

ZGODOVINA VAKUUMSKE TEHNIKE (III. del)

Stanislav Južnič*

The history of vacuum technique

ABSTRACT

Sources about the books, manuscripts and instruments concerning vacuum in the 18th-century Krain are published for the first time.

POVZETEK

Prvič objavljamo podatke o knjigah, rokopisih in napravah za vakuum na Kranjskem v 18.stoletju.

4) Pojmovanje vakuuma na Kranjskem v 18. stoletju

a) Erbergovo pojmovanje vakuuma, njegova zbirka učil iz leta 1754, njihova usoda in poznejše dopolnitve.

Bernhard Ferdinand Erberg (1718-1773) je bil profesor matematike in filozofije na liceju v Ljubljani med leti 1751 in 1758. Iz njegovih študijskih let se je ohranil nedatiran



Slika 1. Ljubljanski jezuitski kolegij z okolico (okrog 1660)

rokopis Fizike, katere vsebina je predvsem fiziološka. Tekst je bil pozneje paginiran na vsaki drugi strani. Prvih 14. poglavij ni ohranjenih. 15. poglavje je obravnavalo zrak (str.1) in "horror vacui" (str. 2.a).

17.9.1755 je Erberg kot profesor matematike popisal 51 instrumentov, potrebnih za pouk matematike in fizike v Ljubljani (Müllner, 1901). Instrumenti niso bili oštevilčeni. 24, 26. in 29. instrument je zadeval vakuum.

24. instrument je bil Stannea pixis pro motu in vacuo. Domnevamo, da je bila to posoda z vodo, neprepustno zadelana s smolo. Posodo je bilo mogoče obrniti ali izčrpati tako, da je nastal vakuum.

26. instrument sta bili magdeburški polkrogli (Haemisphaera Magdeburgica). Popisani sta bili tudi leta 1811 med instrumenti za preučevanje hidrostatične in leta 1847 med instrumenti za preučevanje plinov. Nabavljeni naj bi bili med leti 1809 in 1845. Domnevamo, da so napravo iz leta 1754 nadomestili z novo, ki jo je izdelal ljubljanski mojster Samassa. Tako ni identična z napravo, enakega imena, nabavljeno leta 1755.

Stannea pixis pro motu in vacuo.
Marmora pro cohaesione.
Haemisphaeria Magdeburgica.
Fons Heronis aeneus.
Candelabra pro Antlia.
Barometrum pro observationibus Meteo

Slika 2. Izsek popisa instrumentov v jezuitskem kolegiju

V naslednjih letih so odpisali tudi Samassovi magdeburški polkrogli. Ne najdemo ju v popisu leta 1866. Tretji instrument z enakim imenom, vendar gotovo v sodobnejši izvedbi, so nabavili za gimnazijo v Ljubljani v šolskem letu 1867/68.

27. instrument je bila Heronova brizgalna iz bakra (Fons Heronis aeneus). V popisu leta 1811 jo je Kersnik med hidrostatičnimi instrumenti opisal kot "Fontaine". Najdemo jo tudi v popisu leta 1847. Izdelana je bila pred letom 1809. Izdelovalec ni znan. Za njo so popisali Heronovo kroglo, izdelek Fanzoya iz obdobja 1809-1845. Ta se je prav tako uporabljala za preučevanje plinov. Tako kot magdeburški polkrogli so tudi ta dva Heronova instrumenta odpisali pred letom 1866. Vendar v tem primeru niso nabavili novih.

29. instrument je bil barometer za meteorološka opazovanja, ki so ga bržkone uporabljali še leta 1811.

Leta 1811 je kemijski in fizikalni kabinet Janeza Kersnika (1783-1850) na Centralnih šolah v Ljubljani obsegal naslednje naprave za preučevanje vakuuma, popisane v kabinetu za kemijo:

– pihalna naprava iz jekla, po iznajdbi g. barona Zoisa z vsemi pripadajočimi premičnimi oporami

* Stanislav Južnič je profesor fizike in računalništva na srednji šoli v Kočevju. Leta 1980 je diplomiral iz tehnične fizike na Fakulteti za naravoslovje in tehnologijo, magistriral pa leta 1984 iz zgodovine fizike na Filozofski fakulteti v Ljubljani.



Slika 3. Licejsko poslopje v Ljubljani (zgradbo, ki je stala na Vodnikovem trgu (tržnica), so po potresu porušili). V njem sta bili še gimnazija in normalka.

- jekleni meh, pritrjen na ploščo s stojalom in cevmi
- dva aerometra
- veliki meh z dolgo cevjo in železno kontrapezo
- pnevmatska kad s svinčeno osnovo in dvojno svinčeno polico

Sledil je popis posod iz stekla in kristala:

- naprava za merjenje plinov pri (določanju) sestave vode iz velikega balona in dvema zvonovoma, s pipo iz medenine
- štirje stekleni valji za aerometer

Leseni pripomočki:

- pnevmatska kad, obkrožena z lesom
- manjša pnevmatska kad
- kad za shranjevanje plinov s pipo iz medenine in leseno oporo

Imeli so tudi naslednja orodja iz različnih snovi:

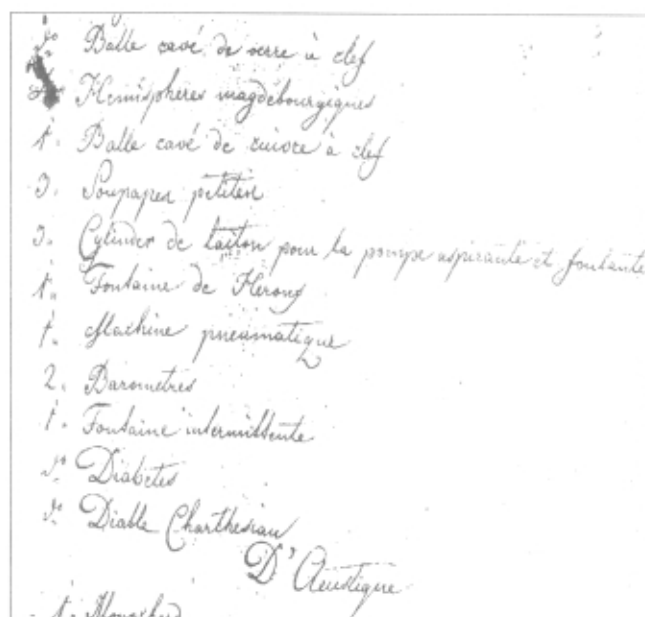
- mehurji s pipami iz medenine
- mehurji brez pip

V oddelku hidrostatika v kabinetu za fiziko in matematiko so popisali naslednje naprave:

- votla steklena in bakrena krogla na ključ (Balle cave de verre/cuivre a clef)
- Magdeburški polkrogli
- trije zelo majhni ventili
- trije valji iz medenine za črpanje in polnenje (Cylinder de laiton pour la pompe aspirante et foulante)
- Heronova brizgalka (Fontaine de Heron)
- pnevmatska mašina
- dva barometra (bržkone popisana leta 1847 pod številkami 109-111)

Leta 1847 je Kersnik popisal naslednje naprave, ki so zadevale vakuum:

- številka 97: zračna tlačilka z vodoravnim škornjem, izdelek ljubljanskega mojstra Samasse, nabavljen pred letom 1809.
98. Zračna tlačilka z dvema navpičnima škornjema (izdelovalec Huck med leti 1809-1845)
99. Dve magdenburški polkrogli (Samassa 1809-1845)



Slika 4. Izsek iz popisa naprav v kabinetu za fiziko Ljubljanskega liceja (1811)

100. in 101. Dva zračno tesnjena in trije navadni stekleni recipienti (Sagarjeva tovarna stekla 1809-1845)
102. Barometrične cevi (Sagarjeva tovarna stekla 1809-1845)
- 109., 110., 111. in 113.: Barometri: na nateg z noniusom, potovalni z noniusom in Vestova barometrična cev vsi nabavljeni pred letom 1811. Dva barometra za vaje je izdelal Fanzoy med leti 1809 in 1845
114. Tlačilka (Kompression pompe, Samassa 1809-1845)
106. Heronova krogla (Fanzoy 1809-1845)
107. Heronova brizgalna iz 18. stoletja
192. Papinov lonec (Hanaczik 1809-1845, toplota)
287. Parni mlin (Modeli in mašine, pred 1809)
288. Neskončni (Arhimedov) vijak (Modeli in mašine, pred letom 1809)
291. Tlačilka na vzvod (Hebelzung) (Modeli in mašine, pred letom 1809)
296. Tlačilka na poteg, izdelek Hessa in Tischlerja iz obdobja 1809-1845, popisana med Modeli in mašinami

Ne vemo zagotovo, kaj se je skrivalo za nazivi: Vestalsko sito in čarobni lijak, ki ga je izdelal Freyberger med leti 1809 in 1845. Prav tako ne vemo, za kaj so uporabljali "medeninast valj v lesu" (Hanaczik 1809-1845) in "kroglo iz medenine", nabavljeno pred letom 1809.

Leta 1866 je profesor fizike in ravnatelj gimnazije v Ljubljani Heinrich Mitteis (1822-1879) popisal naprave v fizikalnem kabinetu gimnazije v Ljubljani. Naslednja tabela vsebuje instrumente z vakuumom, za vakuum in za nadtlak po popisih Liceja in Gimnazije v Ljubljani med leti 1754 in 1866.

Med vsemi napravami, povezanimi z vakuumom, je bila s 147 fl in 157 fl 50 kr daleč najdražja Dvostranska zračna tlačilka, ki so jo nabavili leta 1858 in starejši model parnega stroja.

b) Cl. Mairani, De Causa variationum Barometri, Ljubljana 1760

Kot dodatek svojim izpitnim tezam iz leta 1760 je profesor fizike na liceju v Ljubljani Inocents Taufferer (1722-1794) objavil še razpravo Cl. Mairana o vzroku sprememb v barometru in javno branjeno razpravo Škofjeločana Alojzija

Vermatija (Vermesfelda) o gibanju zvezd po Kopernikovem sistemu.

Cl. Mairan je bržkone identičen de Mairanu. Nemški prevod njegove knjige o ledu so leta 1758 nabavili na liceju v Ljubljani (NUK 8535).

naziv naprave	leto nabave	leto popisa (z evid.št.)	leto odpisa	izdelovalec	cena (fl:kr)
Barometri:					
- potovalniz noniusom	1809-45	1847(110), 1866	?	Hanaczik	28:35
- potovalni po Saussurju	1809-45	1847(?), 1866	?		12:60
- kovinski Burdonov	1865	1866			40:0
- na nateg z noniusom	pred 1809	1847 (109)	?	?	?
- na nateg z termometrom in noniusom	1861				36:0
- barometriška cev	1809-45	1847 (111),1866		Vest	5:77
- dva barometra za vaje	1809-45	1847(113)	pred 1867	Fanzoy	?
Aerometri:					
- atmo(sfero)meter iz železne pločevine	1809-45	1847 (355)	pred 1866	Freyberger	?
- Nicolsonov iz medenine	1809-45	1847,1866	?	Riebler	1:57
- Meisnerjev, s stekleno cevjo in stojalom,	1809-45	1847,1866	?	Hanaczik	42:0
- Mohsov iz medenine	1809-45	1847,1866	?	Hanaczik	2:10
- Beaumov iz medenine	1809-45	1847,1866	?	Hanaczik	1:5
- Beaumov stekleni	1809-45	1847	pred 1866,	Hanaczik	?
- leseni	1809-45	1847	pred 1866,	Hanaczik	?
- srebrni in bakreni	1809-45	1847	pred 1866,	Hanaczik	?
Recipienti:					
- dva zračno tesnjena	1809-45	1847(100)	?	Samassa	?
- tri navadna steklena	1809-45	1847(100)	?	Samassa	?
Modeli parnih strojev:					
- navadni	pred 1809	1847 (287?), 1867	?	?	157:50
- Wattov	1867				15:0
Tlačilke:					
- zračna, z vodoravnim škornjem	pred 1809	1847(97)	pred 1866,	Samassa	?
- zračna, z dvema navpičnima škornjema	1809-45	1847(98)	pred 1866,	Huck	?
- dvostranska zračna	1858	1866	?	?	147:0
- na vzvod (model)	1858	1866	?	?	8:40
- na tlak (model)	1858	1866	?	?	8:40
- na tlak in vlek	1809-45	1847	pred 1866	Samassa	?
- zračna puška s tlačilko	1809-45	1847(114)	pred 1866	Samassa	?
- Realschova vodna	1809-45	1847	pred 1866	Hanaczik	?
- pnevmatska	1809-45	1847,1867	pred 1866,	Hanaczik	4:20
- na vzvod	pred 1809	1847(291)	pred 1867	?	?
- na poteg	1809-45	1847(296),1867	?	Hess in Tischler	?
Gibanje v praznem:					
- tolmun zatesnjen s smolo za gibanje v vakuumu	1754	1754	pred 1811	?	?
- valj za demonstracijo padanja v vakuumu	1809-45	1847(122),1866	?	Hanaczik	5:25
- Geisslerjeve cevi s stojalom	1863	1867(elektrika)		?	12:80
- fluorescentne cevi	pred 1845	1867(elektrika)	?	?	7:0
Druga orodja:					
- Mariottov poskus	1809-45	1847(125), 1866	?	Hanaczik	7:35
- Papinov lonec	1809-45	1847(192),1867	?	Hanaczik	14:70
- Heronova krogla(?)	1809-45	1847(106)	?	Fanzoy	?
- Heronova brizgalka	1754	1811,1847(107)	pred 1867	?	?
- 2 magdeburški polkrogli	1754,1809,1868	1811,1847(99)		Samassa	?
- neskončni Arhimedov vijak	pred 1809	1847(288,Mašine)	?	?	?

Trinajst strani Mairanove razprave o barometru zadeva predvsem meteorologijo. Le na prvi strani opiše delovanje barometra, vakuuma v njem in zračnega tlaka (Kovačič, 1993)

DISSERTATIO CL. MAIRANI

De Causa variationum Barometri.

§. I. **M** Inimè adducor, ut credas, superesse etiamnum Phÿsicos, qui Principia, aeris gravitatem in dubium revocent; nec contentiant, quæ in tractatibus duntaxat esse causam, per quam mercurius in barometri tubo in 27. aut 28. pollicum altitudine supra ejusdem in pyxide stagnantis superficiem sustentetur. Ex elementis porro staticæ percipuum est, æquilibrium fluidorum, eorumque gravitatis in bases, quibus incumbunt, aëne dependere ex altitudine perpendiculari columnarum, quibus vires suas exerunt; amplitudinem vero & inæqualitatem earundem huc nihil profuturæ conferre. Ex his principiis, quæ nota omnibus; & constructione simplicis barometri, quam æque ignotam nemini suppono, sequitur:

Primo: quod mercurius in tubo contentus semper sit in æquilibrio cum aëre, qui superficiæ stagnantis in pyxide, aut vasculo mercurii incumbit.

Secundo: quod actio seu gravitas aeris in hanc superficiem eadem sit, quæ foret, si collum pyxididis aut vasculi, per quod ad mercurium stagnantem aer admittitur, produceretur in tubum ad ipsam æque atmospheræ superficiem pertingentem: quo factò barometrum tubo recurvo affimilaretur, in cujus hoc novo producto brachio contentus mercurius semper in æquilibrio foret cum columna mercurii in altero tubo, qui alias adhibetur, contenta.

Tertio: quod, si mutatio aliquæ gravitatis columnæ aerem seu ob aerem diminuatque ejus materiam, seu motum, aliamve quamcumque demum causam accidas, altitudo quoque major minorve futura sit, prout columnæ aëreæ gravior aut levior fuerit.

§. II. Ego sane non video, quo pacto causa quævis aëris altitudinis nem columnæ mercurii tam notabiliter mutare possit, si tubus barometri, in quo suspensus est, appropinquat clausus, & ab aëre vacuus perseveret. Quæ suspensio enim, quas calor aut frigus causare possent, nullius sunt considerationis; cum in climata, quale Parisinum est, summa ab hyeme ad æstivam altitudinem usque in pondere ejusdem voluminis mercurialis differentia $\frac{1}{115}$ quam observetur, quod nunquam amplius, quam tribus circiter lineis ab hyeme æstivæ me ad altitudinem mercurii deprimeret; in mutationibus vero frigus ac calor, quæ ordinario a die una in aliam contingunt, deprimit hæc multo minor etiam unica linea foret. Quoniam vero indubitatum est, altitudinem barometri in Galis duobus circiter digitis per anni decursum, & aliquando minori etiam quam unius diei spatio digito prope uno mutari, facile est intelligere, falsas, quæ in aeris gravitate eveniunt, mutationis causam & proximam & immoventem esse variationem.

Slika 5. Naslovna stran razprave Cl. Mariana o vzroku sprememb v barometru

c) J. Schoettlovo pojmovanje vakuuma po Raigersfeldovih (Rakovčevih) zapiskih iz leta 1763

Mihael Amadej Janez Nepomuk Raigersfeld (Rako-vec) (1744-1783) je med leti 1761 in 1767 študiral pravo in kameralistiko pri Sonnenfelsu na Dunaju, ki ga je imel za svojega najbolj naderjenega študenta (SBL). Leta 1763 je študiral na Terezijanski akademiji na Dunaju. Tam je predavanja fizike nekdanjega ljubljanskega profesorja Janeza Schoettla po učbeniku Paula Maka iz Bude zapisoval v knjigo, ki je ohranjena še danes.

Strani 4-13 latinskih zapiskov obravnavajo vakuum (2.poglavje) in pore med telesi. Za razliko od matematičnih delov rokopisa, polnih enačb, srečamo tu poskus utemeljitve obstoja vakuuma.

Glede vakuuma so bili Katezianci in Leibnitz v nasprotju z zagovorniki Newtona in Epikura (Raigersfeld 5). Vendar v povsem zapolnjenem prostoru gibanje ni možno, saj ne bi bilo prostora za premik (6).

Vakuum je tudi v medzvezdnem prostoru (7). V kartezijskem subtilnem fluidu (etru) je Raigersfeld (8) videl nasprotja. Menil je, da bi subtilni fluid oviral gibanja planetov po vesolju(9). Ta argument je bil še večkrat uporabljen v drugi polovici 19. stoletja.

Raigersfeld je imel pore za presledek med dvema ali več (delci) snovi (10). V porah je neskončno več vakuuma kot v samih telesih (11). Prav tako je v porah veliko več vakuuma kot materije. Zadnje razmerje je Raigersfeld (11) izrazil tudi s številkami. Teža je sorazmerna količini materije v snovi. Zato je v snovi toliko več vakuuma, čim lažja je. V ozadju takšnega razmišljanja čutimo domnevo o enakih atomih z različno medsebojno oddaljenostjo v snoveh.

Pore v telesih omogočajo širjenje zvoka in svetlobe (12). Delci, ki se gibljejo skozi snov, občutijo odbojno silo (repulzijo). Pri drugih medsebojnih razdaljah med delci pride do privlačne sile (kohezije) (13).

Domneva o alterniranju sile na submikroskopski ravni je gotovo zadevala teorijo Ruđerja Josipa Boškovića (1711-1787), objavljeno v Philosophia Naturalis leta 1758. Raigersfeld ni citiral Boškovićevega dela, saj je bilo zelo novo v času njegovih zapiskov, ki so s citati zelo skopi. Gotovo sta Boškovićevo delo poznala oba Raigersfeldova učitelja, J. Schoettl in P. Mako. Bošković je namreč leta 1758 na poti iz Dunaja v Benetke prespal noč na jezuitskem kolegiju v Ljubljani (Markovčič, 1982).

d) Izpitne teze na liceju v Ljubljani v drugi polovici 18. stoletja

Natisnjene so bile izpitne teze profesorjev liceja v Ljubljani za leta 1756 (Pogrietschnig) 1760 (Taufferer), 1771-1773 (G.Schoettl) in 1778-1780 (Ambschel). V nobeni izmed tez ni posebnih vprašanj o vakuumu.

I.Taufferer je v tezah za leto 1760 menil, da razredčenje teles nastane zaradi širjenja por (votlin), ki ga povzroča vstop neštetih delcev ognja. Analogno naj bi zgostitev povzročalo krčenje votlin zaradi kohezije. Zaradi motenj v ravnovesju etra naj bi prišlo do izhlapevanja zelo finih delcev iz votlin snovi.

Pogrietschnig je leta 1765 v izpitnih tezah omenjal barometer. Vendar ga je obravnaval z meteorološkega stališča, puščajoč vnevar fiziko vakuuma v barometru.

Gregor Schoettl je v svojih izpitnih tezah za leto 1771 obravnaval fluide nasploh in še posebej vodo. V 34. in 35. vprašanju je obravnaval paro, vendar ni omenil ne parnega stroja, ne vakuuma.

e) Popis knjig o vakuumu, dosegljivih v kranjskih knjižnicah 18. stoletja:

avtor, naslov, kraj, leto izdaje	knjižnica (leto popisa, signatura)
1. Mayeri, Pneumatica	Mayr, prodajni katalog, jesen 1678
2. Augustin Mayr, Luft-Luft und Feuer Kunst, Alm Schultes 1680;	Wilde(1540)
3. Pascal,Traite de l'equilibre des liqueurs(1:1663), 1698	Erberg 1798
4. Jannut Gobart S.J.Tractatus de barometro, dve izdaji: Gradec 1706 in Dunaj 1716	Erberg 1798
5. R.Boyle,Experimentum Novorum, Geneve 1682	Wilde(1420), Čop (8340-46)
6. Descartes, Opuseula posthuma, Amsterdam 1704	Wilde (1421)

7. Jos. Ant. Haymon, Diser. Physico-Medica de Aire, Dunaj 1758	Wilde(1452)
8. P. Musschenbroek, Machines pneumatiques, Leyden 1739;	Wilde (1442), Čop (8463)
9. Dissertatio Phisica de corpore generatim, de que opposito eidem vacuo, Tyrnavia 1754;	Wilde (1483)
10. Laur Gobart S.J., Tractatus philosophicus de Barometro, Gradec 1746;	Wilde(1494)
11. Simplicium, Mercuri in Barometro, Gradec 1752;	Wilde(1568)

POJASNILO: Franc Wilde je opravil popis knjižnice na liceju v Ljubljani med leti 1789 in 1809. Prvi katalog je iz leta 1790, prvi znanstveni pa iz leta 1803 z dodatkom. Čop in Kalister sta popisala isto knjižnico med leti 1826 in 1831, nove knjige pa so pozneje še dopisovali.

Uporabljene okrajšave:

NUK - Narodna in univerzitetna knjižnica v Ljubljani
SBL - Slovenski bibliografski leksikon
(n) - število strani v rokopisu

Literatura

1. Čop Matija in Kalister Matija, Katalog licejskih knjig iz leta 1826-1831 z poznejšimi dopisi, NUK
2. Erberg Bernhard Ferdinand, Fizika, sine dato, okoli leta 1744, Arhiv Slovenije, Zbirka rokopisov 242 r
3. Kersnik Janez Krsnik, Inventaire, Popis naprav v kemijskem in fizikalnem kabinetu Centralnih šol v Ljubljani za leto 1811, Zgodovinski muzej Ljubljana, akc.fond 1, Arh.enota 53. Inventarium, Popis naprav v fizikalnem kabinetu Liceja v Ljubljani za leto 1847, Zgodovinski muzej Ljubljana, akc.fond 1, Arh.enota 76.
4. Kovačič Lojze, Rokopisi o slovenskih jezuitih, julij 1993
5. Markovčić Željko, Ruđe Bošković, Zagreb 1982
6. Mayr Joannis Baptistae, Catalogus Librorum qui Nundinis Labacensibus Autumnalibus in Officina Libraria, Ljubljana 1678, Reprint Narodnega muzeja v Ljubljani
7. Mitteis Heinrich, Inventarium, Popis naprav v fizikalnem kabinetu gimnazije v Ljubljani za leto 1866, Zgodovinski muzej Ljubljana, akc.fond 1, Arh.enota 48.
8. Müllner A, Die Realistischen Disciplinen am Laibacher Jesuiten Collegium, Argo IX (1901) 171
9. Raigersfeld (Rakovec) baron Michael, Annotationes Accomodata ad Compendioria Physicis Patri Pauli Mako S.J.; Philosophia in Alterum annum Auditor sub Professor R.P. Joanne Schottl In Collegio Regio Theresiano, Anno 1763, Arhiv Slovenije, Zbirka rokopisov, 149 r.
10. Wilde Franc, Katalog knjig liceja v Ljubljani 1789-1809, z dodatkom (Supplementum), NUK
11. Zois Žiga, Katalog knjig iz leta 181?, NUK

IZOBRAŽEVANJA V LETU 1994

Društvo za vakuumsko tehniko Slovenije

organizira že več kot dve desetletji različne strokovno izobraževalne tečaje s področja vakuumistike. Za leto 1994 razpisujemo naslednje:

1. Vzdrževanje vakuumskih naprav

(19.-21. april, 15.-17. november)

Na tečaju bo predvsem obravnavana tematika, ki jo srečujemo v tehniki grobega vakuuma, to je: delovanje, vzdrževanje in popravila rotacijskih črpalk, pregled in uporaba različnih vrst črpalk, ventilov in drugih standardnih elementov, meritve vakuuma, hermetičnost in odkrivanje netesnosti v vakuumskih sistemih, materiali za popravila ter tehnike čiščenja in spajanja. Tečaj bo trajal 20 ur, od tega več kot tretjina praktičnih prikazov in vaj. Cena tečaja je 24.000 SIT. Vsak tečajnik prejme tudi brošuro "Vzdrževanje vakuumskih naprav" in potrdilo o opravljenem tečaju.

2. Osnove vakuumске tehnike

(18.-20. oktober)

Tečaj podrobneje obravnava ista področja kot prvi, poleg tega pa še: pomen in razvoj vakuumске tehnike, fizikalne osnove, črpalke za visoki vakuum, tankoplastne in druge vakuumске tehnologije, čiste postopke, analize površin ter doziranje plinov, čiščenje in preiskave plinov - skupno 22 ur z vajami in ogledom Inštituta za elektroniko in vakuumsko tehniko. Cena tečaja je 20.000 SIT. Udeleženci prejmejo zbornik predavanj "Osnove vakuumске tehnike" in potrdilo o opravljenem tečaju.

3. Vakuumska tehnika za predavatelje srednjih šol (avgust, september, november)

Vsebina tečaja v obliki delavnice je podobna kot pri "Osnovah vakuumске tehnike". Poudarek je na prikazu fizikalnih pojavov v vakuumu in na predstavitvi pomembnosti vakuumskih postopkov v sodobnih tehnologijah. Več je vaj, ki so izbrane tako, da jih je možno z nekaj osnovne opreme izvajati tudi v šolskih laboratorijih za dijake. V delavnico je vključena tudi izdelava seminarske naloge po pravilniku Ministrstva za šolstvo in šport, ki udeležbo na tej delavnici točkuje z 1 točko pri dopolnilnem izobraževanju.

Vsi tečaji se bodo pričeli ob 8,00 uri v knjižnici Inštituta za elektroniko in vakuumsko tehniko, Teslova 30, Ljubljana.

Prosimo interesente, da se informativno prijavijo čimprej, za dokončno potrdilo udeležbe pa velja kopija položnice o plačilu - najkasneje štiri dni pred pričetkom tečaja, na naslov:

Društvo za vakuumsko tehniko Slovenije, Teslova 30, 61111 Ljubljana (št. ŽR: 50100-678-52240).

Prijave sprejema organizacijski odbor (Koller, Spruk, Mozetič, Nemanič), ki daje tudi vse dodatne informacije; (tel. 061 263 461).

I.O. DVTS