti, s akou k tomuto problému pristupoval, i o svojich mimoriadnych schopnostiach vedeckej analýzy a syntézy.

### ĎALŠÍ VÝVOJ METEORITIKY

Každý, kto chcel priniesť niečo nového do tohto vedného odboru, musel začať tam, kde skončil Chladný. S odstupom času ešte viac vynikli výsledky jeho práce. Pekným ocenením jeho zásluh bolo pomenovanie krátera na Mesiaci jeho menom.

Aby čitateľ mal možnosť posúdiť správnosť Chladného tvrdení, zmienime sa o ďalšom vývoji meteoritiky a o dnešných základných vedomostiach o meteo-

roch a súčasne si upresníme niektoré nejasnosti v nomenklatúre, ktoré sme z dôvodov historickej pravdivosti používali.

V noci z 12. na 13. novembra 1833 boli Američania svedkami neobyčajného dažďa — roja meteorov. Obloha bola nimi doslova pokrytá. Hlavným objavom, ktorý pozorovanie tohto jedinečného javu prinieslo, bol poznatok, že meteory vychádzali z jediného bodu, ktorý akoby ležal v súhvezdí Leva. Olmsted z toho správne usúdil, že meteory prichádzajú z veľkej diaľky po rovnobežných dráhach a že onen bod, z ktorého sú vyžarované, je úbežník.

Vynorila sa otázka, po akej dráhe sa zhluk takýchto telies pohybuje. Najväčšiu zásluhu na jej vyriešení má Schiaparelli, ktorý roku 1866 zistil, že dráha meteorického roja, zvaného augustové Perseidy, je totožná s dráhou kométy Swift-Tuttle-Simons 1862 III.

Vznikla domnienka, že meteory vznikajú rozpadom kométy. Potvrdil ju pozorovaný rozpad Bielovej kométy 1845-6, jej zmiznutie a zjavenie sa mohutného dažďa meteorov v jej dráhe roku 1872.

Začal sa intenzívny výskum, ktorý vyvrcholil prácami ruského vedca F. A. Bredichina, ktorý komentárnu a meteorickú astronómiu dôsledne spojil.

ČO DNES ROZUMIEME  
POD POJMOM METEOR?

Je to jav spôsobený vniknutím vesmírneho telesa do zemského ovzdušia. Je to vlastne také malé telesko, že ho medzi planétami nepozorujeme a len pri vniknutí do atmosféry prejaví sa ako meteor. Všetky telesá, od mizivých elektrónov po veľké balvany hmoty, obiehajú okolo Slnka vplyvom jeho príťažlivosti. Rýchlosť, ktorou vnikajú do vrchných vrstiev atmosféry Zeme, je 10–70 km za sekundu (2).

Pri takejto rýchlosti sa povrch letiacej hmoty vo výške okolo 100 km nad zemským povrchom zrážkami s molekulami vzduchu tak rozžeraví, že sa začína vyparovať. Sme svedkami svetelného úkazu veľmi rozmanitej jasnosti.

Sú prípady, že sa zjavia meteory jasné ako Slnko. Veľmi jasné meteory nazývame bolidy. Sú jasnejšie ako Venuša (Večernica) a upútajú na seba všeobecnú pozornosť. Menej jasné meteory označujeme ako lietavice. Meteory viditeľné len ďalekohľadom nazývame teleskopickými.

Keď meteor preletí dráhu niekoľkých kilometrov, vyparí sa a zhasne. Ak jeho hmota je dostatočne veľká, let pokračuje. Meteor vniká do hustejších vrstiev atmosféry, zbrzdí sa a jeho rýchlosť poklesne

asi na 1 km/sek. Po zabrzdení rýchle chladne a vo výške 20 km nad zemou pohasne. Meteor, ktorý dopadne na zem, nazývame meteorit. Každoročne sa ich nájde niekoľko. Celkove ich poznáme asi 1400 kusov. Bývajú železné, kamenné a len vzácné sa vyskytujú zmiešané.

Nájdene meteority majú rozličnú veľkosť. Azda najväčšiu prírodnú katastrofu spôsobil takzvaný Tunguský meteorit 30. júna 1908. Padol do tajgy neďaleko rieky Podkamenná Tunguska. Jeho dopad sprevádzali ohromné svetelné, tepelné a zvukové úkazy.

V posledných desaťročiach nastal v pozorovaní meteorov priaznivý obrat. Meteory stali sa predmetom sústavného štúdia, ktoré zahrnuli mnohé svetové hvezdárne do svojich programov. Boli vypracované nové pozorovacie metódy, ako fotografická a rádiolokačná (pomocou radaru), ktoré dávajú presné výsledky.

Výskumu meteorov sa venuje taká veľká pozornosť najmä preto, že ich štúdiom možno získať spoľahlivé informácie o zložení najvyšších vrstiev atmosféry. Tieto informácie sú dôležité pre balistiku medziplanetárnych rakiet. Avšak meteory samy nepredstavujú pre kozmické lode také veľké nebezpečenstvo, ako sa donedávna predpokladalo.

Znalosť fyzikálnych podmienok panujúcich vo vysokej atmosfére je potrebná aj pre meteorologickú



službu. Niektorí vedci, medzi nimi napr. Bowen, sa dokonca domnievajú, že meteorický prach vnikajúci do našej atmosféry má taký istý účinok ako rozsievanie kryštálikov v mračnách (na vyvolanie umelého dažďa) a vyvoláva dažde v rozličných oblastiach Zeme v určité dni roku (1).

Na výskume meteorov majú veľký podiel aj naši vedeckí pracovníci. Skupina astronómov na Skalnatom Plese objavila koncom roku 1945 nový meteorický roj Umidy, ktorý súvisí s kométou Tuttle-Méchain a zhromaždila dnes na svete najväčší materiál o teleskopických meteoroch.

Vidno, že Chladný aj u nás našiel dôstojných pokračovateľov.

#### Z Á V E R O M

Hovorili sme o akustike a meteoritike. Hovorili sme o Chladnom...

Spomenuli sme si niekoľko jeho najvýznačnejších objavov a prác. Určenie a rozsah našej publikácie nedovoľuje nám venovať sa niektorým špeciálnym problémom, ktoré Chladný študoval. Predstava o jeho práci bola by však neúplná bez zmienky o jeho veľmi bohatej publicistickej činnosti. Vo svojich

štúdiách v rozličných časopisoch zaoberal sa zväčša čiastkovými, nie však bezvýznamnými problémami.

Taký je napríklad článok *O torzných kmitoch tyče* (Ueber drehende Schwingungen eines Stabes, 1799), v ktorom informuje o svojom objave torzného kmitania. Vzbudil ho tým, že tyč v strede uchopil a na jej konci trel prstami po obvode tyče. Takto vzniknuté kmitanie líšilo sa od známych druhov kmitaní; bolo pomenované torzným a znalosti jeho vlastností stali sa pre niektoré odvetvia fyziky, napr. mechaniku, veľmi dôležitými.

Štúdia *O pozdĺžnych kmitoch strún a tyčí s pripojenými poznámkami o šírení sa zvuku v tuhých telesách* (Ueber longitudinalschwingungen der Saiten und Stäbe. Nebst beigefügten Bemerkungen über die Fortleitung des Schalls durch feste Körper; vyšlo r. 1797, vo výtahu opäť r. 1799) obsahuje Chladného metódu merania rýchlosti šírenia zvuku. Táto metóda bola predmetom diskusií s Biotom, ktorý dospel k iným výsledkom ako Chladný pomocou stojateho vlnenia. Biot nakoniec uznal Chladného argumenty, svoje nepresné tvrdenia odvolal a informoval o tom parížsku Akadémiu vied. Chladného metóda bola v porovnaní s vtedy používanými spôsobmi jednoduchá a jej výsledky sú zhodné s výsledkami dnešných metód merania.

Neskôr Chladný publikuje články o svojich hudobných nástrojoch v mnohých časopisoch.

Roku 1824 v Gilbert's Annalen vracia sa k ľudskej reči článkom *O vzniku ľudského hlasu* (Ueber die Hervorbringung der menschlichen Sprachlaute), ktorý obsahuje mnohé podnety k pokusom z fyziológie ľudskej reči.

Jednou z najvýznamnejších prác písaných na sklonku života je *Krátky prehľad náuky o zvuku a tónoch s dodatkom, ktorý sa týka vývoja a usporiadania tónových pomerov* (Kurze Uebersicht der Schall- und Klanglehre; nebst eine einen Anhangen, die Entwicklung und Anordnung der Tonverhältnisse betreffend). Publikácia obsahuje spresnenie Chladného tvrdení vyslovených v Akustike, keď na nové, prepracované vydanie tohto diela už 71-ročného vedcovi nedochodili sily.

Poznamenávame ešte, že roku 1825 vyšlo dielo bratov Weberovcov *Náuka o vlnení založená na experimentoch, alebo o vlnení kvapalín s použitím na vlny zvukové a svetelné* (Wellenlehre auf Experimente gegründet oder über die Wellen tropfbarer Flüssigkeiten mit Anwendung auf die Schall- und Lichtwellen). Chladný ju prijal s oduševnením a venoval jej — ako žiadnej inej knihe, 44-stranovú recenziu v Archiv für gesammte Naturlehre, 1826.

Ukázalo sa, že Chladného pozornosť a nadšenie boli oprávnené. Kniha mala podstatný význam pre celú fyziku. Ňou sa začína nová etapa vo svetovom vývoji akustiky. Autori dielo venovali Chladnému:

„Nášmu ctenému priateľovi, zakladateľovi akustiky spočívajúcej na pokusoch, vynálezcovi novej triedy hudobných nástrojov, prvému bádateľovi na Zem spadnutých meteorických hmôt.“

Uviedli sme niektoré články a štúdie, aby sme ukázali, že Chladný držal krok s vývojom akustiky, pozorne ho sledoval a na mnohých miestach podporil a usmernil.

To isté nám dosvedčujú aj publikované práce z meteoritiky. Neustále dopĺňa zoznamy známych meteoritov, zaznamenáva nové pády, polemizuje s odporcami, a opäť rozširuje naše vedomosti o meteoroch a meteoritoch.

Najlepší dôkaz o tom, že ani s pribúdajúcimi rokmi neustávala jeho veľmi bohatá tvorivá činnosť, podá priložený zoznam ním uverejnených prác.

ZOZNAM CHLADNĚHO PUBLIKOVANÝCH PRÁC

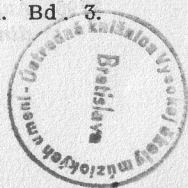
(Podľa Meldeho)

Práce z akustiky

- 1787 *Entdeckungen über die Theorie des Klanges*. Leipzig, Weidmanns' Erben und Reich.
- 1790 *Von dem Euphon, einem neu erfundenen musikalischen Instrumente*. Journal von und für Deutschland. Jg. 7. S. 202.  
*Von dem Euphon, einem neu erfundenen musikalischen Instrumente*. Journal des Luxus und der Mode. Jg. 1790. S. 539.
- 1792 *Ueber die Längentöne einer Saite*. Berliner musikal. Zeitung. August 1792.
- 1795 *Beiträge zur Beforderung eines bessern Vortrags der Klanglehre*. Schriften der Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin. Bd. I. S. 102–124.  
*Beobachtungen über die durch das Brennen der entzündeten Luft in einer Röhre hervorzubringenden Töne*. Tamtiež. S. 125.  
*Von einigen neuen Vervollkommnungen des Euphons*. Journal des Luxus und der Mode. Jg. 1795 S. 309.
- 1796 *Ueber die Longitudinalschwingungen der Saiten und Stäbe*. Erfurt.
- 1797 *Bemerkungen über die Töne einer Pfeife in Verschiedenen Gasarten*. Voigt's Magazin f. d. neusten Zustand der Naturkunde. Bd. I. St. 3. S. 65.  
*Ueber Longitudinalschwingungen der Saiten und Stäbe. Nebst beigefügten Bemerkungen über die Fortleitung*

- des Schalls durch feste Körper*. Tamtiež. St. I. S. 1.
- 1799 *Ueber drehende Schwingungen eines Stäbes*. Neue Schriften der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin. Bd. II. S. 274.  
*Ueber drehende Schwingungen eines Stabes*. Gilbert's Annalen. Bd. II. S. 87.  
*Ueber die beste Art die Akustik abzuhandeln*. Eine im Anfange des Jahres 1799 an die fürstl. Jablonowsky'sche gel. Gesellschaft zu Leipzig abgesandte Abhandlung.
- 1800 *Von dem Clavicylinder, einem neu erfundenen Instrumente, nebst Bemerkungen über einige etwas damit verwandte Tastaturinstrumente*. Lpz. mus. Ztg. Jg. II. S. 305.  
*Eine neue Art, die Geschwindigkeit der Schwingungen bei einem jeden Töne durch den Augenschein zu bestimmen, nebst einem Vorschlage zu einer festen Tonhöhe*. Gilbert's Annalen. Bd. V. S. 1.  
*Nachricht über den Clavicylinder*. Gilbert's Annalen. Bd. IV. S. 494.
- 1801 *Ueber die Schwingungen einer Rectangelscheibe*. Voigt's Magazin f. d. neuste Zustand der Naturk. Bd. III. S. 520.  
*Ueber die wahre Ursache des Consonirens und Dissonirens*. Leipz. mus. Zeitg. Jg. S. 337.  
*Nachricht von dem Clavicylinder und einem neuen Baue desselben*. Tamtiež. S. 386.
- 1802 *Die Akustik, bearbeitet von E. F. F. Chladni*. Leipzig. Breitkopf und Härtel.
- 1804 *Akustisch-literarische Bemerkungen*. Leipzig. mus. Ztg. Jg. IV. S. 719
- 1809 *Traité d' Acoustique*. Paris. Courcier.  
*Notice sur deux nouveaux instruments de musique et sur quelques autres découvertes*. Journ. de phys. de chim. d'hist. nat. et des arts. Vol. LXVIII. P. 246.  
*Rapportfait à l'institut sur le clavicylinder*. Tamtiež. P. 250.  
*Sur la propagation du son par différentes matières aeri-formes*. Tamtiež. P. 138.
- 1810 *Bemerkungen und Beiträge zu seiner Akustik in Be-*

- ziehung auf seinem in Paris 1809 erschienenen *Traité d'Acoustique*. Leipz. mus. Zeitg. Jg. XII. S. 761.
- 1811 *Ueber eine neue italienische Academie, die sich auch mit Musik beschäftigt, nebst Anzeige eines in deren Schriften befindlichen Aufsatzes, von Schulthesius über Kirchenmusik*. Tamtiež. Jg. XIII. 106.
- Nachrichten von seiner Reise aus Turin, Mailand etc.* Tamtiež. S. 110, 362, 461.
- Musikalische Nachrichten aus dem mailändischen Modejournal (Corriere delle Dame) von Anfang dieses Jahres an; im Auszuge mitgeteilt*. Tamtiež. S. 508.
- Sulla miglior maniera di esporre l'Acustica ne'trattati di fisica*. Spisy Societá italiana delle scienze, lettere ed arti.
- 1812 *Biographische Nachrichten von Francesco Gnecco, aus dem Giornale Italiano und aus dem Reddatore del Reno im Auszuge mitgeteilt*. Leipz. mus. Ztg. Jg. XIV. S. 29.
- 1814 *Ueber die Anfrage, das aus porcellanen Schalen bestehende Instrument des Grafen v. Brühl. betr. Allgemeiner Anzeiger der Deutschen*. 1814. Nr. 194.
- 1815 *Einige akustische Notizen*. Leipz. mus. Ztg. Jg. XVII. S. 14.
- 1817 *Neue Beiträge zur Akustik*. Leipzig. Breitkopf und Härtel.
- 1821 *Beiträge zur praktischen Akustik und zur Lehre vom Instrumentenbau, enthaltend die Theorie und Anleitung zum Bau des Clavicylinders und damit verwandter Instrumente*. Leipzig. Breitkopf und Härtel.
- Erläuterung und Berichtigung einiger Ausserungen in einem Aufsätze des Herrn Dr. Felix Savart. Gilbert's Annalen*. Bd. 68. S. 160.
- Ueber seine neueren Bekanntmachungen akustischer Gegenstände und praktischer Anwendungen derselben*. Tamtiež. Bd. 69. S. 51.
- Weitere Nachrichten von dem neulich in der musikalischen Zeitung erwähnten chinesischen Blasinstrumente Tscheng oder Tschiang*. Leipz. mus. Ztg. Jg. XXIII/S. 369.
- Selbstanzeige seiner Beiträge zur praktischen Akustik*. Tamtiež. S. 329.
- Nachrichten von der neusten musikalischen Literatur in Italien aus dem 17. und 21. Bande der Bibliotheca Italiana; nebst beigefügten Bemerkungen über Bogenclaviere*. Tamtiež. S. 583.
- 1822 *Berichtigung und weitere Nachrichten, einen von Greg, Trentin verfertigten Bogenflügel betreffend*. Leipz. mus. Ztg. Jg. XXIV. S. 178
- Musikalisch literarische Nachrichten, nebst, einigen Bemerkungen*. Tamtiež. S. 178.
- Fortsetzung der Beiträge zur praktischen Akustik, enthaltend manche Verbesserungen und Zusätze, wie auch Nachrichten von einem vor kurzen auf eine ganz neue Art gebauten Euphon*. Tamtiež. S. 789, 805.
- 1823 *Ueber sein neues Euphon, und über die Gesetze, nach welchen sich die Schwingungen in demselben richten*. Gilbert's Annalen. Bd. 75. S. 69.
- 1824 *Nachrichten von einigen neuen Erfindungen und Verbesserungen musikalischen Instrumente*. Leipz. mus. Zeitung. Jg. XXVI. S. 810.
- Ueber Beschäftigung Anderer mit Bau des Clavicylinders*. Tamtiež. S. 825.
- Nachrichten von neuen, die Theorie des Schalles und Klanges betreffenden Aufsätzen. Zweite Lieferung*. Tamtiež. S. 841.
- Ueber die Hervorbringungen der menschlichen Sprachlaute*. Gilbert's Annalen. Bd. 76. S. 186.
- Ueber Savart's Beiträge zur Akustik*. Kastner's Archiv. Bd. 3. S. 191.
- 1825 *Berichtigung einer die Stimmung betreffenden falschen Behauptung*. Leipz. mus. Zeitg. Jg. XXVII. S. 672.
- Nachrichten von einigen neuen Erfindungen und Verbesserungen musikalischer Instrumente*. Tamtiež. S. 725.
- Ueber eine verunstaltete Nachricht von der bekannten Wetterharfe zu Basel*. Poggendorff's Annalen. Bd. 3. S. 741.



- Bemerkungen über die Klangfiguren der Scheiben.* Tamtiež. Bd. 5. S. 345.
- 1826 *Nachricht von einer neuen Art von Blasinstrument, nebst einigen Bemerkungen.* Leipz. mus. Ztg. Jg. XXVIII. S. 40.
- Nachrichten von neueren Untersuchungen der Stimm- und Singwerkzeuge.* Tamtiež. S. 299.
- Ueber das Fehlerhafte und Willkürliche der alten griechischen Musik und über die Vorzüge der neueren.* Tamtiež. S. 645.
- Ueber vorteilhafte Einrichtung eines Locals für gute Wirkung des Schalls.* Tamtiež. S. 565.
- Ueber Töne blos durch schnell aufeinander folgende Stösse, ohne einen klingenden Körper.* Poggendorf's Annalen. Bd. 8. S. 435.
- Wellenlehre auf Experimente gegründet etc. von den Brüdern E. G. Weber und W. Weber. Angezeigt mit einigen Bemerkungen.* Kastner's Archiv für die gesammte Naturlehre. Bd. VII. S. 45.
- Erklärung der gleich starken Schallverbreitung einer Stimmgabel, in der Richtung der Schwingungen und in der Richtung der Quere, und der äussert schwachen in einer dazwischenliegenden Richtung.* Tamtiež. S. 92.
- Weitere Bemerkungen hierüber; nach gemeinschaftlich mit Dr. W. Sömmering angestellten Versuchen.* Tamtiež. Bd. XVIII. S. 91.
- 1827 *Kurze Uebersicht der Schall- und Klanglehre; nebst einem Anhang, die Entwicklung und Anordnung der Tonverhältnisse betreffend.* Mainz. Schott's Söhnen.

Práce z meteoritiky

- 1794 *Ueber den Ursprung der von Pallas gefundenen und anderer ihr ähnlicher Eisenmassen.* Riga. J. F. Hartknoch.
- 1796 *Auszug aus einem Aufsätze feueriges Meteor, von Baudin, Professor der Physik in Pau. Nebst einigen allgemei-*

- nen Bemerkungen über Feuerkugeln und Sternschnuppen.* Voigt's Magazin f. d. Neuste in d. Physik und Naturgesch. Bd. 11. S. 172.
- 1797 *Fortsetzungen der Bemerkungen über Feuerkugeln und niedergefallene Massen.* Voigt's Magazin für den neusten Zustand der Naturkunde. Bd. 1. S. 17.
- 1803 *Hypothese über Ursprung meteorischer Steine.* Gilbert's Annalen. Bd. 13. S. 350.
- Chronologisches Verzeichniss der mit einem Feuermeteor niedergefallenen Stein- und Eisenmassen, nebst einigen Bemerkungen.* Tamtiež. Bd. 15. S. 307.
- 1805 *Berichtigung einen angeblichen Meteorstein betreffend.* Gilbert's Annalen. Bd. 19. S. 248.
- Einige kosmologische Ideen, die Vermehrung oder Verminderung eines Weltkörpers betreffend.* Tamtiež. S. 257.
- 1808 *Beiträge zu den Nachrichten von Meteorstein.* Gilbert's Annalen. Bd. 29. S. 375.
- 1812 *Ueber die Ellbogener gediegene Eisenmasse.* Tamtiež. Bd. 42. S. 203.
- Ueber Gediegeneisen und besonders über eine noch nicht bekannte, im Mailändischen gefundene Gediegeneisenmasse.* Schweigg. Journ. für. Chemie und Phys. Bd. 4. S. 116.
- 1814 *Ueber vergebliche Bemühungen verschiedene ältere Meteorsteine aufzufinden, nebst einigen Bemerkungen.* Gilb. Ann. Bd. 47. S. 96.
- 1815 *Neues Verzeichniss der herabgefallenen Stein- und Eiesenmassen in chronologischer Ordnung.* Tamtiež. Bd. 50. S. 225.
- Bemerkungen über gediegene Eisenmassen.* Tamtiež. Bd. 50. S. 257.
- 1816 *Bemerkungen zu einem Aufsätze von dr. Blumhof zu Biedenkopf.* Tamtiež. Bd. 53. S. 310.
- Bemerkungen über den grossen Kometen von 1811 und über die Verfertigung Herschelscher Spiegeltelescope in Italien.* Lindenau und Bohnenberger's Zeitschr. für Astron. Bd. II. S. 345.

- Erste Fortsetzung der bisher bekannt gewordenen Stein- und Eisenmassen, nebst neuen Beiträgen zur Geschichte der Meteore und einigen diesen Gegenstand betreffenden Bemerkungen. Tamtiež. Bd. 53. S. 369.
- Zweite Fortsetzung des Verzeichnisses der vom Himmel gefallenen Massen. Tamtiež. Bd. 54. S. 329.
- Einige Berichtigungen und Zusätze. Tamtiež. Bd. 54. S. 393.
- Fortsetzung des im vierten Bande enthaltenen chronologischen Verzeichnisses der herabgefallenen Stein- und Eisenmassen, nebst einigen Bemerkungen über deren Ursprung. Schweigg. Journal für Chemie und Physik. Bd. 17. S. 1133.
- 1817 Ueber die sprungweise gehende Bewegung mancher Feuerkugeln, nebst einigen Folgerungen. Gilb. Ann. Bd. 55. S. 91.
- Dritte Fortsetzung des Verzeichnisses und der Geschichte der vom Himmel gefallenen Massen. Tamtiež. Bd. 56. S. 375.
- Beitrag zu dem Aufsätze über sprungweise gehende Feuerkugeln. Tamtiež. Bd. 56. S. 387.
- Ueber Unabhängigkeit der Meteorsteinfälle und der Feuerkugeln von Jahres- und Tageszeiten, von den Himmelsgegenden, von der geographischen Lage, von Wetter und von bestimmten Periode. Tamtiež. Bd. 57. S. 121.
- Ueber Dinge, die sich im Weltraum befinden und von den bekannten Weltkörpern verschieden sind. Lindenau und Bohnenberger's Zeitsch. f. Astronom. Bd. IV. S. 303.
- 1818 Des chutes de pierre et de fer, de poussière ou de substances molles, sèches ou humides, suivant l'ordre chronologique. Jour. de phys. de chim. d' hist. nat. et des arts. Vol. LXXXVII. P. 273.
- Ueber Sternschnuppen von dem Dr. Benzenberg. Gilb. Ann. Bd. 58. S. 28.
- Bemerkungen über einige kosmologische Gegenstände. Lindenau und Bohnenberger's Zeitschrift f. Astr. Bd. V. S. 375.

- Verschiedene physikalische Bemerkungen; Mondvulkane, Feuermeteore. Gilb. Ann. Bd. 59. S. 3.
- Ueber Dinge, die sich in Weltraum befinden und von den bekannten Weltkörpern verschieden sind. Tamtiež. Bd. 59. S. 87.
- 1819 Vierte Fortsetzung des Verzeichnisses der vom Himmel gefallenen Massen. Gilb. Ann. Bd. 60. S. 238.
- Einige Ideen über das Innere der Erde. Tamtiež. Bd. 62. S. 72.
- Fünfte Fortsetzung etc. Tamtiež. Bd. 63. S. 17.
- Ueber Feuermeteore und die mit denselben herabgefallenen Massen. Weim. J. G. Heubner.
- Ueber die Feuermeteore. Schweigger's Journal f. Chem. und Phys. 26. S. 156.
- Ueber die Widmannstädt'schen Figuren. Tamtiež. Bd. 26. S. 196.
- 1821 Neue Beiträge zur Kenntnis der Feuermeteore und der herabgefallenen Massen. Gilb. Ann. Bd. 71. S. 359. Erste Lieferung. S. 359. Zweite Lieferung.
- 1822 Neues Verzeichnis der bis jetzt bekannt gewordenen Niederfälle meteorischer Stein- und Eisenmassen, und anderer Substances. Tamtiež. Bd. 36. S. 87.
- Einige Bemerkungen über Tod durch einen Meteorstein. Abendzeitung 1822. Nr. 300.
- 1823 Neue Beiträge zur Kenntnis der Feuermeteore und der herabgefallenen Massen. Gilb. Ann. Bd. 75. S. 229. Dritte Lieferung.
- 1824 Neue Beiträge zur Kenntnis der Feuermeteore und der herabgefallenen Massen. Pogg. Ann. Bd. 2. S. 151. Vierte Lieferung.
- 1825 Nachrichten von einem Meteorsteinfalle am 15. Januar 1824 in Bolognesischen. Tamtiež. Bd. 5. S. 122.
- Ueber das Bitsburger Meteoreisen. Schweigg. Journ. f. Chem. und Phys. Bd. 43. S. 116.
- Beschreibung einer Sammlung vom Himmel herabgefallener Masse nebst einigen allgemeinen Bemerkungen. Kastner's Archiv. Bd. 4. S. 2000.

- 1826 *Neue Beiträge zur Kenntnis der Feuermeteore und der herabgefallenen Massen.* Pogg. Ann. Bd. 6. S. 21. Fünfte Lieferung.  
*Ueber eine merkwürdige meteorische Erscheinung am 1. April 1826 nicht weit von Saarbrücken.* Tamtiež Bd. 7. S. 373.  
*Neue Beiträge etc.* Tamtiež. Bd. 8. S. 45. Sechste Lieferung.

#### Práce z iných odborov

- 1781 *De banno contumaciae.* Dizertácia. Leipzig.  
 1782 *De caractere ecclesiastico principum.* Dizertácia. Leipzig.  
 1798 *Ueber entgegengesetzte Electricitäten einer Katze.* Voigt's Magazin f. d. neuste Zustand der Naturkunde. Bd. I. S. 79.  
 1799 *Ueber das span. Gedicht: La musica von D. Thomas de Yriarte.* Leipz. mus. Ztg. Jg. I. S. 821.  
 1816 *Ueber mechanische Heilung des Wechselfiber's.* Hufeland's Journal für prakt. Heilkunde. Bd. 42. S. 133.  
 1817 *Ueber die Wirkung des Ablöschens in kaltem Wasser bei Kupfer- und Glockenmetall.* Gilb. Ann. Bd. 56. S. 104.  
 1818 *Verschiedene physikalische Bemerkungen: Frauenhofer's Entdeckung der dunklen Streifen im Spektrum.* Gilb. Ann. Bd. 59. S. 1.  
 1819 *Ueber Frauenhofer's Lichtversuche, Sömmering's Veredlung des Weins, ein sehr feines Gespinnste und eine neue Art camera lucida.* Gilb. Ann. Bd. 61. S. 98.  
*Das Lämpchen ohne Flamme oder Davy'schen Glühlampe.* Tamtiež. Bd. 61. S. 132.  
*Ueber die Ursachen des nasskalten Sommers von 1816 und zum Theil auch 1817.* Tamtiež. Bd. 62. S. 132.  
 1820 *Geschichte einer noch wenig bekannten Bücherverbrennung.* Morgenblatt für gebildete Stände. 1820. Nr. 134.  
*Wahrscheinlichste Erklärung des vormals wärmeren Kli-*

- mas in Gegenden, die jetzt kälter sind, und der mehrmals veränderten Höhe des Wassers übers der Erdoberfläche.* Schweigg. Journ. f. Chem. und Phys. Bd. 34. S. 99.  
 1823 *Wirkung einer Wasserhose auf ein Schiff in der Ostsee* Gilb. Ann. Bd. 73. S. 107.  
*Nachtrag zu seinen Bemerkungen über das Glühlämpchen.* Tamtiež. Bd. 75. S. 98.

#### ZOZNAM LITERATÚRY

- Bernal J. D.: Fyzikálne vedy v 20. stor., Bratislava 1960.
- Bochniček Z.: Hviezdne večery, Bratislava 1954.
- Bredichin F.: Etudy o meteorach, Moskva 1954.
- Helmholtz H.: Die Lehre von den Tonempfindungen, Braunschweig 1913.
- Chladni E. F. F.: Die Akustik, Leipzig 1830.
- Ilkovič D.: Fyzika, Bratislava 1957.
- Kistner A.: Geschichte der Physik, Leipzig 1906.
- Krinov E.: Padající hvězdy, Praha 1956.
- Laue M.: Dějiny fyziky, Praha 1959.
- Massal'skaja K.: E. F. Chladnyj — osnovopoložnik meteoritiki, Meteoritika, Moskva 1933.
- Melde F.: Chladni's Leben und Wirken, Marburg 1888.
- Merhaut J.: Theorie elektroakustických přístrojů, Praha 1955.
- Müllers-Pouillets: Lehrbuch der Physik, Braunschweig 1929.
- Nachtikal F.: Technická fyzika, Praha 1952.
- Olson H. F. Element of Acoustical Engineering, New York 1947.
- Plavec M.: Meteorické roje, Praha 1956.
- Presperín V.: E. F. F. Chladný, Naša veda, Bratislava 1956.
- Putilov I.: Kurs fyziki, Moskva 1954.
- Richardson E.: Sound, a physical textbook, London 1949.
- Strnad J.: Elektroakustika, Praha 1952.









Podobizeň E. F. F. Chladného

# Die Akustik,

bearbeitet

von

Ernst Florens Friedrich Chladni,

der Philos. und Rechte Doctor, Mitglieds der Churmainzischen Akademie der Wissenschaften zu Erfurt, und der naturforschenden Gesellschaften zu Berlin und Jena, Correspondenten der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften zu Petersburg, und der Königl. Societät zu Göttingen.



*Dr. E. F. F. Chladni.*

Mit 12 Kupfertafeln.

Leipzig,  
bei Breitkopf und Härtel,  
1802.

Frontispice Chladného Akustiky – vydanie z r. 1802

# Die Akustik,

bearbeitet

von

Ernst Florens Friedrich Chladni,

der Philos. und Rechte Doctor, Mitglieds der Churmainzischen Akademie der Wissenschaften zu Erfurt, und der naturforschenden Gesellschaften zu Berlin und Jena, Correspondenten der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften zu Petersburg, und der Königl. Societät zu Göttingen.



Mit 12 Kupfertafeln.

Neu, unveränderte Ausgabe.

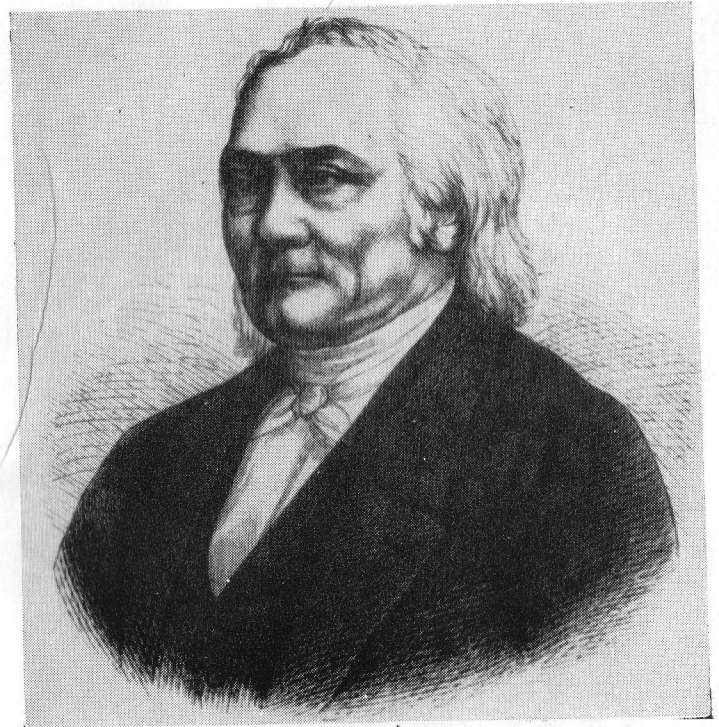
Leipzig,  
bei Breitkopf und Härtel, 1830.

89502 13 18 118

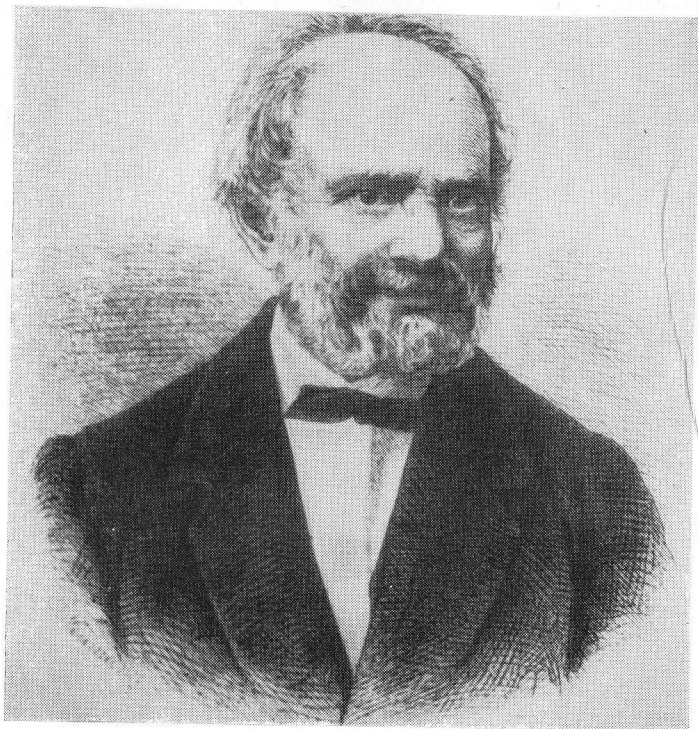
Frontispice Chladného diela Die Akustik z r. 1830



Georg Christoph Lichtenberg



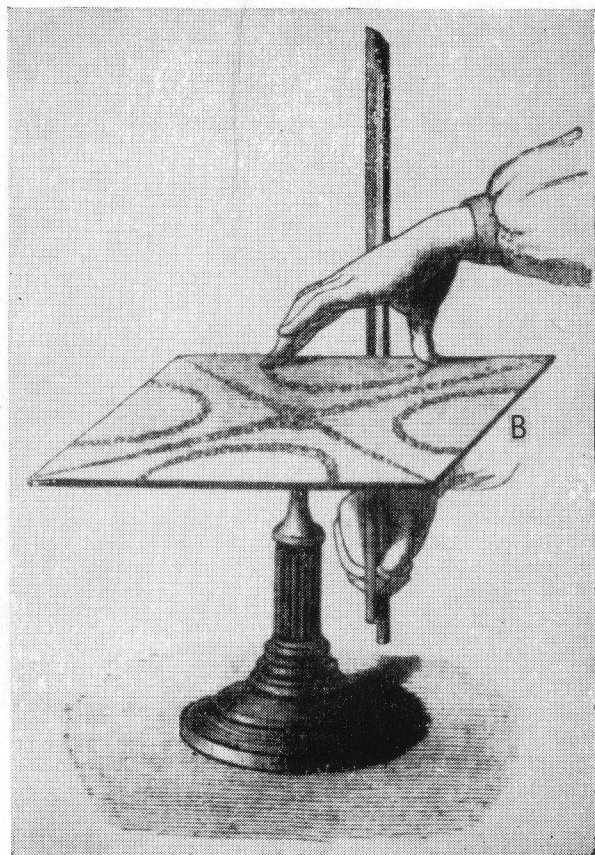
Ernst Heinrich Weber



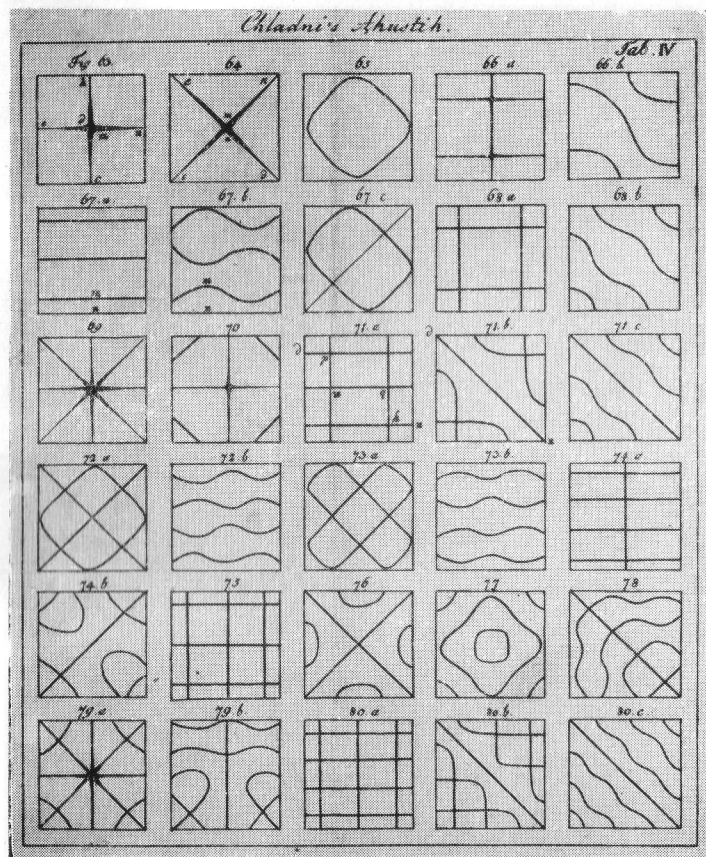
Wilhelm Eduard Weber



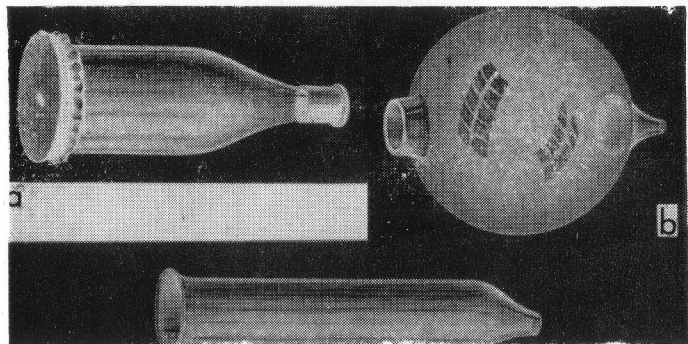
(old) Wrocław (Wrocław)



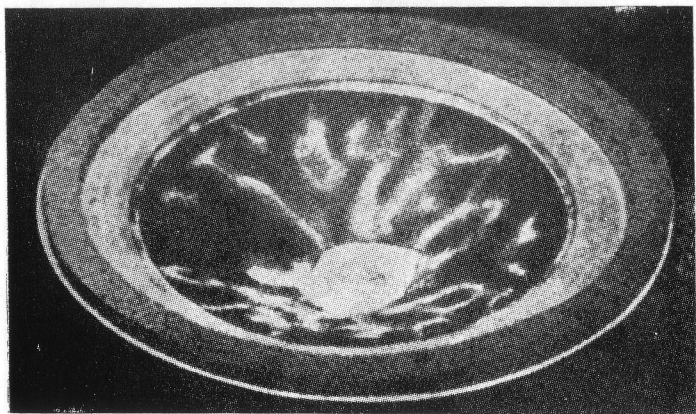
Vznik jedného z Chladného obrazcov (dobová kresba)



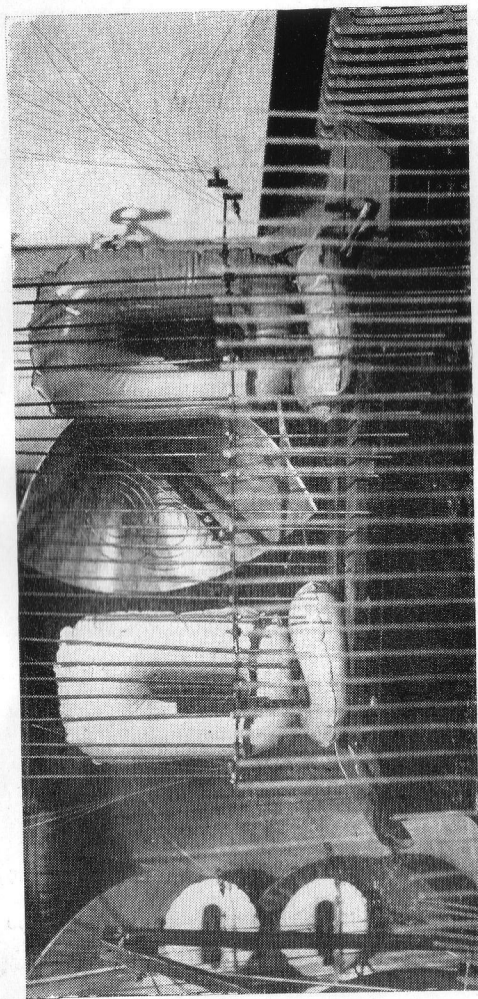
Tabuľka z Chladného akustiky, na ktorej sú uvedené rozličné tvary obrazcov



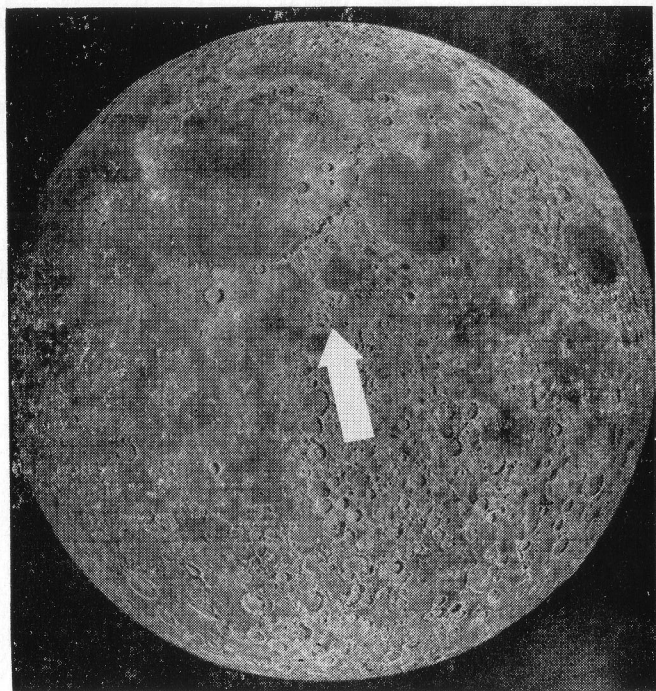
Rezonančná fľaša na získavanie Chladného obrazcov a Helmholtzove rezonátory



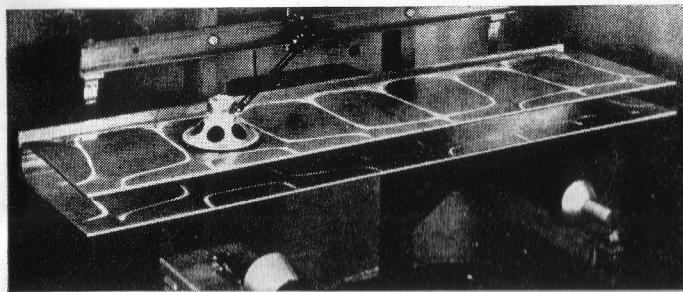
Chladného obrazce, pomocou ktorých sa overujú vlastnosti reproduktorových membrán



Orchester nových hudobných nástrojov, zostrojených na rovnakom princípe ako ozve-  
nový obdĺžnik (foto Muller, Paris)



Fotografia Mesiaca, na ktorej vidno kráter pomenovaný po Chladnom



Chladného obrazce, pomocou ktorých sa určuje vlastný kmitočet modulátoru synchrocyclotrónu. Boli použité firmou Philips pri stavbe 600 MeV synchrocyclotrónu, ktorý slúži pre jadrové pokusy medzinárodnej organizácie CERN v Ženeve

## OBSAH

Úvod - - - - -	7
----------------	---

### ZO ŽIVOTA A PRÁCE E. F. F. CHLADNÉHO

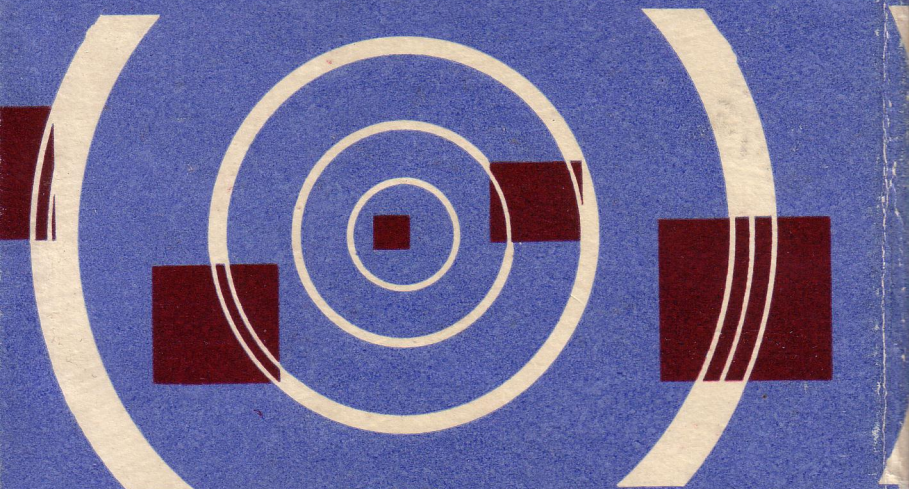
Dvaja priatelia - - - - -	11
Detské roky - - - - -	15
Roky dospievania - - - - -	18
Sloboda a samota - - - - -	20
Na vlastných krídlach - - - - -	23
Od objavu k vynálezu - - - - -	28
Pod vplyvom Kempelena - - - - -	34
Traité d'Acoustique a Napoleon Bonaparte - - - - -	40
Noví obdivovatelia a pokračovatelia akustiky - - - - -	50
Medzihviezdne úvahy - - - - -	54
Tichý odchod - - - - -	61
Smutné ráno - - - - -	64
In memoriam - - - - -	66

### CHLADNÉHO VÝSKUMY A OBJAVY

Chladného miesto v dejinách akustiky - - - - -	71
Prvé objavy Chladného v teórii zvuku - - - - -	74
Die Akustik - - - - -	77
Chladného obrazce - - - - -	81
Chladného hudobné nástroje - - - - -	92
Pallasova hmota a jej pôvod - - - - -	98
O ohnivých meteoroch - - - - -	102
Ďalší vývoj meteoritiky - - - - -	106
Čo dnes rozumieme pod pojmom meteor? - - - - -	108
Záver - - - - -	110
Zoznam Chladného publikovaných prác - - - - -	114
Zoznam literatúry - - - - -	123







301-02  
Kčš 6,50 viaz.  
III/7