



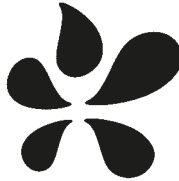
EDICIJA

*Istaknuti profesori*



FRANJO  
HANAMAN





FKITMCMXIX

*Edicija Istaknuti profesori*  
**FRANJO HANAMAN**

*Edicija  
Istaknuti profesori  
Knjiga 10*

**FRANJO HANAMAN**

**Nakladnik**

*Fakultet kemijskog  
inženjerstva i tehnologije  
Sveučilišta u Zagrebu,  
Marulićev trg, kbr. 19,  
Zagreb*

**Za nakladnika**

*Bruno Zelić*

**Urednica**

*Marija Kaštelan-Macan*

**Lektura i korektura**

*Trpimir Macan*

**Računalna potpora**

*Branko Zorko*

**Priprema za tisak**

*Melina Mikulić*

**Tisak**

*Printera*

CIP zapis dostupan u računalnom katalogu  
Nacionalne i sveučilišne knjižice u Zagrebu  
pod brojem

ISBN 978-953-6470-78-5

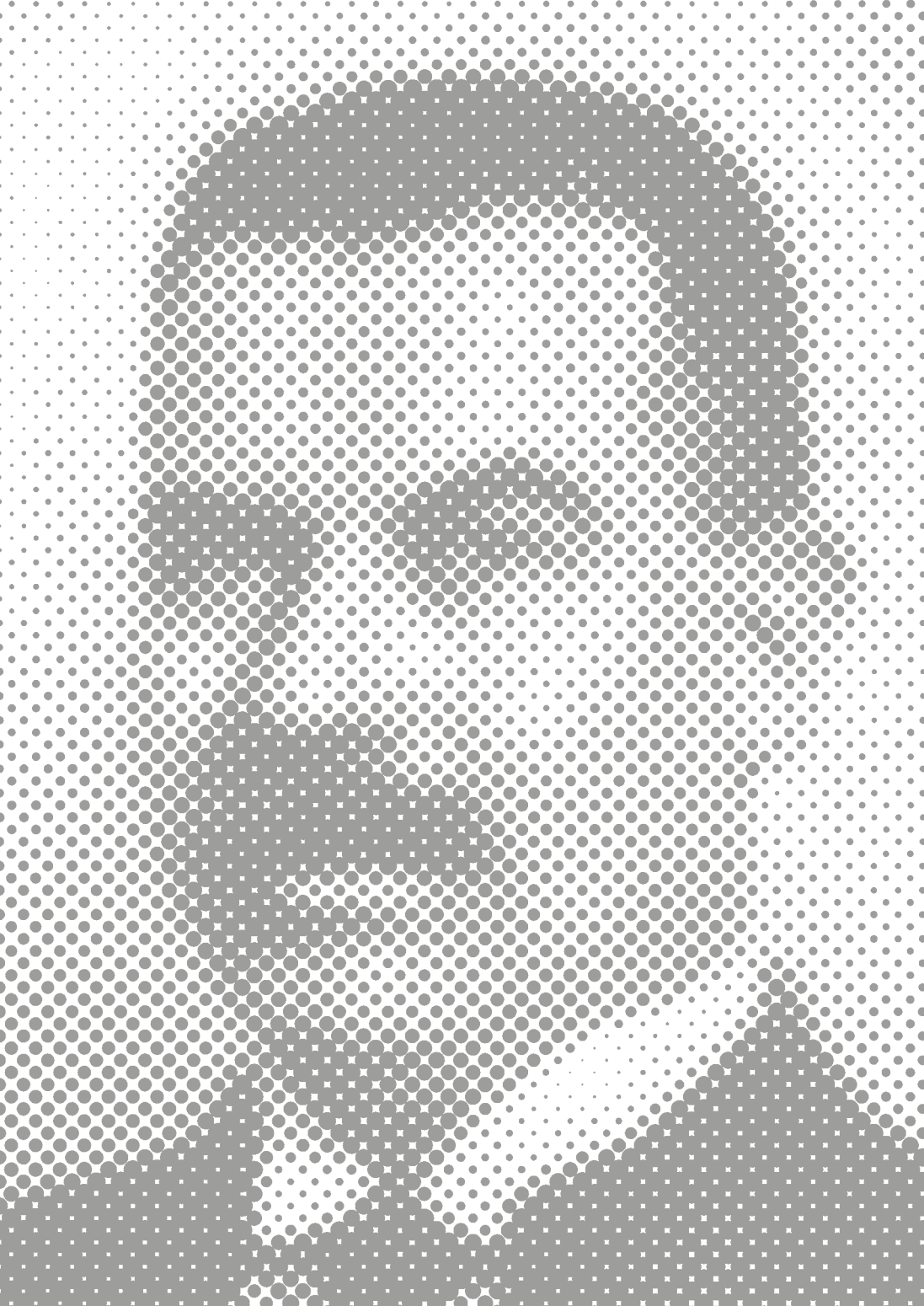
EDICIJA

*Istaknuti profesori*



FRANJO  
HANAMAN

*Zagreb 2017.*



## *Uvod*

*Fortiter in re, suaviter in modo<sup>1</sup>*

Ova je knjižica posvećena Franji Hanamanu, vizionaru i profesoru kemičko-inženjerskoga studija Tehničke visoke škole u Zagrebu i jednom od izumitelja volframske žarne niti, što je pokrenulo razvoj rasvjetne tehnike u cijelom svijetu.

Prateći tijekom pisanja knjižice put Alexandra Justa i Franje Hanamana, dvojice prijatelja i sveučilišnih asistenata, koji su s minimalnom financijskom potporom i golemim entuzijazmom odlučili pokrenuti nov pristup izradbi žarne niti, bila sam zadivljena njihovim znanjem, zamislama i upornosti kojom su nakon razočaranja neuspjehom nastavljali korak po korak, pokus za pokusom. Jedna je zamisao radala drugu, a raspravljajući su izmjenjivali i povezivali svoja kemijska i inženjerska znanja, iznova krećući naprijed. Vjerovali su da su na pravom putu i, napokon, svojim izumima došli do svjetskog uspjeha koji su im priznale velike europske i američke tvrtke, a njihovi su patenti prodani u trinaest zemalja.

Shvativši da se ne može natjecati s tvrtkama koje su zapošljavale na tisuće inženjera i savjetovale se s nobelovcima, Hanaman odlazi na Tehničku visoku školu u Charlottenburgu kraj Berlina, gdje izrađuje i

---

<sup>1</sup> Odvažan u činu, blag u načinu (Z. Doroghy, *Blago latinskoga jezika*, Matica hrvatska, Zagreb 1966.).

brani disertaciju o zaštiti željeza od korozije posvetivši je roditeljima i svojemu rodnom mjestu. Još jedno dotad nepoznato područje rezultiralo je nekolikim patentima. Nakon rata vraća se u domovinu i postaje profesor anorganske kemijske tehnologije i metalurgije na Tehničkoj visokoj školi u Zagrebu.

Jedan je od utemeljitelja kemičko-inženjerskoga studija, današnjega Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu. Bio je poštovan od suradnika i kolega, omiljen među studentima. Njegovu blagu narav i odvažan nastup spominju svi koji su ga poznavali, što izvrsno ocrtava gore navedena izreka.

Franjo Hanaman je svojim sudjelovanjem u društvenom i znanstvenom životu Zagreba i Hrvatske promicao ime svojega studija i Fakulteta, pa je njemu u čast utemeljena Nagrada Franjo Hanaman. Nadam se da će ova knjižica dobitnicima Nagrade te svim nastavnicima i studentima približiti njegovo djelo i da će i oni prema njemu osjetiti duboko poštovanje i ponositi se svojim fakultetom i njegovim velikim prethodnicima.



## *Riječ urednice*

**K**ad sam dekanu Bruni Zeliću predložila pisanje knjižice o Franji Hanamanu, nisam očekivala da će to potrajati mjesecima. Pročitala sam sve što je u nas pisano o Hanamanu i zaključila da ću posvetiti malo više pozornosti tumačenju dvaju postupaka pripreme volframske žarne niti koji su se redovito spominjali.

Najviše sam vjerovala tekstovima koje su pisali Hanamanovi suvremenici, posebice oni koji su ga osobno poznavali. To su bili Stanko Plivelić, Hanamanov profesor fizike na velikoj realci u Zemunu, i Rikard Podhorsky, Hanamanov asistent i nasljednik na katedri. U nekrolozima nakon njegove nagle smrti hvale ga kao čovjeka, izumitelja i profesora, ali se u njima ne mogu naći podatci o njegovu životnom putu, izumima, disertaciji i profesuri. Stoga sam nastojala prikupiti što više materijala uključujući patente. Dosad su u svim knjigama i člancima posvećenim Hanamanu navođena dva postupka pripreme volframske žarne niti: postupak supstitucije i *pasta*-postupak. Pretraživanjem mrežnih stranica našla sam popis i naslovne stranice Just-Hanamanovih američkih, britanskih, kanadskih, francuskih, austrijskih i danskih patenata. Otprije sam imala primjerak mađarskoga, a njemačke i druge patente koji su nedostajali poslao mi je kolega Nafis Defterdarović, od kojega sam doznala i poneku anegdotu iz Hanamanova zavoda.

Prikupila sam i obradila 36 patenata o postupcima pripreve volframske žarne niti i 6 patenata o zaštiti željeznih materijala od korozije, što ih je obradio u svojoj disertaciji. Budući da svi prethodni autori spominju da su Just-Hanamanovi patenti prodani u trinaest zemalja, pretpostavljam da ih ima daleko više.

Čitanje patenata pomoglo mi je stvoriti sliku o načinu razmišljanja Hanamana i Justa, o njihovu znanju i inventivnosti, a posebice o upornosti i vjeri u vlastitu sposobnost. Nisu ih u tome sprječavala ni razočaranja ni nedostatak novca. Bili su prvi koji su izumili i ugradili u žarulje volframsku nit i time stekli priznanje u svijetu.

Nadam se da će vam ova jubilara, deseta, knjižica pomoći da upoznate našega velikog prethodnika i potaknuti vas da pronosite njegovo ime.

Kao autorica i urednica knjige dužna sam zahvaliti mnogima na prijateljskoj pomoći.

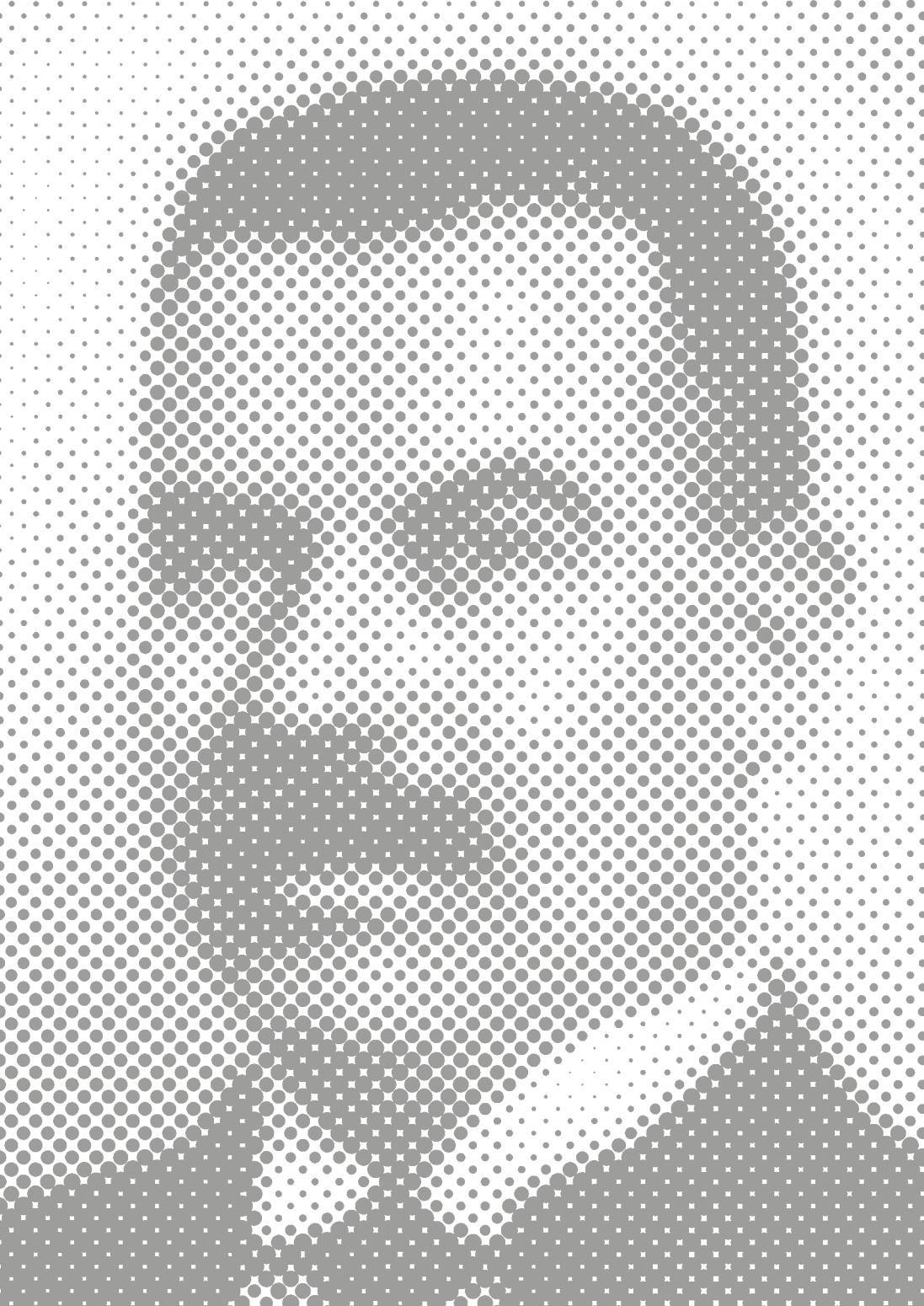
Stoga hvala:

- Dekanu i upravi Fakulteta na prihvaćanju moje zamisli, pomoći u nabavi Hanamanove disertacije te tiskanju i izdavanju ove desete knjižice iz edicije Istaknuti profesori
- Tehničkomu muzeju „Nikola Tesla“ u Zagrebu i Zavičajnomu muzeju „Stjepan Gruber“ u Županji na dopuštenju uvrštenja izložaka iz njihova fundusa
- Općinskoj narodnoj knjižnici u Drenovcima na časopisu *Hrašće* i fotografijama
- Zrinki Maček na entuzijazmu u pronalaženju dokumenata o Hanamanu, njegove disertacije i posebice teksta o volframskoj žarulji u knjizi O. Kučere i S. Plivelića *Novovjekni izumi*, Matica Hrvatska, Zagreb 1913.
- Trpimiru Macanu na pomnom čitanju i lektoriranju teksta
- Jeleni Macan na prijevodu njemačkih, austrijskih i francuskih patenata te na korekturi teksta
- Jadranki Kaštelan na izradbi rodoslovlja obitelji Hanaman i Gašparac
- Emilu Draževiću, našem privremenom Dancu, na prijevodu danskih patenata

- Lidiji Varga-Defterdarović na tumačenju nekih fenomena iz organske kemije
- Nafisu Defterdaroviću na susretljivosti i trudu oko nabave patenata koji su mi bili nedostupni
- Marku Rogošiću na mađarskom patentu
- Tahiru Sofiliću i Faruku Unkiću na pomoći u prijevodu metalurških naziva
- Svei Švel-Cerovečki na dokumentima i podacima o obitelji Hanaman-Gamiršek
- Karen Vitković na fotografijama Hanamanova stola koji se čuva u njezinoj obitelji
- Branku Zorku na pomoći u pripravi knjige za tisak.

**» Marija Kaštelan-Macan**

*U Zagrebu 11. studenoga 2016.*



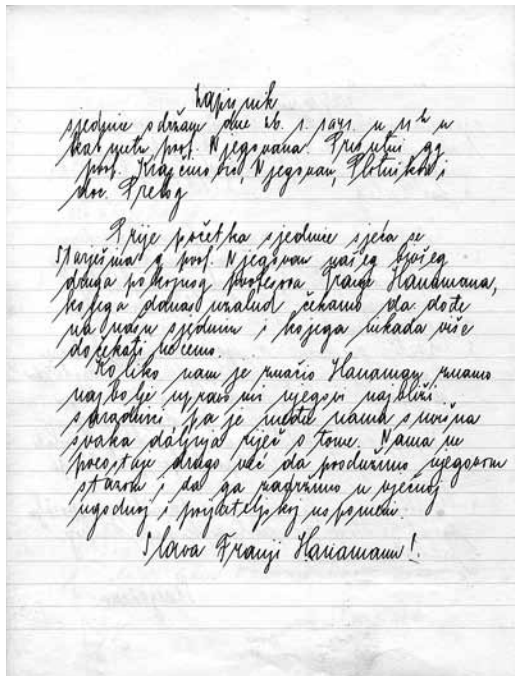
# *Sjećanja*







**U**željeli da zadržim koncepciju dosadašnjih devet knjižica edicije Istaknuti profesori, a svjesna da više nema živih svjedoka njegova života i djela, odlučila sam iz objavljenih knjiga, članaka i prikaza izabrati odlomke koji će čitatelju Franju Hanamana približiti kao osobu.



Zapisnik sjednice  
Profesorskoga vijeća  
kemičko-inženjerskoga  
studija u povodu smrti  
profesora Hanamana



Naslovnica *Arhiva za hemiju i farmaciju* (1928.)

**„Hanaman je svojim velikim stručnim i životnim iskustvom, svojim dubokim smislom za nauku i za njeno značenje za napredak kulture uopće, a naročito za napredak našega naroda, sa svojim neodoljivo otmjenim karakterom i finim taktom mnogo koristio Tehničkom fakultetu. Veliki ugled koji uživa ovaj najmlađi fakultet zagrebačkog Univerziteta treba pripisati velikim dijelom baš našem svečaru.“**

V. Njegovan, Franjo Hanaman, prigodom 50-godišnjice života i

25-godišnjice volframove sijalice, *Arhiv za hemiju i farmaciju* 2(1928)105-109.

**„Dopustite mi izraziti duboku zahvalnost profesoru Hanamanu na pionirskom radu u polju volframskih žarulja. Njemu i dr. Justu pripada čast da su svijetu pokazali put do divnog novoga svjetla. Želim, također, iskazati počast čvrstom karakteru i dobroćudnosti profesora Hanamana. Sretan sam da ga mogu ubrojiti među svoje dobre prijatelje.“**

William David Coolidge u: V. Njegovan, Franjo Hanaman, prigodom 50-godišnjice života i 25-godišnjice volframove sijalice, *Arhiv za hemiju i farmaciju* 2(1928)105-109.

**• PROF. DR. ING. F. HANAMAN •**

Pločica s vrata Hanamanova kabineta  
(uvršteno dopuštenjem Tehničkoga muzeja u Zagrebu)



„Neočekivana vijest o njegovoj smrti izazvala je zaprepaštenje i duboku žalost u vanredno širokom krugu njegovih prijatelja i poštovatelja. Ne samo njegovi najbliži suradnici već svaki njegov đak osjetio je da je lično izgubio očinskog prijatelja, kojemu se mogao u svako vrijeme obratiti za savjet i pomoć, a kakva je praznina njegovim nestankom nastala u našoj društvenoj sredini uopće, to zna svaki tko je njega i njegovo djelovanje poznao. Ispraćen je na vječni počinak uz ogromno učešće njegovih prijatelja, poštovalaca i đaka. Jedan je novinar tom prilikom pisao: 'Prisustvovali smo u svom životu mnogim pogrebima i slušali mnogo nadgrobnih govora, ali nikad nismo još vidjeli toliko iskrene žalosti kao danas, kad je intelektualni Zagreb ispratio do vječne kuće profesora Franju Hanamana, svog miljenika.“

Rikard Podhorsky, Prof. dr. ing. Franjo Hanaman, *Arhiv za kemiju i tehnologiju* 3-6(1940)81-92. (iz nekrologa)



VIJEEĆE TEHNIČKOG FAKULTETA SVEUČILIŠTA U ZAGREBU javlja  
žalostu vijest, da je njegov odlični član

## Dr. Ing. FRANJO HANAMAN

redoviti sveučilišni profesor, godine 1924/25. rektor bivše Tehničke visoke škole, pojedinih ordena  
Sv. Save III. i V. stepena i Bijelog orla V. stepena i t. d.

preminuo dne 23. siječnja 1941. u 9 sati prije podne u 63. godini života.

Pogreb će se obaviti u subotu dne 25. siječnja 1941. u 10<sup>1/2</sup> sati prije podne  
iz mrtvačnice na Mirogoju, a misa zaдушnica čitati u ponedjeljak dne 27. siječnja 1941.  
u 8 sati prije podne u crkvi Sv. Marka.

U ZAGREBU, dne 23. siječnja 1941.

**VJEĆNA MU SPOMEN MEDJU NAMA!**

Plisava J. Bracko, Vukobrođac

Osmrtnica (uvršteno dopuštenjem Tehničkoga muzeja u Zagrebu)

„23. siječnja o. g. umro je u Zagrebu sveučilišni prof. dr. ing. Franjo Hanaman, vrlo dobro poznat po svojem naučnom radu i u velikom svijetu, jer je on u zajednici s kemičarom Aleksandrom Justom izumitelj volframovih sijalica. [...]

Patenti Justa i Hanamana priznati su danas u svim zemljama. Ali kao što to često biva kod izumitelja, oni su dobili priznanje i čuveno ime za svoj izum, a drugi se koriste njihovim naučnim radom, odnosno upotrebom volframa u industriji električne rasvjete. [...]

Smrt ga je zatekla oko organiziranja rudarskoga odsjeka na Tehničkom fakultetu. Hanaman je ujedno jedan od osnivača Hrvatskog kemijskog društva. Neko vrijeme bio je potpredsjednik Hrvatskog prirodoslovnog društva. Neka je slava i čast ovom našem odličnom stručnjaku i učenjaku.“

Smrt profesora dra Hanamana, *Priroda* 31(1941)93-94.



Nadgrobna ploča obitelji Hanaman na Mirogoju

„Za razvitak naše Tehničke visoke škole i poslije Tehničkog fakulteta u Zagrebu, naročito za osiguranje potrebitih novogradnja, stekao je pokojnik velikih zasluga te je bio jedan od

najmarkantnijih predstavnika nastavničkog zbora, opće poštovan radi svoje spreme i rijetkih sposobnosti a voljen radi vrлина koje su resile njegov karakter. Smrt ga je zatekla u času kad je bio najviše zauzet organizacijom odjela za rudarstvo i metalurgiju na zagrebačkoj tehnici. Njegovom smrću nestalo je iz redova hrvatskih inženjera čovjeka širokog horizonta, duboke školske spreme, velike energije i rijetkog poštenja. Veseo po svojoj naravi, društven i visoko naobražen svagdje je bio rado viden, unoseći u svoju okolinu vedrinu i humor, a uz to i osjećaj najsavjesnijeg vršenja preuzetih dužnosti. [...]

Zemni ostanci dragog pokojnika uručeni su materi zemlji 25. siječnja o.g. uz veliko učestvovanje intelektualnih krugova u čijim je redovima on bio jedna od najmarkantnijih pojava. Njegovog otmjenog lika je nestalo, ali spomen na njega i zahvalnost za sve što je učinio za hrvatsku tehniku i tehnički napredak čovječanstva ostat će trajni.“

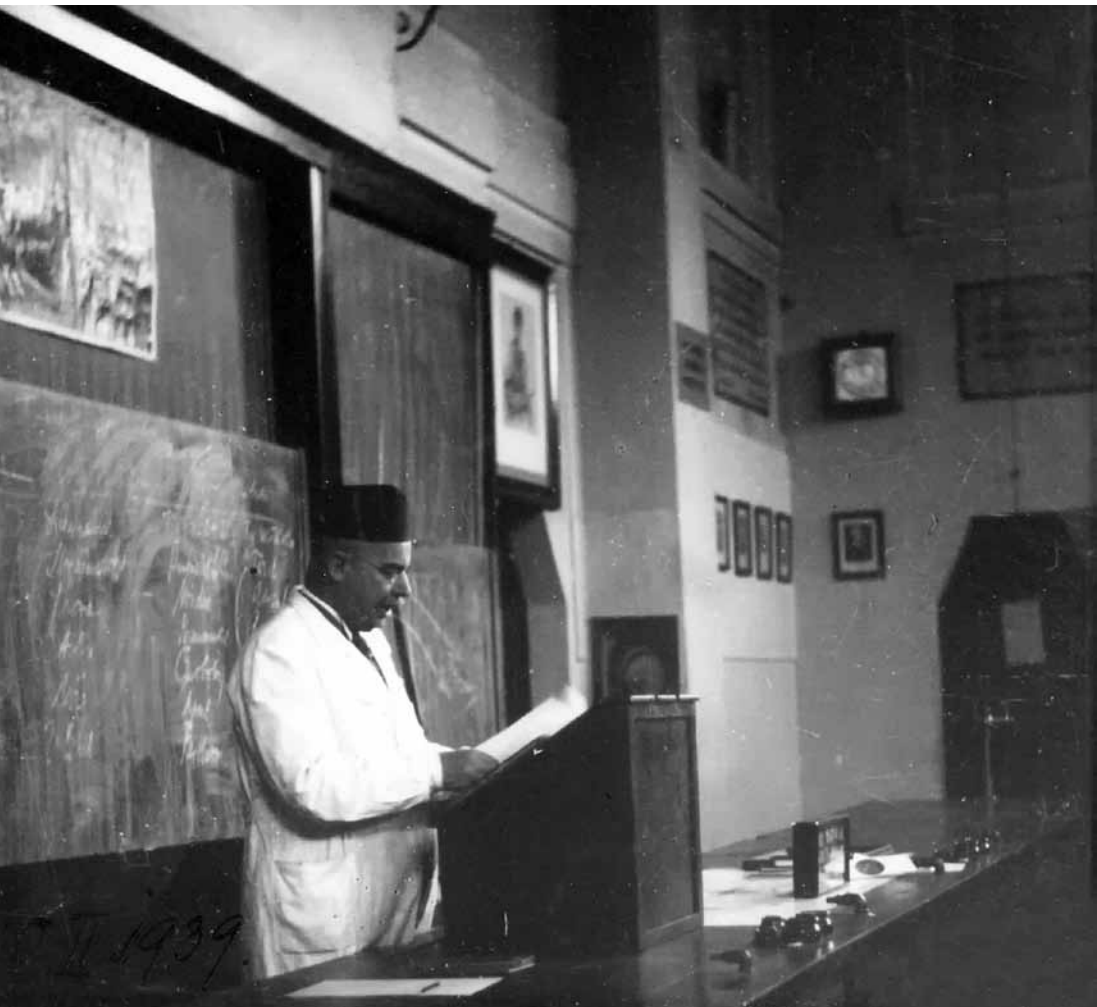
S. Szavits Nossan, Dr. ing. Franjo Hanaman, *Službeni vjesnik inženjerskih komora Banovine Hrvatske* 9:1-3(1941)29-30. (iz nekrologa)



Zgrada Kemijskog instituta na tadašnjem Mažuranićevu  
(danas Marulićevu) trgu oko 1915.

„Svi brojni studenti profesora dr. Franje Hanamana, kemičari, strojari, brodstrojari i elektrostrojari sjećaju ga se s dubokim poštovanjem kao izvrsnog, vehementnog i uzornog predavača i nastavnika koji je volio svoj poziv i struku i cijenio svoj Fakultet i Sveučilište na kojem je djelovao predano do kraja života. Još i danas pomno čuvamo bilješke s njegovih predavanja koja su nam otvarala poglede i puteve u svijet tehnike i tehnologije.“

V. Muljević, Franjo Hanaman, jedan od izumitelja volframske električne žarulje, *Vjesnik HAZU* 6-7(1995)122-124.



Profesor Hanaman na predavanju u Velikoj predavaonici

„Franjo Hanaman zasluuže naše poštovanje i zahvalnost kao izumitelj svjetskog glasa, utemeljitelj novih tehničkih područja u nas i kao čovjek koji je cijeli život posvetio svojoj struci. Premda su štovatelji njegova djela pisali o njemu u stručnim publikacijama, široj je javnosti nedovoljno poznata vrijednost njegovih izuma. Tehnički

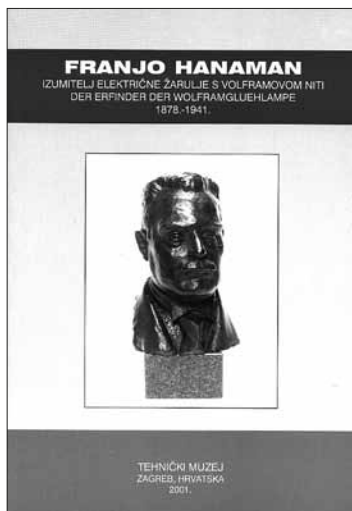
muzej u Zagrebu odužio mu se bistom u Aleji velikana prirodoslovlja i tehnike te prigodnom brošurom. Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije utemeljio je Nagradu Franjo Hanaman u znak zahvale svom velikom prethodniku. Tome se pridružuje i ovaj kratki prikaz Hanamanova života i djela, uz želju da njegova nesebičnost, zanos i ljubav prema domovini i matičnom fakultetu bude primjer današnjim generacijama.“

M. Kaštelan-Macan, Uz 100. obljetnicu prve volframove žarulje, *Kemija u industriji* 52:10(2003)521-526.

„Malo je poznata činjenica da je u samim začecima razvoja električnih žarulja s metalnim nitima sudjelovao i jedan naš zemljak, prof. dr. Franjo Hanaman. On je zajedno s Aleksanderom Justom izumio nekoliko postupaka za dobivanje volframske niti i tako utro put razvoju industrije električnih žarulja.

Ulazeći u mračnu prostoriju i automatski paleći električnu rasvjetu, teško da se itko upita kakve su sve teškoće imali istraživači i izumitelji koji su nam podarili svjetlost. [...] Vizija i upornost tih ljudi, kojima pripada i prof. dr. Franjo Hanaman, bila je jača od svih zapreka koje su im se našle na putu, a njihovi izumi omogućili su zamah u razvoju industrije i gospodarstva u 20-om stoljeću.“

R. Filipin, *Franjo Hanaman (1878. - 1941.)*, Tehnički muzej Nikola Tesla, Zagreb 2012.



Naslovnica knjige R. Filipina, *Franjo Hanaman*, 1978. – 1941., Zagreb 2012.

NA IDUĆOJ STRANICI: Hanamanov portret, crtež nepoznatog studenta ALU (1994.)



*Život i djelo*





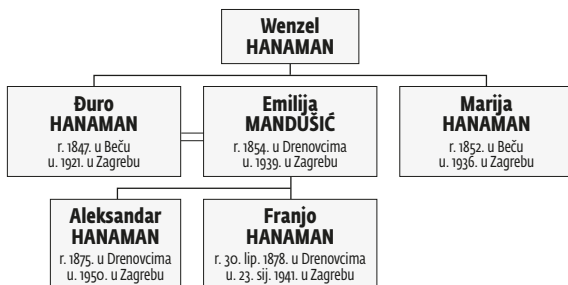




## Obitelj i školovanje

**P**rezime Hanaman najvjerojatnije potječe iz pokrajine Hana u južnoj Moravskoj uz rijeku Moravu, pa se pretpostavlja da je nastalo kao složenica toga naziva s njemačkom imenicom Mann (čovjek).<sup>2</sup> U Habsburškoj Monarhiji (od 1867. Austro-Ugarska Monarhija) mnogi su Moravci živjeli u predgrađu Beča, a među njima i Franjin djed po ocu Wenzel<sup>3</sup> sa suprugom, sinom Đurom (Beč, 1847. – Zagreb, 1921.) i kćeri Marijom (Beč, 1852. – Zagreb, 1936.). Bio je zaposlen u trgovačkoj tvrtki Flesch koja je poslovala s Bosnom, gdje se sprijateljio s Ilijom Mandušićem. To je prijateljstvo rezultiralo brakom Đure Hanamana s Emilijom Mandušić (Drenovci, 1854. – Zagreb, 1939.).

Rodoslovno stablo HANAMAN



- 2 Malo je vjerojatna pretpostavka da je prezime Hanaman nizozemskoga podrijetla, što se povezuje s prezimenom poznatoga nizozemskoga baroknog slikara i portretista Adriaena Hannemana (Haag, 1603(4). – 11. VII. 1671.).
- 3 Njemačka inačica češkog imena Václav ili Venceslav.



Franjo Hanaman (desno) kao dječak s bratom Aleksandrom

Obitelj Hanaman doselila se 1870-ih u Drenovce kraj Županje, u međurječju Save i Bosuta, gdje je njemačka etnička zajednica bila brojna i napredna. Kako su oboje potjecali iz trgovačkih obitelji, Đuro se nastavio baviti istim poslom. U Drenovcima su mu se rodili sinovi Aleksandar (Drenovci, 1875. – Zagreb, 1950.) i Franjo (Drenovci, 30. VI. 1878. – Zagreb, 23. I. 1941.).

Franjinim rođenjem započela je uzbudljiva priča o zanimljivu i plodonosnu životu jednoga od izumitelja volframske žarne niti.

Obitelj se Hanaman ubrzo preselila u Brčko, gdje je Franjin otac razvio intenzivnu trgovinu šljivama i soli, jer je nakon austrougarske okupacije Bosne i Hercegovine<sup>4</sup> taj kraj postao izvor dobre zarade.

Franjo je u Brčkom 1883. – 1887. pohađao narodnu osnovnu učionu (pučka škola) u kojoj je imao izvrsne ocjene iz zemljopisa, prirodopisa i crtanja, ali nije pokazivao zanimanje za slovniciu bosanskoga jezika i pismeno izražavanje misli. Ni trgovačka škola nije zadovoljila njegovu želju za poznavanjem prirodnih i tehničkih znanosti za koje je pokazivao sklonost od malih nogu. Otac ga stoga 1890. ne upisuje u

4 Austrougarsko zaposjedanje Bosne i Hercegovine, dotad osmanskoga pašaluka, bilo je rezultat dogovora na Berlinskom kongresu 1878. Velike europske sile su dale mandat Austro-Ugarskoj da uđe s vojskom u Bosnu i Hercegovinu, pod izgovorom da tamo uspostavi mir i red.

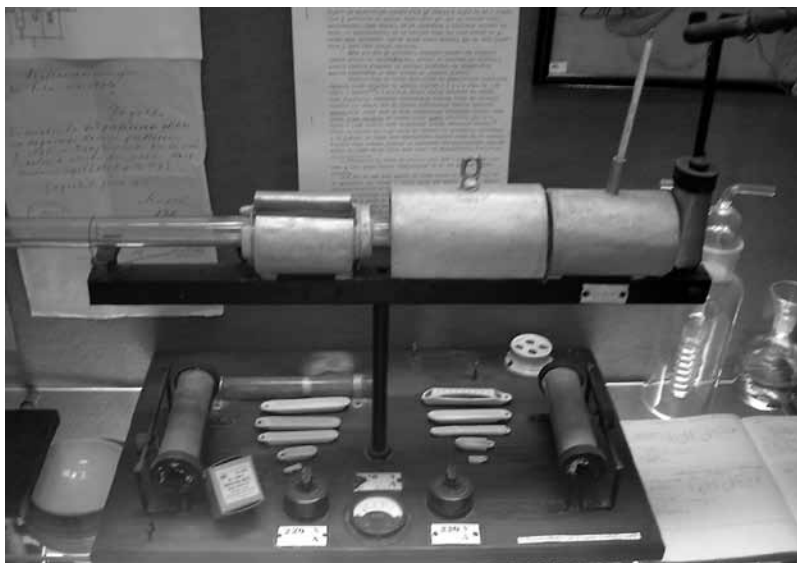


Jedna od posljednjih fotografija rodne kuće Franje Hanamana, snimljena polovicom 1980-ih.

klasičnu gimnaziju u Vinkovcima nego u veliku realku u Zemunu, gdje je maturirao 1895. Tijekom školovanja u Zemunu na Franjinu budućnost utjecala su dvojica tadašnjih istaknutih profesora i znanstvenika, kemičar Ivan Marek i Stanko Plivelić, koji mu je usadio ljubav prema fizici i matematici. Marek, izumitelj i autor prvog udžbenika organske kemije za velike realke na hrvatskom jeziku, pobudio je u Franji interes za kemiju i usmjerio ga na daljnji studij. Život ih je, tridesetak godina nakon toga, spojio kao kolege profesore na kemičko-inženjerskom odjelu novoosnovane Tehničke visoke škole u Zagrebu.

Dr. Stanko Plivelić autor je popularnih napisa s područja elektrotehnike. U knjizi *Novovjekni izumi*, knjiga IV, opisao je prinos Franje Hanamana, svojega bivšeg učenika i doživotnoga prijatelja, izumu volframske žarne niti za električne žarulje.

Hanamanov asistent i nasljednik dr. Rikard Podhorsky potanko je, nakon nagle smrti svojega mentora, pregledao njegove osobne dokumente i zapise. Dobar dio zanimljivih događaja iz Hanamanova

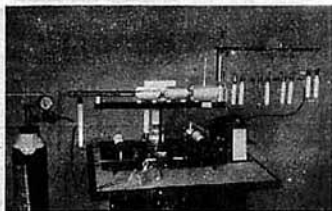


GORE: Marekova peć  
 LIJEVO: Reklama Marekove peći  
 DOLJE: Naslovnica knjige  
*Novovjekni izumi*

Kompletne aparate za **elementarnu analizu**, kao i aparate za određivanje **sumpora** i **halogena** po **prof. I. Mareku** (Arhiv za hemiju i farmaciju I. br. 4, str. 188—198)

dobavlja

**Prof. dr. F. BRÖSSLER d. d.**  
 ZAGREB — MAROVSKA ULICA 27

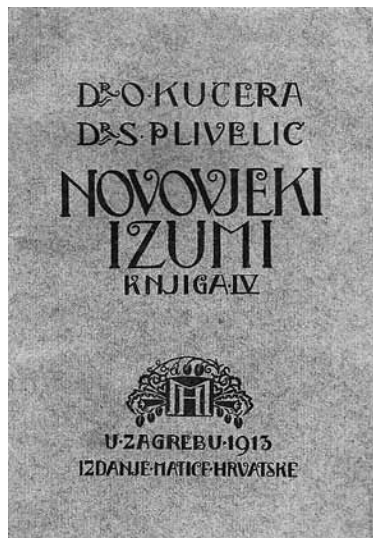


L'appareil complet pour le dosage quantitatif du **carbone** et de l'**hydrogène** et les autres appareils pour le dosage du **soufre** et des **halogènes** par la méthode de **M. le professeur I. Marek** (Archives de Chimie et de Pharmacie I. Nr. 4, p. 188—198)

on peut commander chez

**Prof. dr. F. BRÖSSLER S. A.**  
 ZAGREB — 27 RUE MAROVSKA

JOUBERT-LAVIE

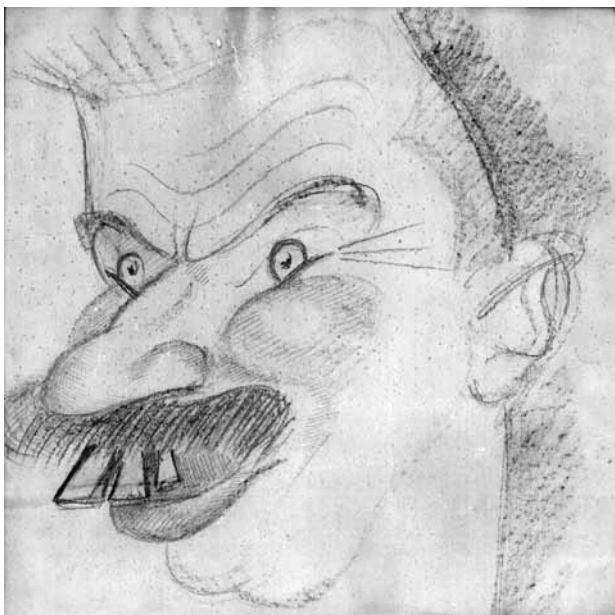


života naveo je u opširnom nekrologu objavljenom u časopisu *Arhiv za kemiju i tehnologiju*, koji je Hanaman uređivao do smrti. Taj je tekst najizvorniji prikaz Hanamanova stvaralaštva, ali i zanimljivih crtica iz njegova života. Iz njega doznajemo da je Plivelić naučio Hanamana stenografiju kojom se on često služio kao tajnim pismom. Kao student zapisivao je koliko je potrošio za „lumperaj“, kao profesor komentar o studentu koji na ispitu „ne zna pod Bogom ništa“, a kao vrstan crtač zgrozio bi se ako su studenti skicu Bessemerova konvertera nacrtali kao „krušku“.

Nakon mature Hanaman studira na Kemijskom odjelu Tehničke visoke škole u Beču, utemeljene 1815. Nakon početnih poteškoća u praćenju predavanja i svladavanja gradiva zbog slaba znanja njemačkoga jezika – zbog čega mu je jedan od asistenata savjetovao da ne gubi vrijeme na studiju koji ne može svladati – Hanaman je čitanjem udžbenika na njemačkom jeziku i ustrajnim radom diplomirao već 1899. s odličnim uspjehom. Tijekom studija aktivno je sudjelovao u društvenom životu hrvatskih studenata u Beču. Bio je član Akadetskoga društva „Zvonimir“, a sa skupinom vršnjaka osnovao je šaljivo društvo „Kum“, čiji su se članovi sastajali u gostionici „Zu den drei Raben“, a prijateljske veze nastavili su održavati i nakon završetka studija. Premda Hanaman nikada nije svladao kajkavski kojim su govorili u društvu, voljeli su ga zbog njegova smisla za šalu, pjesmu i tamburicu.



Indeks Franje Hanamana  
(uvršteno dopuštenjem  
Tehničkog muzeja u Zagrebu)



Hanamanova karikatura autora Zlatka Šulentića

Za vrijeme studija u Beču otputovao je sa skupinom zemljaka u Rusiju, gdje su se izdržavali sviranjem tamburica na koncertima.<sup>5</sup> Tamo se prvi put susreo i upoznao s jednim od velikih hrvatskih političara, Stjepanom Radićem.

---

5 Prema sjećanju prijatelja Franjina brata Aleksandra, putovanje u Srbiju, Bugarsku i Rusiju organizirali su 1895. maturanti zemunske realke u isto vrijeme kad je u Zagrebu bila spaljena mađarska zastava. Njihova je turneja imala panslavistički karakter.

## *Na putu prema uspjehu*

**H**anaman se nakon završetka studija nakratko zaposlio kao pogonski inženjer u Bosanskoj industriji šećera i žeste d.d. u Usori, utemeljenoj 1892., da bi se već na početku 1900. vratio u Beč i počeo raditi kao asistent svojega bivšeg profesora dr. Georga Vortmanna na katedri analitičke kemije Tehničke visoke škole. Rukopis *Iz doba moga asistentovanja u Beču, 1901.-1904.* s Hanamanovim karakterističnim potpisom sačuvan je u Zavodu za anorgansku kemijsku tehnologiju i nemetale Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije. U njemu su nađeni programi vježba u praktikumu iz kvalitativne kemijske analize.

Slijede upute za sedam skupina vježba iz kvalitativne analize na njemačkom jeziku koje navodim u hrvatskom prijevodu:

- Analiza kiselih otopina
- Analiza taloga (kloridi olova, srebra i žive; sulfati olova, barija, stroncija i kalcija; sulfidi žive, bakra, bizmuta, kadmija, kobalta, nikla
- Analiza taloga sulfida arsena, antimona i kositra
- Analiza otopina aluminijska, kroma, cinka, mangana, željeza, uranija, kobalta, nikla, kalcija, magnezija, fosforne kiseline ( $\text{PO}_4\text{H}_3$ )
- Otapanje čvrstih tijela (tvari)
- Analiza tvari netopljivih u vodi i kiselinama
- Predobradba i prethodno dokazivanje iz otopina.

Kako je Hanaman istodobno vodio elektroanalitički laboratorij, odlučio je radi potanijeg upoznavanja te znanstvene discipline pohađati predavanja prof. dr. Carla Hochenegga iz elektrokemije i elektrotehnike. Oduševljen novim spoznajama, već je 1902. objavio svoj prvi rad iz elektroanalize o uređaju za elektroanalitičke namjene u časopisu *Zeitschrift für Elektrochemie*.<sup>6</sup>

---

6 Danas *Berichte der Bunsengesellschaft für physikalische Chemie*.

## Vorparfungen und Verbehandlung von Flüssigkeiten.

- Man zerlegt die Proben in die Leuchtgasgasen, ferner  
verwendet man einige Tropfen auf Bleibillig nicht bedarf.  
Ist es ein Bleibillig bleibt nicht ab sich ebenfalls beim Glüh-  
ung abweichend vorzuführen, Man beachte auf dem Ge-  
weg der Lösung.
- a) Ist die Proben mit einer feinen Kohlenfaser  
von Alkali- und Sulfidkationen mit einem kleinen (St,  
U, Ba, J, K, Cs, Rb) gegeben sein.
- b) Ist die Proben feiner, so kann die Probe von feinen Blei,  
von feinen Blei, von Kohlenfaser von feinen Blei,  
so feiner sein. Man verwendet eine Probe mit einem Blei,  
so sind bedarf ist eine Vorübung entfällt: sind die  
Blühigkeit eindeutig zu sein: die Probe - von Kohlenfaser  
gegeben, man beachte dem Blei, bis die Blüh-  
igkeit sind dem sind nicht zerlegt einen etwas bleiben;  
von Kohlenfaser mit Silber, Blei sind Quecksilberoxyd.  
Der die Blühigkeit feiner sind ab mit Blei, sind  
eine feine Vorübung, die sind zerlegt von sind. Blei,  
so nicht zerlegt sind, so feiner sind ab sind zerlegt von  
Kohlenfaser mit Silber, die sind auf dem von  
reife feinen Gasen.
- c) Bringt die Blühigkeit alkalisch, so können alkalisch, so,  
gegebenen Blei von Alkali (Kohlenfaser mit Rb, Cs,  
St, U, Ba, K, Cs, Rb) gegeben sein ferner die K.

## Untersuchung einer sauren Lösung. I. Prüfung auf alle Basen mit Ausnahme der Alkalien.

- 1) Man zerlegt einen Teil der Lösung in feiner,  
so ab sind zerlegt von sind: HCl - ein Meistens,  
flüchtig entfällt:
- a) entfällt ein Meistens flüchtig so gibt man zu 2  
sind;
- b) entfällt ein Meistens flüchtig so verfährt man  
die Probe von verdünnter Lösung mit sind.  
HCl bis die Meistens, so gibt entfällt sind feiner  
sind.
- Nach Entfall befindet man sich 2) sind.  
von Meistens flüchtig, von St, U, Ba, K, Cs, Rb sind  
Kz, U, Ba entfallen - man beginnt so sind (d)
- 2) von sind auf feiner mit HCl verdünnter sind,  
sind sind eine Probe von feiner sind sind.  
St, K, so verfährt sind feiner sind sind:
- a) entfällt ein Meistens flüchtig so gibt man zu  
(3) sind;
- b) entfällt ein Meistens flüchtig so verfährt man  
die Probe von verdünnter sind sind.  
St, K, so verdünnt sind feiner sind.
- Nach Entfall verdünnt man sich (3), man  
beginnt von Meistens flüchtig sind (B); so,  
so kann die Probe von St, Ba, K sind  
so entfallen.

## Rukopisi s uputama za vježbe u praktikumu iz kvalitativne kemijske analize

Alexander Just, doktor kemijskih znanosti, nešto stariji Vortmanov asistent, surađivao je u to vrijeme s bečkom tvrtkom Schneider & Cons na usavršivanju žarulje s ugljičnom niti u pokušaju dobivanja učinkovitije i trajnije električne žarulje. Hanaman je 1902. prihvatio njegov prijedlog za suradnju u kojoj su povezali svoja znanja kemije i elektrotehnike. Cilj im je bio pronalaženje metalnih žarnih niti koje će trajati dulje i trošiti manje energije. Njihov put do konačnog izuma prikazan je u poglavlju *Izum volframske žarne niti*.



## *Električna žarulja, kratka povijest izuma*

Prvi se pokušaji iskorišćivanja električne struje za rasvjetu javljaju početkom devetnaestoga stoljeća u Engleskoj kad je primjerice Humphry Davy predstavio 1802. električni luk, koji nastaje provođenjem električne struje kroz dvije bliske ugljične elektrode. Pavel Nikolajevič Jabločkov izumio je 1875. žarulju s električnim lukom koji se uspostavlja između vrhova dvaju usporednih ugljičnih štapića odvojenih nevodljivim kaolinom. Ta se žarulja počela proizvoditi nakon uspjeha na Svjetskoj izložbi u Parizu 1878.

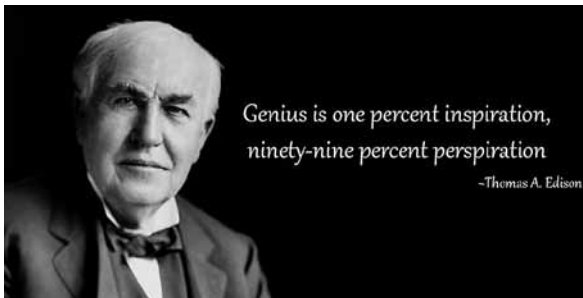
Žarne niti izrađivale su se isprva iz retortnog ugljena, a Joseph Wilson Swan proizveo je 1850. ugljičnu nit žarenjem celuloznih vlakana u vakuumu. Javna je rasvjeta sa žarnom niti od grafitnoga štapića prvi puta iskušana 1873. u Tehnološkom institutu u Sankt Peterburgu zahvaljujući ruskom izumitelju Aleksandru Nikolajeviču Lodiginu.

Unatoč tomu, drži se da je razvoju električnih izvora svjetlosti najviše pridonio Thomas Alva Edison, koji se služio iskustvom svojih prethodnika i znanjem svojih suradnika koji su eksperimentirajući s različitim materijalima i nakon više tisuća pokusa uspjeli pripremiti električnu žarulju s omotanom ugljičnom niti vezanom na platinske kontaktne žice, patent U.S. 223.898 (27. I. 1880.), što je bila prva komercijalna žarulja. Nedugo nakon toga u njegovu je laboratoriju konstruirana žarulja s karboniziranom bambusovom niti koja je mogla svijetliti više od 1200 sati. Unatoč njezinim nedostacima zbog krhkosti niti i velike potrošnje energije (3,5 W/HK),<sup>7</sup> vijest o Edisonovu izumu proširila se svijetom

---

7 Hefnerova svijeća (HK), prema Friedrichu von Hefner-Altenecku (1845. — 1904.), zastarjela jedinica svjetlosne jakosti. Prema međunarodnom sustavu jedinica (SI) osnovna je jedinica za svjetlosnu jakost kandela (cd): 1 cd = 1,1 HK (HK = 0,9033 cd).

te dospjela i do Hrvatske. Bogoslav Šulek o tomu piše: „Edison je bio množinu ovakvih svjetiljka načinio te njime svoju zgradu i dvorište rasvijetlio. Isprva je sve lijepo išlo od ruke, i telegraf je slavu njegove svjetiljke po svijetu raznosio; no malo pomalo se je ta slava sve više stišavala, jer su svjetiljke samo donekle svoj posao vršile, pa onda jedna za drugom pucale, il se jim ona ugljena potkovica raspadala. Nagada se, da je tome uzrok ono malo zraka, što ostaje u staklenoj tikvi. Sad su opet isto tako općenito počeli osuđivati Edisona i njegovu lampu.



[...] To bi bila velika blagodat za čovječanstvo, najpače po siromašne, dapače uz one svakojake neprilike što nam ih zadaje i plin i petrolej i žeravka, Edison bi stekao svačiju za-

hvalu. Ovdje mi je napomenuti da je naš trgovac J. Beluš nabavio jednu Edisonovu svjetiljku koja je stigla i u Zagreb, ali nesreća htjede da joj se ona ugljena potkovica na dugačku putu iz Amerike u Evropu potare, te sada ne umije nitko svjetiljke popraviti.“

Premda je Edison, nakon niza neuspjelih pokušaja s platinom, odustao od žarulje s metalnom niti, nekoliko skupina europskih istraživača nije posustajalo nastojeći otkriti metal visoka tališta koji bi mogao zadovoljiti zahtjeve za optimalnom žarnom niti.

Kemičar Karl Auer von Welbach izumio je 1884. plinsku svjetiljku s metalnom mrežicom načinjenom od smjese 99 % torijeva i 1 % cerijeva oksida koja je bila selektivno zračilo i mogla se zagrijati na vrlo visoke temperature. Auerovo bijelo svijetlo bilo je oku ugodnije i mnogo ekonomičnije od Edisonove žarulje, te je dosta dugo dominiralo nad električnom rasvjetom.

Među pokušajima izuma ekonomične i trajne električne žarulje treba spomenuti postupak Walthera Hermanna Nernsta iz 1897. (D.R.P.

104.872) u kojem kao keramičko žarno tijelo služi štapić od smjese cirkonijeva i itrijeva oksida.

Budući da se oni ne oksidiraju na zraku, žarno tijelo ne mora biti zatvoreno u vakuumu ili atmosferi plemenitih plinova.

Aueru je prvome uspjelo načiniti i žarulju s niti od osmija, metala visokoga tališta (2600 °C). Premda se osmijska žarulja zbog nepraktičnosti nije održala, njegov je izum pokazao put prema volframu kao idealnu metalnom zračilu.

Elektrokemičar Werner von Bolton, zaposlen u njemačkoj tvrtki Siemens & Halske bavio se na poticaj Wenera von Siemens istraživanjem rijetkih metala za proizvodnju ekonomične žarne niti. Nakon neuspjelih pokušaja s volframom zbog njegove lomljivosti i nepodatkosti, tvrtka se odlučila na pripravu tantalske žarne niti. Prvi su pokusi 1903. s tom niti (talište 2996 °C) obećavali, pa je Bolton zajedno s Ottom Feuerleinom proizveo 1905. žarulju sa žarnom niti od vučenoga metala, koja je trajala 1000 sati i davala bijelu svjetlost, ali na tržištu nije uspjela konkurirati Auerovoj plinskoj rasvjeti.

## *Izum volframske žarne niti*

**P**remda Auerova žarulja s osmijskom žarnom niti nije postignula željeni uspjeh, njegov je izum potaknuo kemičara dr. Alexandera Justa i kemijskog inženjera Franju Hanamana da se odluče na eksperimentiranje s volframom. Oni su zahvaljujući svomemu teorijskom znanju i inventivnosti razradili tehnologiju pripreme volframske žarne niti potaknuvši i ubrzavši razvoj rasvjetne tehnike u svijetu.

O značenju Just-Hanamanovih izuma pisao je Rikard Podhorsky, ponajbolji poznavatelj Hanamanova djela: „Sve do primjene fluorescentnih žarulja, koju Hanaman nije doživio, za umjetnu se rasvjetu upotrebljavalo isključivo toplinsko zračenje, t.j. zračenje uslijed zagrijavanja nekih tijela na visoku temperaturu. Efekt zračenja ovisi o [...] prirodi zagrijanoga tijela i o visini temperature. Efekt je to veći što je viša temperatura, a na istoj temperaturi daje najveći svjetlosni efekt ono tijelo za koje je omjer između zračenja u vidljivom dijelu spektra i zračenja u nevidljivom dijelu spektra maksimalan. Stoga izabrano tijelo mora imati što više talište i biti selektivni zračitelj koji na visokoj temperaturi emitira što je moguće više energije u vidljivom dijelu spektra.“ Pritom najveći utjecaj ima temperatura, jer i njezino razmjerno malo povišenje bitno povećava učinak, što Podhorsky tumači Stefan-Boltzmannovim zakonom prema kojem ukupna emitirana energija raste s četvrtom potencijom apsolutne temperature, dok po Wienovu zakonu pomak energije maksimalnoga zračenja raste s petom potencijom, a svjetlost mjerena fotometrom raste čak sa sedmom do tridesetom potencijom apsolutne temperature!

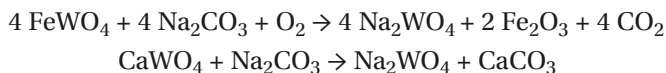
Od davnina do potkraj 19. stoljeća kao zračilo rabio se ugljik koji je od svih ispitivanih zračila imao najviše vrelište (sublimira pri 3642 °C).

Edisonova se žarulja nije mogla – unatoč jednostavnosti rukovanja i mogućnosti regulacije – održati jer dotad nije uspjelo napraviti ugljične niti koje bi trajno izdržale zagrijavanje na najviše temperature.

U nastavku Podhorsky navodi: „Potpuni preokret u razvoju rasvjetne tehnike značili su, prema tome, Just-Hanamanovi patenti (1903. – 1912.), u kojima su izumitelji opisali nekoliko postupaka za dobivanje tankih niti iz volframa, metala koji se zbog svoje krhkosti nije do tada rabio u tom obliku. Pokusi sa žaruljama s tim nitima pokazali su, da volfram ima ne samo najviše talište od svih poznatih metala (3422 °C), već da ima također dobra svojstva kao selektivni zračitelj, relativno velik otpor za električnu struju, te vrlo nisku napetost para i kod najviših temperatura, što omogućuje ekonomičnost i trajnost žarulje.“

Svoje su pokuse Just i Hanaman nastavili izvoditi u bečkoj elektrotehničkoj tvrtki Schneider & Cons, s kojom je Just otprije surađivao, radeći pokuse uglavnom sa smjesama borova ili silicijeva nitrida s ugljikom iz kojih se nakon izgaranja ugljika pripreve žarna tijela, a pokušavao je i sa smjesom cirkonija i cirkonijeva oksida. Rezultate svojih istraživanja i poboljšanja izuma objavio je u nekoliko patenata.<sup>8</sup>

Nakon što mu se priključio Hanaman, oni su, potaknuti Auerovim pokusima s osmijem, odlučili proučavati ostale metale visoka tališta, posebice volfram i molibden, iz kojih bi se mogle proizvesti prikladne žarne niti. Volfram je tada bio dostupan kao sivo-crni prah sitnih tvrdih čestica, a osim kao legirani metal u volframskom čeliku nije imao komercijalnu vrijednost. Postupak dobivanja metalnoga volframa sastojao se od nekoliko koraka, a započinje razlaganjem volframovih minerala ferberita (željezov volframat,  $\text{FeWO}_4$ ) ili šelita (kalcijev volframat,  $\text{CaWO}_4$ ) s natrijevim karbonatom u prisutnosti kisika prema reakcijama:



---

<sup>8</sup> US 663.095 (4. XII. 1900.), GB 22.599 (28. X. 1901.) s R. Falkom, GB 25.810 (23. I. 1902.) te AT 11.603 (1. X. 1902.), DK 5293 (26. II. 1902.) i AT 26.305 (1. VI. 1906.).

Eigentum des  
Kaiserlichen Patentamts  
Sitzung des Sammelrats  
für die Klassen  
Gruppe 19.



KAISERLICHES PATENTAMT.

PATENTSCHRIFT

№. 154262

KLASSE 21 f.

VERGEBEN DEN 8. FEBRUAR 1903.

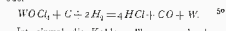
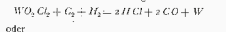
Dr. ALEXANDER JUST und FRANZ HANAMAN in WIEN.

Verfahren zur Herstellung von Glühkörpern aus Wolfram oder Molybdän für elektrische Glühlampen.

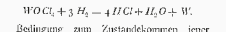
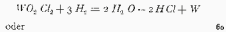
Patentiert in Deutschen Reichs vom 15. April 1903 ab.

Zu den Metallen, die sich infolge ihrer Schwermetalleigenschaft und Schwerflüchtigkeit besonders für Glühkörper eignen, gehören unter andern Wolfram und Molybdän. 20  
Gedehnte, Malzin und Molybdän für Glühkörper zu verwenden, ist keineswegs neu, und es bestehen bereits verschiedene Verfahren, um besondere Überzüge der genannten Metalle auf Platin- oder Kohleleiden zu erzeugen. 25  
Vorliegende Erfindung betrifft die Herstellung von Glühfäden aus reinem Wolfram- oder Molybdänmetall. Bekanntlich werden die Oxyhalogenverbindungen, z. B. die Oxychloride dieser Metalle, durch Wasserstoff bei Rotglut unter Bildung von Metall, Halogenwasserstoff und Wasser reduziert. 30  
Brauchte man daher einen glühenden Metall- oder Kohleleiden in einer Atmosphäre von Wolframoxychloriddampf und überschüssigen Wasserstoff, so schmelzt sich das reduzierte Wolfram metallisch auf den Kohleleiden nieder, und es ergab sich so ein Glühkörper, der aus einer Seele von Metall oder Kohle und einer Hülle aus Wolfram bzw. Molybdän bestand. 35  
Nogefügige Versuche haben nun ergeben, daß die Reduktion unter gewissen Umständen ganz anders verläuft. Setzt man nämlich einen Kohleleiden in dem Dampfe von Wolframoxychloriden bei Gegenwart von nur sehr wenig Wasserstoff mittel- oder hochgeleiteten Stromes einer hohen Temperatur aus, so findet ein höchst merkwürdiger Vorgang statt. Der Kohleleiden wird nach und nach

vollkommen in einem Keiden von reinem 35 Wolfram verwandelt, ein Troch, der in analoger Weise bereits zur Herstellung von Osmiumleiden durch Glühen von Kohleleiden in einer Atmosphäre von Osmiumoxyd benutzt worden ist. Der Kohlestoff verbindet 40 sich im vorliegenden Falle mit dem Sauerstoff des Oxychlorids zu Kohlenoxyd oder Kohlensäure, das Chlor wird durch Wasserstoff zu Chlorwasserstoff reduziert und das Wolfram schlägt sich an Stelle der Kohle 45 nieder im Sinne der Gleichungen:



Ist einmal die Kohle vollkommen durch Wolfram ersetzt, so verläßt man zweckmäßig den Wasserstoffstrom, und das Wolfram schlägt sich nunmehr auf den gebliebenen 55 Wolframfäden, desselben verarbeitend und ausgleichend, nieder im Sinne der Gleichungen:



Beiligung zum Zustandekommen jener Reaktionsvorgänge, bei welchen die Kohle durch Wolfram ersetzt wird, ist Überschuß 65 von Oxychlorid, das Vorhandensein von sehr wenig freiem Wasserstoff und eine hohe Temperatur des Kohleleiden.

Prvi Just-  
Hanamanov  
patent D.R.P.  
154262  
(1903.)

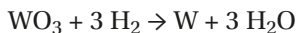
Bei Durchfluß von Wasserstoff und 20 geringer Temperatur des Fadens verläuft die andere bekannte Reaktion, bei welcher das Oxychlorid nur von Wasserstoff allmählich reduziert wird, ohne daß der Kohlestoff in Reaktion tritt. Bei Molybdän verlaufen die Reaktionen ganz analog. 25  
Um nun Glühkörper nach vorbeschriebener Verfahren zu erzeugen, verfährt man in einem Gefäße (ein Becken ein Gefäß), in welches die Kohleleiden eingesetzt wird, Wolframoxychloride, während Wasserstoff in sehr langsamem Strome durch das Gefäß geleitet wird. Man setzt nun den Kohleleiden mittelst hindurchgeschickten Stromes in helle Rotglut, wobei der oben erwähnte Vorgang des Eintrittens von Wolfram an Stelle der Kohle vor sich geht. Ist die Kohle völlig aufgearbeitet und durch Wolfram ersetzt, so schlägt 30 sich nun das Wolfram, von Wasserstoff allmählich reduziert, auf der Enden nieder, was man an

dem plötzlich eintretenden und stetigen Fallen des Widerstandes ersuchen kann. Nun ist es an der Zeit, den Wasserstoffstrom zu unterbrechen, um einen gleichmäßigen Niederschlag des Metalls und eine Ausgleichung des Widerstandes, den man hier also nach Art der Behandlung der Kohleleiden selbst regulieren kann, zu erzielen. 35

PATENT-ANSPRUCH:

Verfahren zur Herstellung von Glühkörpern aus Wolfram oder Molybdän für elektrische Glühlampen, dadurch gekennzeichnet, daß man einen Kohleleiden in dem Dampfe von Oxyhalogenverbindungen des Wolframs bzw. Molybdäns bei Anwesenheit von wenig freiem Wasserstoff mittel- oder hochgeleiteten Stromes auf eine hohen Temperatur bringt, wobei die Kohle durch Wolfram bzw. Molybdän vollkommen ersetzt wird. 40

Zakiseljavanjem nastaloga natrijeva volframata,  $\text{Na}_2\text{WO}_4$ , istaloži se ortovolframatna kiselina  $\text{H}_2\text{WO}_4$  koja zagrijavanjem prelazi u volframov (VI) oksid,  $\text{WO}_3$ , a njegovom redukcijom s vodikom pri  $1200\text{ }^\circ\text{C}$  nastaje volfram u obliku metalnoga praha:



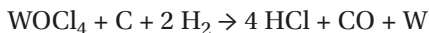
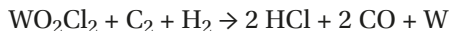
Jednostavnost postupka redukcije  $\text{WO}_3$  potaknula je Justa i Hanamana da ga uporabe za izradbu volframske žarne niti pri temperaturi crvenoga žara ( $700 - 800\text{ }^\circ\text{C}$ ), radeći usporedno pokuse s molibdenom te slitinama tih metala.

Budući da je nastali volfram bio krhak i nepodatan, izumitelji su odlučili volframsku žarnu nit pripremiti tzv. postupkom supstitucije koji su opisali i zaštitili njemačkim patentom *Postupci izradbe volframskih i molibdenskih žarnih tijela za električne žarulje*, D.R.P. 154.262 (15. IV. 1903.). U njem tvrde da su zbog visokoga tališta volfram i molibden najprikladniji metali za izradbu žarnih tijela te da zamisao da ih se primijeni u tu svrhu nije nova, jer već postoje pokušaji nanošenja prevlaka metala na platinske ili ugljične niti. U nastavku autori tumače da se njihov izum odnosi na izradbu žarnih niti iz čistoga metalnog volframa ili molibdena u skladu s već poznatim postupcima kojima se oksihalogenidi, npr. oksikloridi tih metala u prisutnosti ugljika – koji pri temperaturi crvenoga žara prelazi u ugljikov (II) oksid – reduciraju s vodikom do metala uz nastajanje klorovodika. Ako se u atmosferu para oksiklorida i viška vodika stavi užarena metalna ili ugljična nit, na nju će se istaložiti metalni volfram i nastaje žarno tijelo koje ima jezgru metala ili ugljika i ljusku volframa ili molibdena.

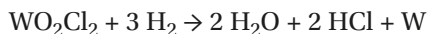
Volframske niti koje su sadržavale ugljik bile su neupotrebljive za žarulje, jer je osim volframa nastajao i volframov karbid koji se tali na puno nižim temperaturama od čistoga volframa. Stoga je u postupku supstitucije bilo bitno ugljik ukloniti naknadnom obradbom.

Slijedili su dugotrajni pokusi u kojima su, želeći proizvesti žarnu nit od čistoga volframa, autori promijenili uvjete reakcije tako da se ugljična nit u parama volframovih oksiklorida uz vrlo malu količinu

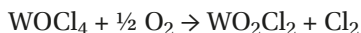
vodika zagrijava na visokoj temperaturi provođenjem struje, pri čemu postepeno nastaje volframska nit. Ugljik se veže s kisikom iz oksiklorida u ugljikov monoksid ili ugljikov dioksid, dok se klor reducira s vodikom u klorovodik (HCl), a volfram se taloži na mjestu ugljika prema jednadžbama:<sup>9</sup>



Uvjeti su mala početna količina vodika, višak volframovih oksiklorida i visoka temperatura ugljične niti. Nakon što je ugljik u potpunosti zamijenjen volframom, pojača se protok vodika kako bi se volfram nastavio taložiti do željene debljine niti koja tim postupkom postaje jača i jednolika:



Autori su naveli obje reakcije jer su volframov (VI) oksitetraklorid,  $\text{WOCl}_4$  i volframov (VI) dioksidklorid,  $\text{WO}_2\text{Cl}_2$  u oksido-redukcijskoj ravnoteži u kojoj je pri 227 °C tlak para  $\text{WOCl}_4$  stotruko veći od tlaka para  $\text{WO}_2\text{Cl}_2$ :



Pokusi s molibdenom provedeni su na isti način i dali su analognu rezultate, a njihova su otkrića prihvaćena mađarskim patentom *Postupak proizvodnje žarnih tijela iz volframa ili molibdena za električne žarulje*, HU 34.541 (7. X. 1904.) i austrijskim patentom *Postupak izradbe žarnih tijela iz volframa ili molibdena za električne žarulje*,

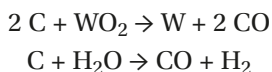
---

9 U prvoj se jednadžbi pojavljuje formula diugljika,  $\text{C}_2$ . Budući da ga izumitelji ni brojni autori ne spominju u komentarima i prikazima patenta, nisam ni ja mijenjala izvornu formulu premda je temperatura nastajanja metalnoga volframa daleko niža od temperature nastajanja diugljika (iznad 3642 °C). Organski kemičari s kojima sam se savjetovala tvrde da se on u ravnotežnim procesima može javiti i na nižim temperaturama. Kako ovo nije udžbenik, nisam se upuštala u daljnja teorijska razmatranja.





iz volframa, molibdena ili njihovih slitina, D.R.P. 184.379 (9. VI. 1905.), francuskom *Niti za žarulje*, FR 347.661 (18. III. 1905) i patentnom dodatku 4912 (15. XI. 1905.) te danskom *Postupak pripreve žarnih tijela od volframa ili molibdena*, DK 8907 (1. X. 1906.) tanka ugljična jezgra prekrivena volframom užari se propuštanjem električne struje u rijetkoj inertnoj atmosferi na temperaturu bijeloga žara, pri čemu se ugljik veže s volframom u karbid ili ispari oksidacijom vodenom parom, odnosno daljnjim žarenjem u vakuumu. Just i Hanaman predložili su naknadnu obradbu volframske niti njezinim miješanjem s finim prahom volframova oksida nižeg oksidacijskog broja i zagrijavanjem na oko 1600 °C, da bi nakon višesatne obradbe (10 – 12 h) ugljik iz volframske žarne niti bio uklonjen oksidacijom u reakciji s volframovim oksidom ili vodenom parom, pri čemu reakciju treba voditi tako da višak nastaloga vodika ne ometa izlučivanje volframa:



Postupak dobivanja volframske žarne niti nastajanjem karbida i žarenjem na visokoj temperaturi objavljen je u danskom patentu *Postupak proizvodnje niti od volframa, molibdena ili njihovih slitina za električnu žarulju*, DK 9683 (9. VI. 1907.) i njegovu dodatku DK 10387 (6. I. 1908.) te u patentu *Postupak proizvodnje žarnih tijela za električne žarulje*, US 878.463 (4. II. 1908.), uz dodatno tumačenje da se čistoća dobivene volframske niti može odrediti mjerenjem električnog otpora koji je viši ako je u metalu zaostalo nešto karbida.

U njihovu britanskom patentu *Poboljšanje postupka proizvodnje žarne niti za električne žarulje*, GB 11.949 (15. II. 1906.), koji se djelomično oslanja na D.R.P. 154.262 (15. IV. 1903.), predlaže se sličan postupak uklanjanja viška ugljika u kojem se homogena žarna nit promjera 0,02 – 0,06 mm – koja nakon prethodno opisane pripreve sadržava volframov karbid – izloži električnoj struji u atmosferi volframova heksaklorida ( $\text{WCl}_6$ ) ili molibdenova pentaklorida ( $\text{MoCl}_5$ ) uz dodatak vodika ili drugoga reducirajućeg plina. Žarenjem u električnoj peći pri

1600 °C ukloni se nastali karbid, neizreagirani ugljik, višak oksiklorida i vodika, a preostaje čisti volfram, odnosno molibden.

Istom se tematikom bave danski patent *Postupak priprave metalnih žarnih niti za električne žarulje*, DK 9371 (4. III. 1907.), te francuski patent *Niti za žarulje*, FR 347.661 (18. III. 1905.) u kojem se niti od metalnih karbida ponovo prekriju slojem metala i nakon konačnog uklanjanja ugljika preostaju čiste metalne (volframske ili molibdenske) žarne niti. Pozivajući se na patent GB 11.949 i poboljšanje postupka u tom patentu, autori ponovo ističu da omjer ugljika i metala mora biti takav da se sav ugljik veže s volframom u homogeni karbid, što jamči dobivanje žarne niti od što čišćega volframa. U dodatcima tomu patentu iz 1906. N° 5936, N° 5966, N° 5977 i N° 6020 predlažu se modifikacije postupka radi dobivanja finijih, manje krhkih i kompaktnijih žarnih niti.

Mogući način dobivanja volframskih niti s minimalnim udjelom ugljika taljenjem volframa i njegovih oksida u Moissanovoj električnoj peći i njihovo izvlačenje za potrebe električnih žarulja opisano je u francuskom patentu *Postupak proizvodnje metalnih vodljivih tijela za žarulje*, FR 358.272 (7. II. 1906.). Moissanov postupak pročišćivanja sastoji se u taljenju metala skupa s njihovim oksidima, čime se ne uspijeva potpuno ukloniti ugljik, ali se potpuno uklanjanje ugljika postiže ako je metal u obliku žarne niti.

Nešto modificiran postupak u kojem se navodi nekoliko načina potpunog uklanjanja zaostalog ugljika s volframske niti opisan je u britanskom patentu *Poboljšani postupak priprave žarnih tijela za električne žarulje*, GB 20.175 (13. IX. 1906.) i danskom *Postupak priprave žarnih tijela za električne žarulje*, DK 9048 (19. XI. 1906.).

Proizvodnjom čistih volframskih niti koje se mogu ugraditi u električnu žarulju bave se još dva britanska patenta: *Poboljšanje postupka izradbe žarnih tijela za električne žarulje*, GB 3225 (10. I. 1907.) i GB 4081 (14. II. 1907.). Prvi preporučuje impregniranje organskih vlakana ili grafita koncentriranim otopinama volframovih ili molibdenovih soli koje molekulski razdijeljene ostaju o organskoj matici, a nakon uklanjanja ugljika na već opisan način dobivaju se homogene metalne niti.



F. Hanaman (sjedi) i A. Just, suradnici i prijatelji

U patentu GB 4081 autori, nakon niza pažljivo izvedenih pokusa pozivajući se na Lodiginov patent US 5.750.022 (1897.), opisuju dobivanje ekstremno homogene, elastične i jednolike volframske niti uza smanjeni tlak i redukcijsku atmosferu vodika. Pritom se metalni volfram (ili molibden) odvajaju od svojih plinovitih sastojaka i nakon propuštanja električne struje postižu, ovisno o svojoj mikrokristalnoj strukturi, jednolikost i gustoću.

Sličnu tematiku dobivanja žarnih niti pogodnih za ugradnju u žarulje obrađuje i danski patent *Postupak pripreme ugljičnih niti prekrivenih volframom, molibdenom ili njihovom slitinom, odnosno metalnih niti koje sadržavaju ugljik*, DK 9107 (10. XII. 1906.).

Prethodno spomenuti britanski patent GB 11.949 opisuje postupak u kojem se ugljična nit, prekrivena dodatnim slojem volframa, izlaže električnoj struji na primjerenoj temperaturi pri čemu se ugljik s dijelom volframa veže u karbid. Žarenjem u električnoj peći pri 1600 °C ukloni se nastali karbid, ugljik koji nije reagirao, višak oksiklorida i vodika, a preostaje čisti volfram. Dobivanjem žarne niti od što čišćega volframa bavi se i njihov francuski patent *Niti za žarulje*, FR 347.661 (18. III. 1905.). Daljnje poboljšanje procesa proizvodnje čiste volframske niti autori navode u britanskom patentu *Poboljšanja u proizvodnji žarnih niti za električne žarulje*, GB 3684 (14. II. 1907.), pozivajući se na svoja tumačenja u dva prethodno navedena patenta.

Just i Hanaman su usporedno razvijali i druge postupke dobivanja volframske niti. Nekoliko su godina (1902. – 1905.) izvodili pokuse s vrlo finim prahom volframa ili njegovih spojeva, poput volframita ( $\text{FeMnWO}_4$ ), volframove kiseline ili volframova sulfida koje su miješali s otopinom kolodija<sup>10</sup> ili otopinom celuloze u cinkovu kloridu i srodnim spojevima, a u nekim pokusima i s arapskom gumom.<sup>11</sup> Nastala smjesa – koja je osim volframovih spojeva sadržavala i ugljik

---

<sup>10</sup> Zapaljiva otopina nepotpuno nitrirane celuloze (udjel dušika do 12 %) u alkoholu i eteru.

<sup>11</sup> Smolasta ljepljiva masa koja se dobiva iz različitih vrsta akacija, poznatija kao *guma arabica*. Rabi se u farmaciji i proizvodnji hrane.

kao vezivo – uobličići se i propušta kroz sapnice pod visokim tlakom. Nastale niti se izrežu, uobličići i zagrijavaju na 800 °C. Nakon što se u atmosferi vodika kroz njih propusti električna struja, čestice volframa se sinteriraju tvoreći čvrstu nit.

Patentima *Postupak proizvodnje žarnih tijela za električne žarulje*, D.R.P. 182.683 (18. I. 1905.) i *Poboljšanje proizvodnje električnih žarulja*, GB 23.899 (29. VI. 1905.),<sup>12</sup> predlaže se unaprijeđeni Auerov postupak uklanjanja ugljika koji je zaostao nakon izgaranja vezivne paste. Metalne niti molibdena, volframa, vanadija i tantala izlažu se visokoj temperaturi bijeloga žara i vrlo redukcijskoj atmosferi vodika, koja sadržava nešto oksidirajućega plina, primjerice vodenu paru. Da ne bi došlo do oksidacije metala, udjel vodika treba biti 10 – 20 (ili više) puta veći od udjela vodene pare koja će oksidirati ugljik u CO<sub>2</sub>.

Modificiranjem toga tzv. *pasta*-postupka bavi se francuski patent FR 347.661 (dodatak 5.936, 18. III. 1905.) u kojem se iz nastalih vlakana prvo ukloni dušik iz kolodija, zatim se ugljik uklanja u struji vodene pare i vodika pri visokoj temperaturi prelazeći u svoje okside. Nastale se čiste niti ujednačuju u atmosferi hlapivih spojeva volframa, odnosno molibdena. Žarne se niti u žarulji žare do jarko crvene boje, nakon čega se žarulja vakuumira. Isti je postupak opisan i danskim patentom *Postupak priprave žarnih tijela od volframa ili slitine volframa i molibdena za električne žarulje*, DK 9097 (3. X. 1906.).

Da bi se dobile homogene, vrlo elastične a ne krhke žarne niti, autori u patentu FR 358.272 (dodatak 7460, 9. VIII.1907.) predlažu da se pasta pripravi iz metavolframske kiseline ili natrijeva metavolframata, NaWO<sub>4</sub>O<sub>13</sub>, koji od svih volframata sadržava najveći udjel WO<sub>3</sub>. Metavolframati prema Scheibleru mogu postojati u kristalnoj i amorfnoj modifikaciji. Vodena otopina amorfno metavolframata zgusne se u staklastu masu koja uz dodatak vode daje viskoznu, ljepljivu masu iz koje se volframske niti izvlače i obrađuju kao u prethodnim postupcima. Isti je postupak opisan i u patentu *Poboljšanja vezana uz*

---

12 Otkupila ga je njemačka tvrtka Auer Gesellschaft, od 1916. OSRAM Werke GmbH.

*proizvodnju žarnih tijela za električne žarulje*, GB 11.944 (22. V. 1907.), a istoimenim patentom GB 3213 (9. II. 1907.) predlaže se da se zbog visoka tališta volframa njegove čestice sinteriraju uz dodatak lakše taljivih metala. Da bi se ujednačila debljina dobivenih žarnih niti, one se izlože utjecaju struje u atmosferi volframovih spojeva uz veliku količinu vodika tvoreći čvrstu nit puna presjeka. U danskom patentu *Žarna tijela za električne žarulje i proces njihove izradbe*, DK 9816 (15. VII. 1907.), ponavljaju se prethodni zaključci uz preporuku da je u tu svrhu najbolje rabiti krom, vanadij, niobij, tantal, osmij, rutenij, cirkonij i torij.

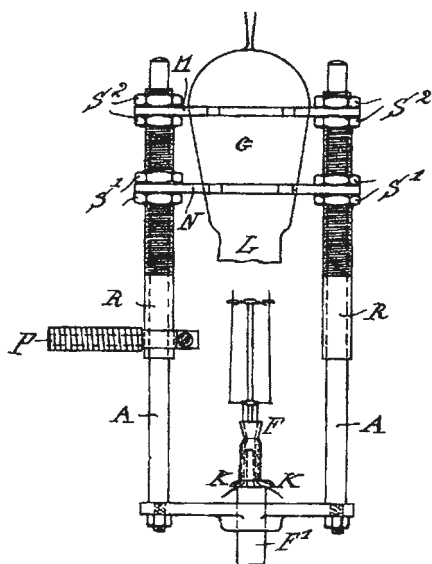
Sukus Just-Hanamanovih iskustava i postignuća u pripravi volframske žarne niti *pasta*-postupkom objavljen je u patentu US 1.018.502 (27. II. 1912.) u kojem autori tvrde da su uspjeli proizvesti homogenu i koherentnu žarnu nit od volframa visoke čistoće, tališta oko 3200 °C i električki vodljivu. Čvrsta nit punoga presjeka promjera 0,02 mm i trajnosti od najmanje 400 sati osiguravala je dobro emitiranje bijele svjetlosti. Električna učinkovitost takve žarulje očituje se u trajnom intenzitetu svjetlosti od 1 W/cp,<sup>13</sup> što pokazuje da je daleko nadmašila žarulju s ugljičnom niti (koja troši 2,8 – 4,0 W/HK), a po ekonomičnosti može konkurirati Auerovu plinskom svijetlu. Taj je uspjeh Hanamana i Justa potvrdio kao izumitelj svjetskoga glasa.

Postignuvši optimalnu proizvodnju volframskih žarnih niti, trebalo je naći rješenje za ugradnju niti u žarulju vezivom koje će biti dovoljno čvrsto, otporno na visoku temperaturu u žarulji i koje ne će pružati otpor protoku električne struje. Vezivo na bazi ugljikovodika koje se rabilo u žaruljama s ugljičnom niti nije bilo prikladno za povezivanje metalne žarne niti na električni vodič žarulje. U svojim patentima *Poboljšani način izradbe veziva za niti električnih žarulja*, GB 9349 (20. IV. 1907.) i *Postupak povezivanja niti žarulja s električnim vodičima*, FR 374.653 (20. VI. 1907.), Just i Hanaman raspravljaju o mogućnosti

---

<sup>13</sup> Pokrata cp potječe od zastarjeloga naziva za svjetlosnu jakost žarulje (*candlepower*).

Danas se kao mjerna jedinica svjetlosne jakosti rabi kandela (cd), cp = 0,981 cd.



Patent AT 50.820, skica naprave

u Augsburgu, opisuje se jednostavan postupak zataljivanje nožica (dio na koju se veže žarna nit) u stakleno zvono električne žarulje. Budući da se nožice, zbog krhkosti žarne niti, ne smiju pomicati, spajanje se provodi pomicanjem staklenoga zvona žarulje. Patentu je priložena skica naprave.

Franjo Hanaman samostalno je 1909. prijavio patente *Povezivanje metalne niti s napajajućim žicama*<sup>14</sup> *električne žarulje*, US 1.046.780 (10. XII. 1912.), i *Postupak povezivanja niti s napajajućim žicama električne žarulje*, US 1.031.710 (9. VII. 1912.). U prvom naglašava da u proizvodnji žarulja s metalnim žarnim nitima nije važno samo postignuti čvrst mehanički spoj, nego i omogućiti dobru električnu vodljivost nakon spajanja. Premda su u tu svrhu prethodno bili predloženi mnogi metalni spojevi, Hanaman predlaže uporabu metalnih fosfida koji u rastaljeno ili sinteriranu stanju tvore vrlo čvrstu vezu i omogućuju dobru

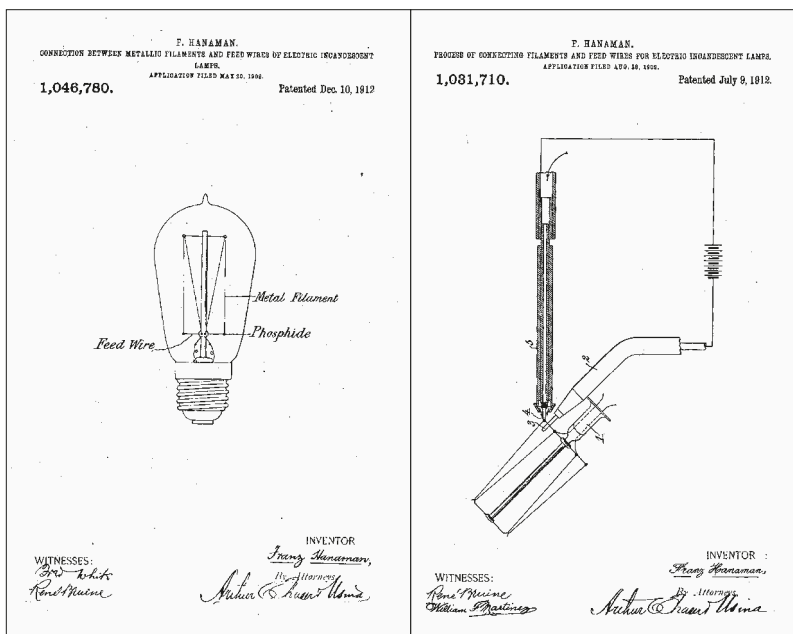
da se volframska nit pričvrsti smjesom ugljika i karameliziranoga šećera koja uz dodatak vode tvori plastičnu masu te očvrstne nakon sušenja na temperaturi nešto iznad 150 °C. Premda ta smjesa ne sadržava čisti ugljik, ima previše hlapljivih sastojaka koji bi mogli omesti uspješno vezivanje volframske niti.

Austrijskim patentom *Naprava za zataljivanje nožica žarulje u stakleno zvono žarulje*, AT 50.820 (1. VI. 1911.), koji je prijavila tvrtka Wolframlampen Aktien-Gesellschaft

14 Hanaman je u patentu predložio engleski naziv „feed-wires“.



vodljivost između žarne niti i napajajuće žice u žarulji. Prednost daje fosfidima bakra, mangana, nikla, kobalta, kroma, molibdena, volframa, zlata i platine jer se lako tale, otporni su na oksidaciju i vodljivi. Smjesa bilo kojega fosfida s malo vode ili s organskim otapalom koje isparava bez ostatka (npr. ksilen) tvori pastu koja se nanosi na krajeve žarne niti i napajajuće žice spajajući ih u tanak čvor koji se kratko suši na zraku, unosi u stakleni spremnik, reducira s vodikom i sinterira na uobičajen način. U priloženoj skici zorno je prikazan rezultat predloženoga patentnog postupka.



Patent US 1.046.780 i patent US 1.031.710, skice naprava

U patentu US 1.031.710. kao vezivo se predlažu smjese metalnih fosfida s metalnim oksidima ili hidroksidima, a sinteriranje ili taljenje spoja provodi se u struji plina pazeći da ne dođe do pregrijavanja spoja. U privitku patenta je skica uređaja kojim se omogućuje jednostavnije

povezivanje volframske niti sa žicom za napajanje u žarulji, a prikladan je i za ostali vezivni materijal.

Kvaliteti i trajnosti metalnih žarnih niti u žaruljama pridonio je Franz Skaupy u berlinskoj tvrtki OSRAM<sup>15</sup> svojim postupkom dodavanja tzv. „getera“ u žarulje. Naime, ako u žarulji s metalnom niti nakon vakuumiranja zaostane nešto plina ili se on oslobađa zagrijavanjem dijelova žarulje, žarna se nit s vremenom počinje trusiti. Sličan je problem s ugljičnom žarnom niti opazio i Edison koji je za uklanjanje zaostalog plina u žarulji predložio dodavanje klorovodika. Skaupy tvrdi da trajno uvođenje plinova ili para pod tlakom od 0,1 mm Hg (76 Pa) uništava u kratkom vremenu žarnu nit. Svojim izumom predlaže da se u žarulju dodaju metalni halogenidi koji pri radnoj temperaturi žarulje imaju vrlo niske, praktički nemjerljive tlakove para. Nakon dugotrajnih ispitivanja predlaže da je za uklanjanje negativnih učinaka u žaruljama koje nisu dobro vakuumirane najbolje uporabiti talijev klorid koji zagrijavanjem prilikom evakuiranja lampe prelazi u dvosol  $TiCl_3 \cdot 3TiCl$ , ali se mogu uporabiti i halogenidi platine, željeza ili kalija koji oslobađaju vrlo male količine halogenih para. Njihovim djelovanjem pojačava se svjetlina žarulje.

Prema dostupnim podacima zadnji Hanamanov patent o žarulji s volframskom niti bio je kanadski *Žarna tijela za žarulje*, CA 220.720 (11. VII. 1922.), koji je prijavila tvrtka General Electric Canada, navodeći Hanamana kao izumitelja. Patent je objavljen na engleskom i francuskom jeziku.

Patenti Justa i Hanamana doveli su do potpunoga preokreta u tadašnjoj tehnici izradbe električnih žarulja, premda im, zbog nedostatka novca i njihove neupućenosti u postupak pisanja i prijave patenata, nije bio osiguran apsolutni prioritet.

Vratimo se na prilike u počecima njihova rada. Bečka tvrtka Schneider & Cons, u kojoj su Just i Hanaman isprva izvodili pokuse, nije shvatila dosege njihovih otkrića, pa je oni 1904. napuštaju tražeći

---

15 Naziv OSRAM kovanica je riječi osmij i volfram.

uzalud financijsku pomoć u drugih austrougarskih i njemačkih proizvođača žarulja. O njihovu trnovitom putu prema uspjehu Plivelić piše: „Nitko živ ne htjede u ono doba vjerovati da je električna sijalica sa specifičnim potroškom od 1 wata moguća. Stara i poznata sudbina izumitelja! Ta okolnost prinukala ih je da se molbom obrate na Hochenegga, profesora elektrotehnike na bečkoj tehnici, da njihovu lampu u njegovu laboratoriju fotometrira i da im izda atest, da ona ekonomski povoljno gori 300 sati. On je njihovoj molbi udovoljio. Kad je njihova lampa doista gorjela sa specifičnim potroškom od 1 wata, počeo se Hochenegg sâm za nju interesirati, a kroz njegovu intervenciju i poznata velika elektrotehnička firma Siemens i Halske u Berlinu. Mjeseca novembra 1904. došao je pače sâm ravnatelj tvrtke u Beč, da stvar vidi i da se s njima o budućem zajedničkom radu sporazumije. No kako je ova firma htjela izumitelje samo iscrpsti, prekinuli su oni svako daljnje pregovaranje s njome.“

Hanaman 1904. napušta asistentsko mjesto u zavodu profesora Vortmana na Visokoj tehničkoj školi u Beču te se, nakon kratkoga službovanja u tvornici cementa u Ledecu (Slovačka), zapošljava na početku 1905. kao tehnički savjetnik u Sjedinjenom dioničkom društvu za žarulje i elektricitet u Ujpestu kraj Budimpešte.<sup>16</sup> Nakon što mu se pridružuje i Just, tvrtka s njima sklapa ugovor o primjeni njihovih patenata za proizvodnju volframskih žarnih niti, prema kojem polovica zarade od prodaje patenata pripada izumiteljima. Hanaman je iz prethodnih pokusa dobro poznao svojstva volframa kao materijala za proizvodnju žarne niti. Njegovo vrlo visoko talište, niski tlak para i pri najvišim temperaturama, primjeren električni otpor i svojstvo selektivnoga zračila pružali su mogućnost proizvodnje ekonomične i trajne žarulje.

---

<sup>16</sup> U različitim se izvorima spominje mađarski naziv tvrtke Egyesült Izzólámpa és Villamosság Rt i njemački Vereinigte Glühlampen und Elektrizitäts Aktien Gesellschaft.

Unatoč tomu, put od zamisli izražene patentom do njezina tehničkog ostvarenja bio je dug i mukotrpan. Strpljivim višegodišnjim radom i tisućama pokusa autori su modificirali načine pripreme žarne niti, njihove ugradnje u žarulju, njezina vakumiranja do postizanja optimalnih uvjeta za njezinu dugotrajnost i ekonomičnost. Njihovi patenti svjedoče o neumornu stvaralačkom radu i kontinuiranom poboljšavanju prethodnih postupaka. Svoje su patente dopunjavali opisom aparature za izrađivanje volframskih žarulja, pa su od izuma postupka za izradbu niti do proizvodnje upotrebljivih žarulja protekle tri godine tijekom kojih su ih često pratila i razočaranja.

Istodobno su pratili i ispitivali patente drugih izumitelja i prigovarali onima koji su zadirali u područje njihovih izuma. Prijavljivali su nove patente i pregovarali s drugim istraživačima i tvrtkama.

Nakon što je Hanamanu i Justu 6. VI. 1905. prihvaćen mađarski patent HU 34.541 (prijavljen 7. X. 1904.), prve su se žarulje spomenute tvrtke u ograničenim količinama na europskom tržištu pojavile 1906., a te se godine u Budimpešti osniva dioničko društvo International Wolframlampen AG<sup>17</sup> koje je trebalo pravno osigurati registriranje patenata i njihovu prodaju. Hanaman je bio njegov potpredsjednik od osnivanja do 1911. O zaradi izumitelja svjedoči činjenica da su za prijavu britanskoga i francuskoga patenta morali posuditi novac od neke kemijske tvrtke u Beču.

General Electric Co. je, nakon prihvaćanja njihova patenta US 855.060 (28. V. 1907.) i provjere koliko su Just-Hanamanovi patenti provedivi u proizvodnji, prodao više milijuna volframskih žarulja, unatoč krhkoj niti, jer su bile 100 % učinkovitije od tantalskih žarulja.

Nakon prvih Just-Hanamanovih patenata volframske su žarne niti pobudile veliko zanimanje proizvođača žarulja, pa su u međuvremenu razvijeni i drugi postupci za njihovu proizvodnju. Među njima treba istaknuti postupak pripreme koloidnoga volframa koji je 1904. razvio

---

17 Nemzetközi Wolframlámpa Rt.

H. J. Kuzel.<sup>18</sup> Želatinozna volframska pasta nastaje s pomoću električnoga luka između dviju volframskih elektroda ispod vode. Premda ne sadržava vezivo, dovoljno je plastična da se može izvući u fine niti koje na visokoj temperaturi u struji vodika uz pomoć električne struje prelaze u kristalni oblik.

Godine 1906. usavršen je amalgamski postupak W. D. Coolidgea, direktora znanstvenoga laboratorija General Electric Co., prema kojem se volframov prah miješa s kadmij-žvinihim amalgamom, nakon čega se izvlačenjem dobiva vrlo podatna nit. Nakon što amalgam ispari na visokoj temperaturi, ostaje nit čistoga volframa.

U tvrtki Siemens & Halske razvijan je 1908. – 1910. postupak dobivanja volframske žarne niti miješanjem volframova praha s niklom ili niklovim oksidom, zbijanjem smjese u ingote i njezinim sinteriranjem u atmosferi vodika na 1575 °C. Nakon toga se ingoti izvlače u štapić promjera 1 mm iz kojega se pri 1500 – 1600 °C izvlači podatna nit promjera 0,03 mm. Postupak je predložio i nadzirao Marcello Stefano Pirani, koji je bio voditelj razvojnoga laboratorija za proizvodnju žarulja.

Žarulje s volframskim žarnim nitima proizvedene navedenim i sličnim postupcima reklamirale su se pod različitim nazivima. Prva Just-Hanamanova žarulja reklamirala se i prodavala kao „Dr. Just-Wolframlampe“, pri čemu je Hanamanovo ime nepravedno izostavljeno. Just je, kao stariji partner i doktor znanosti, bio prvi autor na većini njihovih zajedničkih patenata, ali je činjenica da je Hanaman svojim znanjem elektrotehnike i kemijsko-inženjerskim pristupom rješavanju problema bio barem jednako zaslužan za zajednički uspjeh.

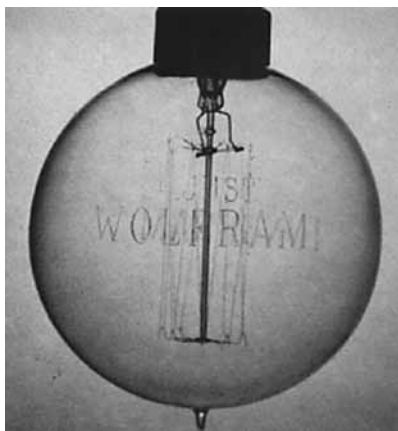
Zbog potroška električne energije (snage) od 1 W, žarulje su nazivali i „monowatt“, zatim „tungsrām“,<sup>19</sup> a tvrtka Siemens & Halske (poslije OSRAM) reklamirala ju je kao „wotan“<sup>20</sup>.

---

18 Prezime Kuzel je germanizirani oblik češkoga i slovačkoga prezimena Kužel.

19 Tungsrām je kovanica od tungsten (engleski naziv za W) i volfram.

20 Wotan je kovanica od volfram i tantal.



Dr. Just-Wolframlampe

Završni koraci u razvoju volframske žarne niti učinjeni su u Sjedinjenim Državama, gdje je tvrtka General Electric Co. nakon višegodišnjeg istraživanja 1910. usavršila proizvodnju Coolidgeovim postupkom koji se zasniva na izravnom izvlačenju niti iz metalnoga volframa. Tako dobivena nit imala je zadovoljavajuću elastičnost i čvrstoću, a tržišna proizvodnja žarulja započela je 1911.

U Europi volframsku nit 1911. počinje proizvoditi tvrtka Philips, a 1913. proizvedena je Langmuirova tzv. poluvatna lampa punjena inertnim plinom, koja je trošila samo  $\frac{1}{2}$  W/HK.

Zbog sve veće konkurencije koju su predvodile velike i bogate svjetske tvrtke, AuerGesellschaft, Siemens & Halske i General Electric Co., Hanaman, kao potpredsjednik International Wolframlampen AG, odlučuje pregovarati sa zainteresiranim tvrtkama u Sjedinjenim Državama. U dva se navrata (1909. i 1910.), radeći u velikim laboratorijima General Electric Co. u Schenectadyju, država New York, upoznao s Coolidgeovim postupcima izradbe vučene volframske niti, pa u pismu Stanku Pliveliću, svomemu profesoru iz zemunske realke, piše: „Kad sam godine 1910. bio u Americi, pokazali su mi tamo njihove rezultate i od tog dana bila je naša sudbina zapečaćena. Wolframova žica bila je ideal za fabrikaciju i sve ostale metode moraju u Had, jer sa žicom koja je jevtina i elastična ne može nitko konkurirati.“ Shvativši da ne može držati korak s financijski daleko moćnijim američkim tvrtkama, Hanaman pristaje da General Electric Co. od International Wolframlampen AG otkupi sva patentna prava za 250 000 \$, pri čemu Hanamanu i Justu pripada 33 % toga iznosa. Zanimljiv je opis nepoštene borbe nekoliko američkih i europskih skupina istraživača koje su međusobno pobijale

pojedine patentne zahtjeve. Služeći se Hanamanovim bilješkama, R. Podhorsky dodaje: „Dok je postupak u američkom patentnom uredu još bio u toku, otkrivena je u njemu krupna afera koja je izazvala golemu senzaciju u Americi i eliminirala iz borbe jednog od glavnih protivnika Just-Hanamanovih patenata, nekog Heanyja. [...] Heanyjev je advokat, uz pomoć jednog činovnika patentnog ureda naknadno u Heanyjeve patentne prijave unosi ispravke, kako bi izgledalo da je neke izume učinio prije Justa i Hanamana i drugih izumitelja [...] Nakon dugih rasprava patentni ured je odredio da se (Heanyjeva) patentna prijava ‘zbog prevare’ odbije.”

Nakon toga slučaja, jedinstvenoga u analima američkoga patentnog prava, Hanamanu i Justu su 1912. podijeljeni američki patenti. Tim su činom potvrdili da su Hanaman i Just bili pioniri izradbe volframskih žarulja te da su svojim patentima nadmašili pronalazak njihova genijalnog Edisona, kao što je Nikola Tesla svojim izumima ukinuo Edisonov istosmjerni sustav. Spomenimo da se za boravka u Americi Hanaman sastao i s Teslom i s Edisonom.

Priznanje njihovu radu izrazio je sâm Coolidge pišući u povodu Hanamanova 50-oga rođendana i 25-e obljetnice njegova prvoga patenta Vladimiru Njegovanu, tadašnjemu uredniku časopisa *Arhiv za hemiju i farmaciju*: „Allow me, however, to take this opportunity to express my keen appreciation of the pioneer work of Professor Hanaman in the tungsten lamp field. To him and to Dr. Just belongs the honor of being the path finders who led the world to a wonderful new light.

Let me also pay my tribute to Professor Hanaman’s sterling character and lovable nature. I feel fortunate indeed in being able to count him as one of my very good friends.”<sup>21</sup>

Istom je prigodom o Hanamanu pisao dr. F. Baumann, direktor Sjedinjenog društva za žarulje i elektricitet u Ujpestu: „Promotrimo li historijski razvoj sijalice, uočit ćemo prije svega tri događaja koja su izazvala u njemu nove epohe. Prvi je najvažniji događaj bio prijelaz

---

21 Prijevod na hrvatski jezik naveden je u *Sjećanjima*.

s ugljene na volframovu nit oko 1902.-1907.; drugi je bio 1909. kad je izumljena vučena volframska nit, a treći važan korak učinjen je 1913. kad se spoznalo da se isparivanje užarene i zbog veće ekonomičnosti u spiralu svijene volframske žice daje znatno potisnuti u atmosferi inertnoga plina kao što su dušik i argon. Taj je korak doveo do tzv. *poluvatne lampe*.“ U nastavku tvrdi da je, unatoč poboljšanju volframskih žarulja tijekom vremena, ipak polazište ukupnoga razvoja električne žarulje bio trenutak kad je ugljična nit zamijenjena volframskom. Stoga su, prema njegovu mišljenju, Hanaman i Just pravi začetnici žarulje s metalnom niti. Premda su praktičnu uporabu doživjele žarulje od tantala i osmija, nisu se uspjele održati uz volframsku žarnu nit koja je osim ekonomičnosti, što je omogućilo isplativiji rad postrojenja za proizvodnju žarulja, zbog svojega manjeg isparivanja povećala korisno vrijeme žarulja koje su sjajile oku ugodnijom bijelom svjetlosti. Svoj prikaz Bauman završava konstatacijom da su Just-Hanamanovi izumi potaknuli osnivanje novih velikih industrija i bitno ubrzali proizvodnju postojećih tvornica u Njemačkoj i Austro-Ugarskoj Monarhiji. Stoga su njihove zasluge neprolazne. Njegovan, kao urednik broja posvećenoga obljetnicama Franje Hanamana, ističe: „Hanaman i Just iskusili su sva razočaranja izumitelja. Oni, koji su dali prvi poticaj za uporabu volframa u industriji električne rasvjete nisu dobili materijalni ekvivalent za svoj rad. Mnoge velike firme koje nemaju nikakvih zasluga za taj izum, danas (1928. nap. ur.) naveliko proizvode volframske žarulje. Ipak, obojica imaju zadovoljštinu da im se u velikom svijetu priznaje značenje njihova izuma i prioritet. [...] Priznati su naknadno u svim zemljama, a 1912. im je specijalno priznat prioritet u Udruženim državama američkim.“

Do sličnih zaključaka dolazi i Plivelić koji u knjizi *Novovjekni izumi*, poglavlje Wolframova sijalica, piše: „To je evo kratka historija ovoga, za elektrotehniku tako važnog otkrića po pričanju Franje Hanamana. Iz nje slijedi da ih je na njihovu, ako i uspjesima okrunjenom putu, s materijalne strane konačno stiglo znatno razočaranje. Nestašica ovčih finansijskih sredstava i slabo iskustvo o pravom načinu očuvanja



njihove duševne svojine doprinijelo je da danas volframovu sijalicu mnoga poduzeća produciraju, koja nemaju ama baš nikakvih zasluga za njezin prvobitni izum, a pravi izumitelji te lampe materijalno nisu nagrađeni kako bi njihov rad zavrijedio.“

Budući da su se istodobno s Just-Hanamanovim patentima pojavili patenti Kuzela i Boltana, General Electric Co. poslao je u Europu dva iskusna inženjera, Johna W. Howella i Willisa Whitneyja, da provjere koliko su ti patenti provedivi u proizvodnji žarulja. Oni su bili u Berlinu, Augsburgu, Beču i Budimpešti. Hugo Hirst, jedan od utemeljitelja britanske tvrtke General Electric Company Ltd. izjavio je 1905.: „Čuo sam za Just-Hanamanove izume u Budimpešti i otišao vidjeti prvu volframovu žarulju. Tvrdim da je taj patent najvažniji.“

Ponosan zbog svojih postignuća, ali i razočaran nelojalnom konkurencijom na tržištu volframskih žarulja, Hanaman 1911. napušta svoje radno mjesto u Ujpestu i odlučuje se doktorirati i posvetiti znanstvenomu radu.

## Disertacija

Osiguravši se materijalno, Hanaman odlazi na Tehničku visoku školu u Charlottenburgu kraj Berlina, gdje 1912. – 1915. radi u Institutu za metalurgiju željeza. Tamo je slušao predavanja istaknutih znanstvenika poput profesora Walthera Mathesiusa, Williama M. Guertlera i docenta Heinricha Hanemanna u kojega je tijekom ljetnoga semestra 1911/1912. i zimskoga semestra 1912/1913. u metalografskom odjelu metalurškoga laboratorija izradio disertaciju. U slobodnom je vremenu surađivao s profesorom Maxom Rudeloffom i njegovim suradnicima u Institutu za ispitivanje materijala u četvrti Gross-Lichterfelde kraj Berlina. Neko je vrijeme radio kao tehnički savjetnik u tvornici Wolframlampen Auer Gessellschaft u Augsburgu, a zatim kao konzultant tvrtke Julius Pintsch AG u Berlinu u kojoj je izradio eksperimentalni dio disertacije.

Disertaciju, s posvetom „mojim roditeljima“, predao je 7. veljače 1913. i obranio 2. svibnja, a znanstveno zvanje doktora inženjera dodijeljeno mu je 6. svibnja iste godine. Zanimljivo je da se na diplomi o postignutom znanstvenom stupnju doktora inženjera naziv disertacije *Über die Rostung und das Gleichgewichtspotential von nitrierten Schweiß- und Flußeisen* (O koroziji i ravnotežnom potencijalu nitriranog kovanoga<sup>22</sup> i lijevanoga željeza) razlikuje od naslovnice disertacije na kojoj piše *Über Rostversuche mit nitriertem Eisen* (O ispitivanjima korozije nitriranoga željeza). Hanaman svojemu mentoru zahvaljuje na poticaju i svestranoj potpori koju mu je pružao tijekom izradbe disertacije, a prof. dr. F. Dolezaleku i naslovnomu docentu dr. W. Guertleru na vrijednim savjetima. Naglasivši da potječe iz Drenovaca u

---

22 Zastarjeli metalurški naziv *Schweiß Eisen* preveden je kao *kovano željezo* na preporuku prof. dr. sc. Faruka Unkića i doc. dr. sc. Tahira Sofilića s Metalurškoga fakulteta u Sisku.

Slavoniji<sup>23</sup>, želio je, unatoč tomu što je rabio ime Franz, pokazati da se ponosi svojim podrijetlom i rodnim krajem.<sup>24</sup>

U Uvodu disertacije Hanaman tumači pojam hrđe te navodi dotadašnja ispitivanja uvjeta i okolnosti u kojima dolazi do korozije, o čem je tada postojalo više teorija temeljenih na znanstvenim, ali i na praktičnim istraživanjima, što je bilo predmet žive rasprave. Slijedi eksperimentalni dio obrađen u poglavljima Nitriranje željeza, Metalografska ispitivanja, Ispitivanje hrdanja i Potenciometrijska mjerenja u kojima opisuje mjerne postupke i navodi postignute rezultate. U Sažetku raspravlja o promjenama koje se zbivaju nitriranjem željeza plinovitim amonijakom. Dokazao je da nitriranjem na temperaturama iznad 600 °C na površini željeza nastaje homogena faza željezova nitrida općega sastava  $Fe_4N_2$  ili  $Fe_2N$ , tj. čvrste



Korice Hanamanove disertacije

<sup>23</sup> Slavonija je tada bila dio Kraljevine Hrvatske i Slavonije, također nazivane Kraljevina Hrvatska, Dalmacija i Slavonija, odnosno Trojedna kraljevina. Dok je Dalmacija bila odijeljena u austrijskom dijelu Austro-Ugarske Monarhije, Hrvatska i Slavonija bile su kao samosvojno kraljevstvo u državnoj zajednici s Ugarskom. Hrvatsko-ugarskom nagodbom 1868. Hrvatska je definirana kao nacija sa zasebnim pripadajućim teritorijem i bila joj je zajamčena široka unutarnja autonomija sa značajkama državnosti (zemljom su upravljali Vlada, ban i Sabor, glavni grad bio je Zagreb, a službeni jezik hrvatski). Nakon raspada Monarhije, Kraljevina je proglasila nezavisnost i 29. X. 1918. stupila u novoosnovanu Državu Slovenaca, Hrvata i Srba (SHS), a 1. XII. u Kraljevstvo Srba, Hrvata i Slovenaca.

<sup>24</sup> Primjerak disertacije s posvetom „svojoj tetki i debelom tetku“ poklonio je sestri svoje majke Mariji Sidoniji i njezinu suprugu, veleposjedniku i tvorničaru Franji Gašparcu u Vrbanji.



Hanamanova doktorska diploma (uvršteno dopuštenjem Tehničkoga muzeja u Zagrebu)

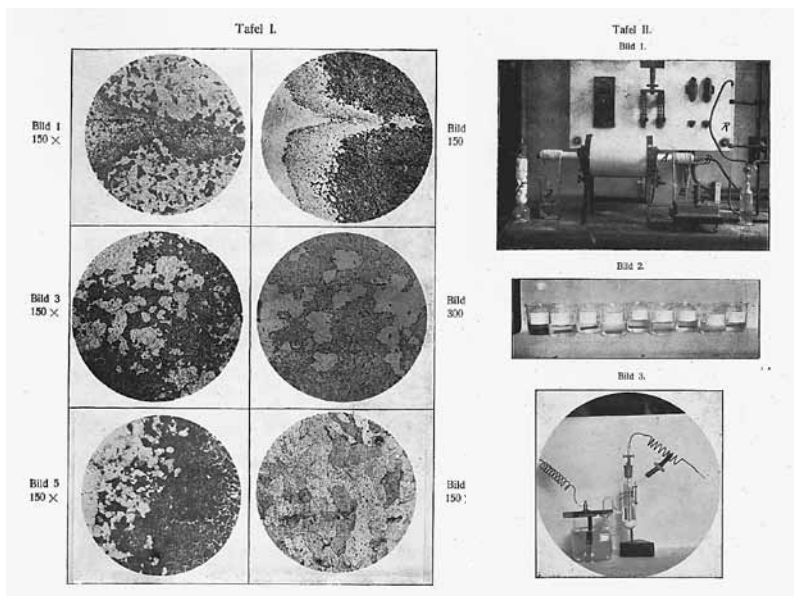
nih faza željeza i željezova nitrida, a metalografski odgovara dijelu mikrostrukture s vjerojatnim značajkama eutektoida. Jetkanjem kiselinama nitridni se sloj nagriza, što se također opaža pod mikroskopom.

Potencimetrijska mjerenja potvrdila su zaključak da nitrirana površina može ispitivane uzorke željeza zaštititi od korozije tijekom tri mjeseca, ako su izloženi atmosferskim utjecajima kisika, ugljikova (IV) oksida, sumporovodika ( $H_2S$ ), ali ne i kiselijega sumporova (IV) oksida ( $SO_2$ ).

Dovoljno jak nitridni sloj sprječava koroziju uzoraka željeza u destiliranoj i vodovodnoj vodi, ali se sloj nitrida mjestimice ošteti u zasićenoj otopini kuhinjske soli i u morskoj vodi. Pokusi sa zasićenim otopinama amonijeva nitrata, amonijeva sulfata i kalijeva karbonata nisu uzrokovali koroziju nitriranoga sloja. Vlažna atmosfera pri  $186\text{ }^\circ\text{C}$  blago napada nitridni sloj, pa dolazi do oksidacije, dok je u vlažnom

otopine  $Fe_3N_2$  u željezu. Postojanje nitridnoga sloja u svim obradenim uzorcima željeza potvrdila su i mikroskopijska ispitivanja. Nadeno je da je optimalna temperatura nitriranja između  $600$  i  $800\text{ }^\circ\text{C}$ , ali navodi i podatak da je i pri nižim temperaturama ( $450 - 475\text{ }^\circ\text{C}$ ) moguće nitriranje željeza koje je prethodno bilo reducirano u vodik. Ispod gornjega sloja nitrida nalazi se međusloj, koji se, u skladu s mikroskopijskim promatranjima, sastoji od mješavine fino razdijelje-

pijesku nitridna zaštita od hrđanja bila učinkovita. Potencimetrijska mjerenja u vodi i otopinama soli provedena na nitriranim uzorcima željeza pokazuju da nitriranjem željeza dolazi do njegova pasiviranja koje je uzrokovano netopljivošću željezova nitrida u vodi i vodenim otopinama soli. Takva zaštita od korozije moguća je samo ako je sloj željezova nitrida neprekinut. Mjerodavna je i njegova debljina koja ovisi o temperaturi i vremenu nitriranja.



Metalografske snimke (lijevo) i naprave za potencimetrijska mjerenja

Na temelju rezultata ispitivanja Hanaman zaključuje da se nitriranjem različitih uzoraka željeza postignula njihova povećana otpornost na koroziju, ali ne i potpuna zaštita od djelovanja jakih kiselina. Premda su provedena ispitivanja zaštite od hrđanja bila opsežna, svjestan je da za donošenje konačne odluke nisu dovoljna ispitivanja u laboratorijskim uvjetima te da bi ih trebalo potvrditi opsežnijim istraživanjima u okolnostima koje odgovaraju zahtjevima praktičnoga života.

Unatoč tomu, Hanamanov je rad rezultirao otkrićem kojim je prvi dokazao mogućnost i postupak zaštite željeza i željeznih predmeta od korozije nitriranjem njihove površine plinovitim amonijakom, što je, sa svojim mentorom Hanemannom, zaštitio njemačkim patentom *Zaštita metalnih predmeta od korozije*, D.R.P. 271.568 (2. VI. 1912). Tom se tematikom bave i istoimeni austrijski patent AT 69.374 (15. I. 1915.) te francuski *Načini zaštite željeznih predmeta od korozije*, FR 458.283 (7. X. 1913.). Dio postupaka i zaključaka iz Hanamanove disertacije prihvaćen je kao britanski patent *Poboljšanje zaštite željeza i čelika od korozije*, GB 11.966 (19. III. 1914.). Kanadski ured za intelektualno vlasništvo objavio je na engleskom i francuskom jeziku patent *Zaštita metala od korozije*, CA 202.597 (3. VIII. 1920.).

Osim prethodno opisanih činjenica o kemizmu, izvedbi i ispitivanju zaštitnoga sloja nitriranoga željeza, autori navode kako je nitrirano željezo plemenitije, jer je njegov potencijal u normalnoj otopini<sup>25</sup> FeSO<sub>4</sub> pozitivniji prema standardnoj vodikovoj elektrodi (+0,5 V) od potencijala nenitriranoga željeza (-0,45 V). Ističu izvanrednu tvrdoću nitriranoga sloja koji se može polirati do sjaja, pa su tako obrađeni željezni predmeti slični onima s galvanskim prevlakama, a otporniji su na trošenje od niklenih prevlaka. Zaključuju da je njihov postupak, s obzirom na postojanost na koroziju, prikladan za obradbu umjetničkih i uporabnih željeznih predmeta.

Radi praktične tehničke primjene nitriranja željeza u industriji Hanemann i Hanaman nastavili su svoje pokuse izvoditi u laboratorijima tvornice Julius Pintsch AG, što je rezultiralo njihovim drugim njemačkim patentom, *Postupak izradbe željezo-nitridnih prevlaka za zaštitu metalnih predmeta od korozije*, D.R.P. 284.803 (28. III. 1914.), u kojem rješavaju tehničke probleme nitriranja željeza navedenog u prethodnim patentima.

---

<sup>25</sup> Normalne otopine sadržavaju 1 gram-ekvivalent tvari u 1 litri otopine. Normalitet je jedinica množinske koncentracije koja nije uvrštena u međunarodni sustav jedinica SI.

KAISERLICHES



PATENTAMT.

# PATENTSCHRIFT

— № 284803 —

KLASSE 48 d. GRUPPE 4.

AUSGEBEN DEN 8. JUNI 1916.

Dr.-Ing. H. HANEMANN IN REHRBRÜCKE B. POTSDAM  
UND Dr.-Ing. FRANZ HANAMAN IN CHARLOTTENBURG.

Verfahren zur Herstellung von rostschtzenden Stickstoffeisenüberzügen auf eisernen Gegenständen.

Patentiert im Deutschen Reiche vom 29. März 1914 ab.

Durch das Patent 271568 ist ein Verfahren zur Herstellung von rostschtzenden Überzügen aus Stickstoffeisen auf Eisengegenständen bekannt geworden, und zwar durch eine thermische Behandlung von Eisengegenständen in Ammoniakgas bzw. in nitrierenden Gasen.

Leitet man Ammoniakgas über die in einem Ofen auf 700 bis 800° C erhitzten Eisengegenstände, um das Eisennitrid zu bilden, so findet man bald, daß ein guter Überzug nur bei langandauerndem Überleiten des Ammoniakgases erhalten werden kann. Zur Bildung des Stickstoffüberzuges ist demnach eine zu lange, also unwirtschaftliche, Erhitzungsdauer nötig. Die Gründe für diesen langandauernden, unwirtschaftlichen Verlauf liegen in der lebhaften Zersetzung des Ammoniakgases an den glühenden Ofenwandungen bei den in Betracht kommenden Temperaturen.

Weitere Versuche haben ergeben, daß sich ein wirtschaftlich wesentlich besseres Ergebnis durch Anwendung des elektrischen Stromes als Wärmequelle erzielen läßt. Man beobachtet, daß, wenn man einen Eisendraht in einer kalten Ammoniakgasatmosphäre zum Glühen bringt, eine rasche und starke Bildung von Stickstoffeisen an seiner Oberfläche eintritt. Diese rasche Eisennitridbildung ist dadurch erklärlich, daß die glühende Oberfläche des Eisendrahtes mit immer frischen, unzersetzten Ammoniakgasmen in Berührung kommt. Wird die Erhitzung der Eisengegenstände in einem Ofen durch äußere Erhitzung vorgenommen, so er-

wärmt sich das Ammoniakgas während des Durchströmens so hoch, daß es bei der Berührung mit der Eisenoberfläche schon fast in seine Bestandteile zersetzt ist, wodurch nur ein Bruchteil des unzersetzten Ammoniaks zur Nitridbildung verwendet wird.

Ein anderer Weg, die Nitridbildung mit Hilfe des elektrischen Stromes schnell durchzuführen, ergibt sich, wenn man die Eisengegenstände durch Widerstandserhitzung zur Weißglut bringt und in einer Flüssigkeit bzw. Lösung, die Ammoniakgase oder andere, Nitrid bildende Gase abgibt, eine Zeitlang glühend untergetaucht hält. Dieser Vorgang kann mit einer verzögerten Abschreckung in der Flüssigkeit verglichen werden. Das Verfahren selbst führt man am besten so durch, daß man den Gegenstand durch elektrischen Strom über der Flüssigkeit, z. B. konzentriertem Ammoniakwasser, zur Weißglut bringt und dann schnell in das Ammoniakwasser taucht. Damit während des Erhitzens keine Oxydation der Eisengegenstände eintritt, wird das Erhitzen in einer nicht oxydierenden Gasatmosphäre, die sich zweckmäßig in einer Glocke über der Nitrid bildenden Flüssigkeit befindet, vorgenommen. Als nicht oxydierende Atmosphären nimmt man am besten Ammoniakgas; man kann auch Wasserstoff oder Stickstoff dazu gebrauchen.

Durch das Eintauchen des glühenden, stromdurchflossenen Eisengegenstandes bildet sich um ihn durch Verdampfung eine Ammoniakgashülle, in welcher die Nitridbildung auf der Eisen-

(2. Auflage, ausgegeben am 3. Juli 1916.)



Hanaman u vojnoj odori s posvetom nećakinji Maji Gamiršek, Zagreb 1919.

Nitriranje u struji amonijaka zahtijeva dugotrajno zagrijavanje, što nije ekonomski smisljeno. Stoga predlažu postupak u kojem se željezna nit uroni u hladni amonijak, nakon čega se kroz nju pušta struja dok se ne užari, pri čemu se na njezinoj površini naglo stvara željezov nitrid. Na isti se način postiže nitriranje strujom užarenih željeznih predmeta uranjanjem u otopinu amonijaka ili drugih plinova koji tvore nitride. Da se prilikom žarenja izbjegne oksidacija, postupak treba provesti u neoksidirajućoj atmosferi amonijaka. Oko uronjenog užarenog predmeta stvara se ovoj plinovita amonijaka koji sa željezom tvori nitride.

Prvi svjetski rat prekinuo je njihov rad na tom području, ali je nakon rata A. Fry iz tvrtke Krupp primijenio njihovo iskustvo nitriranja amonijakom na slabo legirane čelike, čime je bitno povećana njihova tvrdoća, i to zaštitio patentom US 487.554 (18. III. 1924.) u kojem ne spominje istraživanje svojih prethodnika. Nakon obrane disertacije, Hanaman radi postizanja docenture (*venia docendi*)<sup>26</sup> iz metalografije

26 „*Venia docendi*“ ili „*venia legendi*“ znak su prihvatanja habilitacije i mogućnost izbora u naslovno ili stalno zvanje docenta, odnosno „čitanja predavanja“ pod nadzorom nadređenoga profesora.



na Tehničkoj visokoj školi u Beču izrađuje habilitacijski rad *O legiranju s cerijem. Slitine cerija i bakra i njihova struktura*. Rad je tiskan u Leipzigu 1915. te uvršten u knjigu Friedricha F. Regelsbergera *Chemische Technologie der Leichtmetalle und ihrer Legierungen* (Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1926.).

Postupak je Hanamanove habilitacije bio obustavljen njegovom mobilizacijom. U skladu s njegovim znanstvenim stupnjem i stručnom spremom dodijeljen je novoosnovanom Središnjem zavodu za ispitivanje materijala za zrakoplovstvo u Aeronautičkom arsenalu u Fischamendu kraj Beča. Tamo je organizirao metalografski laboratorij koji je vodio do kraja rata baveći se i istraživačkim radom. To je rezultiralo s dvama opširnim elaboratima, *Aluminijski stapovi u avionskim motorima* i *Zamjenske slitine za ležajeve avionskih motora* koji zbog vojne tajne nisu mogli biti objavljeni. Iz istoga razloga nije objavljen ni njegov patent za izradu fišeka od željeznoga lima. Tijekom rata Hanaman je nadzirao i rad metalne radionice F. Zimmermans Söhne u Beču, koja je bila rekvirirana u vojne svrhe.

## *Povratak u domovinu*

**N**akon rata i sloma Austro-Ugarske Monarhije Hanaman dolazi u Zagreb, gdje nekoliko mjeseci službuje kao natporučnik u vojsci Kraljevstva SHS. Kad je napustio vojnu službu, nudeni su mu sve do 1936. ugledni i dobro plaćeni položaji u inozemnim, poglavito njemačkim i američkim tvrtkama za proizvodnju električnih žarulja, ali ih je odbijao jer se želio posvetiti razvoju i napretku vlastite zemlje i svojim znanjem pomoći osnivanju i razvoju domaće industrije električne rasvjete. Ugovorom s General Electric Co. od 1912., koji je produljivan do 1934., obvezao se da će svoje buduće izume na polju električne rasvjete ponuditi prvo njima, a s industrijama žarulja bio je u vezi samo kad je bila riječ o osnivanju domaćih tvornica. To mu nije pošlo za rukom, pa je osnovao tvrtku Jugoslavenska industrija motora d. d. i bio njezin glavni ravnatelj. Budući da tvrtka nije dobila odgovarajuću državnu potporu, likvidirana je ubrzo nakon Hanamanova odlaska s položaja ravnatelja. Nakon te neuspjele epizode, Hanaman se okušao u gospodarstvu kao član ravnateljstva Jugoslavenske industrije ulja i boja u Zagrebu<sup>27</sup> te kao državni komesar za brodogradilište u Kraljevici, tada u vlasništvu mađarskoga brodograditelja, tvrtke Ganz-Danubius koja je bila pod sudskom zabranom.

Godine 1921. postao je načelnikom odjela Ministarstva trgovine i industrije u Zagrebu, ali je na tom položaju ostao samo nekoliko mjeseci, jer je shvatio da su ga sve te dužnosti udaljivale od želje da svoje golemo znanje prenese studentima kemičko-inženjerskoga odjela Tehničke visoke škole u Zagrebu.<sup>28</sup>

---

27 Prethodnica tvornice ulja Zvijezda i Chromosa.

28 Od 1957. Kemijsko-tehnološki studij Tehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, od 1991. Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu.



Prortret Franje Hanamana autorice Naste Rojc (1953.)  
(uvršteno dopuštanjem Tehničkoga muzeja u Zagrebu)



Prortret Franje Hanamana autora Hajrudina Kujundžića



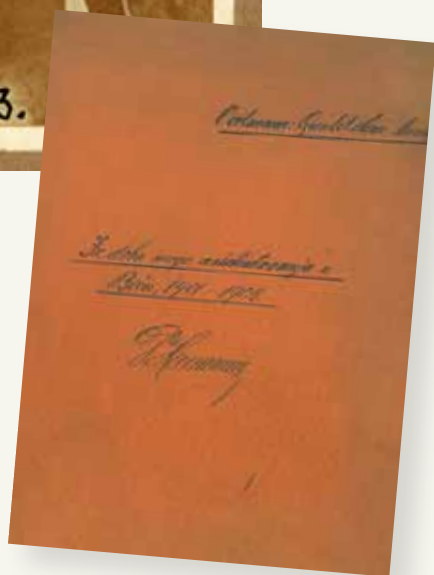
GORE: Marekova peč u stalnom postavu izložbe Vizionari kemijsko-inženjerskoga studija na Marulićevu trgu, kbr 20, I. kat.  
LIJEVO: Naslovnica knjige O. Kučera i S. Plivelić, *Novovjekni izumi*, knjiga IV., Matica hrvatska, Zagreb 1913. Korice oblikovao Ljubo Babić.



GORE: Hanamanova fotografija iz razdoblja rada na izumima volframove žarulje.

A. Just i F. Hanaman u laboratoriju 1913. (uvršteno dopuštenjem Tehničkoga muzeja u Zagrebu)

DESNO: Korice mape s postupcima kvalitativne kemijske analize iz asistentskoga razdoblja na TVŠ u Beču 1901. - 1904.





 „TUNGSRAM“



GORE: Tvornica žarulja  
Tungsram u Ujpestu  
LIJEVO: Reklama za Just-  
Hanamanovu volframovu  
žarulju tvornice  
TUNGSRAM u Ujpestu  
(danas dio Budimpešte)

**Egyesült Izzólámpa és Villamossági  
Részvénytársaság — Ujpest, 4.**



TAYRESZLŐ SZÁM  
10-01 és 10-12



SÖRÖGNYEZEM:  
Ampera, Ujpest

**Dr. Just-  
Wolframlámpa**

70%- árammegtakarítás a szénfonalú izzólámpákkal szemben. Kellően egyenletes fehérs fény, fénycsóválás nélkül. Minden viszonteladónál kapható.



Telefonok, telefon-  
készítők Biztosító  
szerveiények.  
Villamos csengő-  
készülékek, Villám-  
hárítók, Villamos fel-  
szerelési eszközök.  
Izzólámpák minden-  
féle alakban.



LIJEVO: Reklama za Just-Hanamanovu žarulju, nazvanu Dr. Just Wolframlámpa, u časopisu *Elektrotehnika*, veljača 1908.

DOLJE LIJEVO: Just-Hanamanova žarulja s volframovom niti (uvršteno dopuštenjem Zavičajnoga muzeja „Stjepan Gruber“ u Županji)  
DOLJE DESNO: Žarulja s ugljičnom niti (lijevo) i lampu s volframovom žarnom niti prema Just-Hanamanovom patentu (1906.)



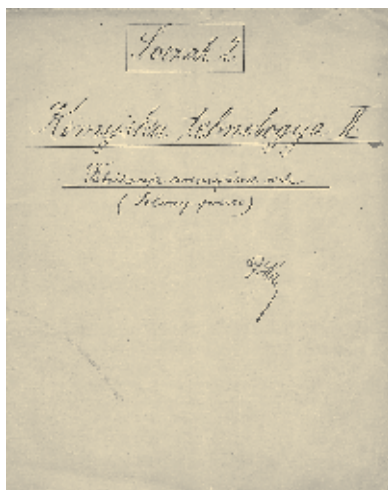
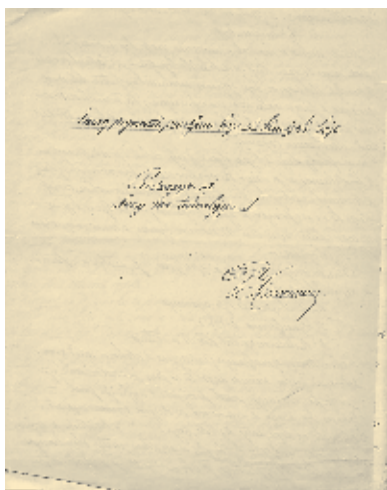


GORE: Reklama za žarulje s vučenom žicom (Coolidge-ov postupak iz 1908.)

LIJEVO: Tungstamova žarulja s vučenom žicom

DOLJE: Volframova žarulja General Electric Co. iz 1909.



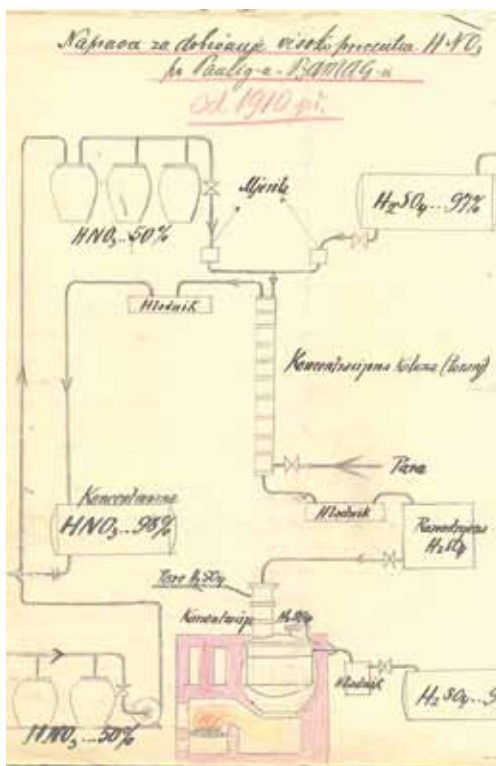


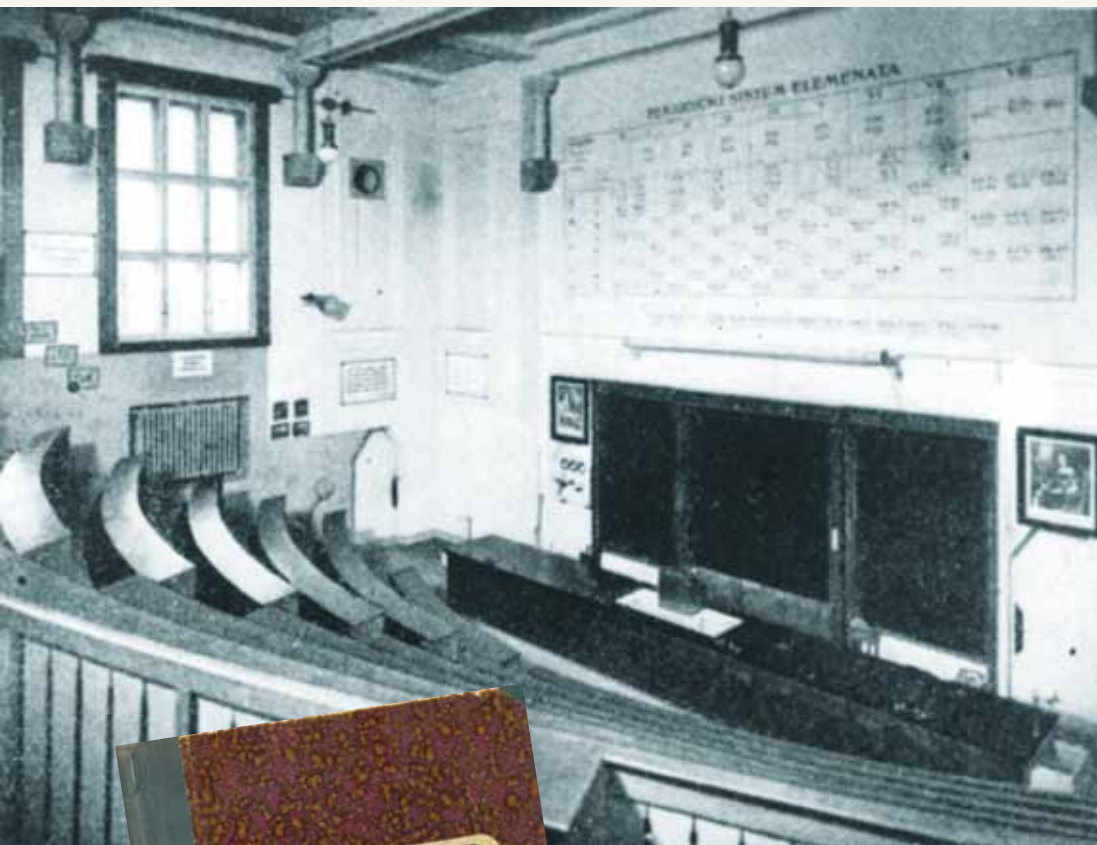
GORE LIJEVO: Hanamnova predavanja iz Anorganske kemijske tehnologije II.

GORE DESNO: Kemijska tehnologija II.

Solvay-ov proces

DESNO: Skica uređaja za dobivanje koncentrirane dušične kiseline ( $\text{HNO}_3$ ) 1910.





GORE: Velika predavaonica  
na Mažuranićevu (danas  
Marulićevu) trgu u razdoblju  
između dvaju svjetskih ratova  
LIJEVO: Zapisnik sjednica  
kemijskog odsjeka  
16. X. 1937. - 17. XII. 1951.



Nastavnici i suradnici kemičko-inženjerskog odjela pred ulazom u zgradu na Marulićevu trgu, kbr. 20. (1924.). Slijeva nadesno u prvom redu: Karlo Weber, Ljudevit Šplajt, Ivan Plotnikov, Gilbert Flumiani, Matija Krajčinović; u drugom redu: ?, ?, Ivan Marek, Vjera Marjanović, ?; u trećem redu: Vladimir Njegovan, Vladimir Kostjejev, Franjo Hanaman, Rikard Podhorsky, Bogdan Šolaja.

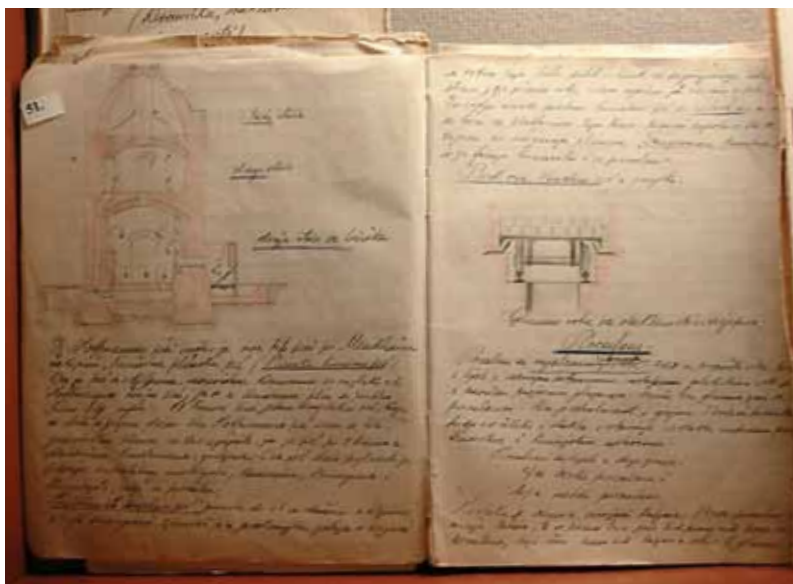


GORE: Marko Rogošić, dobitnik Nagrade Franjo Hanaman 2009. Nagradu mu je uručio dekan Stanislav Kurajica.  
LIJEVO: Plaketa s likom Franje Hanamana (uvršteno dopuštenjem Tehničkoga muzeja u Zagrebu)  
DOLJE: Medalja s likom Franje Hanamana autora Ivica Antolčića.





LIJEVO: Autorica na otvaranju izložbe 2004.  
 GORE: Iz stalnoga postava izložbe  
 Vizionari kemijsko-inženjerskog studija  
 DOLJE: Hanamanove bilješke na izložbi  
 Vizionari kemijsko-inženjerskog studija





LIJEVO: Bista Franje Hanamana u dvorištu zagrebačkog Tehničkoga muzeja u sklopu Parka velikana prirodoslovlja i tehnike postavljena je i predstavljena javnosti 23. lipnja 2002. Autor biste je akademski kipar Stanko Jančić. DESNO: Pogled na Hanamanovu bistu iz profila.



GORE: Radni stol Franje Hanamana koji se čuva u obitelji Karen Vitković.  
LIJEVO: Knjiga sa životopisima članova slobodnozidarske lože „Ivan grof Drašković“





GORE: Matična zgrada Fakulteta kemijskog inženjerstva  
i tehnologije na Marulićevu trgu, kbr. 20.

DOLJE: Nacrt sjevernoga pročelja zgrade na Marulićevu trgu, kbr. 20.  
arhitekta Vjekoslava Bastla koji je zgradu projektirao i nadzirao gradnju





Marulićev trg s kipom Marka Marulića i zgradama Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije na Marulićevu trgu, kbr. 19 i kbr. 20. Snimatelj Šime Strikoman, snimljeno 12. XI. 2007.

*Kemičko-inženjerski odjel  
Tehničke visoke škole u Zagrebu*

**Ž**eljela bih uvodno u nekoliko rečenica ocrtati stanje visokoškolske izobrazbe tehničkih struka u Hrvatskoj nakon Prvog svjetskog rata. Još potkraj 19. stoljeća sazrela je zamisao da je potrebno stvoriti uvjete za školovanje stručnjaka tehničkih struka u Hrvatskoj. Prijedlog, koji je 21. veljače 1898. bio iznesen na glavnoj skupštini Društva inženjera i arhitekata, vlada nije prihvatila, ali se on redovito obnavljao sve dok 1918. tadašnji predstojnik za bogoštovlje i nastavu Milan Rojc nije dao izraditi osnovu zakona o ustrojstvu visoke škole i, iskoristivši međuvlašće, isposlovao da Povjereničko vijeće SHS prihvati njegov prijedlog i izda Naredbu o ustrojstvu Tehničke visoke škole (TVŠ) u Zagrebu. Od početka su u njoj postojali građevno-inženjerski, kulturno-inženjerski, zgradarski, strojarski i elektrotehnički, kemičko-inženjerski te brodograđevni i brodstrojarski odjeli.



*Vlad. Njegovan*  
*Franjo Hanaman*  
*Marek*  
*Ivan Plotnikov*

GORE: Utemeljitelji TVŠ-a  
Vladimir Njegovan, Ivan  
Marek, Ivan Plotnikov  
i Franjo Hanaman  
LIJEVO: Potpisi utemeljitelja

# SLUŽBENI GLASNIK

hrv.-slav.-dalm. zem. vlade, odjela za bogoštovlje i nastavu.

U Zagrebu, dne 15. veljače 1919.

**Sadržaj:** Naredba povjereničkoga vijeća SHS u Zagrebu od 10. prosinca 1918., kojom se do poznijega uređenja ustavnim putem ustrojava tehnička visoka škola u Zagrebu. Str. 56. — Okružnica povjerenika za bogoštovlje i nastavu od 9. siječnja 1919. broj 88.270 o susbijanju alkobolizma u nastavnim zavodima. Str. 46. — Okružnica bana kraljevina Hrvatske, Slavonije i Dalmacije od 21. prosinca 1918. broj 5671/Pr., kojom se obznatjuju ustanove naredbe povjerenika za željeznice od 14. prosinca t. g. broj 296 Povj., glede ispostave novih željezničkih certifikata hrvatskog teksta. Str. 49. — Naredba povjerenika za bogoštovlje i nastavu o otvaranju posebnih tečajeva u srednjim školama (gimnazijama i realnim gimnazijama) za bivše učenike tih škola, koji su bili do sada u vojništvu. Str. 50. — Osobne vijesti Str. 52. — Oglasi. Str. 60. — Natječaji. Str. 69.

## Naredbe.

Br. 10.

### Naredba povjereničkoga Vijeća SHS u Zagrebu od 10. prosinca 1918.,

kojom se

do poznijega uređenja ustavnim putem ustrojava tehnička visoka škola u Zagrebu.

#### § 1.

Tehnička visoka škola u Zagrebu ima svrhu, da podaje temeljitu teoretsku, a koliko je to, u školi moguće i praktičku naobrazbu za ona tehnička zvanja, kojih su struke u zavodu zastupane.

Osim toga daje ta škola priliku, da se kandidati za učiteljstvo u višim tehničkim i trgovačkim školama, a iz nekih predmeta i kandidati za srednjoškolsko učiteljstvo mogu pripremiti za učiteljski ispit.

#### § 2.

Uređenje tehničke visoke škole osniva se na načelu slobode u obučavanju i učenju.

1

Bilješke:

- (1) *Službeni glasnik Hrvatsko-slavonsko-dalmatinske zemaljske vlade*, Odjel za bogoštovlje i nastavu, od 15. veljače 1919.
- (2) Arhiv Zavoda za analitičku kemiju 1919—1929. U nekim dokumentima Zavod se naziva laboratorijem.

11

Naredba o osnivanju Tehničke visoke škole (TVŠ)

Nakon osnivanja TVŠ-a 1919., Društvu inženjera i arhitekata povjerena je izradba znanstvene osnove i smjernice razvoja te škole. S odborom Društva surađivala su poznata imena hrvatske tehničke inteligencije: ing. Valerian Rieszner, ing. Gustav Baldauf, arh. Edo Šen, ing. Pavle Horvat, ing. Gjuro Horvat, dr. ing. Franjo Hanaman, ing. Adolf Košak, ing. Milan Čalogović, ing. Mirko Ferić, ing. Dušan Birač i ing. Franjo Brozović.

Prvi profesor Kemičko-inženjerskoga odjela bio je Vladimir Njegovan čija je zadaća bila osigurati prostor i sredstva za izvedbu nastave te angažirati kvalitetne nastavnike kako bi nastava bila u skladu s onom u europskim visokim učilištima. On je u tom potpuno uspio, pa je studij dobio odgovarajući prostor u zgradi Kemijskog instituta na Mažuranićevu trgu, kbr. 29 (danas Marulićev trg, kbr. 20). Uz Njegovana, utemeljiteljima Kemičko-inženjerskoga odjela držimo Ivana Mareka, Ivana Plotnikova te Franju Hanamana, koji su utemeljili prve zavode, osmislili nastavne programe te organizirali predavanja i laboratorijski rad.

## *Prinos razvoju sveučilišne kemijsko-inženjerske nastave*

**F**ranjo Hanaman je kao kemijski inženjer najveći prinos dao u razradbi nastavnih programa tehnoloških predmeta, posebice metalurgije i anorganske kemijske tehnologije. Stoga mu je iste godine na temelju habilitacijskoga rada, objavljenog u Leipzigu 1915., dodijeljena titula privatnoga i honorarnoga docenta, što mu je omogućilo da već u ljetnom semestru 1919. počne na TVŠ predavati metalurgiju, a od 23. ožujka 1920. studentima strojne tehnike držao je predavanja iz mehaničke tehnologije. Budući da mu laboratorij tada još nije bio uređen, vježbe iz metalurgije organizirao je u radionicama prethodno spomenute industrije motora.

Predavanja iz novoga kolegija anorganske kemijske tehnologije ponudena su mu odlukom Profesorskoga vijeća TVŠ 1921. Te godine Profesorsko vijeće predlaže ga za izbor u javnoga redovitog profesora anorganske kemijske tehnologije i metalurgije. Budući da je Ministarstvo prosvjete u Beogradu otezalo s njegovim imenovanjem, Hanaman pristaje privremeno predavati kao suplent. Redovitim profesorom postaje 1922. kad osniva i Zavod za anorgansku kemijsku tehnologiju i metalurgiju, prvi inženjerski zavod na Kemičko-inženjerskom odjelu i postaje njegovim predstojnikom. Treba istaknuti da je u uređenje Zavoda uložio dio novca od prodaje patentnih prava dokazujući koliko mu je bilo stalo do razvoja tehničkih znanosti u Hrvatskoj. Treba znati da se toga posla prihvatio u vrlo teškim poslijeratnim okolnostima u industrijski nerazvijenom zemlji.

Statut Zavoda potvrdila je Pokrajinska uprava za Hrvatsku i Slavoniju 23. VIII. 1922. Zavod je bio smješten na prvom katu zgrade na Marulićevu trgu, kbr. 20, imao je ureden laboratorij za 21 studenta sa svom potrebnom opremom za obavljanje tehničkih analiza, sobe za

III. godina		
Anal. kao III	2	Dr. Marjan
Anal. kao III	3	Dr. Marjan
Vježbe iz anal. kao III	16	Dr. Marjan
Vježbe iz fiz. kao III	8	Dr. Marjan
Tehn. u laboratorij	24	Dr. Marjan
Elektronika	2	Dr. Marjan
	<u>98</u>	
	97	Dr. Marjan
IV. godina		
Off. kao III	5	Dr. Marjan
Off. kao III (Hodak)	24	Dr. Marjan
Naučni projekti (anal. i fizika)	24	Dr. Marjan
Muži u laboratorij (prijelaz)	16	Dr. Marjan
Anal. i fizika (Hodak)	21	Dr. Marjan
Fizikalna nauka	2	Dr. Marjan
Elektronika kao III	2	Dr. Marjan

GORE: Nacr nastavnoga plana  
 DESNO: Nastavni plan u  
 Redu predavanja 1925.

profesora i suradnike, vagonice, sobu za mikroskopiju, keramičku radionicu, knjižnicu sa 200 svežaka tehnološke i metalurške literature te priručnu zbirku učila, sirovina i proizvoda. Od opreme raspolagao je s uređajem za elektrolizu, kalorimetrima, aparatima za analizu plinova i metalografskim mikroskopom. Mehanička radionica s legendarnim majstorom Karelom Prudekom, koji je u Zavodu bio od utemeljenja do 1966., bila je smještena u podrumu zgrade.

Ubrzo po dolasku na TVŠ Hanaman postaje dekan Kemičko-inženjerskog odjela ak. god. 1922/23. – 1923/24., dužnost rektora Tehničke

**C. Tehnološke nauke.**  
 51. METALURGIJA. (Red. prof. dr. ing. F. Hanaman). Z. a 3 s. predavanja.

Uvod. Metalurgija: ujedno: željeza i čelika. Ožični i spojni čelik. Elektrolitički, metalurški i termički obradivanje željeza i čelika. Metalografija i ispitivanje željeza i čelika. Krvavi prijelaz metalurške željeza, olova, stakla, kromita, aluminija i t. d. Metalografija i ispitivanje najvažnijih legiranih metala i legura.

58. MEHANIČKA TEHNOLOGIJA II. (Red. prof. ing. G. Stipetić). Lj. a 3 s. predavanja.

Miješanje oblika tvrdi na temelju pomivanja čestica. Ilijevanje. Pravilnost modela. Disipencija i uravni lijevanje. Alat i instrumenti za miješanje.

\* Strojari stroje, elektro, brodogradarstvo - brodograđarstvo-odjela stakla i metalurški kao i mehanički tehnologiji L.

59. MEHANIČKA TEHNOLOGIJA III. (Red. prof. ing. G. Stipetić). Z. a 4 s. predavanja i 2 s. vježbi.

Miješanje oblika tvrdi na temelju pomivanja čestica. Kovanje i kovanje alata. Valjanje, zakivanje i t. d. Miješanje oblika tvrdi na temelju difuzivnog čestica. Teorija vjezanja. Razrađivanje metala klorom, klorovom, židom i t. d. Obradivanje metala. Drvo i njegova obradba. Tehn. osobine drva. Uporaba drva i drvnih proizvoda. Strojevi za obradbu drva.

Vježbe u predavanju. Vježbe u praktičnom ispitivanju i lijevanju. 9 sati za kalupovanje komplikovanih modela. 1 sat i predavanja pod nazivom: Metalografsko istraživanje čelika i važnijih aluminata.

60. MEHANIČKA TEHNOLOGIJA IV. (Red. prof. ing. G. Stipetić). Lj. a 2 s. vježbi.

Praktičko stvaranje metala autogenim ili elektrolitičkim načinom. Kovanje i zakivanje jednostavnih instrumenta na obradbu metala. Slike za kovanje i predanje komplikovanih komada. Praktični rad i predavanje na radnim strojevima za metal i drvo.

61. MEHANIČKA TEHNOLOGIJA V. (Ime predavača javiti će se naknadno). Lj. a 2 s. predavanja.

62. MEHANIČKA TEHNOLOGIJA VI. (Ime predavača javiti će se naknadno). Lj. s. 2 s. predavanja.

63. ISPITIVANJE OBRADIVA. (iz prof. dr. K. Čališev). Z. a 3 s. predavanja. Lj. a 6 s. vježbi.

Brzina i učestalost ispitivanja. Ispitivanje korozije na razne vrste otpornosti, savijanje, laganje, termički otpornost, dinamički djelovanje opterećenja, određivanje vrste, tehnološka ispitivanja, umorost kovanja, ispitivanje savijanja i nagnutog kovanja, ispitivanje cijevki i klapki, ispitivanje vodoravnih ostataka, napone ostataka, ispitivanje betona, miješanje alata i deformacije. Aparati za ispitivanje. Strojevi za ispitivanje.

64. ANORGANSKA KEMIJSKA TEHNOLOGIJA I. (Red. prof. dr. ing. F. Hanaman). Lj. a 3 s. predavanja.

Uvod. Teorija gorjenja. Tehnologija goriva i loženja. Tehnologija vode. Tehnologija šljake. Tehnologija razrjeđiva. Tehnologija aglutinativnih plinova.

65. ANORGANSKA KEMIJSKA TEHNOLOGIJA II. (Red. prof. dr. ing. F. Hanaman). Z. s. 3 s. predavanja.

Kemijska tehnologija: sušenja i solne kupke, voda i alkalija, klor i klorovi spojevi. Tehnika elektrolysis alkaliklorida. Društva kiselina, njena sinteza i razlaga. Amoniak, njegova sinteza i oksidacija. Dujevni i ferocijni spojevi. Umjetna gozovina.

66. ANORGANSKA KEMIJSKA TEHNOLOGIJA III. (Red. prof. dr. ing. F. Hanaman). Lj. s. 3 s. predavanja.

Amoniak i njegovi spojevi. Ultrafini i anorg. boje. Vapori, odra i cementi. Tehnologija stakla. Keramika. Elektrotehnologija.

67. VJEŽBE U ZAVODU ZA ANORG. KEM. TEHNOLOGIJU I METALURGIJU. (Red. prof. dr. ing. F. Hanaman). Z. i Lj. s. po 13 sati.

Kemijsko-analitičko i tehničko-industrijsko ispitivanje najvažnijih sirovina, polufabrikata anorg. kem. industrije i metalurgije (Analiza ruda, gornja, olova, gnojiva, željeza, čelika i metala te raznih legura. Plinska analiza. Mali metalurški praktični).

visoke škole obavljao je 1924/25.,<sup>29</sup> 1925/26. rektor je bio Đuro Stipetić, a Hanaman prorektor. U to se vrijeme raspravljalo o ukidanju samostalne TVŠ i njezinu uključenju u Sveučilište u Zagrebu. Intervencijom tadašnjega ministra prosvjete Stjepana Radića TVŠ bila je 31. ožujka 1926. proglašena Tehničkim fakultetom Sveučilišta u Zagrebu. Proforsko vijeće TVŠ na svojoj posljednjoj 200-toj sjednici od 25. svibnja 1926. odlučilo je da će dotadašnji rektor Stipetić biti dekan, a prorektor Hanaman prodekan Tehničkoga fakulteta. Ukazom kralja Aleksandra od 5. lipnja 1926. svi su redoviti i izvanredni profesori TVŠ-a ponovno imenovani u ista zvanja. Odjelima Tehničkoga fakulteta upravljali su starješine. Hanaman je bio starješina Kemijsko-inženjerskog odjela 1930/31. – 1933/34. te 1936/37. i 1938/39. – 1940., što je još jedan dokaz koliko su ga kolege profesori poštovali.

Hanaman je bio izvrstan praktičar i pedagog te vrlo omiljen među nastavnicima i studentima, ali ne manje bitan bio je njegov vizionarski duh, jer je već tada osmislio inženjerske kolegije koji su i danas aktualni, a njegovo iskustvo u radu na izumu volframske žarne niti učvrstilo ga je u uvjerenju da napredak počiva na interdisciplinarnosti, naročito na povezivanju znanja prirodnih i tehničkih znanosti. Naglašavao je da je zadaća njegova Zavoda teška, jer od mladoga kemičara s djelomičnim znanjem ostalih tehničkih predmeta treba učiniti inženjera-tehničara. Stoga je nastavu koncipirao tako da studenti teorijska znanja, stečena u prve dvije godine studija, nauče primjenjivati u tehničkoj praksi i da svladaju tehnički način razmišljanja. Zbog nedostatka nužne opreme vježbe su uglavnom obuhvaćale probleme tehničke analize, pri čemu student analizirajući sirovine i proizvode stječe znanje o zahtjevima i načinu postizanja željene kvalitete materijala i proizvoda. Velika satnica laboratorijskih vježbi od 16 sati tjedno u V. i VI. semestru pokazuje Hanamanovu želju da intenzivnim laboratorijskim radom pripravi buduće inženjere za njihov zahtjevan i odgovoran, ali poglavito kreativan

---

29 Kako su se u to vrijeme zakletve na promocijama izricale na latinskom jeziku, kojim Hanaman nije vladao, odbijao je voditi promocije i svojim doktorandima.



posao. Predavanja je koncipirao vrlo moderno prilagodivši ih tadašnjim svjetskim spoznajama i dosezima u razvoju tehnologije.

Prema nastavnom planu predmet metalurgija predavao se u zimskom i ljetnom semestru III. godine studija, isprva dva sata tjedno, a od ak. god. 1925./26. tri sata tjedno.<sup>30</sup>

Kratak sadržaj navedenih predmeta pruža čitatelju spoznaju o širini znanja koje su studenti morali steći:

### **Metalurgija**

**Uvod. Metalurgija industrije željeza i čelika. Obični i specijalni čelici. Elektročelici. Mehaničko i termičko obrađivanje željeza i čelika. Metalografija i ispitivanje željeza i čelika. Kratki prikaz metalurgije bakra, olova, cinka, kositra, nikla, aluminija itd. Metalografija i ispitivanje najvažnijih tehničkih metalnih legura.**

Predmet anorganska kemijska tehnologija počeo se predavati ak. god. 1923./24., a prema sačuvanom nastavnom programu iz ak. god. 1925./26. predavanja iz anorganske kemijske tehnologije I. slušala su se u ljetnom semestru tri sata tjedno, iz anorganske kemijske tehnologije II. u zimskom semestru tri sata tjedno, a iz anorganske kemijske tehnologije III. u ljetnom semestru također tri sata tjedno.

### **Anorganska kemijska tehnologija I.**

**Uvod. Teorija gorenja. Tehnologija goriva i loženja. Tehnologija vode. Tehnologija hladnoće. Tehnologija rasvjete. Tehnologija zgusnutih plinova.**

### **Anorganska kemijska tehnologija II.**

**Kemijska veleindustrija: sumporna i solna kiselina, soda i alkalije, klor i klorovi spojevi. Tehnička elektroliza alkali-klorida. Dušična kiselina, njezina sinteza iz zraka. Amonijak, njegova sinteza i oksidacija. Cijanovi i ferocijanovi spojevi. Umjetna gnojiva.**

---

<sup>30</sup> Hanaman je predavao metalurgiju sve do svoje smrti 1941., a kolegij ostaje predmet studija do 1957. kad, zbog podjele Tehničkoga fakulteta, kemijsko-inženjerski studij postaje dio Tehnološkoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, a metalurgija postaje predmet drugih tehničkih fakulteta.

### **Anorganska kemijska tehnologija III.**

**Aluminij i njegovi spojevi. Ultramarin i anorganske boje. Vapno, sadra i cementi. Tehnologija stakla. Keramika. Elektrotehnologija.**

**Vježbe u Zavodu za anorgansku kemijsku tehnologiju i metalurgiju (16 sati tjedno u zimskom i ljetnom semestru)**

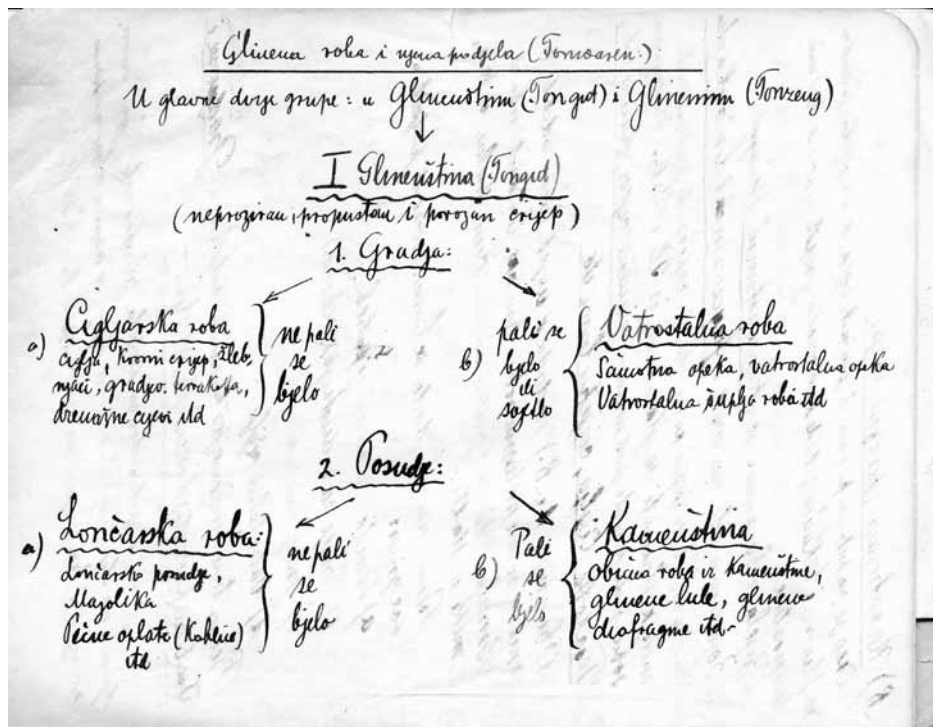
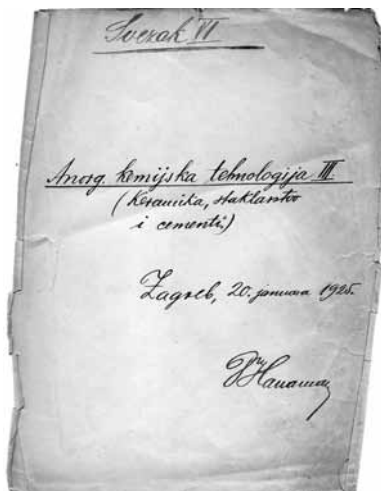
**Kemijsko-analitičko i tehničko-industrijsko ispitivanje najvažnijih sirovina, polufabrikata anorganske kemijske industrije i metalurgije.**

**Analiza rudača, goriva, vode, gnojiva, željeza, čelika i metala te raznih legura. Plinska analiza. Mali metalografski praktikum.**

Kako na hrvatskom jeziku nije postojala prikladna literatura, Hanaman je, služeći se uglavnom njemačkim izvorima, rukom pisao svoja predavanja i kao vrstan crtač sam ih ilustrirao skicama uređaja anorganske kemijske industrije. U Zavodu za anorgansku kemijsku tehnologiju i nemetale sačuvani su rukopisi *Kemijska tehnologija II.* (1922.), *Kemijska tehnologija II., sv. 2, Industrija dušikovih spojeva* (1923.), *Anorganski pigmenti, zemljane boje ili kemijske boje, Anorganska tehnologija II., sv.3* (1923.), *Anorganska kemijska tehnologija II., sv. 4* (1923.), *Anorganska kemijska tehnologija II., sv. 6* (1925.)

Bilo je zanimljivo i zadivljujuće prolistati i pročitati sadržaje tih predavanja, a čitatelji ove knjižice moći će pogledati najzanimljivije crteže aparatura i uređaja.

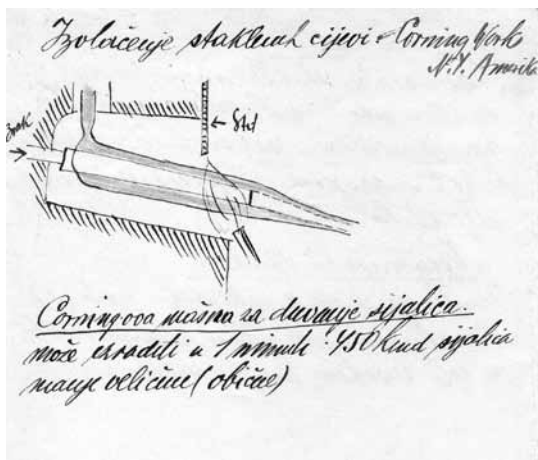
Da bi se studenti mogli izravno upoznati s proizvodnim procesima o kojima im je predavao, ali i s europskom kulturom i znanosti, organizirao je ak. god. 1937/38. ekskurziju u München, Mannheim, Ludwigshafen (BASF), Frankfurt na Maini (Höchst), Köln, Aachen, Düsseldorf (Kaiser Wilhelm Institut, izložba Schaffendes Volk), Essen (Krupp), Nürnberg (Siemens), Hrastnik (Kemijska tvornica i tvornica stakla).



Hanamanovi rukopisi



Svojim je predavanjima Hanaman postavio temelj novim kolegijima što su se na Fakultetu razvijali potaknuti zahtjevima gospodarstva te razvojem znanosti i struke. O tome svjedoči R. Podhorsky navodeći da je profesor Hanaman „imao razumijevanja za moderna strujanja u kemijsko-tehnološkoj



znanosti i nastavi te bio spreman podupirati sve mjere koje su išle prema reformi nastave u smjeru uvođenja kemijskog inženjerstva. Tako je odmah prihvatio prijedlog da se uvede novi predmet kemijsko-tehnološko računanje kao neophodna priprava za orijentaciju nastave prema više inženjerskom profilu visokoškolski obrazovanog tehničkog kemičara. Nije se, međutim, smatrao pozvanim da takvu reformu kemijsko-tehnološke nastave sam provodi. Osjećao je da je u prvom redu metalurg, stoga se namjeravao posvetiti organizaciji nastave za inženjere metalurge na rudarsko-metalurškom odsjeku Tehničkog fakulteta koji se utemeljio kratko vrijeme prije njegove smrti na njegovu inicijativu.“

Hanaman je znao da u Podhorskom ima dostojnoga nasljednika koji će postojeći kemijsko-tehnološki studij usmjeriti prema inženjerstvu. Kolegij kemijsko-tehnološko računanje uveden je ak.god. 1935/36. u nastavni program kao nužna prethodnica modernih inženjerskih predmeta na studiju, što je najposlije rezultiralo današnjim Fakultetom kemijskog inženjerstva i tehnologije koji samostalno djeluje od 16. XI. 1991.

Podhorsky svojega profesora opisuje kao osobu široka znanja, izvrsnog eksperimentatora i praktičara koji je puno vremena boravio u

laboratoriju, premda je rezultate svojega rada, zbog izrazite autokritičnosti, vrlo rijetko objavljivao. Na upite zašto to čini, on bi u šali odgovarao da nema vremena „mrčiti papir“. Nadao se, ipak, da će jednom, unatoč brojnim dužnostima na Sveučilištu i fakultetu, naći vremena da budućim generacijama ostavi „staloženi ekstrakt svog velikog stručnog iskustva i tehničko-eksperimentalnog rada“.

Opraštajući se od svojega profesora, on o Hanamanu svjedoči bitranim riječima: „Na svoje đake nije profesor Hanaman možda toliko djelovao formalnom savršenošću svojih predavanja, koliko svojim mladenačkim oduševljenjem za predmet, koje je elementarnom silom prenosio na slušače; svojim zdravim razumom i prostim logičkim rasuđivanjem koje je odavalo čovjeka velikog praktičkog i životnog iskustva; svojim neposrednim i prijateljskim načinom ophođenja u kojem je slušače poticao na autokritiku, a istodobno u njima ostavljao dojam da ih priznaje kao potpune ljude, koji marom i dobrom voljom mogu da prebrode sve teškoće u sebi i izvan sebe. Ne može se poreći da u stručnom odgoju, kao u odgoju uopće, igraju ulogu i momenti koji su izvan čisto stručne domene. U tom pogledu daci prof. Hanamana jednodušni su u priznanju trajnog djelovanja što ga je imala na njihov daljnji razvoj činjenica, da im je u kritično vrijeme njihova mladenaštva rukovodio stručnim odgojem čovjek, tako očividno pravedan i čestit, tako dobar i otmjen, tako kolegijalan u ophođenju, kako je to bio pokojni profesor Hanaman.“

Vladimir Muljević – koji je svojim brojnim člancima promicao ime i djelo Franje Hanamana u vrijeme kad je on bio gotovo zaboravljen – prisjeća se da je kao student Tehničkoga fakulteta u Zagrebu u I. semestru ak. god. 1932./33. upisao Hanamanov predmet Mehanička tehnologija I. (Metalurgija) s tri sata predavanja. Ispit je položio u listopadu 1933. Svoj je indeks s Hanamanovim potpisom i ocjenom odličan brižno čuvao tvrdeći da se „brojni studenti profesora Hanamana sjećaju kao iznimnog, vehementnog i uzornog nastavnika koji je volio svoju struku i poštovao fakultet i Sveučilište na kojem je djelovao do kraja svog života“.

Nakon osnivanja Banovine Hrvatske 1939. dr. Milan Ulmanský, ministar šuma i rudnika, pozvao je Hanamana da svojim znanjem pomogne izgradnji teške industrije. Prihvativši ponudu, vrlo je kratko bio predsjednik Uprave Željezare u Zenici, ali se nakon smjene Ulmanskoga povukao.

Tad mu se pružila prilika da s Nikolom Belančićem ostvari zamisao o utemeljenju Odjela za rudarstvo i metalurgiju Tehničkoga fakulteta. Povjerivši predavanja iz anorganske kemijske tehnologije svome nasljedniku, s velikim entuzijazmom i energijom organizirao je nastavu iz metalurgije za metalurge, kemičare i strojare. Na čelu Odjela bio je od njegova utemeljenja 16. XI. 1939. do svoje prerane smrti 23. I. 1941., koja ga je spriječila da već tada razvije metaluršku nastavu i struku u nas.

## *Rad na dobrobit struke*

**P**rofesor Hanaman je, uz funkcije na Fakultetu i Sveučilištu, bio vrlo aktivan u strukovnim udrugama.

U Društvo inženjera i arhitekata u Hrvatskoj i Slavoniji učlanio se 1924., a 1927./28. bio je član Upravnog odbora Udruženja jugoslavenskih inženjera i arhitekata – sekcija Zagreb. Na njegovu je inicijativu 31. ožujka 1928. osnovan Klub inženjera kemije, predsjednik kojega je bio 1928. – 1931. Današnje Hrvatsko društvo kemijskih inženjera i tehnologa (HDKI) poteklo je iz toga kluba i Franju Hanamana drži svojim utemeljiteljem.

U Zagrebu je 23. siječnja 1926. utemeljena udruga kemičara u Hrvatskoj pod nazivom Jugoslovensko hemijsko društvo (JHD) – Sekcija Zagreb koja 1939. mijenja naziv u Hrvatsko kemijsko društvo. Hanaman je, uz Lavoslava Ružičku, bio među utemeljiteljima i prvim članovima toga Društva.

Zadaća Kluba i Društva bila je poticati suradnju i aktivnosti kemičara i kemijskih inženjera iz industrije i sa Sveučilišta te im omogućiti da čitaju časopis *Arhiv za hemiju i farmaciju* i objavljuju u njemu.

Međutim, zbog nesuglasica između kemičara različitih fakulteta, postalo je upitno daljnje izlaženje *Arhiva*. Prema mišljenju većine, izlaz iz te situacije mogao je naći samo Franjo Hanaman kao pravedna i pošteni osoba, kolegijalna u ophođenju, koja je svojim ponašanjem utjecala na suprotstavljene strane da nađu rješenje problema. Hanaman je bio jedini autoritet da kao stručnjak i čovjek preuzme uredništvo *Arhiva za hemiju i farmaciju* koji je već bio prestao izlaziti. Uspio ga je obnoviti i dovesti do zavidne visine. U svojem uredničkom uvodniku Na pragu drugoga desetljeća izlaženja *Arhiva* on, između ostaloga, piše: „Naš *Arhiv* poslije deset godina eto nije nestao, ali se nije ni učvrstio,



kako bi se moglo očekivati za jedini kemijski časopis u jednom naučnom centru sa desetak kemijskih katedara, jakom kemijskom industrijom i sa bar pet stotina kemičara koji gravitiraju prema njemu. Ako sada, na prelazu iz jednog desetljeća u drugo, bacimo pogled unatrag, [...] utvrdit ćemo jednu vrlo čudnovatu činjenicu. *Arhiv* je spasilo od propasti svojim članskim prinosima osamdesetak kemičara, većinom iz provincije; svojom suradnjom u *Arhivu* nekolicina kemičara, mahom sa Tehničkog fakulteta i Higijenskog zavoda; svojim godišnjim potporama nekoliko kemijskih industrija iz Hrvatske i Vojvodine. Nisu ga podupirali u najkritičnije vrijeme, dakle smatrali su ga u najmanju ruku nepotrebnim, svi ostali kemičari, među njima svi profesori i asistenti zagrebačkog Sveučilišta, osim one nekolicine sa Tehničkog fakulteta.“

Prestanak izlaženja tada jedinoga kemijskog časopisa u Zagrebu, za koji se zamjenom dobivalo 20 % svih inozemnih znanstvenih časopisa, bio bi nenadoknativ gubitak za hrvatsku znanost. Podsjećam da je *Arhiv za hemiju i farmaciju* pokrenut 1927. suradnjom Jugoslovenskoga hemijskog društva i Saveza apotekara, koji je 1934. odustao, ali se naziv časopisa, zbog prethodno navedenih neprilika, nije mijenjao sve do 1938. kad pod Hanamanovim vodstvom mijenja ime u *Arhiv za hemiju i tehnologiju*, da bi već iduće godine nakon osnivanja Banovine Hrvatske postao *Arhiv za kemiju i tehnologiju*. Danas se taj časopis pod nazivom *Croatica chemica acta* u izdanju Hrvatskoga kemijskoga društva diči svojim gotovo devedesetogodišnjim neprekinutim izlaženjem i prepoznatljivošću u svijetu. Zahvaljujući poglavito



Mapa JHD-a s imenom Franje Hanamana

njegovim utemeljiteljima i urednicima Vladimiru Njegovanu, Franji Hanamanu i Rikardu Podhorskom s Kemijsko-inženjerskoga studija Tehničkoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu koji su u taj pothvat uložili toliko nesebičnog rada.

Da bi svojim imenom i znanjem pomogao razvoju industrije, Hanaman se prihvaćao različitih funkcija. Bio je potpredsjednik Zagrebačkog udruženja industrijalaca i Trgovačko-industrijske komore, predsjednik povjerenstva za acilen u Zagrebu, član ravnateljstva Jugoslavenske industrije ulja i boja u Zagrebu, a 1921. postao je načelnikom odjela Ministarstva trgovine i industrije u Zagrebu.

Bio je također član međunarodnih udruga i institucija: Instituta za metale u Londonu, Udruge inženjera rudarstva u Düsseldorfu, Njemačkoga društva za metalurška istraživanja te Njemačke udruge inženjera (VDI) u Berlinu.

Hanamanova komunikativnost i društvene prilike pridonijele su njegovu pridruživanju slobodnozidarskoj loži „Ivan grof Drašković“,

utemeljenoj 1919., kojoj su pripadali mnogi hrvatski intelektualci, među ostalima, kipar Ivan Meštrović, arheolog Grga Novak, književni povjesničar Antun Barac, mineralog i petrograf Fran Tučan, pravnik, povjesničar i političar Marko Kostrenčić, skladatelj Krešimir Baranović, nakladnik Mirko Brayer, dr. sc. Miroslav Karšulin.



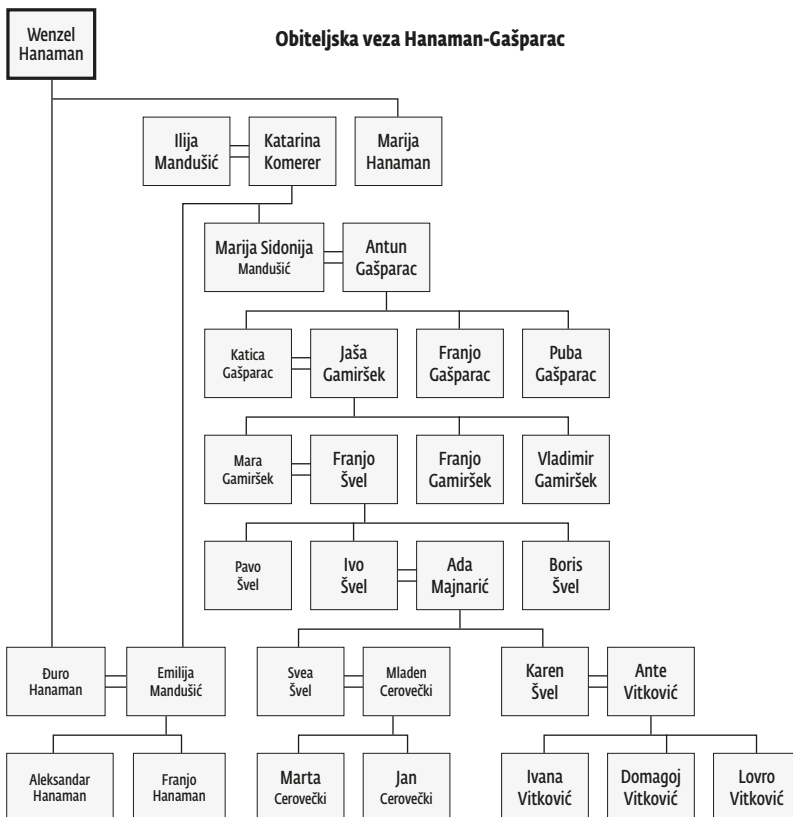
Knjiga masonske lože s Hanamanovim životopisom



GORE: Hanamanov  
pisaći stol  
(pohranjen  
u obitelji K.  
Vitković)

DESNO: Dopisnica  
iz vojske nećakinji  
Maji Gamiršek





Prema svjedočenju suvremenika, Hanaman je bio vrlo društven čovjek i ljubitelj prirode. Bavio se planinarenjem, plivanjem, veslanjem, skijanjem i lovom. Kako je bio neženja, živio je s roditeljima i očevom sestrom u zgradi na uglu Gundulićeve i Žerjavićeve ulice koja je bila vlasništvo Tehničkoga fakulteta.<sup>31</sup>

<sup>31</sup> Zgradu je 1909. poklonio Juraj Žerjavić, opat i župnik u Mariji Bistrici, kao zakladu za uzdržavanje Tehničke visoke škole. I danas je na toj zgradi ploča, obnovljena 1994., koja svjedoči o njegovu dobročinstvu.

Bio je vrlo vezan za majku koja se do kraja života brinula za svoja dva neoženjena sina. Održavao je vezu s rodbinom iz obitelji Gašparac, posebice sa svojom nećakinjom Marom Švel-Gamiršek, poznatom rodoljubnom spisateljicom.

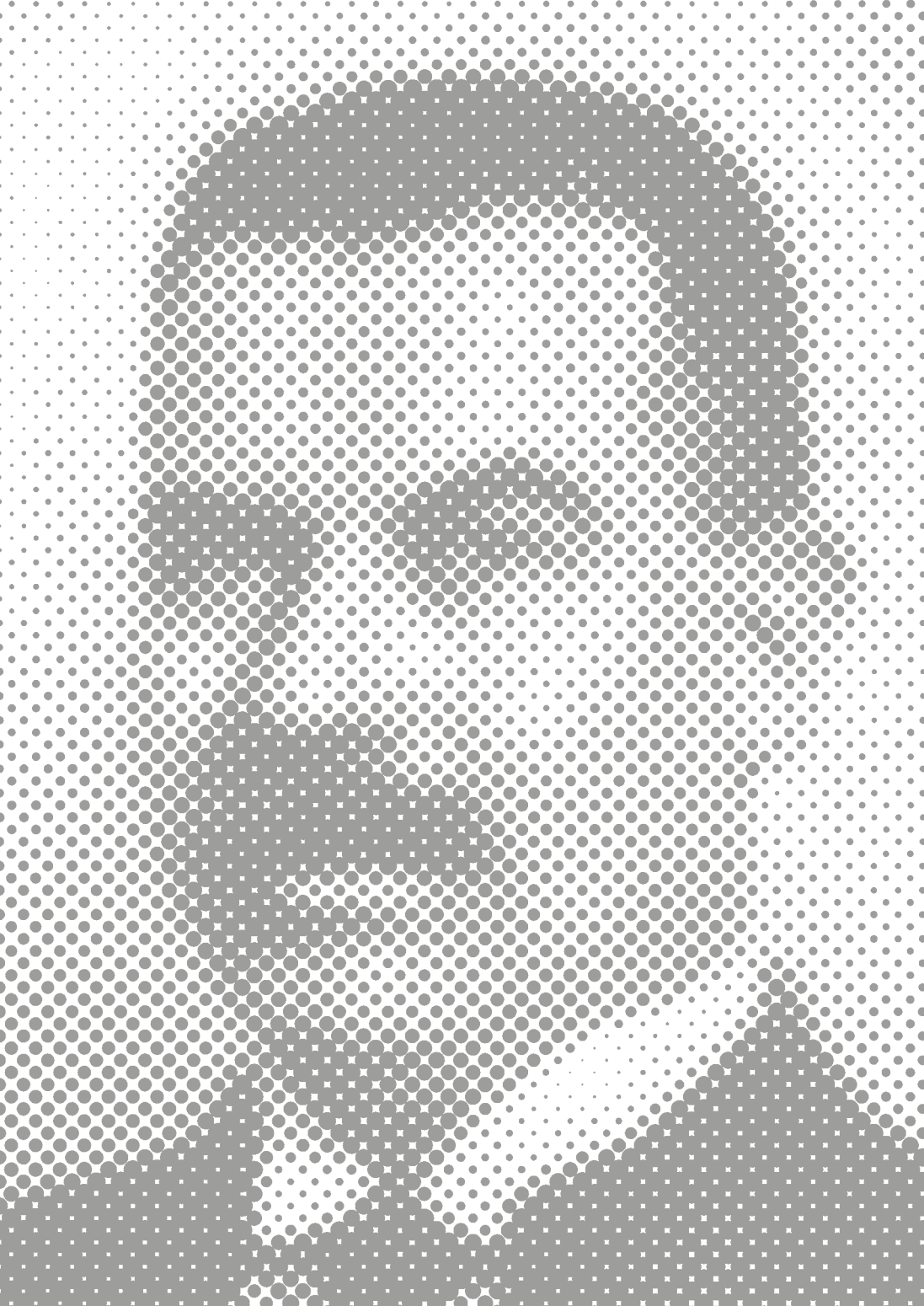
Franju Hanamana i dosad sam poštovala kao jednoga od vizionara našega studija i izumitelja prve volframske žarulje, ali pišući ovu knjižicu bolje sam ga upoznala kao osobu. Bio je nježan sin, iskren i vjeran prijatelj, izvrstan organizator, poštovan kolega i suradnik, omiljen profesor, rodoljub i dobročinitelj. Nadam se da sam svoje spoznaje uspjela prenijeti i čitateljima i potaknuti ih da se ponose djelom i likom još jednoga u nizu istaknutih profesora našega studija.

Završavam ponovno citatom R. Podhorskoga: „Čovjek koji je tolike ljude zadužio svojim tehničkim djelima, svojom dobrotom i svojom čovječnošću, tomu je trajan spomen osiguran. U povijest tehnike njegovo ime ulazi kao ime jednog od izumitelja divnog novog svjetla, u povijest našeg visokog tehničkog školstva kao ime jednog od osnivača i glavnih nosilaca, njegovim đacima i suradnicima pak on će uvijek lebđiti pred očima kao svjetao primjer za nasljedovanje, kao čovjek koji je kao rijetko tko u sebi sjedinio najplemenitije osobine uma i srca.“

Rektor:



Potpis Hanamana kao  
rektora TVŠ-a u Zagrebu



*Počasti*









## Spomen-ploča u Drenovcima

U povodu 100-te obljetnice Hanamanova rođenja na općinskoj zgradi u Drenovcima otkrivena je 30. lipnja 1978. spomen-ploča njemu u čast, a mještanima za sjećanje.

**PRIGODOM 100. OBLJETNICE ROĐENJA U DRENOVCIMA,  
PRONALAZAČU I UČENJAKU PROF. DR. ING. FRANJI HANAMANU  
OVU SPOMEN-PLOČU POSTAVLJA MJESNA ZAJEDNICA DRENOVCI I  
DRUŠTVO PRIJATELJA MUZEJA ŽUPANJA.**

Stjepan Tomić, *Hrašće* **30**(2006)82-83; Vinko Juzbašić, *Život i djelo Franje Hanamana*, *Priroda* **87**(1997)7-8.

## Znanstveni kolokvij o Franji Hanamanu

Općinska narodna knjižnica u Drenovcima organizirala je 25. rujna 1999. znanstveni kolokvij posvećen Franji Hanamanu. Pozivu Gorana Pavlovića, ravnatelja knjižnice i glavnoga urednika časopisa *Hrašće*, odazvao se profesor V. Muljević koji je govorio o Hanamanovu životu i djelu te o razvitku električne ulične rasvjete u Hrvatskoj. Profesor Branko Jemrić prikazao je povijest izuma električne žarulje te njezine proizvodnje u

Hrvatskoj, a M. Kaštelan-Macan naglasila je da je Hanaman bio začetnik kemijskoga inženjerstva u Hrvatskoj.

V. Muljević, Franjo Hanaman, život i djelo, *Hrašće* 19(2000)30-37; V. Muljević, Razvitak električne ulične rasvjete u Hrvatskoj, *Hrašće* 19(2000)38-46; B. Jemrić, Kratka povijest izuma električne žarulje te povijest proizvodnje žarulja u Hrvatskoj, *Hrašće* 19(2000)47-50; M. Kaštelan-Macan, Franjo Hanaman, začetnik kemijskog inženjerstva u Hrvatskoj, *Hrašće* 19(2000)51-57.



Naslovnica časopisa *Hrašće* iz 2000.

## Otkrivanje biste Franje Hanamana

U dvorištu zagrebačkog Tehničkoga muzeja u sklopu Parka velikana prirodoslovlja i tehnike postavljena je i predstavljena javnosti 23. lipnja 2002. bista Franje Hanamana, rad akademskoga kipara Stanka Jančića. Tom je prigodom otvorena njemu posvećena izložba, a na konferenciji za tisak predstavljena je knjiga Renata Filipina *Franjo Hanaman, izumitelj električne žarulje s volframovom niti*, koja je radi popularizacije Hanamanova djela u Europi prevedena na njemački jezik.

O Hanamanu kao izumitelju govorio je autor zamisli o Parku velikana, prof. emer. Vladimir Muljević, koji je među prvima svojim radovima isticao vrijednost Hanamanovih patenata u razvoju rasvjetne tehnike.

Prof. dr. sc. Marija Kaštelan-Macan predstavila je Hanamana kao vizionara kemijsko-inženjerskoga studija koji je 1920-ih osmislio i danas aktualne kolegije uspjevši u njima povezati prirodne znanosti s tehničkim.



Uz otkrivanje Hanamanove biste. Slijeva nadesno  
M. Kaštelan-Macan, S. Szensky i V. Muljević.

Dr. Sandor Szenszky, ravnatelj Mađarskog elektrotehničkog muzeja predstavio je izvornu Just-Hanamanovu žarulju s volframovom niti, izradenu prema njihovu njemačkom patentu iz 1903. Govoreći o povijesti razvoja žarulje, istaknuo je da su Just i Hanaman, mladi asistenti bečke Tehničke visoke škole, bili prvi koji su uspjeli proizvesti volframovu žarnu nit, što je tada bio revolucionaran izum.

■ *HEP vjesnik* 132(2002)12.

### **Nagrada Franjo Hanaman za promicanje imena Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije**

Nagrada je utemeljena na prijedlog Odbora za promicanje imena Fakulteta. Odluka o prihvaćanju Pravilnika donesena na Fakultetskom vijeću 17. lipnja 2002., a nešto izmijenjeni tekst Pravilnika prihvaćen je 26. svibnja 2014. Autor medalje s likom Franje Hanamana je akademski kipar Ivica Antolčić.

Medalja s likom Franje Hanamana,  
autora Ivice Antolčića



*Pravilnik o uvjetima i postupku podjeljivanja Nagrade Franjo Hanaman Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije, Sveučilišta u Zagrebu*

#### **Članak 1.**

Nagrada Franjo Hanaman Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu podjeljuje se za svekoliku djelatnost na promicanju imena Fakulteta.

#### **Članak 2.**

Predloženci za Nagradu mogu biti nastavnici i suradnici (profesori, docenti, predavači, asistenti) te znanstveni novaci.

Prijedlog za podjeljivanje Nagrade mogu dati pojedinci, skupine pojedinaca ili organizacijske jedinice Fakulteta.

Predloženci mogu biti i studenti koji se natječu u posebnoj kategoriji.

Prijedlog za dodjelu Nagrade studentima daje Uprava Fakulteta.

#### **Članak 3.**

Prijedlog iz članka 2. Pravilnika sadržava životopis predloženika te iscrpno i dokumentirano obrazloženje.

Osim znanstvene, stručne i nastavne djelatnosti ocjenjuje se i doprinos predloženika razvoju Fakulteta i promicanju njegova imena u sveučilišnoj i društvenoj zajednici, te na međunarodnoj razini.

#### **Članak 4.**

Prijedlog se upućuje Fakultetskom vijeću radi donošenja odluke.

U prosudbu se uzimaju prijedlozi koji su stigli do posljednje sjednice Fakultetskog vijeća u lipnju.

#### **Članak 5.**

Dekan imenuje povjerenstvo, koje čini pet članova Fakultetskog vijeća. Povjerenstvo je dužno u roku od mjesec dana nakon imenovanja podnijeti izvješće Fakultetskom vijeću, u kojemu ocjenjuje prijedlog za podjeljivanje Nagrade.

#### **Članak 6.**

Na osnovi izvješća povjerenstva, Fakultetsko vijeće odlučuje o podjeljivanju Nagrade većinom glasova članova vijeća koji prisustvuju sjednici.

#### Članak 7.

**Nagrada u obliku diplome i medalje s likom Franje Hanamana podjeljuje se, u pravilu, godišnje.**

#### Članak 8.

**Nagradu uručuje dekan na prigodnoj svečanosti povodom Dana Fakulteta. Uručivanju Nagrade prisustvuju nagrađeni i članovi Fakultetskog vijeća.**

Dobitnici Nagrade Franjo Hanaman: prof. dr. sc. Ljerka Duić (2004.), prof. dr. sc. Štefica Cerjan-Stefanović i prof. dr. sc. Marija Kaštelan-Macan (2005.), prof. dr. sc. Vesna Tomašić (2008.), prof. dr. sc. Marko Rogošić (2009.), izv. prof. dr. sc. Gordana Matijašić (2010.), prof. dr. sc. Natalija Koprivanac (2011.), prof. dr. sc. Antun Glasnović (2012.), prof. emerita Helena Jasna Mencer (2013.), prof. dr. sc. Sandra Babić i Studentski zbor Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu (2014.), prof. dr. sc. Stanislav Kurajica (2016.).

### Izložba „Vizionari kemijsko-inženjerskoga studija“

Na Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije otvoren je u na Dan Fakulteta, 20. listopada 2004., stalni postav izložbe Vizionari kemijsko-inženjerskoga studija, autorice M. Kaštelan-Macan. Izložba je smještena na 1. katu zgrade na Marulićevu trgu, kbr. 20 kao podsjetnik na profesore koji su stvarali studij, a među njima je istaknuto mjesto imao Franjo Hanaman.

Katalog stalnoga postava izložbe Vizionari kemijsko-inženjerskog studija (2004.)



## Film *Divno novo svjetlo*

U serijalu HTV-a Velikani u sjeni prikazan je 2012. film o Franji Hanamanu *Divno novo svjetlo* redatelja Željka Belića. Dio filma snimljen je u studentskom laboratoriju Zavoda za analitičku kemiju Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu. Hanamana je glumio Žarko Savić, a njegovu pomoćnicu zavodska tehničarka Slavica Kos. Film riječima i slikom prati Hanamanov životni put od djetinjstva u Drenovcima, školovanja u Zemunu, studija i asistenture na Tehničkoj visokoj školi u Beču, rada na izumu volframske žarne niti



Scena iz filma *Divno novo svjetlo*

i dolaska u Zagreb. Just-Hanamanove izume gledateljima su približili Sandor Szencszy, ravnatelj Mađarskog elektrotehničkog muzeja i Renato Filipin, dipl. ing., viši kustos Tehničkoga muzeja „Nikola Tesla“ u Zagrebu. Prof. dr. sc. Snježana Paušek-Badždar, upraviteljica Zavoda za povijest i filozofiju znanosti, Odsjek za povijest prirodnih i matematičkih znanosti HAZU govorila je o Hanamanovu školovanju i studiju te o njegovu dolasku u Zagreb nakon prodaje patenata. Hanamana, kao jednoga od utemeljitelja kemičko-inženjerskoga studija i predstojnika

Zavoda za anorgansku kemijsku tehnologiju i metalurgiju – u koji je uložio novac dobiven prodajom patenata – i vizionara kemijsko-inženjerskoga studija opisala je M. Kaštelan-Macan. Urednik časopisa *Hrašće*, Goran Pavlović i povjesničar-amater Ivica Ćosić-Bukvin ocrtali su život njemačke etničke zajednice u Drenovcima i Cvelferiji.<sup>32</sup>

## Noć muzeja. Izumi i otkrića

Zavičajni muzej „Stjepan Gruber“ u Županji svoju je izložbu Izumi i otkrića u Noći muzeja 2015. posvetio Davidu Schwarzu i Franji Hanamanu, genijalnim izumiteljima iz županijskoga kraja.

Plaketa Br. Franjo Hanaman 1911. – 1936.  
(Uvršteno dopuštanjem Zavičajnoga muzeja „Stjepan Gruber“, Županja)



## Predavanje u povodu Međunarodne godine svjetlosti

Na poziv Općinske narodne knjižnice u Drenovcima u povodu Međunarodne godine svjetlosti M. Kaštelan-Macan je 4. studenog 2015., nakon prikazivanja filma *Divno novo svjetlo*, održala predavanje, Franjo Hanaman, znanstvenik, izumitelj i vizionar, za učenike viših razreda osnovne škole. O obitelji Hanaman u Drenovcima i pronađenom primjerku Hanamanove disertacije govorio je I. Ćosić-Bukvin.

---

<sup>32</sup> Cvelferija je granično područje koje obuhvaća devet sela županijskoga kraja. Naziv Cvelferija potječe iz 16. stoljeća kad je kao dvanaesta satnija bila dio Vojne krajine.



S predavanja u Drenovcima

## **Ulice Franje Hanamana**

Prema mojim spoznajama, Hanamanovo ime nosi ulica na Trešnjevki u Zagrebu te ulice u Županji i Drenovcima. Premalo za izumitelja volframske žarulje i zaslužna profesora Sveučilišta u Zagrebu.

## **Hanamanova ostavština**

Premda su mnogi Hanamanovi predmeti i dokumenti nestali nakon njegove smrti, dio je sačuvan u Zavodu za anorgansku kemijsku tehnologiju i nemetale Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije i fakultetskoj Arhivi. Primjerak Hanamanove disertacije otkupljen je 2016. i pohranjen u sobi dekana.



Hanamanova majka Emijija  
(desno) sa sestom Marijom  
Sidonijom 1870-ih

U Tehničkom muzeju u Zagrebu čuvaju se Hanamanov indeks, njegova diploma, portret u ulju autorice Naste Rojc, ploča s vrata njegova kabineta, osmrtnica i nekoliko fotografija.

Izvorna Just-Hanamanova žarulja dio je fundusa Zavičajnoga muzeja „Stjepan Gruber“ u Županji.

Svea Švel-Cerovečki sačuvala je nekoliko zanimljivih dokumenata i fotografija iz Hanamanova obiteljskog i javnog života, a njezina sestra Karen Vitković Hanamanov pisajući stol.





*Izvori i bibliografija*





## Izvori

1. F. Hanaman, Ein Apparat für elektroanalytische Zwecke, *Zeitschrift für Elektrochemie* **8**:25(1902)398-401.
2. u+a, Hrvat izumitelj wolframske svjetiljke, *Trščanski Lloyd* **4**(1906)6.
3. S. Plivelić, Wolframova sijalica, u: O. Kučera i S. Plivelić, *Novovjekni izumi*, knjiga IV., Matica hrvatska, Zagreb 1913., str. 93-111.
4. J. W. Howell i H. Schroeder, *History of the Incandescent Lamp*, The Maqua Company, Schenectady 1927.
5. F. Regelsberger, *Chemische Technologie der Leichtmetalle und ihrer Legierungen*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 1926.
6. V. N(jegovan), Franjo Hanaman, prigodom 50-godišnjice života i 25-godišnjice volframove sijalice, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **3**(1928)105-109; *Riječ* **24**:153(1928)7; *Tehnički list* **10**:13(1928)193-194.
7. F. Baumann, Bedeutung der Arbeiten prof. dr. F. Hanamans für die Entwicklung der elektrischen Glühlampe, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **3**(1928)109-112; prijevod na hrvatski: Značenje radova prof. dr. F. Hanamana za razvitak električne sijalice, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **3**(1928)113-115.
8. *Godišnjak Hrvatskog sveučilišta u Zagrebu 1933./34.-1938./39.*, Zagreb 1940., str. 240-241.
9. V. M., Bratu Franji, *Šestar* **16**(1937)97.
10. M. M., Br. Franjo Hanaman, *Šestar* **16**(1937)99-101.
11. M. V., Br. Dr. Franjo Hanaman, *Šestar* **16**(1937)102-105, 113-117.
12. R. Podhorsky, Prof. dr. ing. Franjo Hanaman, *Arhiv za kemiju i tehnologiju* **14**(1940)81-92.

13. R. Podhorsky, Prof. dr. ing. Franjo Hanaman, *Inženjer* **1**:9/10(1940)63-64.
14. Ur., Smrt profesora dra Hanamana, *Priroda* **31**:3(1941)93-94.
15. Umro sveučilišni profesor dr. Franjo Hanaman, *Obzor* **81**:19(1941)1.
16. S. Szavits Nossan, Dr. ing. Franjo Hanaman, *Službeni vjesnik inženjerskih komora Banovine Hrvatske* **9**:1-3(1941)29-30.
17. Prof. dr. ing. Franjo Hanaman, Unerwarteter Tod eines Gelehrten von Weltruf, des Erfinders des Wolfram-Glühlampen faden, *Morgenblatt* **56**:20(1941)4.
18. Smrt prof. dr. ing. Franje Hanamana, *Jugoslavenski Lloyd* **32**:19(1941)2.
19. En.<sup>33</sup>, Umro je učenjak svjetskog glasa prof. dr. ing. Franjo Hanaman, izumitelj wolframovih sijalica, *Novosti* **35**:24(1941)13.
20. J., Umro prof. dr. ing. Franjo Hanaman, Najboljeg stručnjaka za metalurgiju zatekla je smrt u organiziranju rudarskog odsjeka na Tehničkom fakultetu, *Jutarnji list* **30**:10418(1941)14.
21. M. Ferić, Kemija, u: *Naša domovina*, 1., Zagreb 1943., str. 453, 458, 600.
22. *Tehnički fakultet Hrvatskog sveučilišta u Zagrebu. Spomenica 1942.-1943.* (ur. S. Horvat), Zagreb 1943., str. 10, 13-16, 29-30, 48, 188.
23. S. Kratochvil i J. Kratochvil, Documenta chemica Yugoslavia, *Croatica Chemica Acta* **1**(1927) – **30**(1958), Zagreb 1959., str. 45, 50.
24. V. Hahn, V. Marjanović-Krajovan, I. Bach i D. Maljković, Tehnološki fakultet u Zagrebu, u: *Spomenica u povodu proslave 300. godišnjice Sveučilišta u Zagrebu II.*, Zagreb 1969., str. 244.
25. R. Podhorsky, Franjo Hanaman (1878-1941), *Hrvatsko sveučilište* **20**(1971)7.
26. *Tehnička enciklopedija JLZ*, sv. 4., Zagreb 1973., str. 263-264.
27. Centar za održavanje privredne opreme Hrvatske osnovao „Nagradu Franje Hanamana“, *Tehnički pregled* **2**(1974)7-9.<sup>34</sup>
28. B. Težak i S. Maričić, Pedeset godina od pojave našeg časopisa, *Croatica Chemica Acta* **49**(1977) I-IV.
29. V. Muljević, O stotoj obljetnici električne žarulje (II), *Elektrotehnika* **23**(1980)167-174.
30. Ž. Dadić, *Povijest egzaktnih znanosti u Hrvata*, 2., Sveučilišna naklada Liber, Zagreb 1982., str. 291, 302-304, 323.

---

33 N. Smolčić.

34 Nagrada „za doprinos od posebnog značenja za održavanje i antikorozivnu zaštitu postrojenja“ dodijeljena je 1974. (između ostalih M. Karšulinu i I. Esihu), a nakon toga se ugasila.

31. B. Šuveljak, Franjo Hanaman, *Glas Slavonije* 12485(1986)6.
32. M. Kaštelan-Macan, *Počeci kemijsko-tehnološkog studija u Hrvatskoj*, Tehnološki fakultet, Zagreb 1989., str. 10, 23-24.
33. V. Muljević, Doprinos Franje Hanamana suvremenoj žarulji, *Zbornik radova 2. njemačko-jugoslavenskoga simpozija o novim tehnologijama II.*, Zagreb 1989., str. 15-16.
34. *Kemijsko-tehnološki studij 1919-1989* (ur. Lj. Duić i D. Turkalj), Tehnološki fakultet, Zagreb 1989., str. 56.
35. S. Tomić, Pronalazač svjetla u tami zaborava, *Županjski vjesnik*, Županja 1994., str. 188; *Hrašće* 1(1996)15-16.
36. I. Ćosić-Bukvin, Ing. Franz Hanaman aus Drenovci in Slawonien, *Hrašće* 1(1996)22-23.
37. D. Grdenić, Prvi hrvatski kemičari, *Kemija u industriji* 42(1993)171-186.
38. R. Franz-Štern, Rektori Tehničke visoke škole u Zagrebu, u: *Tehnički fakulteti 1919.-1994.* (ur. T. Premerl), Sveučilište u Zagrebu, Zagreb 1994., str. 651.
39. V. Erl, Iz Drenovaca u svijet. Prvi hrvatski kemičar-metalurg prof. dr. ing Franjo Hanaman, *Putujući Slavonijom* 1:4(1994)8-9.
40. V. Muljević, Franjo Hanaman, jedan od izumitelja volframove električne žarulje, *Vjesnik HAZU* 4:6-7(1995)122-124.
41. V. Muljević, Volfram kao srce žarulje, *Hrašće* 1(1996)17-21.
42. D. Škare, Kemija u Hrvatskoj poslije 1874. godine, u: *Katalog izložbe Znanost u Hrvata: prirodoslovlje i njegova primjena*, 2. MGC Klovićevi dvori, Zagreb 1996., str. 200-201.
43. M. Hraste, Kemijsko inženjerstvo, u: *Katalog izložbe Znanost u Hrvata: prirodoslovlje i njegova primjena*, 2. MGC Klovićevi dvori, Zagreb 1996., str. 474-475.
44. M. Kaštelan-Macan, Franjo Hanaman, izumitelj volframove žarne niti, u: *Katalog izložbe Znanost u Hrvata: prirodoslovlje i njegova primjena*, 2. MGC Klovićevi dvori, Zagreb 1996., str. 479.
45. V. Juzbašić, Život i djelo Franje Hanamana, *Priroda* 87(1997)7-8.
46. V. Muljević, Jedan od izumitelja volframove niti za žarulju, *Hrvatski glasnik intelektualnog vlasništva* 41(1997)1099 -1101.
47. *Radovi*. Leksikografski zavod „Miroslav Krleža“ 8(1999)1451.<sup>35</sup>

---

35 U tekstu *Iz Krležine baštine – marginalije* uz tekstove za *Opću enciklopediju* (drugi dio) Krležinom je rukom uz članak o F. Hanamanu napisano „nije trebalo da uđe“!

48. *Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu 1919.-1999. Monografija*, Zagreb 1999., str. 43.
49. V. Muljević, Franjo Hanaman, život i djelo, *Hrašće* **19**(2000)30-37.
50. V. Muljević, Razvitak električne ulične rasvjete u Hrvatskoj, *Hrašće* **19**(2000)38-46.
51. B. Jemrić, Kratka povijest izuma električne žarulje te povijest proizvodnje žarulja u Hrvatskoj, *Hrašće* **19**(2000)47-50.
52. M. Kaštelan-Macan, Franjo Hanaman, začetnik kemijskog inženjerstva u Hrvatskoj, *Hrašće* **19**(2000)51-57.
53. T. Horvath i S. A. Jeszensky, *Magyar elektrotehnika tortenete*, Budimpešta 2000., str. 127-132.
54. R. Filipin, *Franjo Hanaman, izumitelj električne žarulje s volframovom niti, 1878.-1941.*, Tehnički muzej, Zagreb 2001.
55. O. Ulovec, Franjo Hanaman, sveučilišni profesor, *Hrašće* **26**(2002)5-15.
56. M. Kaštelan-Macan, Franjo Hanaman, u: *Hrvatski biografski leksikon*, sv. 5., Leksikografski zavod „Miroslav Krleža“, Zagreb 2002., s.v.<sup>36</sup>
57. Franjo Hanaman, u: *Hrvatska enciklopedija*, sv. 4., Leksikografski zavod „Miroslav Krleža“, Zagreb 2002., s.v.
58. N. Trinajstić, *100 hrvatskih kemičara*, Školska knjiga, Zagreb 2002., str. 62-63.
59. O utemeljenju nagrade „Franjo Hanaman“ Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije za promicanje imena Fakulteta, *Glasnik Društva diplomiranih inženjera i prijatelja kemijsko-tehnološkog studija* **29**(2002)24.
60. M. Kaštelan-Macan, Priča o kvaliteti, u: *Kemijska analiza u sustavu kvalitete*, Školska knjiga, Zagreb 2003., str. 264-266.
61. Sto godina otkako je Hrvat Hanaman izumio žarulju sa žarnom niti, *Hina News Lines*, 6. svibnja 2003.
62. M. Kaštelan-Macan, U povodu 100. obljetnice volframove žarulje, *Kemija u industriji* **52**(2003)521-523.
63. M. Kaštelan-Macan, Uz 100. obljetnicu Hanamanova patenta, *Glasnik Društva diplomiranih inženjera i prijatelja kemijsko-tehnološkog studija* **31**(2003)5-6.
64. M. Kaštelan-Macan, *Vizionari kemijsko-inženjerskoga studija*, Mentor, Zagreb 2004., str. 66-79.

---

36 sub voce.

65. S. Tomić, Izumitelj prve žarulje rođen je u Drenovcima, *Hrašće* **30**(2006)82-83.
66. I. Zvára, *The Inorganic Radiochemistry of Heavy Elements, Method of Studing Gaseous Compounds*, Springer, 2008., str. 184-186.
67. K. Babay-Bognár, *Az izzólámpagyártás kezdetei*, Eötvös Loránd, Budapest 2012.
68. Franz Hanaman, <http://home.frogn.net/~ejcov/hanaman10.html> (5. XI. 2016.)
69. Arhiva Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije.
70. Bibliografija Nacionalne i sveučilišne biblioteke, CROLIST.
71. Dokumentacija Leksikografskoga zavoda „Miroslav Krleža“.



## *Bibliografija*

Disertacija: *Über Rostversuche mit nitriertem Eisen*, Berlin, 1913.

Habilitacijski rad: *Über Cer-Legierungen. Die Cer-Kupfer-Legierung und ihre Konstitution*, Leipzig, 1915.

### **A. Znanstveni i stručni radovi**

1. F. Hanaman, Ein Apparat für elektroanalytische Zwecke, *Zeitschrift für Elektrochemie* **8**(1902)398-401.
2. F. Hanaman, Kako radi moderna industrija parfuma?, *Jugoslavenski kemičar* **1**(1923)2-3.
3. F. Hanaman, Katranisana krovna ljepenka i katranski proizvodi, *Tehnički list* **7**(1925)72-75.
4. F. Hanaman, Prilog ispitivanju metalnog materijala s pomoću metalografskih metoda, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **1**(1927)236-242.
5. F. Hanaman, Više inženjera u privredi. Uloga inženjera u privrednom životu države,<sup>37</sup> *Novo narodno bogatstvo* **1**(1928)6-7.
6. F. Hanaman, Elektrohemijska i elektrometalurška industrija Norveške, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **2**(1928)86-95.
7. F. Hanaman, Ilovača i poroznost opeke, *Građevinski vjesnik* **1**(1932)4-7.
8. F. Hanaman, Maziva ulja i korozija parnih kotlova, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **8**(1934)50-53; *Rudarski i topionički vesnik* **8**(1936)4-6.
9. F. Hanaman, Svjetska nalazišta i proizvodnja manganske rude, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **10**(1936)100-106.

---

37 Referat prigodom 50-godišnjice zagrebačke organizacije inženjera i arhitekata.

## B. Patenti

1. A. Just i F. Hanaman, *Verfahren zur Herstellung von Glühkörpern aus Wolfram oder Molybdän für elektrische Glühlampen*, D.R.P. 154.262 (15. IV. 1903.).
2. A. Just i F. Hanaman, *Eljárás wolframból vagy molybdänből elektromos izzólámpákhoz való izzótestek előállítására*, HU 34.541 (7. X. 1904.).
3. A. Just i F. Hanaman, *Verfahren zur Herstellung von Glühkörpern aus Wolfram oder Molybdän für elektrische Glühlampen*, AT 20.888 (15. III. 1905.).
4. Wolframlampen Aktien-Gesellschaft, *Verfahren zur Herstellung aus Wolfram oder Molybdän oder Legierungen dieser Metalle bestehenden Glühfäden für elektrische Glühlampen*, D.R.P. 184.379 (9. VI. 1905.).
5. A. Just i F. Hanaman, *Filaments pour lampes à incandescence*, FR 347.661 (18. III. 1905.), dodatak 4912 (15. XI. 1905.).
6. A. Just i F. Hanaman, *Procédé de fabrication de corps métalliques conducteurs pour lampes à incandescence*, FR 358.272 (7. II. 1905.).
7. A. Just i F. Hanaman, *Filaments pour lampes à incandescence*, FR 347. 661 (18. III. 1905.).
8. Auergesellschaft, *Verfahren zur Herstellung von Leuchtkörpern für elektrische Glühlampen*, D.R.P. 182.683 (18. I.1905.).
9. A. Just i F. Hanaman, *Improvement relating to the Manufacture of Incandescent Electric Lamps*, GB 23.899 (29. VI. 1905.).
10. F. Hanaman i A. Just, *Fremgangsmaade til Fremstilling af Glødelegemer af Wolfram eller Molybdæn*, DK 8907 (1. X. 1906.).
11. A. Just i F. Hanaman, *Improvements in and relating to the Manufacture of Incandescing Filaments for Electric Incandescent Lamps*, GB 11.949 (15. II. 1906.).
12. A. Just i F. Hanaman, *Filaments pour lampes à incandescence*, FR 358.272 (7. II. 1906.).
13. A. Just i F. Hanaman, *Improvements relating to the Manufacture of Incandescing Bodies for Electric Incandescent Lamps*, GB 20.175 (13. IX. 1906.).
14. F. Hanaman i A. Just, *Fremgangsmaade til Fremstilling af Glødelegemer til elektriske Glødelamper*, DK 9048 (19. XI. 1906.).
15. F. Hanaman i A. Just, *Fremgangsmaade til Fremstilling af med metallisk Volfram eller Molybdæn eller Legeringer af disse Metaller overtrukne Kul eller Metaltraade eller metalholdige Kultraade*, DK 9107 (10. XII. 1906.).
16. F. Hanaman i A. Just, *Fremgangsmaade til Fremstilling af Glødelegemer af Volfram eller en Legering af Volfram og Molybdæn til elektriske Glødelamper*, DK 9097 (3. X. 1906.).

17. A. Just i F. Hanaman, *Process for Manufacture of Incandescent Bodies for Electric Lamps*, US 855.060 (28. V. 1907.).
18. A. Just i F. Hanaman, *Improvements relating to the Manufacture of Incandescing Bodies for Electric Incandescent Lamps*, GB 11.944 (16. V. 1907.).
19. F. Hanaman i A. Just, *Fremgangsmaade til Fremstilling af Metalglødetraade til elektriske Glødelamper*, DK 9371 (4. III. 1907.).
20. F. Hanaman i A. Just, *Fremgangsmaade til Fremstilling af Glødetraade, bestaaende af Volfram eller Molybdæn eller Legeringer af disse Metaller til elektriske Glødelamper*, DK 9683 (9. VI. 1907.).
21. A. Just i F. Hanaman, *Improvements in and relating to the Manufacture of Incandescing Bodies for Electric Incandescent Lamps*, GB 3225 (10. I. 1907.).
22. A. Just i F. Hanaman, *Improvements relating to the Manufacture of Incandescing Bodies for Electric Incandescent Lamps*, GB 4081 (14. II. 1907.).
23. A. Just i F. Hanaman, *Process of Manufacturing Incandescent Bodies for Electric Lamps*, US 878.463 (4. II. 1908.).
24. A. Just i F. Hanaman, *Improvements in and relating to the Manufacture of Incandescing Bodies for Electric Incandescent Lamps*, GB 3684 (14. II. 1907.).
25. A. Just i F. Hanaman, *Improvements relating to the Manufacture of Incandescing Bodies for Electric Incandescent Lamps*, GB 11.944 (22. V. 1907.).
26. F. Hanaman i A. Just, *Glødelegemer til elektriske Glødelamper og Fremgangsmaade til deres Fremstilling*, DK 9816 (15. VII. 1907.).
27. A. Just i F. Hanaman, *Improvements in and relating to the Manufacture of Cement Joints for Incandescent Electric Lamp Filaments*, GB 9349 (20. IV. 1907.).
28. A. Just i F. Hanaman, *Procédé de liaison des filaments de lampes à incandescence aux conducteurs électriques*, FR 374.653 (20. VI. 1907.).
29. A. Just i F. Hanaman, *Improvements in and relating to the Manufacture of Incandescing Bodies for Electric Incandescent Lamps*, GB 3213 (9. II. 1907.).
30. F. Hanaman i A. Just, *Fremgangsmaade til Fremstilling af Glødetraade bestaaende af Volfram eller Molybdæn eller Legeringer af disse Metaller, til elektriske Glødelamper*, DK 10387 (6. I. 1908.).
31. Wolframlampen Aktien-Gesellschaft, *Vorrichtung zum Einschmelzen des Glühlampenfüßchens in die Glasglocke der Lampe*, AT 50.820 (1. VI. 1911.).

32. A. Just i F. Hanaman, *Incandescent Bodies for Electric Lamps*, US 1.018.502 (27. II. 1912.).
33. F. Hanaman, *Connection between metallic Filaments and Feed-wires of Electric Incandescent Lamps*, US 1.046.780 (10. XII. 1912.).
34. F. Hanaman, *Process of connecting Filaments and Feed-wires for Electric Incandescent Lamps*, US 1.031.710 (9. VII. 1912.).
35. H. Hanemann i F. Hanaman, *Rostschutz für Eisengegenstände*, D.R.P. 271.568 (2. VI. 1912.).
36. H. Hanemann i F. Hanaman, *Moyens de protection des objets en fer contre la rouille*, FR 458.283 (7. X. 1913.).
37. H. Hanemann i F. Hanaman, *Improvements in the Prevention of Corrosion of Iron and Steel*, GB 11.966 (19. III. 1914.).
38. H. Hanemann i F. Hanaman, *Verfahren zur Herstellung von rostschtzenden Stickstoffeisenüberzügen auf eisernen Gegenständen*, D.R.P. 284.803 (28. III. 1914.).
39. H. Hanemann i F. Hanaman, *Rostschutz für Eisengegenstände*, AT 69.374 (15. I. 1915.).
40. H. Hanemann i F. Hanaman, *Prevention of the corrosion of metals – Enduit contre corrosion de métaux*, CA 202.597 (3. VIII. 1920.).
41. F. Hanaman, *Incandescent Body for Incandescent Lamps – Corps incandescent pour ampoules*, CA 220.720 (11. VII. 1922.).

## C. Kratki članci

1. Stogodišnjica Tehničke visoke škole u Kopenhagenu, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **5**(1931)75.
2. O talištu čistog hroma, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **5**(1931)131.
3. Jedinstvenost u izvodenju i iznošenju rezultata, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **6**(1932)38-39.
4. Čelik dvostruke čvrstoće, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **9**(1935)18-19.
5. Mrki ugalj iz Gomionice u Bosni, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **9**(1935)28-29.
6. Metalički cink kao boja, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **9**(1935)31.
7. Alotropske modifikacije kalcija, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **10**(1936)36.
8. Na pragu drugog desetljeća izlaženja „Arhiva“, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **11**(1937)1-3.
9. Uz promjenu imena (riječ urednika), *Arhiv za hemiju i tehnologiju* **12**(1938)1.

10. Dobivanje vapna i magnezija iz dolomita, *Arhiv za hemiju i tehnologiju* **12**(1938)97-98.
11. Novi institut za tehnologiju stakla na Univerzitetu u Sheffieldu, *Arhiv za kemiju i tehnologiju* **13**(1939)58.
12. Industrijalizacija Poljske, *Arhiv za kemiju i tehnologiju* **13**(1939)5860.

## D. Elaborati

1. F. Hanaman, *Der Aluminiumkolben im Aeromotor*, Aeronautički arsenal u Fischamendu kraj Beča (1915. – 1918.)
2. F. Hanaman, *Ersatzlegierung für Aeromotorlager*, Aeronautički arsenal u Fischamendu kraj Beča (1915. – 1918.)
3. M. Krajčinović i F. Hanaman, *Onečišćavanje rijeke Save u Bosanskom Brodu otpadnim vodama pri rafinaciji mineralnih ulja*, Jugoslavenska Standard-Vacuum Oil Comp. d.d. Zagreb (1936.)
4. F. Hanaman i M. Krajčinović, *O proizvodnji vještačkih crijeva iz impregniranog papira* (1937.)

## E. Nekrolozi

1. Eduard Cramer, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **5**(1931)78.
2. Percy Carlyle Gilchrist, *Arhiv za hemiju i farmaciju* **9**(1935)34-35.
3. Dr. Fritz Wüst, *Arhiv za hemiju i tehnologiju* **12**(1938)99-100.
4. Gustav Tamman, *Arhiv za kemiju i tehnologiju* **13**(1939)27-29.

## F. Ostali prilozi

1. Zahvala Dr. Franje Hanamana. Zagreb, 20. januara 1937., *Šestar* **16**(1937)113-117.
2. F. Hanaman, Masonska pregača i njen zadatak,<sup>38</sup> *Šestar* **17**(1938)17-19.

---

<sup>38</sup> Prilikom proslave 25-godišnjice njegova rada.

# *Prilozi*



## *Prilog 1. Odabrani patenti*

Eigentum des  
Kaiserlichen Patentamts.  
Eingefügt der Sammlung  
für die Klasse  
Gruppe 21.



KAISERLICHES PATENTAMT.

PATENTSCHRIFT

— № 154262 —

KLASSE 21 f.

AUSGEBEN DEN 8. SEPTEMBER 1904.

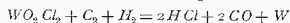
DR. ALEXANDER JUST UND FRANZ HANAMAN IN WIEN.

Verfahren zur Herstellung von Glühkörpern aus Wolfram oder Molybdän für elektrische Glühlampen.

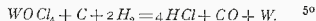
Patentiert im Deutschen Reiche vom 15. April 1903 ab.

Zu den Metallen, die sich infolge ihrer Schwermelbarkeit und Schwerflüchtigkeit besonders für Glühkörper eignen, gehören unter anderen Wolfram und Molybdän. Der Gedanke, Wolfram und Molybdän für Glühkörper zu verwenden, ist keineswegs neu, und es bestehen bereits verschiedene Verfahren, um besondere Überzüge der genannten Metalle auf Platin- oder Kohlefäden zu erzeugen. Vorliegende Erfindung betrifft die Herstellung von Glühfäden aus reinem Wolfram- oder Molybdänmetall. Bekanntlich werden die Oxyhalogenverbindungen, z. B. die Oxychloride dieser Metalle, durch Wasserstoff bei Rotglut unter Bildung von Metall, Halogenwasserstoff und Wasser reduziert. Brachte man daher einen glühenden Metall- oder Kohlefaden in eine Atmosphäre von Wolframoxychloriddampf und überschüssigem Wasserstoff, so schlug sich das reduzierte Wolfram metallisch auf den Kohle- oder Metallfaden nieder, und es ergab sich so ein Glühkörper, der aus einer Seele von Metall oder Kohle und einer Hülle aus Wolfram bzw. Molybdän bestand. Sorgfältige Versuche haben nun ergeben, daß die Reaktion unter gewissen Umständen ganz anders verläuft. Setzt man nämlich einen Kohlefaden in dem Dampfe von Wolframoxychloriden bei Gegenwart von nur sehr wenig Wasserstoff mittels hindurchgeschickten Stromes einer hohen Temperatur aus, so findet ein höchst merkwürdiger Vorgang statt. Der Kohlefaden wird nach und nach

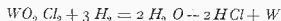
vollkommen in einen Faden von reinem Wolfram verwandelt, ein Prozeß, der in analoger Weise bereits zur Herstellung von Osmiumfäden durch Glühen von Kohlefäden in einer Atmosphäre von Osmiumtetroxyd benutzt worden ist. Der Kohlenstoff verbindet sich im vorliegenden Falle mit dem Sauerstoffe des Oxychlorids zu Kohlenoxyd oder Kohlensäure, das Chlor wird durch Wasserstoff zu Chlorwasserstoff reduziert und das Wolfram schlägt sich an Stelle der Kohle nieder im Sinne der Gleichungen:



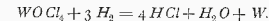
oder



Ist einmal die Kohle vollkommen durch Wolfram ersetzt, so verstärkt man zweckmäßig den Wasserstoffstrom, und das Wolfram schlägt sich nunmehr auf den gebildeten Wolframfaden, denselben verstärkend und ausgleichend, nieder im Sinne der Gleichungen:



oder



Bedingung zum Zustandekommen jener Reaktionsvorgänge, bei welchen die Kohle durch Wolfram ersetzt wird, ist Überschuß von Oxychlorid, das Vorhandensein von sehr wenig freiem Wasserstoff und eine hohe Temperatur des Kohlefadens.

DANSK

PATENT

Nr.

9683.



# BESKRIVELSE,

BEKENDTGJORT DEN 3. JUNI 1907.

Ingeniør FRANZ HANAMAN og Kemiker, Dr. ALEXANDER JUST,

BUDAPEST, UNGARN,

samt

Elektriker- og Fabrikantfirmaet VEREINIGTE ELECTRICITATS-ACTIEN-GESELLSCHAFT,

UPPEST VED BUDAPEST, UNGARN.

**Fremgangsmaade til Fremstilling af Glødetraade, bestaaende af  
Volfram eller Molybdæn eller Legeringer af disse Metaller,  
til elektriske Glødelamper.**

Patent udstedt den 25 Maj 1907, beskyttet fra den 18. Maj 1906.

(Klasse 21: Elektriske Apparater og Maskiner samt Telegrafer og Telefoner.)

Opfindelsen angaar en Fremgangsmaade til Fremstilling af Glødetraade af Volfram eller Molybdæn eller Legeringer af disse Metaller til elektriske Glødelamper. Opfindelsen bestaar i, at Traade af volframholdigt eller molybdænholdigt eller af volfram- og molybdænholdigt Kul forsynes med et Overtræk af de nævnte Metaller, hvorpaa Traadene, der nu bestaar af en Kjerne af metalholdigt Kul og et Hylster af Metal, i kort Tid under Indvirkning af elektrisk Strøm i indifferente Luftarter udsættes for en høj Temperatur. Herved indgaar Kullet en kemisk Forbindelse med Metallet i Traaden, og ved passende Afkøling faar man af disse Karbidtraade rene Metaltraade.

Ved at der paa tidligere ukendt Maade i det første Stadium af Fremgangsmaaden anvendes metalholdige Kultraade, lykkes Fremstillingen af rene Metalglødetraade let og sikkert. Fremstillingen af saadanne metalholdige Kultraade, der benyttes i det første Stadium af Fremgangsmaaden, er i og for sig kendt. Det er dog nyt at anvende saadanne Traade i Forbindelse med den videre i Indledningens angivne Fremgangsmaade.

Fremgangsmaaden medfører for saa vidt

en ny teknisk Virkning, der ikke kan undervurderes, som Kultraade, der allerede indeholder Volfram eller Molybdæn eller begge disse Metaller, ved Overtrækning af dem med Volfram eller Molybdæn. Opløsning af Kullene og Afkøling muliggør et betydeligt hurtigere og glattere Arbejde, fordi derved Opløsningen eller Optagelsen af Kullet ved Hjælp af Metallet væsentlig fremskyndes, ligesom ogsaa Afkølingen. Dette kan føres tilbage til, at der er mere Metal til Stede i Forhold til Kullet. De ved denne Fremgangsmaade fremstillede rene Metaltraade er betydeligt tykkere og derfor mere elastiske end de, der faas ved Overtrækning af metalfri Kultraade.

## Patentkrav.

Fremgangsmaade til Fremstilling af Glødetraade af Volfram eller Molybdæn eller Legeringer af disse Metaller, karakteriseret ved, at Traade af volframholdigt eller molybdænholdigt eller volfram- og molybdænholdigt Kul overtrækkes med Volfram eller med Molybdæn og derpaa forarbejdes til rene Metaltraade.

København 1907. Trykt hos J. H. Schultz.



OFFICE NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE.

BREVET D'INVENTION.

XII. — Instruments de précision, électricité.

8. — LAMPES ÉLECTRIQUES.

N° 358.272

Procédé de fabrication de corps métalliques conducteurs pour lampes à incandescence.

MM. ALEXANDER JUST, FRANZ HANAMAN, Raison sociale : VEREINIGTE ELEKTRIZITÄTS AKTIEN-GESELLSCHAFT; MM. HEINRICH LANDESBERGER et IGNAZ SALZMANN résidant en Autriche-Hongrie.

Demandé le 4 octobre 1905.

Delivré le 12 décembre 1905. — Publié le 7 février 1906.

Cette invention a pour objet la fabrication de corps métalliques conducteurs pour lampes électriques à incandescence, à base de tungstène et de molybdène. Ces métaux peuvent s'obtenir soit à l'état fondu, soit à l'état pulvérulent. Comme ces métaux ne peuvent fondre qu'au four électrique, ainsi qu'on le sait, ils contiennent toujours, quand ils sont fondus, une certaine quantité de carbure, et l'on ne peut alors les obtenir débarrassés de carbone qu'en les extrayant de leurs combinaisons par des réducteurs tels que le potassium, le sodium, le magnésium et l'hydrogène.

Pour fabriquer des corps métalliques incandescents utilisables au moyen des métaux précités, on doit employer divers procédés suivant l'état de la matière première. Lorsque les métaux sont employés à l'état fondu, on opère de la manière suivante :

On prépare les métaux carburés au moyen du four électrique Moissan et on les soumet au procédé de purification de Moissan, qui consiste à fondre au four électrique ces métaux avec leurs oxydes. On ne peut ainsi obtenir les métaux entièrement débarrassés de carbone par ce procédé.

Moissan lui-même n'a pas réussi à abaisser la teneur en carbone du tungstène fondu au-dessous de 1 o/o.

Des essais minutieux qui ont été entrepris dans le but d'éliminer entièrement le carbone ont démontré que ce résultat ne peut être obtenu que lorsque les fils métalliques possèdent déjà la forme des filaments incandescents : on y arrive facilement et sûrement de la manière suivante :

On soumet le métal carburé difficilement fusible, sans l'avoir préalablement purifié (ce qui serait inutile d'après ce qui précède), à une opération d'étréage d'après un procédé connu : il est naturellement avantageux de ne pas opérer avec des métaux trop riches en carbone. On donne à ces fils la forme des filaments usuels pour lampes à incandescence, et on élimine dans le vide de toute façon convenable le carbone; voici comment on y parvient :

On scelle le fil métallique, de préférence dans une monture en nickel, et on le fond à la manière ordinaire dans une ampoule en verre, où l'on a fait partiellement le vide. On peut fondre encore en parallèle ou en série plusieurs fils montés dans un récipient en verre de plus grande dimension, fermé hermétiquement par un moyen quelconque et où l'on raréfie l'air. On dispose sur un circuit cette lampe en quelque sorte provisoire, de manière que les filaments arrivent au rouge très blanc; on élève progressivement la tem-

Prix du fascicule : 1 franc.

OFFICE NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE.

BREVET D'INVENTION.

XII. — Instruments de précision, électricité.

N° 374.653

8. — LAMPES ÉLECTRIQUES.

**Procédé de liaison des filaments de lampes à incandescence aux conducteurs électriques.**

MM. ALEXANDER JUST et FRANZ HANAMAN, SOCIÉTÉ ANONYME RÉUNIE D'ÉLECTRICITÉ et  
MM. IGNAZ SALZMANN et HEINRICH LANDESBERGER résidant en Hongrie.

**Demandé le 23 avril 1906.**

**Délicivré le 24 avril 1907. — Publié le 20 juin 1907.**

[Brevet d'invention dont la délivrance a été ajournée en exécution de l'art. 11 § 7 de la loi du 5 juillet 1844 modifiée par la loi du 7 avril 1902.]

La liaison des filaments métalliques pour lampes à incandescence avec les fils conducteurs de courant présente certaines difficultés, en particulier dans le cas de filaments de tungstène ou d'alliages de ce métal. On ne peut pas avoir recours aux modes de liaison employés avec les filaments de charbon.

On emploie actuellement un procédé consistant à former au point de liaison, un joint de mastic obtenu par l'action d'un courant électrique sur un hydrocarbure liquide, dont on élimine le carbone. Ce procédé ne peut pas être appliqué aux filaments métalliques et en particulier aux filaments de tungstène, car ces filaments, qui ne sont pas obtenus par étirage, ne sont pas suffisamment élastiques pour pouvoir résister aux traitements nécessaires (ser-  
10 rage dans une pièce convenable, etc.). On doit renoncer de même aux autres procédés employés depuis peu pour les lampes à incandescence à filaments de charbon. Lorsqu'on a  
15 essayé d'appliquer ces procédés aux lampes à filaments de tungstène, on a constaté que les joints obtenus ne pouvaient pas être utilisés, par suite de leur trop grande teneur en composés volatils. Un des joints les plus employés pour les lampes à filaments de charbon est  
20 constitué par du carbone et du caramel; ces

corps sont transformés avec addition d'un bain d'eau en une masse plastique placée au point de liaison. Le joint ainsi établi est séché ensuite à une température dépassant légèrement  
30 + 50° centigrades.

Il est évident qu'un joint obtenu de cette manière n'est jamais formé de carbone pur et qu'il présente encore une grande teneur en composés de carbone renfermant de l'hydrogène et de l'oxygène, circonstance qui d'ailleurs pour l'application aux lampes à filaments de charbon n'a pas une importance très grande. Les phénomènes qui ont été observés lors de l'application de ces joints aux lampes à incandescence avec filaments métalliques et en particulier avec filaments de tungstène, ont  
40 prouvé que la teneur en composés de ce genre est un grave inconvénient pour ces lampes et ne permet par suite pas l'application de ces joints, tandis que des joints qui ne renferment pas les composés volatils ci-dessus cités peuvent être employés très avantageusement pour la liaison des filaments métalliques et en particulier des filaments de tungstène pour les  
50 fils conducteurs.

L'invention a pour objet un joint en carbone pour la liaison des filaments métalliques avec les fils conducteurs. Ce joint ne renferme pas:

**Prix du fascicule : 1 franc.**

SUPERSEDED BY  
AMENDED SPECIFICATION.

N<sup>o</sup> 3225



A.D. 1906

Date of Application, 9th Feb., 1906

Complete Specification Left, 10th July, 1906—Accepted, 10th Jan., 1907

PROVISIONAL SPECIFICATION.

“Improvements in and relating to the Manufacture of Incandescing Bodies for Electric Incandescent Lamps”.

We, ALEXANDER JUST, Doctor of Chemistry, of 3, Dessewffy Utca and FRANK HANAMAN, Engineer, of 20 Lipot Korut, both of Budapest, in the Kingdom of Hungary, HEINRICH LANDESBERGER Banker of 14 Wuthgasse and IGNAZ SALZMANN, Gentleman of 14 Favoritenstrasse, both of Vienna in the Empire of Austria and the Firm VEREINIGTE ELECTRICITÄTS-ACTIEN GESELLSCHAFT, of Ujpest, near Budapest aforesaid, do hereby declare the nature of this invention to be as follows:—

- A large number of processes are known for the manufacture of incandescing bodies from tungsten or molybdenum, these processes mainly aiming at two objects; either the metals are deposited upon a conducting core (metal or carbon) which core is then removed in some appropriate manner or else (as in the French Patent No. 347661) tungsten is mixed with organic binding media and filaments are formed which are then carbonised and finally the carbon also is removed by chemical means.
- 15 The present invention has for its object the manufacture of incandescing filaments from tungsten or molybdenum in a manner differing from the known processes, that is to say impregnated organic fibres or impregnated carbon are used. The idea of impregnating organic fibres or carbon filaments with metallic salts is no longer new *per se*, and in particular impregnated carbon filaments
- 20 have frequently been suggested as incandescing bodies. In accordance with the present invention it is however possible to manufacture filaments of pure tungsten or molybdenum from organic fibres or carbon filaments, impregnated with solutions of compounds of these metals. The metallic filaments so produced are characterised by their great uniformity and elasticity and are therefore
- 25 peculiarly adapted for use as incandescing electric bodies. The properties of these metallic filaments are particularly valuable when organic fibres are used which are impregnated in a suitable manner with the respective metallic compounds, as the tungsten or molybdenum or both are distributed in these fibres in the finest form and this molecular distribution is naturally retained in
- 30 the carbon produced by the carbonisation of the fibres, so that after the removal of the carbon the metal remains behind in the form of a homogeneous filament. For the purpose of manufacturing metallic filaments from tungsten or molybdenum or of alloys of both in the manner indicated, in the first place organic fibres are impregnated in the known manner with solutions of the salts or
- 35 compounds of the respective metals. Such fibre may be advantageously in the form of thread or yarn, and the cellulose threads formed in the known manner and which are obtained as an intermediate product in the manufacture of the ordinary carbon filaments are also suitable. The metallic salt solutions employed may be either the solutions of tungstates or molybdates or solutions
- 40 of the halogen compounds of these metals in appropriate solvents. It is advisable to select the solutions of such compounds as crystallise with difficulty or not at all, in order to obtain as fine a distribution as possible and also so that the solution may be employed as highly concentrated as possible. The ammoniacal salts of tungstic or molybdic acid are particularly adapted for this

[Price 8d.]



SUPERSEDED BY  
AMENDED SPECIFICATION.

N° 4081



A.D. 1906

Date of Application, 19th Feb., 1906

Complete Specification Left, 8th Aug., 1906—Accepted, 14th Feb., 1907

PROVISIONAL SPECIFICATION.

“Improvements relating to the Manufacture of Incandescing Bodies for Electric Incandescent Lamps”.

We, ALEXANDER JUST, Doctor of Chemistry, of 3 Dessewffy utca, and FRANZ HANAMAN, Engineer, of 20 Liputkorut, both in Budapest in the Kingdom of Hungary, HEINRICH LANDESBERGER Banker, of 14 Wurthgasse, and IGNAZ SALZMANN, Gentleman, of 14 Favoritenstrasse, both in Vienna, in the Empire of Austria, and the Firm VEREINIGTE ELECTRICITÄTS-ACTIEN GESELLSCHAFT, of Ujpest near Budapest aforesaid, do hereby declare the nature of this invention to be as follows:—

As an intermediate product in the manufacture of incandescent filaments of pure tungsten or molybdenum or alloys of these metals, in some processes carbon or metal filaments or carbon filaments containing metal are employed, being coated with the said metals.

The coating of carbon or metal filaments with metals that are with difficulty fusible has long been known *per se*, and in particular Lodyguine has described a process for producing coatings of tungsten and molybdenum on other conductors (see for example the United States Specification No. 575002).

If, however, attempts are made to produce such coatings in accordance with the processes hitherto known, the conclusion will be arrived at that in practice it is difficult to obtain homogeneous, elastic and uniform coatings, the coatings actually formed being lacking in homogeneity, brittle and irregular.

When filaments coated in this manner are treated in accordance with the known processes for the purpose of forming pure metallic filaments, they of course comprise the same defects, that is to say the metallic filaments that are produced lack homogeneity are brittle and irregular and very badly adapted for use in the manufacture of electric incandescent lamps.

Now in accordance with the present invention it is possible to form extremely homogeneous, elastic and extraordinary uniform coatings of the kind described, so that it is possible, in further treating filaments coated in this manner to form from them pure metallic filaments which are likewise homogeneous, elastic and uniform, so that they are well adapted for use in the manufacture of electric incandescent lamps.

A series of carefully conducted experiments has led to the conclusion that in order to attain the effect described above it is necessary to carry out the said coating process at a reduced pressure.

This was indicated by the observed fact that tungsten and molybdenum separate from their gaseous or vaporiform compounds in a condition which increases in fineness and density according as the pressure of this gas or vapour is diminished.

It has been found that the metals tungsten and molybdenum, when they are deposited at a reduced pressure from their volatile compounds by reducing gases, such as hydrogen, upon conductors heated by the passage of an electric current, are obtained in a micro-crystalline condition and that coatings formed in this manner are dense and uniform owing to this fine crystalline structure.

In addition to this, operating with a reduced pressure is advantageous for

[Price 8s.]



# UNITED STATES PATENT OFFICE.

ALEXANDER JUST AND FRANZ HANAMAN, OF BUDAPEST, AUSTRIA-HUNGARY; ASSIGNORS TO EGYESÜLT IZZÓLAMPÁ ÉS VILLAMOSSÁGI RÉSZVÉNY TÁRSASÁG, OF UJ-PEST, AUSTRIA-HUNGARY.

PROCESS FOR MANUFACTURE OF INCANDESCENT BODIES FOR ELECTRIC LAMPS.

No. 555,060.

Specification of Letters Patent.

Patented May 28, 1907.

Original application filed July 6, 1906, Serial No. 288,523. Divided and this application filed January 5, 1907, Serial No. 885,064.

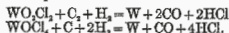
To all whom it may concern:

Be it known that we, ALEXANDER JUST, chemist, and FRANZ HANAMAN, chemical engineer, both subjects of the Emperor of Austria and residing at Budapest, Desewilly utca 3, in the Empire of Austria-Hungary, have jointly invented a certain new and useful Process for Manufacture of Incandescent Bodies for Electric Lamps, of which the following is a specification.

The present invention constitutes the first division of our application for U. S. Letters Patent for manufacture of incandescent electric lamps, filed July 6, 1906, Serial Number 288,523, and has for its object the manufacture of filaments of pure tungsten by means of a process which is based upon the substitution of the carbon contained in a filament by tungsten.

It has become known to convert carbon filaments into tungsten filaments by means of a process which consists in heating carbon filaments by means of an electric current in an atmosphere of oxychloride of tungsten, in the presence of hydrogen, whereby the carbon of the filament becomes substituted by tungsten. Now, the experience has proved that if the said process is carried out in the described way, *via*, with use of a carbon filament, as a starting body, it is not possible to obtain pure tungsten bodies, because of the fact that the inner core of the carbon filament remains uninfluenced by the reactions going on on the exterior only of the filament, or with other words, the reaction is not homogeneous throughout the whole section of the carbon core, with the result that, while the exterior part of the core becomes entirely converted into tungsten, the inner part either undergoes alterations to a slight degree only or remains wholly unaltered. This fact constitutes a very important drawback, because in case of subjecting such an imperfect body to an intense heat, such body becomes easily deteriorated. Overmore in order to obtain thereby such imperfect filaments, considerable time is required, the duration of which injuriously affects the economy of the manufacture. According to the present invention the said process is started with bodies consisting of a mixture of tungsten and carbon, or of a mixture of some tungsten compound

or compounds and carbon, whereby firstly it has become possible to obtain finally pure tungsten filaments and secondly the duration of manufacture is considerably decreased and the manufacture itself facilitated. In order to produce such filaments consisting of a mixture of tungsten and carbon, finely divided tungsten or some tungsten compound, which is readily reduced by carbon to a metal, such as tungsten oxide, tungstic acid, tungsten sulfid or the like is mixed with an organic binding medium, such as solution of cellulose in chlorid of zinc, collodion, coal tar, coal pitch or the like, the filaments being then formed by pressure in the usual manner, and thereupon (after a preceding denaturation in case of applying collodion) these filaments are carbonized. As regards the quantity of the tungsten compound employed in this mixture the proportions should be determined in such a manner that in the finished filaments sufficient carbon is always present to impart the requisite strength to them, as it is the carbon alone that imparts to such a filament the necessary strength for withstanding the subsequent treatment. Thus for example, efficient filaments are obtained, if from 2 to 10 g. tungstic acid are added to a solution of 10 g. cellulose in 260 g. chlorid of zinc of the specific weight 1.83, this mixture being then formed into filaments and carbonized in absence of air. The said filaments which consist of carbon and tungsten in accordance with the present process are submitted to the following further treatment: The filaments are submitted to an electric current in an atmosphere of vapor of the oxyhalogen compounds of tungsten (such as tungsten oxychlorides)  $WO_2Cl_2$ ,  $WOCl_4$  in the presence of a little free hydrogen. When the filament incandescences, the reactions indicated by the following equations take place:



As will be seen, in this reaction the carbon still contained in the filament is replaced by tungsten.

What we claim as our invention and desire to secure by Letters Patent is:

1. The method of making incandescing

2

885,060

bodies for electric lamps which consists in producing the said body from a mixture of carbon and tungsten and replacing the carbon totally by tungsten, substantially as described.

2. The method of making incandescing bodies for electric lamps which consists in heating a mixture of carbon and tungsten to a red heat in the vapor of oxyhalogen compound of tungsten by an electric current in the presence of hydrogen to cause the carbon

to be replaced totally by tungsten, substantially as described.

In testimony whereof we have signed our names to this specification in the presence of two subscribing witnesses.

ALEXANDER JUST,  
FRANZ HANAMAN.

Witnesses:

TOIBORS HAJÓY,  
CHARLES E. WALKER.

# UNITED STATES PATENT OFFICE.

ALEXANDER JUST AND FRANZ HANAMAN, OF BUDAPEST, AUSTRIA-HUNGARY, ASSIGNORS, BY DIRECT AND MESNE ASSIGNMENTS, TO GENERAL ELECTRIC COMPANY, A CORPORATION OF NEW YORK.

## INCANDESCENT BODIES FOR ELECTRIC LAMPS.

1,018,502.

Specification of Letters Patent. Patented Feb. 27, 1912.

No Drawing.

Application filed July 6, 1905. Serial No. 248,523.

*To all whom it may concern:*

Be it known that we, ALEXANDER JUST, chemist, and FRANZ HANAMAN, chemical engineer, subjects of the Emperor of Austria-Hungary, residing at Desewffy utca 3, Budapest, in the Empire of Austria-Hungary, have jointly invented certain new and useful Incandescent Bodies for Electric Lamps, of which the following is a specification.

10 The present invention has for its object incandescing filaments for incandescent electric lights or lamps which are composed of substantially pure tungsten.

15 Incandescing filaments of this kind may be manufactured in accordance with processes hereinafter described.

One such process is started with bodies consisting of a mixture of tungsten and organic binding media. Such bodies are carbonized and thereupon the carbon is removed by chemical means, the remaining filament or body consisting therefore purely of tungsten. Instead of using tungsten in the first step of manufacture we may also employ compounds of tungsten.

25 In order to produce filaments consisting of a mixture of tungsten and carbon, finely divided tungsten, or some tungsten compound which is readily reduced by carbon to a metal, such as tungsten oxid, tungstic acid, tungsten sulfid or the like is mixed with an organic binding medium, such as solution of cellulose in chlorid of zinc, collodion, coal tar, coal pitch or the like, the filaments being then formed by pressure in the usual manner and thereupon (or after a preceding denaturation in case of applying collodion) these filaments are carbonized. As regards the quantity of the tungsten compound employed in this mixture the proportions should be determined in such a manner that in the finished filaments sufficient carbon is present to impart the requisite strength to them as it is the carbon alone that imparts to such a filament the necessary strength for withstanding the subsequent treatment. Thus for example, efficient filaments are obtained, if from 2 to 10 g. tungstic acid are added to a solution of 10 g. cellulose in 260 g. chlorid of zinc of the specific weight of 1.83, this mixture being then formed into filaments and carbonized in absence of air. The said

filaments which consist of a homogeneous mixture of carbon and tungsten and which are to be regarded as intermediate products, in accordance with the present process are treated in such a way that the carbon is removed therefrom by chemical means. This may be effected, for example, by submitting the filament to the action of an electric current and raising it to a high temperature in an atmosphere of steam and hydrogen. In this process the carbon, analogously to the water-gas process, is completely oxidized into carbonic oxid, and there remains a filament of tungsten. These filaments then may be equalized in a manner analogous to that employed in the treatment of ordinary carbon filaments, by submitting them to the action of a current in an atmosphere of volatile tungsten compounds in the presence of a considerable quantity of hydrogen, so that the tungsten deposited equalizes the filaments. The filaments so produced are fused in the customary manner into glass bulbs, which are then exhausted. Finally tungsten incandescing filaments may be manufactured in the following manner:—As is already known, it is old to coat carbon filaments with tungsten by heating such filaments in the vapor of a halogen compound of this metal in the presence of a large quantity of hydrogen. The finest possible carbon filaments (of about 0.04 mm. in diameter) are coated with a layer of sufficient thickness of the said metal and the filaments are then treated in the following manner: The filaments are exposed in an atmosphere of neutral gases under the influence of an electric current to a high temperature, whereby in a few minutes the carbon contained in the core is dissolved by the metal surrounding it. This solution takes place owing to the fact that the free carbon is absorbed by the metal as carbid. A filament treated in this manner shows itself to be perfectly homogeneous, if a point of fracture is submitted to microscopic inspection, which affords proof that it no longer contains any carbon core. These filaments may now be readily freed from carbon as described above so that pure metal filaments are obtained.

The filaments produced according to this invention consist of dense coherent tungsten metal and have a high fusing point of ap-

proximately 3200° C. and are capable of incandescent efficiency at the rate of less than 1 watt per candle power and are substantially free from perceptible disintegration at that efficiency, the light-emitting properties of the filaments being due to the coherent, homogeneous metallic nature of the tungsten.

What we claim herein as new and desire to secure by Letters Patent is:—

1. A filament for incandescent lights consisting of tungsten in a coherent metallic state and homogeneous throughout.

2. A filament for incandescent lights consisting throughout of substantially pure metallic tungsten of high fusing point and electrically conductive, the light emitting properties of the filament being due to the

coherent, homogeneous metallic nature of the tungsten.

3. A filament for electric incandescent lights comprising dense, coherent tungsten metal, having its fusing point approximately 3200° C. and capable of incandescent efficiency at the rate of less than 1 watt per candle power and substantially free from perceptible disintegration at that efficiency.

In testimony whereof we have signed our names to this specification in the presence of two subscribing witnesses.

ALEXANDER JUST.  
FRANZ HANAMAN.

Witnesses:

LUDVIG ITABORY,  
LOUIS VANDORY.

# UNITED STATES PATENT OFFICE.

FRANZ HANAMAN, OF BUDAPEST, AUSTRIA-HUNGARY, ASSIGNOR TO GENERAL ELECTRIC COMPANY, A CORPORATION OF NEW YORK.

PROCESS OF CONNECTING FILAMENTS AND FEED-WIRES FOR ELECTRIC INCANDESCENT LAMPS.

1,031,710.

Specification of Letters Patent.

Patented July 9, 1912.

Application filed August 28, 1908. Serial No. 515,034.

*To all whom it may concern:*

Be it known that I, FRANZ HANAMAN, a subject of the King of Hungary, and a resident of Budapest, Austria-Hungary, have invented certain new and useful Improvements in Processes of Connecting Filaments and Feed-Wires for Electric Incandescent Lamps, of which the following is a specification.

In application No. 497,177, filed May 20th, 1909, I have described and claimed a connection between metallic filaments and feed wires of electrical incandescent lamps which consists in a metal phosphid or mixtures of metal phosphids with each other or with metals or oxids or hydro-oxids thereof. According to said invention the phosphids, etc. are preferably mixed in a finely divided condition with water or other volatile cement so as to form a paste which is applied to the joint or connection and then dried and sintered or melted.

According to the present invention I sinter or melt the connection in a stream of gas so that any possible detrimental overheating of the phosphid solder can be avoided by regulating the gas current. By this process it is not necessary to work in a reducing or in an indifferent atmosphere, but the work can be carried on in the open air.

In carrying out the process I prefer to use the apparatus shown in the accompanying drawing, which forms a part of the invention.

In the drawing 1 is a lamp frame with the metal filaments secured in place by the phosphid paste.

3 is an electrode attached to the insulated frame 2.

4 is a second electrode which is movable and 5 is a tube surrounding the electrode 4 through which, from a gasometer or the like, any suitable incombustible gas current (which may even be air) can be blown upon

the soldering knot to be formed. The lamp frame 1 with the filaments pasted on is pressed lightly against the electrode 3 (with the left hand) and then the electrode inclosed by the pipe 5 is made to bear (by the right hand) upon the knot to be melted, and a light arc is produced, thus sintering or melting the paste. By providing a stream of gas through the pipe 5 the soldering knot is immediately cooled off in an effective manner, so that it again cools or solidifies very quickly after the electrode 4 is removed.

The process is particularly suitable for soldering by means of metal phosphids which (like gold phosphid for instance) become easily decomposed when heated to high temperatures. Both the process and the apparatus, however, may be used in connection with other soldering material.

While I have described in detail one form of the present invention it is to be understood that I do not wish to be limited thereto, since variations may be made therein without departing from the invention.

What I claim is:—

The process of making an electrical connection between a filament and a leading-in wire which consists in forming at the joint a knot of low melting soldering material which is liable to become decomposed when heated to a high temperature, drawing an electric arc at the connection, and maintaining the temperature of the knot below the decomposing point of such material by playing a stream of gas on the said knot.

In witness whereof, I have hereunto signed my name in the presence of two subscribing witnesses.

FRANZ HANAMAN.

Witnesses:

LEO KRAUSE,  
MICHAEL TOMOR.



KAIS. KÖNIGL.



PATENTAMT.

Österreichische

# PATENTSCHRIFT N<sup>o</sup> 50820.

WOLFRAMLAMPEN AKTIEN-GESELLSCHAFT IN AUGSBURG.

Vorrichtung zum Einschmelzen des Glühlampenfüßchens in die Glasglocke der Lampe.

Angemeldet am 2. Juni 1910. — Beginn der Patentdauer: 1. Juni 1911.

Es sind Maschinen zum Einschmelzen des Glühlampenfüßchens in die Glasglocke der Lampe bekannt, bei welchen der zur Aufnahme der Birne oder zur Unterstützung des Lampenfußes dienende Teil einzeln oder gemeinsam in der Achsenrichtung zum Kreuzstrahlgebläse vorstellt werden können. Diese Maschinen sind jedoch verhältnismäßig kompliziert und außerdem auch in der Handhabung nicht genügend einfach.

Diese Nachteile vermeidet die vorliegende Neuerung, bei welcher das einmal auf die Einschmelzmaschine aufgesetzte Füßchen mit den zerbrechlichen Fäden stets in Ruhe sich befindet, während der unempfindliche Glasballon auf einer einfachen Führung in der denkbar einfachsten Weise bewegt bzw. vorsteilt wird.

- 10 Eine Ausführungsform der Vorrichtung ist in Fig. 1 im Aufriß und in Fig. 2 im Grundriß dargestellt. Das einzuschmelzende Füßchen *F* wird auf einen an der Einschmelzmaschine befindlichen Stift *F*<sup>1</sup> aufgesetzt. Die Glasglocke *G* wird in zwei Traversen *M* und *N* eingesetzt. Diese Traversen sind durch die Schraubenpaare *S*<sup>1</sup>, *S*<sup>1</sup> und *S*<sup>2</sup>, *S*<sup>2</sup> einerseits in ihrer gegenseitigen Lage verstellbar, andererseits auf zwei Röhren *R* befestigt, welche auf den Röhren *A* von kleinerem Durchmesser gleiten können. Die Röhre *R* können durch den Hebel *P* derart von Hand betätigt werden, daß sie auf den dünnen Röhren *A* gleiten. Man kann nun entweder zuerst die Glasglocke *G* in die Traversen *M* und *N* einsetzen, dann vermittelst des Hebels *P* die Glasglocke *G* in die Höhe schieben und während sich die Glasglocken *G* in der Höhe befindet, das Füßchen *F* auf den Stift *F*<sup>1</sup> setzen und dann durch Zug an dem Hebel *P* die Glasglocke heruntergleiten lassen, so daß ihr Hals *L* sich um die einzuschmelzende Stelle des Tellers *K*, *K* legt. Man kann auch zuerst das Füßchen *F* auf den Stift *F*<sup>1</sup> setzen und während dieser Zeit die Traversen *M* und *N* in hochgeschobener Stellung halten. An Stelle des Hebels *P*, durch welchen durch einfaches Gleiten an den Stangen *A* die Stangen *R* mit den Traversen *M* und *N* in die Höhe bewegt werden, kann auch eine Hebelübersetzung oder eine äquivalente Vorrichtung das Heben und Senken des Traversenpaares *M* und *N* mit der Glasglocke *G* bewirken. Wesentlich an der vorliegenden Neuerung ist, daß das Füßchen *F* nicht bewegt zu werden braucht, damit der Hals *L* der Glasglocke *G* und der Teller *K*, *K* des Füßchens *F* zu einander in diejenige größtmögliche Nähe gebracht werden, in welcher sie dann beim weiteren Einschmelzprozeß durch die Einschmelzpfanne umspült werden.

## PATENT-ANSPRÜCHE:

1. Vorrichtung zum Einschmelzen von Glühlampenfüßchen in die Glasglocke der Glühlampe auf Einschmelzmaschinen, wobei der Fuß mit dem Fadengestell feststeht, während die leere Glasglocke bewegt wird, gekennzeichnet durch zwei an der Einschmelzmaschine angeordnete Röhren (*A*), auf welchen zwei durch die zur Aufnahme der Glasglocke dienenden Traversen (*M*, *N*) versteifte Röhre (*R*) mit Handgriff (*P*) verschiebbar sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Traversen (*M*, *N*) auf den Röhren (*R*) zwischen je zwei Müttern (*S*<sup>1</sup>, *S*<sup>2</sup>) beliebig ein- und feststellbar sind.



## PATENTSCHRIFT

— № 271568 —

KLASSE 48 d. GRUPPE 4.

AUSGEGEBEN DEN 19. MRZ. 1914.

Dr. Ing. H. HANEMANN IN BERLIN-WILMERSDORF  
UND FRANZ HANAMAN IN BERLIN.

Rostschutz für Eisengegenstände.

Patentiert im Deutschen Reiche vom 2. Juni 1912 ab.

Die gegenwärtig bekannten Verfahren zur Herstellung von rostschützenden Überzügen an Eisengegenständen durch thermische Behandlung des Eisens in chemisch wirkenden Gasen oder Dämpfen haben sich schlecht bewährt, da die durch Dämpfe oder Gase erzeugten Schutzschichten gegen Oxydation nicht genügend widerstandsfähig sind.

Weitere Versuche, die die Erfinder in dieser Richtung unternommen haben, führten zu einer bis heute unbekannteren Beobachtung, die den Gegenstand der vorliegenden Erfindung bildet. Erhitzt man nämlich Eisen in irgendeiner Form (Gußeisen oder schmiedbares Eisen) in trockenem oder feuchtem Ammoniakgas auf eine Temperatur über 400° C., so wird sich bekannterweise das Eisen — je nach der Temperatur und Zeitdauer des Erhitzens — an der Oberfläche mehr oder weniger stark und tief nitrieren; es wird sich sozusagen eine nitrirte Oberflächenschicht bilden. Diese so gewonnene nitrirte Eisenschicht gibt dem Eisen ein mattes, silbergraues Aussehen, hat aber andererseits die gute Eigenschaft, das Eisen gegen Oxydation durch Luft, Dämpfe und Flüssigkeiten, also Rostangriff, sehr beständig bzw. widerstandsfähig zu machen.

Genauere Rostversuche haben gezeigt, daß z. B. Schweißisen bei 800° C. im Ammoniakgas nitrirt und, der freien Luft oder Laboratoriumsatmosphäre ausgesetzt, monatelang unangegriffen bzw. ohne eine Spur von Rostflecken bleibt. Auch im gewöhnlichen Wasser sowie in Salzlösungen, alkalischen Lösungen

blieben die nitrirten Eisenstücke wochenlang ohne Rostangriff, während in derselben Zeit nichtnitrirtes Schweißisen stark vom Rost angegriffen wurde.

Diese ungemein einfach herzustellende und sehr dicht das Eisen umschließende, gleichmäßige Schutzschicht besteht aus Eisennitrid bzw. aus einer festen Lösung von Eisennitrid oder Stickstoff in Eisen.

Beim Nitrieren der Eisengegenstände ist es nebensächlich, ob dieselben blank oder bedeckt mit Oxydhaut (Walz- oder Gußhaut) sind, da diese Oberflächenschichten während des Nitrierens ebenfalls reduziert und nitrirt werden. Immerhin ist es vorteilhaft, die Gegenstände vor dem Nitrieren mechanisch oder chemisch zu reinigen.

Die Nitrirungstemperatur sowie die Zeitdauer der Nitrirung richtet sich danach, ob man starke oder schwache Überzüge herstellen soll; zu starke Nitrirung ist zu vermeiden, da die Oberfläche der nitrirten Stücke leicht spröde wird. Als Nitrirungsgas wird man am besten Ammoniakgas verwenden, jedoch kann man auch andere nitrirenden Gase oder chemische Verbindungen, organische und anorganische, dazu verwenden, welche durch Erhitzung oder Zersetzung mit Eisen Ammoniak oder Stickstoff in statu nascendi abgeben. Als solche Verbindungen kommen in Frage: Ammoniakverbindungen, Hydrazin und Hydrazinverbindungen, Amine, Imide und andere durch Eisen oder seine Oxyde zersetzbaren Stickstoffverbindungen.

(2. Auflage, ausgegeben am 23. Juni 1914.)

OFFICE NATIONAL DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE.

BREVET D'INVENTION.

XIV. — Arts chimiques.

2. — MATIÈRES COLORANTES, COULEURS, VERNIS, ENDUITS, ENCRE.

N° 458.283

Moyens de protection des objets en fer contre la rouille.

MM. HEINRICH HANEMANN et FRANZ HANAMAN résidant en Allemagne.

Demandé le 23 mai 1913.

Délivré le 2 août 1913. — Publié le 7 octobre 1913.

(Demande de brevet déposée en Allemagne le 1<sup>er</sup> juin 1912. — Déclaration des déposants.)

Les procédés, actuellement connus, de production d'enduits protégeant contre la rouille les objets en fer, consistant à traiter à cet effet, le fer par la chaleur, dans des gaz ou des vapeurs agissant chimiquement, n'ont donné que de mauvais résultats, parce que les couches protectrices obtenues au moyen des vapeurs ou des gaz ne résistaient pas suffisamment à la rouille ou à l'oxydation.

10 Des expériences complémentaires effectuées à ce sujet ont permis aux inventeurs actuels de constater un fait inconnu jusqu'ici, et qui constitue l'objet de la présente invention.

15 Si on chauffe, notamment, du fer ou des objets en fer, pris sous une forme quelconque (fer fondu ou fer malléable) dans du gaz ammoniac sec ou humide, à la pression ordinaire ou sous une pression plus élevée, et à 20 une température supérieure à 400° C., la surface extérieure du fer est alors plus ou moins fortement et profondément nitrifiée, suivant la pression du gaz (pression de l'ammoniac), la température, et la durée du chauffage; on peut donc dire qu'il s'est formé une 25 couche nitrifiée sur la surface extérieure de l'objet en fer. La couche de fer nitrifié ainsi obtenue donne au fer un aspect mat, vert argenté, mais d'un autre côté, elle donne au 30 fer la bonne propriété de très bien résister à

l'oxydation par l'air, les vapeurs, et les liquides aqueux, ainsi qu'à l'attaque de la rouille.

Les expériences ont montré, par exemple, que du fer corroyé nitrifié à 800° C. dans du gaz ammoniac, et exposé pendant un mois, à 35 l'air libre atmosphérique ou aux vapeurs de l'atmosphère d'un laboratoire, reste inaltéré et ne présente pas de trace de tache de rouille. Les pièces de fer nitrifiées restent également inattaquables à la rouille, et ne perdent pas 40 de poids, dans l'eau ordinaire, ainsi que dans les solutions salines de concentration critique, et dans les solutions alcalines, tandis que, pendant le même temps, les pièces de fer corroyé non nitrifiées sont fortement attaquées 45 par la rouille et diminuent fortement de poids. Les mesures potentielles ont montré également que le fer nitrifié était moins oxydable que le fer ordinaire. Pour mesurer cette amélioration de la qualité du fer, par la nitrifica- 50 tion, on s'est servi du potentiel des fers corroyés nitrifiés, dans une solution normale de sulfate de fer, qui, dans tous les cas, supporte environ + 0,5 V. au électrodes normales correspondant à l'hydrogène, tandis que le même 55 fer non nitrifié, dans la solution normale de sulfate de fer et aux électrodes normales correspondant à l'hydrogène, indique le potentiel connu de - 0,45 V.

Cette couche protectrice régulière, particu- 60

Prix du fascicule : 1 franc.



(Under International Convention.)

Date claimed for Patent under Patents and Designs Act, 1907, being date of first Foreign Application (in Germany), } 1st June, 1912

Date of Application (in the United Kingdom), 22nd May, 1913

At the expiration of twelve months from the date of the first Foreign Application, the provision of Section 91 (3) (a) of the Patents and Designs Act, 1907, as to inspection of Specification, became operative

Accepted, 19th Mar., 1914

COMPLETE SPECIFICATION.

**Improvements in the Prevention of Corrosion of Iron and Steel.**

We, HENRICH HANEMANN, of 14, Wilhelmsaue, Berlin-Wilmersdorf, Engineer, and FRANZ HANAMAN; formerly of 26, Raukestrasse, Berlin, now of 87, Goethestrasse, Berlin-Charlottenburg, Engineer, both in the German Empire, do hereby declare the nature of this invention and in what manner the same is to be performed, to be particularly described and ascertained in and by the following statement:—

Our invention relates to the protection of iron and steel, and iron and steel articles from the rusting and oxidising action of air and water at ordinary or nearly ordinary temperatures.

- 10 The processes at present known for preventing the rusting or corrosion of metals such as iron or steel by treating the metal in question thermally in gases or vapours having a chemical effect, have not proved entirely satisfactory owing to the fact that the protective layers or coatings generated by vapours or gases do not offer sufficient resistance to rust.
- 15 Further research in this direction has led to observations hitherto unknown and which have resulted in the present invention. If iron or iron objects in any form whatever—cast or malleable iron—are heated to a temperature above 400° C. in dry or moist ammonia gas the iron will nitrify or be nitrified on the surface to a greater or less extent—according to the temperature and
- 20 duration of the heating process, *i.e.* a nitrified coating or layer will be formed on the iron. This layer of nitrified iron imparts to the iron a dull silver gray appearance, but at the same time possesses the valuable property of rendering the metal proof against rusting or corrosion or oxidation in air, vapours or
- 25 watery liquids.
- Experiments have shown that if, for instance, wrought iron is nitrified in ammonia gas at a temperature of about 800° C., and exposed in the open air or in the vapours of the atmosphere of a laboratory for months, it will show no traces whatever of rust. Even in water and salt solutions of “critical concentration”, or alkaline solutions, the nitrified metal remains rust-free and without
- 30 diminution in weight, whilst wrought iron which has not been nitrified, will

[Price 8d.]



## *Prilog 2.*

### *Podatci o osobama koje se spominju u tekstu*

**AGRIKOLA, Georgius (Georg Bauer)**, njemački mineralog, „otac mineralogije“ (Glauchau, 24. III.1494. – Chemitz, 21. XI. 1555.). U svojoj knjizi *De Nature Fossilicum* iz 1546. opisuje volframovu rudaču volframit kao novi fosil. Nazvao ga je Lupi spuma, na njemačkome wolf rahm (engl. wolf foam), po čemu je element volfram dobio ime i zadržao znak W. Naziv tungsten (švedski „teška stijena“) predložio je 1781. Torbern Bergman. Prvi pokušaji dobivanja metalnoga volframa iz volframita bili su 1779., a 1783. to je uspjelo braći Juanu Joséu i Faustu de Elhuyar.

**ANTOLČIĆ, Ivica**, hrvatski kipar, grafičar, scenograf, crtač, slikar, dizajner i ilustrator (Komarevo, 15. V. 1928.). Bavi se i izradbom reljefa, medalja i plaketa, grafički dizajnira kazališne plakate i zastore, izrađuje oltarne slike. Dobitnik je brojnih nagrada. Za Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije izradio je medalju s likom Franje Hanamana koja se dijeli nagrađenima i brončani portret Vladimira Preloga (2006.) koji se nalazi na ulazu u zgradu na Marulićevu trgu, kbr. 20. Živi i radi u Zagrebu.

**AUER von WELSBACH, Carl**, austrijski kemičar i inženjer (Beč, 1. IX. 1858. – Treibach, 4. VIII. 1829.). Izumitelj je plinske rasvjete s metalnom mrežicom 1885., a 1898. proizveo je prvu žarulju s metalnom, osmijskom niti koja je bila poticaj Justu i Hanamanu da izume volframsku žarnu nit, pri čemu su surađivali s Auerom.

**BABIĆ, Ljubo**, hrvatski slikar, povjesničar umjetnosti, likovni pedagog, ilustrator i scenograf (Jastrebarsko, 14. VI. 1890. – Zagreb, 14. V. 1974.). Kao gimnazijalac polaznik je privatne slikarske škole Mencija Clementa Crnčića i Bele Čikosa-Sesije, nakon čega upisuje Školu za umjetnost i obrt. Stipendija grofa Pejačevića omogućuje mu studij crtanja i slikarstva na Akademiji lijepih umjetnosti u Münchenu. Izlagao je diljem Europe, kao scenograf je surađivao s HNK podižući hrvatsku scenografsku umjetnost do razine europskih mjerila. Od 1940. redoviti je profesor na Likovnoj akademiji u Zagrebu (danas ALU). Istaknuo se i kao dizajner Matoševih sabranih djela, Nazorove knjige *Hrvatski kraljevi* te edicije Matice Hrvatske *Novovjeki izumi*. Poznat je kao popularizator i tumač umjetnosti te kao likovni pisac i kritičar.

**BARAC, Antun**, hrvatski književni povjesničar i kritičar (Kamenjak Grižane kraj Crikvenice, 20. VIII. 1894. – Zagreb, 1. XI. 1955.). Doktorirao na zagrebačkom Filozofskom fakultetu 1918. Pisao je eseje, monografije o Vladimiru Nazoru, Augustu Šenoi, Vladimiru Vidriću i Ivanu Mažuranuću te sinteze o hrvatskoj književnoj kritici 19. stoljeća i povijest hrvatske književnosti od hrvatskoga narodnog preporoda do 1945. Član JAZU bio je od 1947.

**BARANOVIĆ, Krešimir**, hrvatski skladatelj i dirigent (Šibenik, 25. VI. 1894. – Beograd, 17. XI. 1975.). Školovao se u Zagrebu, kompoziciju studirao na Glazbenoj akademiji u Beču. Dirigent Zagrebačke opere bio je 1915. – 1927. i 1928. – 1943., potom odlazi u Bratislavu pa u Beograd. Najpoznatije mu je djelo *Licitarsko srce* kojim počinje nova epoha u razvoju suvremenoga baleta Hrvatskoj. Član JAZU bio je od 1954.

**BASTL, Vjekoslav (Alojz)**, hrvatski arhitekt, jedan od utemeljitelja Kluba hrvatskih arhitekata (1905.) (Příbram, Češka, 13. VIII. 1872. – Zagreb, 3. IX. 1947.). Nakon završene Obrtne škole u Zagrebu, odlazi na Visoku školu arhitekture Otta Wagnera pri bečkoj Akademiji lijepih umjetnosti. Jedan je od najpoznatijih hrvatskih arhitekata prve polovice 20. stoljeća, među glavnim su mu projektima zgrada Etnografskoga muzeja na Mažuranićevu trgu te kuća Kalina obložena keramikom na uglu Masarykove i Gundulićeve ulice i maštovita kuća Feller na uglu Jurišićeve ulice i Trga bana Jelačića. Projektirao je zgrade Kemijskog zavoda i Fizikalnog zavoda (1913./14.) na današnjem Marulićevu trgu. U Kemijskom zavodu – čiju je gradnju nadzirao – od 1919. smješten je kemičko-inženjerski odjel TVŠ, a danas u obje zgrade Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije.

**BOLTON, Werner von**, njemački elektrokemičar (Tbilisi, 8. IV. 1863. – Berlin, 9. V. 1930.). Na TVŠ u Berlinu diplomirao i 1895. doktorirao. Prvi je proizveo čisti tantal, a u laboratoriju tvrtke Siemens & Halske proizveo je tantalsku žarnu nit sa švicarskim fizičarom Ottom Feurleinom (St. Gallen, 11. XII. 1863. – Berlin, 9. V. 1930.).

**BOLTZMAN, Ludvig Eduard**, austrijski fizičar (Beč, 20. II. 1844. – Duino kraj Trsta, 5. IX. 1906.). Unaprijedio kinetičku teoriju plinova. Boltzmanova konstanta povezuje prosječnu kinetičku energiju čestice u nekoj tvari s termodinamičkom temperaturom.

**COOLIDGE, William David**, američki fizičar, od 1932. direktor znanstvenoga laboratorija General Electric Co. (Hudson, Massachusetts, 23. X. 1873. – Schenectady, New York, 3. II. 1975.). Unaprijedio je proizvodnju volframske žarne niti tako da je kovanjem debljih volframskih štapića pri povišenoj temperaturi postignuo čvrstoću, a nakon toga je volframske niti izvlačio kroz dijamentne sapnice sve manjega promjera.

**ČALOGOVIĆ, Milan**, projektant, graditelj, profesor i pisac iz područja graditeljstva (Vinkovci, 10. IX. 1878. – Zagreb, 19. V. 1945.). Diplomirao je u Budimpešti 1900. Jedan je od utemeljitelja TVŠ (od 1926. Tehnički fakultet) u Zagrebu i redoviti profesor kolegija mostogradnja. Dekan Tehničkoga fakulteta bio je 1920. – 1930. Prikupljao je i obradivao tehničko nazivlje i pisao upute za izradbu armiranoga betona. S Franom Funtakom s budimpeštanske Politehnike projektirao je na Velikom Strugu u Hrvatskoj, tada najveći armiranobetonski most.

**DAVY, Humphry**, najglasovitiji kemičar svojega vremena, jedan je od utemeljitelja elektrokemije (Penzance, 17. XII. 1778. – Ženeva, 29. V. 1829.). S pomoću elektrolize otkrio elemente K i Na (1807.), Mg, Ca, Sr i Ba (1808.). Dokazao je da je klor kemijski element, a ne spoj. Utvrdio je da su kiseline spojevi s vodikom te da ne moraju sadržavati kisik, kako je tumačio Lavoisier. Otkrio je električni luk između ugljičnih elektroda (Davyjev luk), izumio rudarsku sigurnosnu svjetiljku te dokazao da je dijamant alotropija ugljika. Bio je voditelj M. Faradaya na početku njegove znanstvene karijere.

**DEFTERDAROVIĆ, Nafis**, kemijski inženjer (Zagreb, 1950.). Magistrirao na interfakultetskom poslijediplomskom studiju Sveučilišta u Zagrebu. U PLIVI radio na razvoju proizvodnih procesa za pripremu aktivnih farmaceutskih sastojaka (laboratorijska istraživanja, uvećanje mjerila, projektiranje, izgradnja i puštanje u rad postrojenja i proizvodnja). Autor je i koautor nekoliko znanstvenih radova i više domaćih i stranih patenata. Osnivač i prvi predsjednik Kluba izumitelja PLIVE. Bavi se zaštitom okoliša i vodoopskrbom. Sudjeluje u nastavi kolegija Osnove toksikologije na Akademiji likovnih umjetnosti Sveučilišta u Zagrebu.

**EDISON, Thomas Alva**, američki izumitelj (Milan, Ohio, 11. II. 1847. – West Orange, New Jersey, 18. X. 1931.). U nastojanju da proizvede trajnu žarulju, počeo je sa svojim timom 1878. eksperimentirati sa žarnim nitima od platine i ugljika. Nakon više pokušaja patentirao je 1880. žarulju s karboniziranom žarnom niti od bambusa koja mogla svijetliti više od 1200 sati.

**GUERTLER, William Minot**, njemački metalurg (Hannover, 10. III. 1880. – Hannover, 21. III. 1959.). Profesor Tehničke visoke škole u Berlinu.

**HEFNER-ALTENECK, Friedrich von**, njemački elektroinženjer (Aschaffenburg, 27. IV. 1845. – Biesdorf kraj Berlina, 6. I. 1904.). Poznat je po izumu Hefnerove svijeće (HK), danas zastarjele mjerne jedinice svjetlosne jakosti (1884. ), koja je 1948. zamijenjena kandelom (cd): 1 cd = 1,1 HK.

- HOCHENEKG, Carl**, austrijski elektrotehničar (Beč, 27. X. 1860. – Beč, 6. II. 1942.). Zaposlen 1883. – 1899. u Siemens & Halske u Beču, 1900. – 1920. profesor je elektrotehnike na bečkoj TVŠ, a 1906/07. obnaša dužnost rektora. U razdoblju 1900. – 1904. posebne zasluge stekao je u osnivanju i uređenju elektrotehničkog instituta, a zaslužan je i za elektrificiranje javne rasvjete i prijevoza u Beču. Počasnim građaninom Beča imenovan je 1925., a 1928. dodijeljen mu je počasni doktorat bečke TVŠ.
- HORVAT, Pavle**, hrvatski geodet i građevinar (Zemun, 15. IX. 1879. – Zagreb, 5. XI. 1936.). Diplomirao je 1902. na TVŠ u Beču. Pročelnik Šumarske akademije u Zagrebu 1912/13. i 1915./16. Na novoutemeljenoj TVŠ u Zagrebu osnovao Geodetsko-inženjerski odjel i Geodetski zavod. Bio je prvi dekan Arhitektonskoga, Građevno-inženjerskoga, Kulturno-inženjerskoga i Geodetskoga odjela TVŠ.
- HOWELL, John White**, američki elektroinženjer (New Brunswick, New Jersey, 22. XII. 1857. – New York, 28. VII. 1937.). Specijalist za razvoj i proizvodnju električnih žarulja. Za Edisona radio 1880. – 1930. Dobitnik je Edisonove medalje i mnogo drugih priznanja.
- JABLOČKOV, Pavel Nikolajevič**, ruski elektrotehničar, izumitelj i poduzetnik (Žadovka kraj Saratova, 14. IX. 1847. – Saratov, 31. III. 1894.). Bavio se galvanskim člancima te električnom rasvjetom i strojevima. Glavni mu je izum svjetiljka s električnim lukom koji se uspostavlja između vrhova dvaju ugljičnih štapića odvojenih kaolinom. Bila je zapazena na Svjetskoj izložbi u Parizu 1878. i rabila se u prvim godinama javne električne rasvjete.
- JANČIĆ, Stanko**, hrvatski kipar (Zagreb, 1932.). Diplomirao na Akademiji likovnih umjetnosti (ALU) u Zagrebu 1956., profesori su mu bili Antun Augustinčić, Vjekoslav Rukljač i Frano Kršinić. Do 1970. bio je suradnik u Augustinčićevoj Majstorskoj radionici. Od 1980. do umirovljenja 2002. profesor na ALU. Djela mu se nalaze se u fondusu Moderne galerije, Muzeju suvremene umjetnosti, Gliptoteci HAZU, Gradskoj galeriji u Dubrovniku, Galeriji suvremene umjetnosti u Budimpešti te u brojnim privatnim zbirkama. Autor je i nekoliko javnih spomenika, među kojima i biste Franje Hanamana u Parku velikana hrvatskoga prorodoslovlja i tehnike u dvorištu Tehničkoga muzeja.
- JUST, Alexander Friedrich**, njemačko-madarski kemičar (Bremen, 12. IV. 1874. – Budimpešta, 30. V. 1937.). S Franjom Hanamanom izumio je prvu električnu žarulju s volframskom žarnom niti. Izum su usavršivali različitim postupcima koji su bili prihvaćeni kao međunarodni patenti.



- KARŠULIN, Miroslav**, kemijski inženjer (Przemyśl, 4. IV. 1904. – Zagreb, 12. II. 1984.). Sveučilišni profesor fizikalne kemije na Tehnološkom fakultetu (danas FKIT) Sveučilišta u Zagrebu. Dopisni član JAZU od 1948., redoviti od 1952., a 1962. – 1972. glavni tajnik. Niz je godina bio dekan Tehnološkoga fakulteta u Zagrebu, a od 1945. do umirovljenja 1977. bio je predstojnik Zavoda za fizikalnu kemiju. Osnivač je internacionalnoga komiteta za proučavanje boksita, oksida i hidrida aluminijska (ICSOBA) pri JAZU, Instituta za kemiju i tehnologiju silikata te Zavoda za zaštitu materijala od korozije i desalinaciju JAZU u Dubrovniku. Znanstveno se isprva bavio fotokemijom i fotobiologijom, a nakon 1934. elektrokemijskom tematikom, što ga zaokuplja do kraja života.
- KOSTRENIĆ, Marko**, hrvatski pravnik, povjesničar i političar (Zagreb, 21. III. 1884. – Zagreb, 19. V. 1976.). Studirao je u Beču i Zagrebu, gdje je 1908. doktorirao; 1936. postaje počasni doktor Sveučilišta u Pragu. Bio je prvi profesor pravne povijesti u Zagrebu, dekan Pravnoga fakulteta 1917./18. te rektor Sveučilišta u Zagrebu 1949./50. Redoviti član JAZU bio je od 1921. Ministar socijalne politike bio je 1931. – 1932., a ban Savske banovine 1934. – 1936.
- KUJUNDŽIĆ, Hajrudin**, hrvatski slikar (Velečevo, BiH, 15. XI. 1915. – Zagreb, 17. III. 1986). Diplomirao na Akademiji likovnih umjetnosti u Zagrebu 1949., bio suradnik Majstorske radionice Krste Hegedušića. Radio je portrete, figuralne kompozicije i krajolike nadahnjujući se folklornim elementima i nacionalnim nasljeđem. Izrađivao je freske i mozaike u javnim prostorima. Izradio je portrete utemeljitelja kemijsko-inženjerskog studija: Vladimira Njegovana, Ivana Mareka, Ivana Plotnikova i Franje Hanamana.
- KUZEL, Hans**, austrijski fizičar (Beč, 22. III. 1859. – Baden, 7. VII. 1822.). Doktorirao na Sveučilištu u Erlangenu. Razvio je postupak pripreme koloidnoga volframa za žarne niti (1904.).
- LANGMUIR, Irving**, američki fizikalni kemičar (New York, 31. I. 1881. – Falmouth, 16. VIII. 1957.). Dobitnik Nobelove nagrade 1932. za radove o adsorpciji i apsorpciji na graničnim površinama. Izumitelj je tzv. poluvatne lampe punjene inertnim plinom (1913.).
- LODIGIN, Aleksander Nikolajevič**, ruski izumitelj (Tambov, Rusija, 18. X. 1847. – New York, 16. III. 1923.). Svoj je izum patentirao u Rusiji 11. VII. 1874. pod patentnim brojem 1619, a javna je rasvjeta s njegovom žarnom niti od grafitnoga štapića prvi puta iskušana 1873. u Tehnološkom institutu u Sankt Peterburgu.

- MANDL, Dragutin**, hrvatski inženjer i konstruktor tramvaja (Zagreb, 4. IV. 1892. – Zagreb, 27. IV. 1959.). Nakon što je u Beču 1919. diplomirao elektrostrojstvo, zaposlio se u Zagrebačkom električnom tramvaju (ZET) kao konstruktor. ZET-ova motorna kola s drvenim kosturom, proizvedena prema njegovim nacrtima, počela su prometovati već 1922., a od 1924. i motorna kola s čeličnim kosturom. Konstruirao je i tramvajska motorna kola proizvedena 1957. u tvornici „Đuro Đaković“, koja su bila u uporabi do početka XXI. stoljeća. S Adolfom Košakom uveo u zagrebačku uspinjaču električni pogon i ostvario mnoga poboljšanja u željezničkom i tramvajskom prijevozu. Njihovim se patentima i rješenjima danas služe stručnjaci iz cijelog svijeta.
- MAREK, Ivan**, hrvatski organski kemičar (Zagreb, 16. I. 1863. – Zagreb, 11. XI. 1936.). Predavao organsku kemiju u velikoj realci u Zemunu, 1890. napisao prvi udžbenik organske kemije za velike realke na hrvatskom jeziku. Nakon povratka u Zagreb zapošljava se u Graditeljskoj i obrtnoj školi, a 1919. u kemičko-inženjerskom odjelu TVŠ u Zagrebu; redoviti je profesor organske kemije i predstojnik istoimenoga zavoda 1920. – 1935. Usavršio je peć za elementnu analizu organskih spojeva (tzv. *Marekova peć*) zamjenom plinskoga zagrijavanja električnim i spaljivanjem uzorka bez uporabe katalizatora.
- MATHESIUS, Walther**, metalurg (Legnica, 7. X. 1859. – Berlin, 2. II. 1945.). Profesor i rektor Kraljevske tehničke škole u Berlinu 1909. – 1910.
- MEŠTROVIĆ, Ivan**, hrvatski kipar, arhitekt i književnik (Vrpolje kraj Slavonskog Broda, 15. VIII. 1883. – South Bend, Indiana, SAD, 16. I. 1962.). Obitelj mu je podrijetlom iz Otavica. Studirao je u Beču, ali je zagovarao stvaranje umjetnosti nacionalnih obilježja nadahnute junačkim narodnim pjesmama. Za I. svjetskog rata živio je u emigraciji. Nakon povratka u domovinu započelo je dugo i plodno razdoblje njegove kiparske djelatnosti i pedagoškoga rada. Godine 1942. emigrirao u Italiju, 1943. u Švicarsku, a 1947. u SAD. Bio je profesor kiparstva na Sveučilištu u Syracuseu i potom od 1955. u South Bendu. Velik broj javnih djela snažna plastičnog izraza izradio je 1920-ih i 1930-ih (*Grgur Ninski* i *Marko Marulić* u Splitu; *Andrija Medulić*, *Andrija Kačić-Miošić* i *Josip Juraj Strossmayer* u Zagrebu; *Indijanci* u Chicagu). Posebno mjesto u njegovu opusu zauzimaju portreti i mauzoleji. Hrvatskomu je narodu poklonio 1952. Galeriju i Kaštelet u Splitu, Atelijer Meštrović u Zagrebu i obiteljsku grobnicu, crkvicu Presvetog Otkupitelja u Otavicama u kojoj je po vlastitoj želji pokopan.
- MOISSAN, Ferdinand Frederic Henri**, francuski kemičar (Pariz, 29. IX. 1852. – Pariz, 20. II. 1907.). Dobitnik Nobelove nagrade za kemiju 1906. Bavio se kemijom fluora te sintezom dijamanta za koju je konstruirao električnu lučnu peć.

**MULJEVIĆ, Vladimir**, hrvatski elektrotehnički inženjer (Zagreb, 14. II. 1913. – Zagreb, 26. II. 2007.). Profesor emeritus, najstariji hrvatski humboltovac, prvi hrvatski doktor elektrotehničkih znanosti. Doktorirao na TVŠ u Beču. Utemeljitelj je Zavoda za automatiku i elektrotehniku i računalno inženjerstvo Elektrotehničkoga fakulteta (danas FER) u Zagrebu i 30 godina bio njegov predstojnik. Jedan je od utemeljitelja Tehničkoga muzeja u Zagrebu i autor mnogih članaka o velikanima hrvatske tehnike, Faustu Vrančiću, Nikoli Tesli i Franji Hanamanu. Svojim elektrotehničkim rječnicima, njemačko-hrvatskim, hrvatsko-njemačkim i englesko-hrvatskim, dao je velik prinos hrvatskomu znanstvenom nazivlju.

**NERNST, Walther Hermann**, njemački fizičar i kemičar (Briessen, 25. VI. 1864. – Zibelle, 18. XI. 1941.). Bitno je pridonio razvitku moderne fizikalne kemije, elektrokemije i termodinamike. Izumitelj je električne žarulje 1897. u kojoj je žarno tijelo štapić od smjese cirkonijeva i itrijeva oksida. Dobitnik Nobelove nagrade za kemiju 1920.

**NJEGOVAN, Vladimir**, kemijski inženjer (Zagreb, 28. IV. 1884. – Zagreb, 25. VI. 1971.). Na TVŠ u Beču diplomirao kemiju te, nakon specijalizacije na ETH u Zürichu, obranio u Beču disertaciju 1912. Te je godine postavljen za predstojnika Agrikulturno-kemijskoga zavoda u Križevcima, od 1913. gimnazijski je profesor sve do 1919. kad je postavljen za redovitoga profesora anorganske i analitičke kemije na novoosnovanoj Tehničkoj visokoj školi u Zagrebu. Budući da je organizirao nastavu, osigurao kvalitetne nastavnike, uredio i opremio laboratorije i općenito bio najzaslužniji je za početak djelovanja kemičko-inženjerskoga studija, proglašen je njegovim utemeljiteljem.

**PIRANI, Marcello Stefan**, njemački fizičar (Berlin, 1. VIII. 1880. – Berlin, 11. I. 1968.). Poznat je po izumu vakuummetera (1906.) koji je nazvan po njemu. Od 1905. voditelj je razvojnoga laboratorija za proizvodnju žarulja tvrtke Siemens & Halske.

**PLIVELIĆ, Stanko**, hrvatski fizičar (Karlovac, 4. V. 1868. – Krapina, 13. VIII. 1925.). U Grazu doktorirao 1900. tezom o atmosferskom elektricitetu. Bio gimnazijski profesor u Zemunu i Mitrovici. Autor je brojnih znanstvenih i znanstveno-popularnih članaka o primjeni elektriciteta u domaćim i njemačkim časopisima. S Otonom Kučerom napisao knjige *Novovjekni izumi u znanosti, obrtu i umjetnosti* III. i IV, Matica Hrvatska, Zagreb 1910. i 1913. Radio na hrvatskom tehničkom nazivlju. U Beču 1918. patentirao napravu za obranu električnih i zračnih vodova od groma.

**PLOTNIKOV, Ivan**, hrvatski fizikalni kemičar ruskoga podrijetla (Tambov, 4. XII. 1878. – Zagreb, 31. VII. 1955.). Profesor fizike na TVŠ u Zagrebu. Studirao u Moskvi, specijalizirao se u Wilhelma Ostwalda u Leipzigu, gdje brani disertaciju 1907. Vraća se u Moskvu, gdje oduševljen fotokemijom, otvara prvi fotokemijski laboratorij u Rusiji i objavljuje knjige iz fotokemijske tematike. Redoviti je profesor moskovskoga sveučilišta 1916. – 1918. kad uz Nernstovu pomoć odlazi u Njemačku. Budući da tamo nije mogao znanstveno raditi, dolazi u Zagreb i na Njegovanov prijedlog postaje profesor fizike i fizikalne kemije na kemičko-inženjerskome studiju TVŠ i utemeljitelj istoimenoga Zavoda. Zagrebačko razdoblje najaktivnije je u njegovu istraživačkom radu.

**PODHORSKY, Rikard**, hrvatski kemijski inženjer (Milano, 28. VI. 1902. – Zagreb, 21. VIII. 1994.). Diplomirao na TVŠ u Pragu 1925., od 1926. asistent je F. Hanamana na zagrebačkom Tehničkom fakultetu. Na pariškoj Sorbonni izrađuje 1928./29. disertaciju *Studije o koroziji metala* koju brani 1931. na matičnom fakultetu. Redoviti je profesor i dekan Tehničkoga fakulteta 1945. – 1950. Začetnik je i promicatelj kemijskoga inženjerstva u nas. Zbog obrane sveučilišne autonomije, uklonjen je 1952. sa Sveučilišta. Potaknuo je i uređivao *Tehničku enciklopediju LZ* 1959. – 1974. Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije proglasio ga je 1992. počasnim profesorom, a 1994. je rehabilitiran u povodu obilježavanja 75. obljetnice tehničkih fakulteta.

**RADIĆ, Stjepan**, hrvatski političar, književnik, prevoditelj i publicist (Desno Trebarjevo kraj Siska, 11. VI. 1871. – Zagreb, 8. VIII. 1928.). Jedan je od velikana hrvatske povijesti. Prvi je predsjednik HSS-a 1924. – 1928., ministar prosvjete Kraljevine SHS 1925. – 1927. Bio je jedan od najuglednijih i najpopularnijih osoba tadašnje hrvatske političke scene zahvaljujući svojoj govorničkoj vještini i komunikativnosti te zastupanju hrvatskih nacionalnih interesa. Zbog svojega beskompromisna stajališta u provođenju demokratskih i republikanskih zamisli, teško je ranjen u Narodnoj skupštini 20. VI. 1928., kad je radikal Puniša Račić ubio zastupnike HSS-a Pavla Radića i Đuru Basaričeka. Umro je od posljedica ranjavanja, a pokopan je 12. VIII. 1928. na Mirogoju. U sprovodu je sudjelovalo oko 100 000 ljudi.

**RATHENAU, Emil Moritz**, njemački industrijalac (Berlin, 11. XII. 1838. – Berlin, 20. VI. 1915.). Godine 1883. utemeljio je Njemačku Edisonovu korporaciju za primijenjeni elektricitet (*Deutsche Edison-Gesellschaft für angewandte Elektrizität*), koja je 1887. promijenila ime u *Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft* (AEG), pa je uz Siemens postao pionir razvoja električnih žarulja.

- ROJC, Milan**, hrvatski pravnik i političar (Zagreb, 28. IX. 1855. – Zagreb, 1. VI. 1946.). Diplomirao u Beču, doktorirao u Zagrebu. Predstojnik Odjela za bogoštovlje i nastavu bio je 1906. –1908. te ponovo u Narodnom vijeću Slovenaca, Hrvata i Srba 1918. Dao je veliki prinos otvorenju Medicinskoga fakulteta u Zagrebu (1917.) te isposlovao da Povjereničko vijeće SHS prihvati njegov prijedlog i izda Naredbu o ustrojstvu Tehničke visoke škole u Zagrebu.
- ROJC, Nasta**, hrvatska slikarica (Bjelovar, 6. XI. 1883. – Zagreb, 6. XI. 1964.). Učila slikanje u Otona Ivekovića i u Beču. Slikala prirodu, a nakon 1918. uglavnom portrete. Autorica je portreta Franje Hanamana u Tehničkom muzeju u Zagrebu. Njezine se slike čuvaju u bjelovarskom muzeju. Kći je Milana Rojca.
- SCHEIBLER, Carl Wilhelm Bernhard**, njemački kemičar (Eupen, Belgija, 16. II. 1827. – Berlin, 2. IV. 1899.). Doktorirao tezom o volframatima. Bavio se kemijom i tehnologijom šećera.
- SIEMENS, Ernst Werner von**, njemački elektroinženjer i izumitelj (Lenthe kraj Hannovera, 13. XII. 1816. – Berlin, 6. XII. 1892.). Utemeljitelj tvrtke Siemens, prije Siemens & Halske, u kojoj je 1905. W. Bolton proizveo žarulju s tantalskom niti. Po Siemensu je nazvana SI jedinica električne vodljivosti.
- SKAUPY, Franz**, austrijski fizičar (Beč, 20. VI. 1882. – Berlin, 24. VIII. 1969.). Izumitelj getera, tj. tvari koja iz vakuumirane žarulje uklanja zaostali plin.
- STEFAN, Jožef**, slovenski fizičar (Sveti Peter kraj Klagenfurta, 24. III. 1835. – Beč, 7. I. 1893.). Djelovao u Beču. Sa svojim učenikom Boltzmannom postavio je zakon o zračenju crnoga tijela. Njegovo ime nosi najveći slovenski znanstveni institut.
- STIPETIĆ, Đuro**, hrvatski inženjer strojarstva (Sušak, 9. VII. 1876. – Zagreb, 17. II. 1946.) Diplomirao 1899. u Strojarskom odjelu bečke TVŠ. U Austrougarskoj ratnoj mornarici 1900. – 1911. bio referent brodogradnje u Ministarstvu rata u Beču te upravitelj brodograđevnih radionica i suhих dokova u pulskom Arsenalu, potom upravitelj odjela za ratne brodove brodogradilišta u Monfalconeu, a od 1914. i njegov tehnički direktor. Rekonstrukcija razorenoga brodogradilišta provedena je po Stipetićeveu projektu prema najsuvremenijih načelima brodograđevne tehnologije. Utemeljitelj je Brodograđevnoga odjela TVŠ 1920. i prvi redoviti profesor brodogradnje. Bio je rektor te škole 1921./22. i 1925./26., dekan Tehničkoga fakulteta 1927./28. te rektor Sveučilišta u Zagrebu 1933. – 1935. Kao predsjednik Jugoslavenskoga društva inženjera, sekcija Zagreb (1926. – 1927.) pokrenuo je i proveo gradnju Inženjerskoga doma u Zagrebu. Nakon rata optužen je za suradnju s njemačkim okupatorom i strijeljan. Sveučilište u Zagrebu rehabilitiralo ga je 1994. u povodu obilježavanja 75. obljetnice tehničkih fakulteta.

**STOŽIR, Ivan**, hrvatski meteorolog slovenskoga podrijetla (Rožna Dolina, 12. IV. 1834. – Zagreb, 12. II. 1908.). Nakon studija u Beču bio gimnazijski profesor u Zagrebu (1857. – 1891.). Kao ravnatelj meteorološkog opservatorija na Griču (1861. – 1891.) obavljao je meteorološka mjerenja, koja su dnevno bila dojavljivana Središnjemu meteorološkom uredu u Beču. Godine 1888. osnovao je meteorološku postaju na vrhu Medvednice, utemeljio službu točnoga vremena i organizirao bilježenje i proučavanje potresa u Hrvatskoj. Prvi je uveo redovita mjerenja ozona u Zagrebu (1889.). Radio je i na prevođenju stranoga meteorološkog nazivlja na hrvatski jezik, objavio više radova i dva srednjoškolska udžbenika.

**SWAN, Joseph Wilson**, britanski fizičar i kemičar (Bishopwearmouth, 31. X. 1828. – Warlingham, 27. V. 1914.). Prvi je patentirao električnu žarulju 1880. te 1883. s Edisonom osnovao Edison & Swan United Electric Light Company.

**ŠEN, Edo**, hrvatski arhitekt (Zagreb, 10. III. 1877. – Zagreb, 16. VI. 1849.). Diplomirao 1900., jedan od utemeljitelja Kluba hrvatskih arhitekata (1905.), a nakon utemeljenja TVŠ u Zagrebu 1919. utemeljitelj studija arhitekture. Projektant je poznatih zagrebačkih zgrada.

**ŠULEK, Bogoslav**, hrvatski polihistor i narodni preporoditelj slovačkoga podrijetla (Sobotište, 20. IV. 1816. – Zagreb, 30. XI. 1895.). Utemeljitelj je hrvatskoga znanstvenog nazivlja. Član JAZU od 1866., a od 1874. do kraja života njezin je tajnik. U doktora znanosti promaknut je 1867. na temelju disertacije o Ruđeru Boškoviću. Djelom *Prirodni zakonik za svakoga ili popularna fizika* tumači pojam elektriciteta. Godine 1874./1875. objavio je *Hrvatsko-njemačko-talijanski rječnik znanstvenoga nazivlja*, prvi pravi hrvatski terminološki rječnik koji će snažno utjecati na hrvatske jezične tijekove.

**ŠVEL-CEROVEČKI, Svea**, kemijski inženjer (Zagreb, 2. VIII. 1949.). Doktorirala na FKIT-u 1995. Bavi se održivim razvojem, zaštitom okoliša, sustavima upravljanja okolišem, zdravljem i sigurnošću te sustavima upravljanja kvalitetom. Nakon diplome 1975. volontirala u IMI-ju, 1976./78. radila u Školi narodnog zdravlja „Andrija Štampar“. Svoje znanje potvrđuje u INI od 1978. isprva naprijedujući kemijske i tehnološke procese, poslije kao direktorica Službe za zaštitu okoliša, uvodeći sustave upravljanja okolišem i poslovanjem. Kao savjetnica direktora do umirovljenja promiče društveno odgovorno poslovanje. Članica je više udruga, izdvajamo Međunarodnu organizaciju IPIECA-MOIG-a, industrijske mreže za mediteransku regiju koja brine o onečišćenju Mediterana naftom i naftnim derivatima, Znanstveni savjet za naftu HAZU i Nacionalno povjerenstvo za provedbu okvirne konvencije o promjeni klime RH.

**ŠVEL-GAMIRŠEK, Mara**, hrvatska književnica (Srijemska Mitrovica, 3. I. 1900. – Zagreb, 7. XII. 1975.). Gimnaziju završila 1918. na Sušaku i posvetila se književnomu radu. Budući da joj je suprug Franjo bio dužnosnik u HSS-u, a ona je glavna djela objavila za NDH, književni joj je rad bio zabranjen 1945. – 1950. Djela su joj povezana s zavičajnim šokačkim krajem i Slavonijom. Pjesmama i prozom surađivala je u periodicima te objavila zbirke pripovijedaka *Šuma i Šokci* (1940., pretisak 1990.), *Portreti nepoznatih žena* (1942., pretisak 1992.), romane *Hrast* (1942.), *Ovim šorom, Jagodo* (1975.), knjigu igrokaza za djecu *Priče za Sveu i Karen* (1967.) i *Legende*, biblijske priče (1969.). *Izabrana djela* tiskana su joj u izdanju Pet stoljeća hrvatske književnosti (1970., knj. 107), a uvrštena je u *Panoramu hrvatske književnosti XX stoljeća* (1965.) i *Antologiju srijemskih pisaca. Hrvatska riječ u Srijemu* (1997.). O njoj je 1997. održan znanstveni kolokvij u Drenovcima, a Matica hrvatska, Društvo hrvatskih književnika i Kršćanska sadašnjost postavili su joj 12. IV. 2016. spomen-ploču na Marulićevu trgu, kbr.13.

**TESLA, Nikola**, hrvatsko-američki izumitelj na području elektrotehnike i radiotehnike (Smiljan, 10. VII. 1856. – New York, 7. I. 1943.). Njegovi višefazni sustavi i okretno magnetsko polje značili su u ono vrijeme tehnički i tehnološki skok u pretvorbi i prijenosu električne energije s istosmjernih struja na izmjenične, a na čijim načelima radi i današnji globalni elektroenergetski sustav. Njegovo ime nosi izvedena SI jedinica magnetske indukcije (gustoće magnetskoga toka), tesla.

**VARGA-DEFTERDAROVIĆ, Lidija**, kemičarka (Zagreb, 6. VI. 1956.). Viša znanstvena suradnica u Institutu „Ruder Bošković“, diplomirala na Tehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, magistrirala na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, doktorirala u polju kemije, smjer organska kemija. Bavi se kemijom prirodnih spojeva iz reda ugljikohidrata, aminokiselina i peptida. Vodila je ili surađivala na više domaćih i međunarodnih znanstvenih projekata, autorica je ili koautorica 30-ak radova i dva patenta. Predaje na poslijediplomskim studijima Sveučilišta u Rijeci i Splitu. Predsjednica je Sekcije za nomenklaturu i terminologiju organske kemije Hrvatskoga društva kemijskih inženjera (HDKI) i Hrvatskoga kemijskog društva (HKD) i voditeljica projekata hrvatskog znanstvenoga nazivlja STRUNA.

**VITKOVIĆ, Karen**, veterinarica (Zagreb, 23. II. 1951.). Magistrirala 1905. na Medicinskom fakultetu u Zagrebu. Volontirala na Veterinarskom institutu u Zagrebu, a od 1976. – 77. terenski je veterinar. Nakon položenog stručnog ispita i ispita za višeg inspektora zapošljava se u Veterinarskoj stanici u Slavonskom Brodu kao tehnolog u inkubatoru, poslije kao voditelj predvalioničkog odjela uvodeći više poboljšanja. Povratkom u Zagreb zapošljava se u PLIVI, a 1990. – 2005. je u

Informacijsko-istraživačkom centru (IIC) koordinatorica informacijske potpore i informacijski ekspert. S kolegama iz IIC-a i Nacionalne i sveučilišne knjižnice pokrenula konferenciju CROINFO. Vlastitu tvrtku INFOMAX osnovala je 2005., nastavljajući suradnju s PLIVOM.

**VORTMAN, Georg**, austrijski kemičar (Trst, 1. VII. 1854. – Barcola kraj Trsta, 15. IX. 1932.). Studirao je tehničku kemiju na ETH u Zürichu, od 1900. profesor analitičke kemije na TVŠ u Beču, na kojoj je u više navrata 1904/05., 1910/11. i 1911/12. bio dekan, a ak. god. 1907/08. rektor. Hanaman je bio njegov asistent na vježbama iz kvalitativne kemijske analize 1900. – 1904.

**WIEN, Wilhelm Carl**, njemački fizičar (Graffken kraj Fischhausena, 13. I. 1864. – München, 30. VIII. 1928.). Istraživao zračenje crnoga tijela. Za istraživanje toplinskoga zračenja dobio je 1911. Nobelovu nagradu.

**WILLIS, Rodney Whitney**, američki kemičar (Jamestown, NY, 22. VIII. 1868. – Schenectady, NY, 9. I. 1958.). Nakon studija na Massachusetts Institute of Technology (MIT), doktorirao je 1896. na Sveučilištu u Leipzigu. Utemeljitelj je istraživačkoga laboratorija tvrtke General Electric Company 1900. i njegov direktor do 1928. te predsjednik odgovoran za istraživanje 1928. – 1941. Razvio je elektrokemijsku teoriju korozije.





## *Kazalo*

<b>UVOD</b> .....	<b>5</b>
<b>RIJEČ UREDNICE</b> .....	<b>7</b>
<b>SJEĆANJA</b> .....	<b>11</b>
<b>ŽIVOT I DJELO</b> .....	<b>21</b>
<i>Obitelj i školovanje</i> .....	23
<i>Na putu prema uspjehu</i> .....	29
<i>Električna žarulja, kratka povijest izuma</i> .....	31
<i>Izum volframske žarne niti</i> .....	34
<i>Disertacija</i> .....	56
<i>Povratak u domovinu</i> .....	64
<i>Kemičko- inženjerski odjel Tehničke visoke škole u Zagrebu</i> .....	81
<i>Prinos razvoju sveučilišne kemijsko-inženjerske nastave</i> .....	84
<i>Rad na dobrobit struke</i> .....	94
<b>POČASTI</b> .....	<b>103</b>
<b>IZVORI</b> .....	<b>114</b>
<b>BIBLIOGRAFIJA</b> .....	<b>119</b>
<b>PRILOZI</b> .....	<b>124</b>
<i>Prilog 1. Odabrani patenti</i> .....	124
<i>Prilog 2. Podatci o osobama koje se spominju u knjizi</i> .....	139



*Fakultet  
kemijskog inženjerstva  
i tehnologije*



FKITMCMXIX

ISBN 978-953-6470-78-5



9 789536 470785