

Snježana Paušek-Baždar

Zavod za povijest prirodnih, matematičkih
i medicinskih znanosti HAZU, ZagrebFLOGISTON U NASTAVI NA PIJARISTIČKOM KOLEGIJU
U DUBROVNIKU

Uvod

Po ukinuću isusovačkog reda (1773), senat Dubrovačke republike zalagao se za pozivanje redovnika nekog drugog reda koji bi nastavili podučavanje na kolegiju u Dubrovniku. U tim nastojanjima Dubrovačkom senatu su osobito mnogo pomogli znameniti dubrovački pjesnik i latinist Benedikt Stay (1717 – 1801) i njegov brat Kristo. Nakon neuspjela pokušaja da se dubrovački kolegij povjeri redovnicima Majke Božje iz Luce (red koji je utemeljen u 13. stoljeću u Firenzi), braća Stay su ponudili pijaristima, koji su već imali slične škole u Italiji, da preuzmu i kolegij u Dubrovniku. Nakon uspjelog dogovora i prepiske braće Stay s dubrovačkim senatom u razdoblju od 1774. do 1776. godine, pijaristi su u travnju 1777. godine otvorili kolegij u Dubrovniku. U početku je to bila samo početna i naprednija škola (1. schola principiorum, 2. grammatica, 3. syntaxis, 4. schola humanitatis, 5. rhetorica).¹

Nije točno poznato koje godine je otvoren najviši stupanj nastave, filozofski tečaj. Sigurno je, međutim, da je on otvoren prije 1787. godine, jer je te godine tiskan prvi program školske akademije učenika filozofskog tečaja.² Naime, na kraju svake školske godine pijaristi su održavali akademije koje su bile neka vrsta završnog ispita. Programi tih akademija su se tiskali. To je bio sastavni dio nastave ne samo katoličkih, nego i svih visokih učilišta koncem 18. i početkom 19. stoljeća.

1. Školski programi filozofskih tečaja

Školski programi, tiskani u svrhu završnih ispita na filozofskim tečajevima, međusobno su se razlikovali ne samo po sadržaju, nego i po metodi i tvorbi. Općenito uzevši možemo ih podijeliti u dvije grupe. U prvu grupu možemo ubrojiti one programe koji su objelodanjeni u obliku pitanja na koja su polagači završnih ispita odgovarali, ili pak u obliku teze ili postavki koje su isti branili. Takve programe su u pravilu sastavljali profesori, a nosili su naslov *assertiones* i *propositiones* u hrvatskim krajevima gdje je nastavni jezik bio latinski, ili pak *esercizio* u hrvatskim krajevima gdje je nastavni jezik bio talijanski, ali to nije bilo pravilo.

¹ Vicko Adamović, *Grada za povijest dubrovačke pedagogije*, (Zagreb, 1885), str. 114 – 121.

² Žarko Dadić, »Nastava matematike, fizike i astronomije u Dubrovniku krajem 18. i početkom 19. stoljeća«, *Anali Historijskog instituta u Dubrovniku* 10 – 11 (1962 – 3), str. 334.

U drugu grupu školskih programa možemo ubrojiti one objelodanjene u obliku sastavaka ili rasprava (dakako, ne u današnjem smislu riječi) o određenom problemu, koje su u pravilu iznosili, tumačili i branili samo pojedini apsolventi filozofije na javnim i svečanim ispitima (*actus publicus*), pod okriljem dostojanstvenika grada: »Za ovakve dispute odabirahu se dakako, samo onakvi daci koji su se, mimo ostale, odlikovali u znanju i okretnosti duha, pa to i propisuje *Ratio Studiorum*.«³ Njihov broj ovisio je kako o znanstvenoj razini tečaja, tako i o sposobnosti i vještini profesora. Objelodanjene su, uglavnom, pod naslovom *compendium, conclusiones* i *ex universa* u hrvatskim krajevima gdje je nastavni jezik bio latinski, ili pod naslovom *trattenimento accademico* u hrvatskim krajevima gdje je nastavni jezik bio talijanski.

Svrha takvih rasprava bila je u tome da se pojedine znanstvene teme što svestranije obrade, utvrde i s raznih gledišta osvijetle. One su bile nastavak i dopuna predavanja, a ukoliko se radilo o javnim i svečanim raspravama, tada su i studenti bili zaposleni u istraživanjima, pa su nerijetko zajedno s profesorima bili i autori rasprava. Zato se među tiskanim školskim programima najviše cijene oni, pisani u obliku sastavaka ili rasprava o određenoj znanstvenoj temi, koji obilježavaju završnicu studija.

Znanstvena vrijednost tih rasprava je vrlo malena ili je uopće nema. To su uglavnom bili sastavci napisani s velikim trudom, dosta učeni i poučni, a katkad i vrlo zanimljivi. Međutim, redovito im je manjkala izvornost. Svrha im je bila pokazati znanje i umijeće, a ne originalnost i domišljatost. Tek tu i tamo bi se pojavila i po koja originalna ideja. Autori su se uglavnom, s većim ili manjim dopunama, držali školskog gradiva, koristeći se onim priručnicima svoga vremena s kojima su se slagali u prirodoznanstvenim gledištima.

Istraživanje takvih rasprava važno je za nas radi utvrđivanja odraza i prihvatanja svjetskih znanstvenih tokova u našim krajevima i u našim znanstvenim sredinama. Naime, ukoliko je u našoj, određenoj znanstvenoj sredini došlo do prihvatanja općih suvremenih ideja, gledišta ili teorija, pa čak i do njihova razvitka, to znači da je razina znanja u toj sredini bila na nivou općeg razvitka znanosti. I obrnuto, da se u određenoj znanstvenoj sredini napravi odabir i prihvate spoznaje svjetskih znanstvenih tokova, ta znanstvena sredina mora imati dovoljno visoku razinu znanja.

Sasvim sigurno je da razina znanja u pijarističkom kolegiju u Dubrovniku nije gotovo uopće zaostajala za razinom općeg znanja, odnosno općeg razvitka znanosti.

2. Nastavna osnova iz fizike i flogistonska teorija

Filozofska nastava, a time i nastava iz fizike na isusovačkim, pijarističkim i drugim katoličkim kolegijima nije bila nikakva osobitost tih kolegija. Ona se u glavnim crtama podudarala s nastavom drugih, napose protestantskih učilišta u Njemačkoj. Stvarna vrijednost te nastave bila je mnogo veća od onoga što joj se običava priznati.

Kada je vrijeme trajanja filozofskog tečaja skraćeno s tri na dvije godine, odnosno na dva tečaja, nastavna osnova je načinjena tako da se u prvoj godini ili prvom tečaju predavala logika, metafizika i matematika, a u drugoj godini ili dru-

³ Miroslav Vanino, *Isusovci i hrvatski narod*, Knjiga 1 (Zagreb, 1969), str. 159.

gom tečaju etika, prirodopis, opća ili generalna i posebna ili specijalna fizika (*Physica generalis et Physica particularis*).⁴

Što je bila opća, a što posebna fizika? Odgovor na to pitanje daju sadržaji udžbenika korištenih za nastavu iz fizike. Općenito uzevši, u općoj fizici se uglavnom raspravljalo o tijelima uopće i o gibanju, dakle o pitanjima koja i danas obrađuje fizika. Osim toga, nekoliko poglavlja je često bilo posvećeno i astronomiji. U posebnoj fizici raspravljalo se uglavnom o ostalim prirodnim znanostima, a osobito o vodi, zraku, vatri, svjetlu, elektricitetu, zemlji, meteorima i uopće o pojavama u atmosferi. U nekim udžbenicima posebne fizike sadržana su i počela geologije, mineralogije, botanike i zoologije. Nazivak fizika još uvijek se koristio u svom iskonskom značenju *physis*, prirodni nauk. Zato se fizika u širem smislu određivala kao »znanost o prirodi«. Temeljna kemijska gledišta također su bila obrađena u okviru posebne fizike. Međutim, flogistonska teorija u našim krajevima nije bila često zastupljena. Stoga su školski programi i tekstovi u kojima se ona koristi rijetki i dragocjeni. Postoji više razloga za to. Prvo, nisu svi učenjaci prihvatili flogistonsku teoriju; drugo, iako je ta teorija ponikla u Njemačkoj, procvat je doživjela uglavnom u Francuskoj, Engleskoj i Švedskoj, pa je postojao problem dostupnosti i korištenja suvremene literature; treće, istraživanja o flogistonu bila su uglavnom vezana uz ljekarničke i medicinske laboratorije, a mnogo rjeđe uz nastavu fizike na filozofskim tečajevima.

Oni učenjaci koji su u svojim gledištima uglavnom slijedili Newtona i našeg Boškovića ne govore o flogistonu. Oni tumače kemijske pojave na temelju čestica ili atoma kao predmeta opće gravitacije, koristeći umjesto flogistona sintagmu »sumporna supstancija«. To su uglavnom bili teoretičari koji tumače kemijske promjene veličinom, položajem i kretanjem elementarnih čestica tvari, te teoretiziraju o tome što su atomi i molekule, mješavine i smjese. Njihova tumačenja uglavnom su bila lišena eksperimentalnih potvrda i provjera.⁵ Flogistonisti su pak svoja kemijska znanja i iskustva temeljili na pokusima i radu u laboratoriju, pa su u svojim tumačenjima koristili flogiston i promicali flogistonsku teoriju. Za takva istraživanja bili su potrebni opremljeni laboratoriji s napravama za izvođenje pokusa i »opažanja o flogistonu«, što se moglo postići samo u razvijenim i bogatim znanstvenim sredinama. Premda znanstvena sredina Dubrovnika krajem 18. stoljeća nije bila razvijena a niti izuzetno bogata, ipak se na pijarističkom kolegiju u Dubrovniku vrše pokusi i govori o flogistonu.

Riječ flogiston dolazi od grčke riječi φλογίζω, lat. *inflammo*, gorim ili palim. Potaknuti istraživanjima svoga učitelja *Johanna Joachima Bechera* (1635 – 1682), prvi je upotrijebio riječ flogiston i postavio flogistonsku teoriju *Georg Ernst Stahl* (1660 – 1734) u svom djelu tiskanom u Halleu 1697. godine. Zahvaljujući tome što je različite pojave i činjenice obuhvatila u jedinstveni sistem, flogistonska teorija je vladala kemijom gotovo čitavo jedno stoljeće. Premda nikada nije bio dokazan, flogiston je prihvaćen kao aksiom bez kojega se nije moglo tumačiti nijedno novo opažanje.

Ideja o flogistonu kao počelu zapaljivosti, po kojoj supstancije prožete njime primaju mogućnost da se zapale ili oksidiraju (izlaženje flogistona značilo je isto što danas znači povišenje oksidacijskog stupnja), razvila se u drugoj polovici 18.

⁴ Isto, str. 154.

⁵ Tako na primjer autori udžbenika fizike korištenih na tlu Austrijske monarhije Leonard Biwald i Pavao Makò ne spominju flogiston, dok ga *Ivan Horvath* koristi u svojim udžbenicima, čak i u izdanju iz 1798. godine.

stoljeća u ideju o flogistonu kao posebnoj, elastičnoj plinovitoj supstanciji. U nastojanjima da se flogiston odredi kao posebna vrsta zraka ili plina bujaju istraživanja na području kemije plinova. Upravo su brojne spoznaje o plinovima bile nepohodna priprema za preokret što se dogodio u kemiji.⁶ Lavoisierova istraživanja koncem 18. stoljeća dovode do napuštanja teorije flogistona, ali u dugotrajnom tijeku i preokretu. Naime, Lavoisierovo učenje nije odmah bilo shvaćeno i prihvaćeno, osobito ne u zemljama izvan granica Francuske. Tako se u našim krajevima o »antiflogistonskom učenju« govori tek na samom kraju 18. i početkom 19. stoljeća, i to najprije na Zagrebačkoj akademiji znanosti od 1798, a osobito od 1801. godine, a potom na Zadarskom liceju od 1807. godine.

3. Rasprava Luke Gučetića, Matije Luje Zamanje i Matije Ksavera Zamanje iz 1794. godine

3.1. Opis rasprave

Rasprava pod naslovom *Trattenimento accademico sull' aria comune per i signori Luca di Gozze, Matteo Saverio di Zamagna, Matteo Luigi di Zamagna studenti di filosofia e matematica il secondo anno del loro corso nel Collegio delle scuole pie* (Akademska rasprava o zajedničkom zraku za gospodu Luku Gučetića, Matiju Ksavera Zamanju i Matiju Luju Zamanju, studente filozofije i matematike u drugoj godini njihova studija u pijarističkom kolegiju) tiskana je u srpnju 1794. godine u tiskari Andrea Trevisana u Dubrovniku. Napisao ju je ili onodobni profesor fizike na istom kolegiju, ili pak sami studenti po njegovim uputama. O autorima ne znamo gotovo ništa, a nije nam poznato ni tko je bio profesor fizike na pijarističkom kolegiju u Dubrovniku. Prezimena studenata koji su tu raspravu pisali, ili su je samo branili govore nam da su oni pripadali dubrovačkim plemićkim obiteljima iz kojih su potekli znameniti kulturni djelatnici: filozof i retoričar *Nikola Vidov Gučetić* (1549 – 1610) i književnik *Bernard Zamanja* (1735 – 1820).

U raspravi se iscrpno govori o istraživanju *aria comune*, običnog, zajedničkog ili općeg zraka s fizikalnih i kemijskih gledišta. Napisana je u deset zasebnih poglavlja pod slijedećim naslovima: 1. *Dell' atmosfera* (O atmosferi), 2. *Della fluidità e del peso dell'aria comune* (O tlačljivosti i težini općeg zraka), 3. *Della compressibilita dell'aria comune* (O stlačivosti općeg zraka), 4. *Dell'elasticita dell'aria comune* (O elastičnosti općeg zraka), 5. *Della pressione dell'aria comune* (O tlaku općeg zraka), 6. *Della necessita' dell'aria comune per la vita animale* (O potrebi općeg zraka za život životinja), 7. *Della necessita' dell'aria comune per la propagazione del suono* (O potrebi općeg zraka za širenje zvuka), 8. *Della necessita dell'aria comune per la combustione* (O potrebi općeg zraka za sagorijevanje), 9. *Dell'aria comune rinchiusa nei solidi e liquidi* (O općem zraku zatvorenom u čvrstim tijelima i tekućinama) i 10. *Di alcuni fenomeni utili e dilettevoli dipendenti dalle proprietè dell'aria comune* (O nekim korisnim i ugodnim pojavama ovisnima o svojstvima općeg zraka). Uz tekst je dan opis i tumačenje trideset i triju pokusa. Kako se radi o jednostavnijim pokusima koji ne zahtijevaju osobiti pribor, naprave i aparate, može se pretpostaviti da su te pokuse naši autori sami načinili. Oni su rastumačili fizikalna i kemijska svojstva samo običnog ili općeg zraka. Znali su da je potrebno istražiti i kemijska svojstva svih u ono doba poznatih plinova ili, kako ih

⁶ Drago Grdenić, »Pogovor«, u J. F. Domin, *Fizikalna rasprava o postanku, naravi i koristi umjetnog zraka* (Zagreb: JAZU, 1987), str. 109.

TRATTENIMENTO
ACCADEMICO
SULL'ARIA COMUNE
PER I SIGNORI
LUCA DI GOZZE, MATTEO SAVERIO DI ZAMAGNA,
MATTEO LUIGI DI ZAMAGNA
STUDENTI
DI FILOSOFIA E MATEMATICA
IL SECONDO ANNO DEL LORO CORSO
NEL COLLEGIO DELLE SCUOLE PIE
Il dì Luglio 1794.



R A G U S A
NELLA STAMPERIA PUBBLICA
PRESSO ANDREA TREVISAN
CON LICENZA DE' SUPERIORI.

Slika 1. Naslovnica rasprave o općem zraku u pijarističkom kolegiju u Dubrovniku 1794. godine.

naši autori nazivaju, *fluidi aeriformi*, zrakolike tekućine. Međutim, kako je već rečeno, istraživanja na području kemije plinova zahtijevale su dobro opremljene laboratorije s brojnim napravama i kemikalijama, te bogatu znanstvenu literaturu, što je bilo nedostupno ne samo našim, nego i mnogim europskim znanstvenim sredinama. Zato i naši autori na kraju svoje rasprave kažu: »... red bi zahtijevao da se prijeđe na istraživanje kemijskih svojstava zrakolikih tekućina, ali to nam ne dopušta nedostatak u kojem se nalazimo sa spravama i sredstvima koja su na raspolaganju, a to je teško dobiti od privatnika ako nisu potpomognuti darežljivošću velikih.«⁷

⁷ *Trattenimento accademico sull'aria comune per i signori Luca di Gozze, Mateo Saverio di Zamagna, Mateo Luigi di Zamagna* (Dubrovnik, 1794), str. 24. Tu raspravu sam pronaš-

Za našu temu najinteresantnija su poglavlja šesto, osmo i deveto pod naslovi: *O potrebi općeg zraka za život životinja*, *O potrebi općeg zraka za sagorijevanje* i *O općem zraku zatvorenom u čvrstim tijelima i tekućinama*. Zato će ta poglavlja biti predmet istraživanja i tumačenja.

3.2. Obični zrak i flogiston

Naši autori određuju obični ili opći zrak na slijedeći način: »Ona tekuća i prozirna masa koja okružuje naš planet i prati ga u obrtajima dnevnog gibanja oko vlastite osi i u njegovom godišnjem gibanju oko Sunca, koja se udiše isto tako na najvišim planinama kao i u najdubljim pećinama, sposobna da zauzme sav prostor koji ostala tijela napuštaju, ako nema pristupa, naziva se *zrak*.« Potom opisuju slijedeći pokus: stavi se posuda dimeće salitrene žeste, to jest nitratre kiseline pod recipijent pneumatskog stroja. Iz nje se dižu pare »vidljive pod oblakom crvenkastog dima«. Crvenkasti dim se smanjuje (gubi se boja) u razmjeru s oduzimanjem zraka, odnosno povećava se (dolazi do obojenja) u razmjeru dodavanja zraka. Na temelju tog pokusa naši autori zaključuju da pojava crvenkastih para salitrene žeste upućuje na njeno otapanje zrakom, pa postavljaju tezu o *otapajućoj sili zraka* koja je razmjerna njegovoj gustoći.⁸

U stvari, nitrarna kiselina se raspada uz stvaranje dušikovog dioksida, dušik(IV)-oksida, koji ostaje u njoj otopljen i bojadiše je. Takva otopina otpušta na zraku pare crvenkaste boje. One nastaju časovitim spajanjem bezbojnog dušikovog monoksida, dušik(II)-oksida, s kisikom iz zraka u obojeni dušikov dioksid, dušik(IV)-oksid. Isisavanjem zraka ne dolazi do obojenja, jer je bezbojni dušikov monoksid lišen kisika koji mu je potreban za prelazak u crvenkasti dušikov dioksid.

Pojam *otapajuća sila zraka* danas se ne koristi. Međutim, u drugoj polovici 18. stoljeća pojava crvenkastih para salitrene žeste upućivala je na njeno otapanje zrakom. Premda je bilo poznato da jedan dio običnog zraka čini »čisti« ili deflogistonirani zrak, kojemu je kasnije Lavoisier dao ime kisik, nije bilo poznato da taj dio zraka može stvarno sudjelovati u kemijskim promjenama, odnosno, da se može kemijski spajati s određenim supstancijama. Zato se smatralo da obični zrak djeluje poput otapala raznih tvari, osobito flogistona prema kojem je ispoljavao najveću »silu otapanja«, srodnost ili afinitet.

Naši autori pokazuju da je otapajuća sila zraka razmjerna ne samo njegovoj gustoći, nego isto tako toplini i kretanju. Međutim, oni navode da ista sila ovisi i o vrsti čestica tvari koje otapa, te da zrak može otapati određeni broj čestica bilo koje tvari: »Zrak dakle ili sam po sebi ili uz pomoć drugih heterogenih principa ističe svoju otapajuću silu za svako čvrsto tijelo ili tekućinu s kojom se susreće. Tako zrak tereti tragove svih tijela koja borave u prirodi, sadržava veoma veliku količinu istiskivanja čestica svake vrste u tijelima raznih vrsta žesti, ulja, bitumena, sumpora itd; i tako se može atmosfera shvatiti kao jedan ogroman želudac Lambicka, u kojem su u stalnoj probavi i radu sve tvari koje se u njemu nalaze«⁹

Flogiston je određen kao »vatrena tvar koja je posvuda rasprostranjena u većoj ili manjoj količini«. Ali, najveći afinitet flogiston ima prema zraku s kojim se

la u popisu programa u radu Ž. Dadića navedenom pod 2, str. 335. Kolega Ivica Martinović ju je našao u Dubrovniku u Knjižnici Male braće pod signaturom 35 – V – 31, privez 7, kopirao i poslao mi u Zagreb, na čemu mu se najtoplije zahvaljujem

⁸ Isto, str. 4 – 8.

⁹ Isto, str. 7, *Lambicco* je arapska riječ (alambique) grčkog porijekla, a označava uređaj za destilaciju.

lako veže. Zato je otapajuća sila zraka najjača onda kada se u njemu otapa flogiston i zato su različite količine flogistona trajno prisutne u zraku.

3.3. Disanje i flogiston

U drugoj polovici 18. stoljeća postoje tri temeljna gledišta u tumačenju postupka disanja. Jedna grupa autora je držala da zrak dovodi flogiston u krv, druga grupa, upravo suprotno, da zrak veže flogiston i odvodi ga iz pluća, dok je treća grupa autora ispravno naslutila da se udisajem obični zrak preko pluća spaja s krvlju.

U dodacima talijanskom prijevodu Macquerovog *Kemijskog rječnika* (1783) Scopoli kaže: »U disanju zrak prima i odnosi flogiston, a to je suprotno stavu onih koji drugačije misle, naime da krv prima flogiston iz udisajnog zraka. Sasvim drugačije se dešava s biljkama...«¹⁰

No, Scopoli ne navodi tko je to mislio da krv prima flogiston iz udisajnog zraka.

Gledište slično Scopolijevom zastupao je i talijanski prirodoslovac i fiziolog *Felice Fontana* (1730–1805). On je smatrao da flogiston dolazi u krv putem probavnog soka i na neke druge načine, a uloga običnog zraka je da ga preko pluća ukloni iz krvi. Prema tome, svrha disanja je jedino u tome da se, putem zraka, flogiston odstrani iz krvi.

Za razliku od Fontaninih gledišta švedski kemičar *Torbern Bergman* (1735–1784) i švicarski liječnik i prirodoslovac *Albrecht Haller* iznose sasvim suprotno tumačenje postupka disanja. Naime, oni su ispravno naslutili da se udisajem obični zrak preko pluća spaja s krvlju.

Premda iznose neka sporna gledišta: »Gospodin Bergman hoće da opći zrak umjesto da primi u sebe flogiston u času izdisaja, spaja ga čak s krvlju, ali njegovi su razlozi zabačeni od gosp. Fontane koji drži da se ti razlozi ne mogu prihvatiti...«, naši autori bez dvojbe prihvaćaju Fontanino gledište po kojem je uloga općeg zraka u disanju isključivo u tome da vezuje flogiston iz krvi, odnosno da deflogistonira krv: »Nema principa u prirodi koji spojen sa zrakom čini ga nezgodnim i nepovoljnim za disanje živih bića kao što je *Flogiston*, to jest vatrena tvar koja je posvuda rasprostranjena u većoj ili manjoj množini. Taj princip, prema pokusima gosp. Fontane postoji u krvi kamo dolazi u stanovitoj množini pomoću probavnog soka i drugim putem. Flogiston ima veliki afinitet sa zrakom, lako se kombinira s njime, pa zrak deflogistonira krv i čitav živi stroj. Udisajni zrak dolazi u pluća, osjeća se odmah njegova latentna toplina, on lišava krv od flogistona koji bi mogao biti smrtonosan za živo biće; jer zadržan ovdje i povećan slabi razdražljivost koja je izvor animalnog života. Dakle, očito je da opći zrak ne održava život zahvaljujući samo svojoj težini, elastičnosti i tlaku, nego također svojem velikom afinitetu s flogistonskim principom. To je potreba izdisaja koja nastaje iz potrebe da se pluća liše flogistona u svakom izdisaju, a ne da apsorbiraju novi zrak, kako to misli Haller«¹¹

Za potvrdu svoga gledišta naši autori navode opise triju pokusa sa životinjama (ribe, ptice, četveronošci) stavljenima u zrakoprazni prostor*, te određuju vri-

¹⁰ P. J. Macquer, *Dizionario di Chimica* (tradotto dal Francese, e corredato di note e di nuovi Articoli da G. A. Scopoli) (Pavia, 1783), Tom IV, str. 284.

¹¹ *Trattenimento*, rasprava navedena pod 7, str. 13, 14.

* Naši autori ne navode kako su pravili zrakoprazni prostor. Oni samo kažu da se određena životinja smjesti »pod pneumatski recipijent i istjera se zrak.«

jeme potrebno za njihovo ugibanje. U skladu sa svojim shvaćanjima, nastalima prihvaćanjem Fontaninih gledišta, oni zaključuju da je razlog ugibanja životinja u odsustvu zraka u tome što se one ne mogu lišiti flogistona nagomilanog u krvi. Krv se ne može deflogistonirati, jer se u nedostatku običnog zraka flogiston zadržava u plućima, umjesto da se s njim veže: »... pluća se više ne mogu lišiti velike množine flogistona radi nestanka zraka.«

3.4. *Gostujući zrak i flogiston*

Da bi odredili važnost i ulogu običnog ili općeg zraka u sagorijevanju tijela, naši autori Luka Gučetić, Matija Lujo i Matija Ksaver Zamanja navode opise triju pokusa: s upaljenom svijećom, s usijanim željezom i pušćanim prahom, te sa strojem za iskre pod recipijentom pneumatskog stroja. Naime, kada se pod tim recipijentom isiše zrak svijeća se gasi, pušćani prah ne eksplodira*, a stroj ne proizvodi iskre. Na temelju tih opažanja, naši autori određuju obični zrak kao *vicolo della combustione*, to jest, vodič sagorijevanja.

Kako se sagorijevanje tvari odvija samo uz prisutnost zraka, fizičari su zaključili da su težina i elastičnost zraka ona svojstva koja potiču i podržavaju sagorijevanje tvari. Međutim, naši autori u svojoj raspravi navode da ta svojstva nisu dostatna za tumačenje uloge zraka u sagorijevanju tvari: »... ali to još nije dovoljno da se utvrdi da je atmosferski zrak ono što podržava sagorijevanje, jer ima i drugih elastičnosti i teških zrakolikih tekućina koje nisu sposobne da održavaju gorenje. »Oni smatraju da je zrak vodič sagorijevanja na temelju njegovih kemijskih svojstava. Naime, sagorijevanje se odvija tako što se iz gorućih tvari izdvaja flogiston. To izdvajanje se ne može postići bez prisutnosti zraka, jer upravo zrak istjeruje flogiston iz goruće tvari i istodobno zauzima njegovo mjesto. Vatra, svjetlost i toplina nastaju iz flogistona i najčišćeg dijela zraka, takozvanog deflogistoniranog zraka, koji je uvijek i u stalnoj količini prisutan u atmosferskom zraku: »Glavna predstava koju priroda čini da se razvija flogiston i da se odvaja iz tijela, gdje je sastavljen i skupljen, jesu pojave slobodne vatre praćene plamenom, pojava topline, koncentrirano svjetlo ili zapaljena tijela. Sva tri prethodna pokusa svjedoče da ta sredstva nisu dovoljna sama po sebi da se u tijelima sredstva vatre tvar. Dakle, naravno je vjerovati da zrak pridonosi tim tijelima sredstva da se razvije flogiston u sagorljivim tijelima i da čini tu glavnu ulogu da istjera flogiston i stupi na njegovo mjesto. A kako flogistonirani i nečisti zrak nije u stanju da podržava sagorijevanje, očito da je vatra nastala samo iz deflogistoniranog, najčišćeg zraka, koji postoji uvijek u stalnoj količini u atmosferskom zraku.«¹²

Da bi zrak bio sposoban da podržava gorenje, potrebno je da ima određeni stupanj čistoće, odnosno dovoljnu količinu deflogistoniranog zraka, te da bude sposoban da zauzme mjesto napušteno od flogistona. Ta teorija, kažu naši autori, tumači i zašto se požari gase kada započnu na mjestima koja se mogu zatvoriti. Nečisti, flogistonirani zrak ne može iz gorućih tvari istjerati flogiston zbog nedostatka svog čistog dijela, deflogistoniranog zraka, koji zauzima mjesto uklonjenog flogistona: »Nije dovoljno da bude zraka oko upaljenih tvari da bi se održala vatra; treba da taj zrak bude slobodan i da posjeduje neki stupanj čistoće; jedna voštana šibica upaljena i umetnuta u bocu s flogistoniranim zrakom, gasi sve. I evo

* Naši autori kažu: »Stavi se pod pneumatsko zvono maleni recipijent od usijanog željeza, istjera se zrak i gore se nabaca pušćani prah; opaža se da umjesto da se zapali i redovito eksplodira, prelazi u dim bez pucanja ili zapravo proizvodi maleni prigušeni plamen.«

¹² Isto, str. 15, 16.

uzroka zašto se požari gase kada započinju na mjestima koja se mogu zatvoriti. Zrak u njima zatvoren brzo se puni flogistonom i postaje nesposoban da vrši glavnu ulogu, da istjera flogiston iz zapaljivih tvari i da zauzme mjesto koje je flogiston napustio.«¹³

Da bi pokazali da sve tekuće i krute tvari sadrže izvjesnu količinu zraka naši autori navode opise dvaju pokusa. Najprije se čaša puna vode, u koju se stavi jaje, promatra pod pneumatskim zvonom iz kojeg se isisava zrak. Opaža se da iz čvrstog, poroznog jajeta izlazi zrak. Potom se, pod isto zvono, stavi čaša napunjena dvjema trećinama mlijeka, vinskog žesti i malo tople vode. Isisavanjem zraka razvija se zrak sadržan u tekućinama i podiže razinu površine u čaši: » . . . u obliku kapi koje rastu sve više brojem i veličinom; ona vinska žesta i voda vriju što traje neko vrijeme, mlijeko se pretvara u pjenu i izlazi iz čaše.«

Obični zrak, koji ulazi u pore raznih čvrstih i tekućih supstancija, naši autori nazivaju *aria ospitante*, gostujući zrak. Oni smatraju da zrak, ulaskom u čvrste ili tekuće tvari, ne gubi svoja kemijska svojstva, već se vraća u prvobitno stanje, a da ne naruši strukturu i sastav tvari u kojoj se nalazio » . . . jer ne postaje dijelom njih samih i ne spaja se s njihovom supstancijom: konačno vraća se u svoje prvobitno stanje bez rastvaranja samih tijela u kojima se nalazi. Nema nijednog tijela koje ne bi imalo u sebi gostujući zrak, kako to pokazuju pokusi.«¹⁴

Danas bi rekli da se zrak kemijski ne spaja s tvarima u koje ulazi, pa tako ne narušava njihov kemijski sastav. Pojam »gostujući zrak« i njegovu odredbu navodi i P. J. Macquer u već navedenom *Kemijskom rječniku* koji su vjerojatno koristili i naši autori.¹⁵

Između ostalog, flogistonska teorija se održala i na nepravilnom tumačenju sudjelovanja zraka, odnosno deflogistoniranog zraka u kemijskim promjenama. Nije se znalo da zrak može tvorno sudjelovati u kemijskim promjenama, odnosno da se njegov dio, deflogistonirani zrak može kemijski spajati s reagirajućom supstancijom. Dakle, premda su naši autori znali da deflogistonirani zrak ima određenu težinu, oni nisu znali da deflogistonirani zrak, ili, kako bi danas rekli, kisik sudjeluje u kemijskom spajanju i da se veže s reagirajućom tvari.

Ipak, na kraju svoje rasprave naši autori se dvoume oko naravi gostujućeg zraka, pa dozvoljavaju da u nekim slučajevima zrak može izgubiti svoju prvotnu narav te poprimiti svojstva i narav tvari s kojom se spaja. Tada se više ne radi o gostujućem zraku, nego o zraku kao sastavnom dijelu tvari, odnosno o kemijski spojenom zraku: » . . . i samo razmjerom takvog naizmjeničnog djelovanja među vlastitim česticama i česticama tijela, nastavlja zrak da se lišava svog urođenog elasticiteta. Kad se toga liši počinje gubiti spoj sa svojom pravom naravi, te poprima svojstva i narav tijela s kojima se spaja.«¹⁶

Takva gledišta, bez obzira što su autori uvjereni i dosljedni flogistonisti, bila su u skladu s novim suvremenim nastojanjima i idejama u kemiji.

Zaključak

U drugoj polovici 18. stoljeća istraživanje plinova imalo je vodeću ulogu za razvoj kemije. Vrš se pokusi sa zračnim balonima, za što je bilo potrebno istražiti

¹³ Isto, str. 19, 20.

¹⁴ Isto, str. 20.

¹⁵ P. J. Macquer, djelo navedeno pod 10, Tom II, str. 7.

¹⁶ *Trattenimento . . .*, rasprava navedena pod 7, str. 21.

svojstva plinova. Smatrajući da se radi o laganoj, plinovitoj i elastičnoj tvari, kemičari su nastojali izdvojiti i ispitati flogiston.

Kako se na akademijama i kolegijima u našim krajevima kemija predavala kao dio fizike, posebnih kemijskih udžbenika nije bilo, nisu bili propisani. Naši autori ne navode koje su priručnike i literaturi koristili. Međutim, kako se radi o pijarističkom kolegiju u Dubrovniku, gdje je u upotrebi bio talijanski jezik, oni nisu mogli zaobići korištenje Macquerovog *Kemijskog rječnika* u talijanskom prijevodu i s dodacima J. A. Scopolija. Prvo izdanje tog rječnika na talijanskom jeziku izašlo je 1783/84. u Paviji, a drugo 1784/85. u Veneciji.

Premda je Lavoisier svoje prvo neslaganje s flogistonskom teorijom obznanio već 1775. godine raspravom *De la nature du Principe qui se combine avec les Métaux pendant la calcination et augmente sa poids* (*O naravi principa koji se spaja s kovinama kada se žare i povećava njihovu težinu*), on nije imao pristalica. Tek nakon njegove rasprave *Reflexions sur le phlogistique* (*Razmišljanja o flogistonu*), pročitane u Francuskoj akademiji 1783. i objavljene 1786, najistaknutiji francuski kemičari prihvatili su Lavoisierova gledišta i napustili flogistonsku teoriju. No, poslije 1789. godine, kada je objavljeno Lavoisierovo glavno djelo *Traité élémentaire de chimie* (*Osnova kemije*), i zemlje izvan granica Francuske počinju se upoznavati s novim idejama o kemiji.¹⁷

Napuštanje flogistonske teorije u našim krajevima teklo je postupno i sporo. Glavni razlog tomu bilo je pomanjkanje suvremene kemijske literaturè. Tako se u našim krajevima o »antiflogistonskom učenju« govori tek početkom prošlog stoljeća. U doba francuske vladavine u Zadru je 1806. dekretom dalmatinskog providura Vicka Dandolo zadarska gimnazija prerasla u licej s namjerom da taj licej bude prethodnica budućem sveučilištu.¹⁸ Na ljekarničkom studiju tog liceja opću kemiju u skladu sa suvremenim Lavoisierovim gledištima predavao je od 1807. Carlo Bignami. Na Kraljevskoj akademiji u Zagrebu suvremena kemijska gledišta se spominju već od 1798, a osobito od 1801. godine.¹⁹

Na temelju takvog stanja i odraza novih kemijskih gledišta u našim krajevima možemo reći da su tumačenja Luke Gučetića, Matije Luje i Matije Ksavera Zamanje na pijarističkom kolegiju u Dubrovniku iz 1794. godine o običnom zraku u obzoru flogistonske teorije još uvijek bila suvremena i na razini razvoja kemije. Štoviše, njihova tumačenja o razlici između »gostujućeg zraka« i zraka vezanog u tvarima odraz su novih ideja u kemiji.

¹⁷ D. Grdenić, rad naveden pod 6, str. 108, 109.

¹⁸ Vinko Velnić, »Osnivanje ljekarničkog studija u Zadru«, *Zadarska revija*, br. 1, 2, Zadar 1987, str. 66. Vicko (Vincenzo) Dandolo (1758–1819) rođeni je Mlečanin židovskog podrijetla. Bavio se kemijom. Bio je u vezama s velikim francuskim kemičarima. Preveo je na talijanski djela Lavoisiera, Guytona de Morveaua i *La Philosophie chimique* Fourcroya. U Italiji je uveo novo kemijsko nazivlje.

¹⁹ *Tentamen publicum ex physica, quod in Regia academia Zagradiensi semestri primo e praelectionibus Georgii Sugh* (Zagreb, 1803), prema Žarko Dadić, *Povijest egzaktnih znanosti u Hrvata*, Knjiga II (Zagreb, 1982), str. 24, 25.

Snježana Paušek-Baždar

THE CONCEPT OF PHLOGISTON IN THE COURSES AT THE PIARIST
COLLEGE IN DUBROVNIK

Summary

The paper deals with the concept of phlogiston in the treatise *Trattenimente accademico sull'aria comune* (1794) which was defended by Luka Sorkočević, Matija Lujo and Matija Ksaver Zamanja, students of the second and final year of the philosophical course at the Piarist College in Dubrovnik. It shows how the authors explained the relation between common air and phlogiston, and how phlogiston was used to determine chemical affinity and explain the process of burning and breathing.

On one hand the paper discusses scientific value of the treatises and on the other the theses and questions that were printed in the school syllabuses. It also shows the amount of chemistry included in the physics lessons within the philosophical courses in general. The paper draws attention to the importance of the treatise in view of the subject that was very rare in the Croatian scientific circles.

The acceptance of the phlogiston theory and its introduction into the curriculum of the Piarist College of Dubrovnik shows that the degree of knowledge in it was not much below the degree of science in general.