



A XVI-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin PAVEL – fondatorul hidroenergeticii românești”
SEBEȘ, 2016

ISTORIA ȘI METODOLOGIA FIZICII VIDULUI. PARTEA a III-a. FIZICA VIDULUI DE LA DESCOPERIREA PRESIUNII ATMOSFERICE ÎNCOACE

Ion M. CERNICA, Iulian N. MALCOCI

HISTORY AND METODOLOGY OF VACUUM PHYSICS PART III. VACUUM PHYSICS FROM DISCOVERY OF ATMOSPHERIC PRESSURE UNTIL PRESENT DAY

In the third part of the paper it is described the history and methodology of physics since the discovery of atmospheric pressure vacuum. The decisive contributions of vacuum physics to collapse system concepts inherited from the ancient Greeks and canonized by the medieval Christians and Muslims theologians is shown. At the same time, the paper describes first physical, chemical and biological experiments performed in vacuum space and shows the difficulties in explaining the nature of emptiness.

Particular attention is given to the concept of ether in the history of science and philosophy and concept of vacuum in the science and modern technique. It is shown the distinct difference between the notion of technical vacuum (classical) and the physical vacuum. Finally, the evolution of the concept of vacuum in the materialist philosophy, science and technology is summarized.

Keywords: atom, molecule, void, vacuum, ether, technical vacuum, physical vacuum, the mean free path length, Knudsen number, flow

Cuvinte cheie: atom, moleculă, spațiu gol, vid, eter, vid tehnic, vid fizic, lungimea drumului liber mediu, număr Knudsen, curgere

8. Triumful fizicii vidului

Progresul tehnico-științific din prima jumătate a secolului al XVII-lea și, în special, noile dovezi experimentale ale existenței vidului au contribuit la reactualizarea teoriei atomiste a grecilor antici. Printre animatorii atomismului tradițional în secolele XVI-XVII întâlnim nume notorii ale științei și filozofiei mondiale, ca Nicolaus Copernic în Polonia, Giordano Bruno și Galileo Galilei în Italia, Francis Bacon și Thomas Hobbes în Anglia. Totuși, marile figuri ale renașterii atomismului în această perioadă au fost René Descartes, Pierre Gassendi și Robert Boyle.

Renumitul matematician, fizician și filozof francez *René Descartes* (1596-1650) (figura 25) nu recunoștea concepțiile atomiste ale filozofiei antice și medievale. În contrast cu teoria atomistă existentă pe atunci, el a dezvoltat propria teorie corpusculară, cunoscută sub numele de *doctrina spațiului plin*. După cum se știe, Descartes a manifestat un interes deosebit față de vidul lui Torricelli, deși a negat vehement existența lui în natură. În doctrina spațiului plin, elaborată în 1630, accentul a fost pus pe extinderea simplă și pe umplerea completă și continuă a universului cu *materie subtilă*, acționată prin impuls transmis de la un loc la altul [58, 59]. Mai târziu, fizica carteziană a fost dur criticată de Isaac Newton.



Fig. 25 René Descartes (1596-1650)



Fig. 26 Pierre Gassendi (1592-1655)

Bazându-se pe concepțiile atomiste ale lui Epicur și Lucrețiu, dar și pe realizările fizicii de atunci, preotul provensal *Pierre Gassendi* (1592-1655) (figura 26), unul dintre cei mai mari astronomi, matematicieni și filozofi ai epocii sale, a creat, în 1649, în opoziție cu vederea reduționistă a lui Descartes, că numai explicațiile pur mecanice ale fizicii sunt adevărate, o nouă *teorie corpusculară*, din care avea să se inspire mai târziu chiar marele Isaac Newton.

Spre deosebire de atomii lui Democrit, atomii lui Gassendi erau particule, care posedând masă și inerție se puteau mișca în vidul, a cărui existență fusese demonstrată experimental de Torricelli și Pascal. Mișcarea era considerată ca o proprietate indestructibilă a atomilor „*purificați de asociații de idei ateiste și subversive*” [7].

Deopotrivă cu teoriile științifice despre natură, s-au făcut și primii pași concreți pe calea înțelegerii corecte a esenței fizice a vidului. Dacă în antichitate și în tot evul mediu vidul era asociat cu un spațiu absolut gol, lipsit de orice corp material, de acum în a doua jumătate a secolului al XVII-lea se considera că acesta conține particule materiale rarefiate. Cunoscutul popularizator al științei franceze *Bernard Fontenelle* (1657-1757) scria în cartea sa „*Entretiens sur la pluralité des mondes*” [60], adică „*Reflecții asupra pluralismului lumilor*”, editată în 1686, că Luna nu este locuită din cauza „*rarefierii excesive a aerului*”.

Tot pe atunci, Galileo Galilei și Isaac Newton au creat tabloul mecanic al lumii, bazat pe conceptul de spațiu absolut gol [61]. La elaborarea noului tablou al lumii s-a aplicat și concretizat atât atomistica grecilor antici, cât și noțiunea de spațiu gol.

Deși Newton a avut careva îndoieli cu privire la corectitudinea principiului acțiunii la distanță, adică al acțiunii la distanță prin spațiul gol cu viteză nelimitată, acest principiu, alături de alte teze și afirmații, a stat la baza tabloului mecanic al lumii.

Încântat de progresele lui Boyle în studierea proprietăților vidului, Huygens efectuează între anii 1661-1662 un amplu experiment, în care arată că viteza de cădere liberă a unei pene în vid este exact egală cu cea a unei piese de plumb, demonstrând corectitudinea afirmațiilor filozofice ale lui Lucrețiu făcute acum 2000 de ani și veridicitatea teoriei gravitaționale a lui Galilei.

Experimentul lui Huygens avea să fie repetat pe Lună la 2 august 1971, când astronautul american David Scott demonstrează în fața camerelor de luat vederi că în spațiul vid corpurile cad cu aceeași viteză, independent de masa lor.

Dar nici învățătura falsă a lui Aristotel cu privire la continuitatea materiei și imposibilitatea existenței vidului nu a fost respinsă complet, continuând să influențeze dezvoltarea științei și filozofiei. Cât de paradoxal nu ar fi, dar printre adepții învățăturii aristotelene întâlnim personalități științifice de primă mărime, ca René Descartes în Franța, Isaac Newton și Michael Faraday în Anglia, Athanasius Kircher și Gottfried Leibniz în Germania.

Fiind de acord cu teza lui Descartes că omul nu are idei clare despre conceptul de *nimic*, în virtutea faptului că acesta nu are proprietăți, *Isaac Newton* (1642-1711) imediat afirma că spațiul gol, adică vidul, în accepție actuală, nu poate fi *nimic* [62]. Pentru marele fizician, spațiul gol era locul unde se manifestă voia lui Dumnezeu. Prin afirmația că „*Dumnezeu există oriunde, iar creatura undeva*” [3], Newton a încercat să împace religia cu știința nouă. Pe poziții asemănătoare s-a situat cunoscutul om de știință german *Athanasius Kircher* (1602-1680).

Deși a asistat la experiențele lui Gasparo Berti și a observat vidul creat deasupra coloanei de apă din tubul barometric, el totuși scria în una din lucrările sale că „*Dumnezeu umple cu semnificația sa orice spațiu gol, înlăturând orice nimic*” [32]. Dar nici compatriotul său *Gottfried Leibniz* (1646-1716) nu a progresat prea mult în problema vidului. Pentru marele matematician și filozof spațiul gol era o noțiune ce ține de domeniul „*fantasticului*”. În filozofia sa cosmologică, el a negat existența spațiului gol, considerând că prin aceasta Dumnezeu este atotputernic [63].

Și, în sfârșit, *Michael Faraday* (1791-1867), unul dintre cei mai mari oameni de știință ai tuturor timpurilor, în loc să examineze un spațiu fizic alcătuit din atomi și vid, el și-a imaginat o natură compusă din linii de forțe, care aveau capacitatea de a se „*coagula*”, pentru a forma toate corpurile materiale din lume [61].

9. Eterul și primele experiențe în vid

Imediat după descoperirea presiunii atmosferice și a vidului au fost inițiate ample studii cu privire la natura vidului creat deasupra coloanei de mercur din tubul barometric. Torricelli a fost primul care a presupus că lipsa aerului în spațiul gol nu afectează procesul de propagare a luminii și a considerat că „... *în tub se găsește un corp*

material, distinct de aer, și că acest corp material trebuie să treacă atât prin sticlă, cât și prin mercur” [47]. Observațiile făcute de fizician au condus la ideea că în spațiul vid există un corp material special, numit *eter*, care este capabil să propage lumina.

De remarcat că noțiunea de eter se întâlnește prima dată în filozofia naturalistă a grecilor antici. Pe atunci se credea că eterul este o substanță cerească, care umple întregul spațiu, dincolo de nori. În problema originii universului, Platon opta pentru o lume creată de Dumnezeu din eter [11], iar Lucrețiu considera că astrele cerești sunt compuse din eter coagulat [6].

Cu totul un alt eter și-a imaginat filozoful grec presocratic *Anaxagora* (496-428 î.Hr.). După el, eterul semnifica o substanță asemănătoare cu aerul, numai că mai fierbinte, mai uscată și mai rarefiată decât acesta. Ipoteza existenței eterului a fost dezvoltată de Aristotel, care-l considera printre cele cinci elemente ale lumii [7]. Pentru el eterul era veșnic și cel mai „spiritual” element dintre cele cinci, datorită propagării luminii și căldurii de la Soare. Sensul aristotelean al termenului a fost preluat de scolasticii medievali și s-a menținut în știință până în secolul al XVII-lea.

La începutul secolului al XVII-lea, conceptului de eter i se atribuie un nou înțeles. În locul teoriei eterului a lui Aristotel, Descartes înaintea, în anul 1618, *teoria eterului fizic*, expusă prima dată în lucrarea „*Traité du monde et de la lumière*”, adică „*Tratat despre lume și lumină*”, publicată între anii 1632-1633, și perfecționată în capodopera „*Les principes de la philosophie*” („*Principiile filozofiei*”), publicată în limba latină la Amsterdam, în 1644 [64]. Imaginând spațiul ca o proprietate a materiei, Descartes deduce că obiectele din jur se formează în urma vârtejurilor care se produc în eterul incompresibil, nedeformabil și invizibil.

Ca și în filozofia antică, pentru el eterul era „chintesența”, adică al cincilea și cel mai subtil element material al lumii, din care sunt alcătuite corpurile cerești. Teoria eterului fizic a avut mai degrabă un caracter filozofic decât fizic. Multe afirmații ale acestei teorii au fost răsturnate de știința care se naștea. Știința nouă era interesată de un alt eter, în care să se propage lumina, magnetismul și electricitatea, dar în care să nu existe viață sau ardere și să nu se propage sunetul.

Cu toate dezavantajele pe care le-a prezentat, teoria lui Descartes a influențat puternic dezvoltarea științei. Spre exemplu, renumitul fizician, chimist și filozof englez de origine irlandeză *Robert*

Boyle (1627-1691) (figura 27) evita afirmațiile categorice în discuțiile purtate pe marginea structurii aerului. În lucrările sale epocale despre vid și legile gazelor, el considera că aerul este compus din particule care seamănă mult cu niște fire de păr elastice [65]. De fiecare dată când explica elasticitatea aerului, el reamintea și de teoria eterului a lui Descartes. În 1660 încearcă să descopere semne de existență a „materiei subtile” pe cale experimentală. Pentru aceasta, el a introdus într-un recipient închis ermetic o blăniță prevăzută în partea sa de sus cu un tub pentru evacuarea aerului. Deasupra tubului a plasat o pană ușoară. Apoi cu ajutorul unei pompe de vid a eliminat aerul din vas. Faptul că pana nu devia de la poziția sa inițială atunci când blănița se comprima, era în contradicție cu teoria eterului a lui Descartes. Boyle s-a făcut remarcabil și prin experiențele sale ingenioase, în care a studiat influența vidului asupra unor importante fenomene fizice, chimice și biologice. El a demonstrat, de exemplu, că sunetul nu se poate propaga în vid fără prezența aerului, în timp ce lumina și magnetismul nu sunt afectate de lipsa lui. O altă mare realizare științifică a lui Boyle a fost descoperirea imposibilității vieții și arderii în vid [7, 33]. Experimentul lui Boyle în care se demonstrează dacă animalele supraviețuiesc în vid, a devenit parte din repertoriul multor teatre din secolul al XVIII-lea (figura 28).



Fig. 27 Robert Boyle
(1627-1691)



Fig. 28 Tabloul „Experiment pe o pasăre în vid”
al pictorului englez Joseph Wright de Derby din
1768, expus astăzi în Galeria Națională din
Londra

Dar nici Isaac Newton nu a progresat prea mult în problema eterului [62]. După Newton, eterul era un mediu continuu sau cel puțin cvazicontinuu, care avea o structură asemănătoare cu a aerului. Mai târziu, își perfecționează modelul său prin introducerea noțiunii de grad de rafinitate al eterului format din corpuscule. *Leonhard Euler* (1707-1783) folosea noțiunea de eter pentru a explica diversitatea culorilor corpurilor și acțiunea electricității și magnetismului în vid. Ideea că eterul se compune din particule poate fi întâlnită și la *Mihail Lomonosov* (1711-1765), care susținea că căldura și curentul electric sunt fenomene care se produc datorită rotației particulelor de eter. În același timp, Huygens, întemeietorul teoriei ondulatorie a luminii, considera că eterul este un mediu, în care se propagă undele sonore și luminoase. În anul 1801 fizicienii *Thomas Young* (1773-1829) în Anglia și *Augustin-Jean Fresnel* (1788-1827) în Franța, studiind interferența și polarizarea luminii, s-au văzut nevoiți să revină la punctul de vedere al lui Huygens că lumina este formată din unde. Astfel a fost creat „*eterul purtător al luminii cu proprietăți incompatibile: rigiditate infinită și elasticitate infinită*” [7]. Mai târziu, conceptul de eter lumifer a fost preluat și dezvoltat de *James Clerk Maxwell* (1831-1879) în teoria sa electromagnetice.

Ca o necesitate absolută se impunea descoperirea eterului. Dar, chiar în primul experiment efectuat în anul 1887 de *Albert Michelson* (1852-1931) și *Edward Morley* (1838-1923) s-a demonstrat inexistența acestei substanțe, despre care fizicienii credeau că ar umple întregul univers și s-ar conține în toate corpurile, în spațiile dintre particulele constituente [24].

Experiențele ulterioare au confirmat rezultatul experimentului Michelson-Morley. Era cât se poate de evident că fizica experimentală nu este capabilă să pătrundă în tainele *materiei subtile*.

De atunci toate teoriile care au fost dezvoltate în fizică și, în special, *teoria relativității restrânse*, au fost formulate fără conceptul de eter [67].

Cu toate acestea, noțiunea a rămas în știință, semnificând o substanță ipotetică, abstractă, care având proprietăți fizice contradictorii ar umple întregul spațiu și ale cărei oscilații ar forma undele electromagnetice.

10. Conceptul de vid în știința modernă

Deși de la descoperirea presiunii atmosferice și crearea artificială a vidului se făcuse importante progrese în studierea proprietăților

vidului, totuși până în secolul al XX-lea nu a existat o definiție clară dată acestui concept.

Astăzi, în tehnică și fizica aplicată, prin vid se înțelege un spațiu, care conține un gaz aflat la o presiune mult mai mică decât cea atmosferică. Studiile teoretice și experimentale arată că gazul din spațiul vid este format din moleculele vaporilor saturați proveniți din fluidele conținute în vase, conducte etc.

De exemplu, vidul lui Torricelli este un spațiu umplut cu vapori saturați de mercur, care la temperatura 293 K au presiunea $1,2 \cdot 10^{-3}$ Torr sau un spațiu care conține vapori saturați de apă și care la aceeași temperatură se află la presiunea 17,5 Torr. Vidul astfel definit se numește *vid tehnic* sau *vid clasic*.

Deoarece vaporii saturați ai corpurilor materiale au densitatea diferită de zero, independent de temperatura la care se găsesc corpurile, rezultă că vidul perfect în spații macroscopice nu poate fi practic obținut. Acesta nu poate fi creat și din cauza faptului că pereții vaselor metalice vidate nu sunt absolut impermeabili. Obținerea vidului perfect este posibilă ipotetic numai în spații microscopice.

Cu totul altă semnificație are vidul în mecanica cuantică. Pentru a înțelege conceptul de vid fizic, ar fi rațional să ne imaginăm un volum limitat de spațiu, din care s-a eliminat tot aerul atmosferic. Într-o interpretare tradițională, axată în mare parte pe teoria atomistă a grecilor antici, acest volum nu conține nimic, deci este adevăratul vid de care se presupunea că natura are oroare. Însă, într-o tratare modernă, volumul considerat reprezintă un vid tehnic, întrucât acesta, strict vorbind, nu este gol, ci umplut cu molecule de vapori saturați.

Fie că toate particulele elementare din volumul limitat de spațiu au fost eliminate, iar volumul dat s-a ecranat în așa fel, încât în el să nu pătrundă particule din exterior.

Dar și în acest caz, din punctul de vedere al mecanicii cuantice, nu se poate afirma că volumul considerat este gol. După cum arată studiile teoretice și experimentale, în acesta pot apărea perechi virtuale de electroni-pozitroni [24]. Aceste perechi electrono-pozitronice nu pot apărea din nimic; ele pot fi generate numai de către materie.

Dacă nu se reușește fixarea lor în volumul indicat, din care se nasc acele perechi virtuale, atunci acestea reprezintă o materie specifică care nu se observă într-o stare obișnuită.

În cosmologia modernă, această materie specifică a primit denumirea de *vid fizic*.

Se presupune că vidul fizic ar fi acea substanță care umple întregul univers infinit.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Redhead, P. A., *History of vacuum devices*, In Proceedings of the CERN accelerator school Vacuum Technology (Turner S., editor), 28 may-3 june 1999, Snekersten, Denmark, CERN, Geneva, 1999, pp. 281-290.
- [2] Madey, T. E., *History of vacuum science and technology*, In Vacuum Science and Technology, vol. 1 (American Vacuum Society), AIP Press, New York, 1984.
- [3] Борисов, В. П., *Исторический процесс формирования научных основ вакуумной техники*, Диссертация в виде научного доклада на соискание ученой степени доктора технических наук, Институт Истории Естественного и Техники им. С. И. Вавилова РАН, Москва, 2005. –57 с.
- [4] Маковельский, А. О., *Древнегреческие атомисты*, АН Азерб. ССР, Баку, 1946, с. 61.
- [5] Bazac, A. *Materia – observații epistemologice cu prilejul aniversării modelului atomului al lui Rutherford (I)*, N O E M A, 2012, vol. XI, p. 150-153.
- [6] Лукреций, *О природе вещей*, том 2, АН СССР, Москва, 1947, с. 15-27.
- [7] Bernal, J. D., *Știința în istoria societății*, Editura Politică, București, 1964, pag. 120, 127, 141, 144, 199, 208, 322, 326, 329-331, 443.
- [8] Thims, Libb, *Human Chemistry*, vol. 1, section: Vacuums in nature, pp. 46-47, Morrisville, NC: LuLu., 2007.
- [9] Зубов, В. П., *Развитие атомических представлений до начала XIX в.*, Москва, 1965, с. 12.
- [10] Close, F., *The Void*, Oxford University Press, Oxford, 2007, 176 p.
- [11] Isac, D., *Filosofia clasică elină*, În Analele Institutului de Istorie „G. Bariț” din Cluj-Napoca, Series Humanistica, tom III, 2005. pag. 367-468.
- [12] Banu, I., *Filosofia greacă până la Platon*, în 4 volume, Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1979.
- [13] Aristotel, *Fizica*, Editura Științifică, București, 1966, pag. CXLVI-CLVII.
- [14] Zeller, E., *Die philosophie der griechen*, Verlag von Ludwig Friedrich Fues, Tübingen, 1852, 982 s.
- [15] Heronis Alexandrini, *Opera quae supersunt omnia*, vol. 1 – Pneumatica et automatica, Leipzig, 1899, p. 5.
- [16] Чаттерджи, С., Датта, Д., *Введение в индийскую философию*, Москва, 1955, с. 208-281.
- [17] Barrow, J. D., *The book of nothing: Vacuums, voids, and the latest ideas about the origins of the universe*, Vintage Series, Vintage, 2002, pp. 71–72, 77.
- [18] Grant, E., *Much ado about nothing: theories of space and vacuum from the Middle Ages to the scientific revolution*, Cambridge University Press, Cambridge, 1981.
- [19] *The pneumatics of Hero of Alexandria*, Translated for and edited by Bennet Woodcroft, Taylor Walton and Maberly, London, 1851, 115 p.
- [20] Цыганкова, Э. Л., *У истоков дизайна*, Наука, Москва, 1977, 114 с.
- [21] Столетов, А. Г., *Очерки развития наших сведений о газах*, Собрание сочинений, том 2, Москва-Ленинград., 1941, p. 104.

- [22] Vecchiotti, Ic., *La filosofia di Tertulliano*, Pubblicazioni dell'Università di Urbino, Urbino, Argalia, 1970, 545 p.
- [23] Zahoor, Akram, *Muslim History: 570-1950 C.E.* Gaithersburg, MD: AZP (ZMD Corporation), 2000.
- [24] Boi, L., *The quantum vacuum: A scientific and philosophical concept, from electrodynamics to string theory and the geometry of the microscopic world*, Johns Hopkins University Press, Baltimore, 2011, pp. 3-9.
- [25] *Arabic and Islamic Natural Philosophy and Natural Science*, Stanford Encyclopedia of Philosophy.
- [26] Ибн Сина, *Книга знания, Избранные философские произведения*, Москва, 1980, с. 191.
- [27] El-Bizri, Nader, *In defence of the sovereignty of philosophy: Al-Baghdadi's critique of Ibn al-Haytham's geometrisation of place*, In Arabic Sciences and Philosophy, Cambridge University Press, 2007, 17, pp. 57–80.
- [28] Dallal, Ahmad, *The interplay of science and theology in the fourteenth century kalam*, From Medieval to Modern in the Islamic World, Sawyer Seminar at the University of Chicago, 2001-2002.
- [29] Вейник, В. А., *Термодинамика реальных процессов*, Наука і техника, Минск, 1991, 576 с.
- [30] Jammer, M., *Concepts of space. The history of theories of space in physics*/Third, enlarged edition, Dover publications, INC, New York, 1993, pp. 85-86.
- [31] Piron, S., *Le plan de l'évêque. Pour une critique interne de la condamnation du 7 mars 1277*, In Recherches de théologie et philosophie médiévales, 78/2, 2011, pp. 383-415.
- [32] Борисов, В. П., Изобретение, давшее дорогу открытиям, Вестник Российской Академии Наук, 2003, том 73, № 8, с. 744-748.
- [33] Борисов, В. П., *Изобретение вакуумного насоса и крушение догмы „Боязни Пустоты”*, Вопросы истории естествознания и техники, 2002, №4, с. 650 -671.
- [34] Galilei, G., *Discorsi e dimostrazione matematiche intorno a due nuove scienze attenenti all meccanica and i movimenti locali*, Appresso gli Elsevirii, Leida, 1638, p. 15.
- [35] Boschiero, L., *Experimental and natural philosophy in seventeenth-century Tuscany*, Springer, 2007, p. 118.
- [36] Галилей, Г., *Избранные труды*, том 2, Наука, Москва, 1964, с. 129.
- [37] Crețu, A., Creț, R., Mateescu, D., *Galileo Galilei – părintele științei moderne. Partea I-a*, In Știință și inginerie, 2014, vol. 25, p. 75-84.
- [38] *Descartes, Correspondance publiée avec une introduction et des notes par Charles Adam et Gérard Milhaud*, vol. 1-8, Presses universitaires de France, Paris, 1935-1963.
- [39] Rene Descartes, *Oeuvres*, eds. Chas Adams and Paul Tannery, vol. 1, Paris, 1897, p. 205.
- [40] Cornelis de Waard, *L'expérience barométrique. Ses antécédents et ses explications*, Thouars, 1936, pp. 104, 169, 181.
- [41] Magiotti, R., *Letter to Marin Mersenne*, March, 1648.

- [42] P. Gasparis Schotti, *Technica curiosa, sive mirabilia artis, libris XII Comprehensa*, Johann Andreas Endter, Nürnberg, 1664.
- [43] Middleton, W. E. K., *The history of the barometer*, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1964, pp. 23-30, 37.
- [44] Marinciuc, M., Russu, S., *Evangelista Torricelli (400 ani de la naștere)*, Fizica și tehnologiile moderne, 2008, vol. 6, nr. 3-4, p. 77-80.
- [45] Torricelli, E., *Letter to Michelangelo Ricci concerning barometer*, 1644, June 11, Florence, Italy. In: *Collected Works vol. III (1919)* [from William Francis Magie, *A Source Book in Physics* (New York: McGraw-Hill, 1935)].
- [46] Gens, H. *Nothingness: the science of empty space* (translated from German by Karin Heusch), 1994, Perseus Book Publishing, 1999, pp. 3, 28, 44.
- [47] Torricelli, E., *Opera geometrica*, Florentiae, A Massc L. de Landis, 1644, 405 p.
- [48] Mazauric, S., *Les expériences sur le vide et le statut de l'expérience*, In Clérou Jean-Pierre (ed.), *Les Pascal à Rouen, 1640-1648*, Colloque de l'Université de Rouen, pp. 179-195.
- [49] Spiers, I. H. B., Spiers, A. G. H., *The physical treatises of Pascal*, Columbia University Press, New York, 1937, pp. 67-75.
- [50] Jousten, K., *The history of vacuum science and vacuum technology*, In *Handbook of vacuum technology*, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim 2008, 16 p.
- [51] Figuiet, L., *Les merveilles de la science*, vol. 1, Furne, Jouvet et Cie, Paris, 1867, 743 p.
- [52] Halliday, D., Resnick, R., *Fizică*, vol. 1, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1975, pag. 464-465.
- [53] Ottonis de Guericke, *Experimenta nova (ut vocantur) Magdeburgica de vacuo spatio*, Apud Joannem Janssonium à Waesberge, Amstelodami, 1672, 292 p.
- [54] P. Gasparis Schotti, *Mechanica hydraulico-pneumatica*, Sumptu heredum Joannis Godefridi, Würzburg, 1657, 488 p.
- [55] Von Guericke, Otto, *Encyclopaedia Britannica*, 11th Edition 9, 1910, p. 670.
- [56] Huygens, Ch., *A new motive power by means of gunpowder and air*, Royal Academy of Sciences, 1680.
- [57] Otto von Guericke, *Neue Magdeburger Versuche über den leeren Raum*, In german by H. Schimank, VDI-Verlag, Düsseldorf, 1968, p. 291.
- [58] Johnstone, J., *The mechanism of life in relation to modern physical theory*, Green & Co., Longmans 1921, p. 161.
- [59] Декарт, Р., *Начала философии, Избранные произведения*, Москва, 1950, с. 473.
- [60] Fontenelle, B., *Entretiens sur la pluralité des mondes*, Vve C. Blageart, Paris, 1686, 359 p.
- [61] Мостепаненко, А. М., Мостепаненко, В. М., *Концепция вакуума в физике и философии*, Природа, 1985, №3, с. 88-95.
- [62] Gleick, J., *Isaac Newton*, Vintage Books, 2003, pp. 28-31.
- [63] Лейбниц, Г. В., *Сочинения*, том 1, Москва, 1982, с. 456.

[64] Renati Des-Cartes, *Principia philosophiae*, Apud Ludovicum Elzevirium, Amstelodami, 1644, 620 p.

[65] Boyle, R., *New experiments physico-mechanical, touching the spring of the air and its effects, etc.*, Oxford, 1660.

[66] Bishop, M., *Pascal, the life of a genius*, Reynal & Hitchcock, New York, 1936, 398 p.

[67] Эйнштейн, А., *Эфир и теория относительности*, Собрание научных трудов, том 1, Наука, Москва, 1965, 682 с.

Conf. Dr. Ing. Ion M. CERNICA
Institutul de Fizică Aplicată al Academiei de Științe a Moldovei
Universitatea Tehnică a Moldovei
ion_cernica@yahoo.com

Conf. Dr. Ing. Iulian N. MALCOCI
Universitatea Tehnică a Moldovei
naimicmic@yahoo.com