П 615
620

ВАСИОНСКА ЕНЕРГИЈА

И

МОДЕРНА ФИЗИКА.

УВОДНО ПРЕДАВАЊЕ

ПРОФЕСОРА Ђ. М. Станојевића

ДРЖАНО 22. СЕПТЕМБРА 1887. ГОД. ПРИЛИКОМ СТУПАЊА НА КАТЕДРУ ФИЗИКЕ НА ВОЈНОЈ АКАДЕМИЈИ У БЕОГРАДУ.

БЕОГРАД

КРАЉЕВСКО-СРПСКА ДРЖАВНА ШТАМПАРИЈА

1887.

П 615
620
УНИВ. БИБЛИОТЕКА
№ И. Бр. 627
2791
ID=28218375

ВАСИОНСКА ЕНЕРГИЈА

И

МОДЕРНА ФИЗИКА.

УВОДНО ПРЕДАВАЊЕ

ПРОФЕСОРА Ђ. М. Станојевића

ДРЖАНО 22. СЕПТЕМБРА 1887. ГОД. ПРИЛИКОМ СТУПАЊА НА КАТЕДРУ ФИЗИКЕ НА ВОЈНОЈ АКАДЕМИЈИ У БЕОГРАДУ.

СРПСКИ СЕМИНАР
УНИВ.

БЕОГРАД

КРАЉЕВСКО-СРПСКА ДРЖАВНА ШТАМПАРИЈА

1887.

Господо војни питомци.

Позван указом Његовог Величанства Краља, да пред вама примим катедру физике из руку мог бившег а вашег досадањег професора и учитеља г. Алковића, мислим да ћу погодити вашу жељу и испунити своју дужност, ако се овом приликом, на растанку са нашим учитељем, сетимо с благодарношћу онога труда, који је он око нас улагао за тако дуги низ година. Ви знате врло добро каквом се јасноћом одликују предавања г. Алковића; ви нисте заборавили, како сте лако схватили и најзаплетеније појаве и законе физичке; вама је још у памети методично излагање научних истина, које је у опште врло тешко постићи у једној науци као што је физика. Па знајући и сам од колике је важности по слушаоце да се научне истине представе на што простији и што појмљивији начин, ја ћу бити потпуно задовољан ако у својим предавањима узмогнем постићи ону јасност излагања и ону лакоћу стила, којом су се одликовала предавања г. Алковића.

»Нек се овај вијек горди над
свијема вјековима«.

Његуш.

Друге су појаве биле пред очима нашег народног песника, кад су кроз његову машту пролетеле те значајне речи; друга су опет посматрања била повод да се на њих позовемо на овом месту. Наш век, век проналазака и напретка јако се разликује од свију осталих, јер што се у прошлим вековима није смело ни замислити, данашњи је век остварио. Неколико летимичних погледа на проналаске овога века, и контрасти нашега времена са протеклим временима, биће довољни докази, да наш век мора заузети најугледније место у целој историји човечанства.

Научним изучавањем водене паре дознале су се изванредне и веома важне њене особине. Све тешке радове, при којима су се некад хиљаде купале у крвавом зноју, изванредно брзи саобраћај, све наше послове у занатлијском и сваком другом животу врши данас водена пара, затворена у цилиндру парне машине. Баснословне брзине, које су се некада приписивале само ванземним бићима, данас су сасвим обичне. Сетите се само како псалмопевац описујући величину свевишњега вели

да је он свуда и на сваком месту, јер се вози на крили ветрени. За нашег народног песника највећа је брзина била у крилима соколовим. Па те, некада изванредне брзине, које су се једва могле замислити, данас нису неостварљиве. Човек се данас вози брже од најбржег ветра (који прелази 25 — 30 метара у секунди), човек данас путује брже од сокола (који достиже 28 мет. у сек.), шта више човек се данас може кретати брже но што се креће осећај кроз његове нерве (33 мет. у сек.), јер је на жељезници, која је производ нашега века, остварена брзина од 35·75 метара у секунди.

Али има нешто што путује брже од човека; то је његова мисао и његова реч. Брзина, којом се данас преносе наше мисли на све стране не може се замислити. Електрична струја у телеграфској жици преноси наше мисли брзином која све остале брзине превазилази. Цела земља је сувише мала, да би се електрична струја на њој забавила, јер струја обиђе земљу скоро десет пута док на нашем сату избије једна секунда. Ако се данас каква вест, која долази са друге стране наше планете задоцни за неколико минута, ми се жалимо на спорост, којом се врше наше наруџбине. Запитајте кога шездесетогодишњака како су се преносиле вести у његовом детинству?

Што је телеграф за наше мисли то је телефон за нашу реч. Ми се данас не само тренутно дописујемо са целим светом, ми можемо истом муњевитом брзином и да преносимо наш говор и

да се споразумевамо са особама које дуги километри раздвајају, онако исто као да су поред нас, као да су с нама. Једва је протекла једна десетина година од како се у свету појавило то чудо науке, јер као год што се најпростији човек чуди како је то могуће говорити по жици, тако исто и највећи научници траже још и данас какав однос постоји између електрицитета и звука. И за тако кратко време нема ни једне државе на целој земљи, у којој телефон неби био више или мање одомаћен.

Али ако је телефон постигао за тако кратко време толику примену, то је стога, што се упоредо са њим јавила још једна справа, микрофон, која служи да се слаби и иначе нечујни звуци ојачају. И поред тога што нам је микрофон отворио читав нов свет најслабијих звукова у природи, а нарочито код инсеката, он је помогао да телефон постане оно што је данас. Јер као год у отвореном ваздуху, тако исто и у телефонској жици, звуци кад иду врло далеко ослабе и нечују се; они се нису изгубили, они постоје али веома слаби, и како је наше уво за њих неосетљиво, то је тако, исто као да их нема. Ето ту долази микрофон, који на крају телефонског спроводника прихвати веома ослабеле речи говорника, ојача их и преда у природној јачини ономе ко их слуша. Ви видите како је микрофон природна допуна телефону и како оба заједно представљају један од најдрагоценијих апарата којим је наука обдарила наше друштво.

УНИВЕРЗИТЕТСКА БИБЛИО

Кад говоримо о телефону и микрофону, онда нам се сам собом намеће и фонограф, који се готово у исти мах са њима појавио на свет. Док прва два служе да нашу реч неослабљену пренесу на велику даљину, дотле је овај записује и чува, готов да је понови кад ми то затражимо. На тај начин, кад смо ради да се наше речи, један пут изговорене, не изгубе, ми можемо обичним писањем задржати њихов смисао, а такође помоћу фонографа записати њихове звуке и чувати их колико хоћемо. И тако те три справе извршиле су од један пут готово све, што се за нашу живу реч могло желети.

Слушали сте без сумње више пута, са каквим се уважањем говори о нашем оку. Не један пут је речено, да је то најсавршенији орган, којим је творац могао обдарити свој најсавршенији створ. Па ипак како је око немоћан, како је непоуздан и врло варљив огран! Свет, који је тако безграничан, природа, која је тако огромна и разнолика, око наше своди у врло уске границе своје моћи, јер тела испод извесне величине око не види, јер тела изнад извесне даљине, за њ не постоје. Наука је јако усавршала тај орган микроскопом, помоћу кога је човек открио нове светове куд и камо многобројније од света, који видимо голим оком. Микроскоп нам је показао да куд се год макнемо, где год станемо, куд год погледамо, свуда кипти животом, свуда налазимо створове који не живе данас, али који су живели некада. Не можете, тако рећи,

забости иглом где њих нема, било на земљи и у земљи, у водама сланим и слатким, мутним и бистрим, ладним и врелим, у поларном леду, у вулканском песку, у морским дубинама, у ваздушним висичама; оне живе поред нас, у нама самима, и ми за њих незнамо нити оне знају за нас; има их у нашим мишићима и у крви, човек је за њих оно што је за човека земља. Наука наоружана микроскопом дознала је, да су оне узрок већине болести, које сналазе род човечији, али да их у исти мах има и таквих, без којих човек не би могао да живи. Микроскоп је показао, да је прашина коју дишемо била некад жива.

Но у колико је огроман свет бесконачно малих, који нам је открио микроскоп у толико је неизмеран свет бескрајно великих, који нам је показао дурбин. Истина први је дурбин направљен у почетку XVII. века, али у врло малом размеру и врло несавршеном облику. Тек дурбин прошлога века, а нарочито дурбини-џинови нашега доба, изнеше на наше очи веома занимљиве податке о природи и облику површине гдекојих планета нашег система; дурбини нашега века унапредили су наше знање о природи нашега сунца, одкрили нам милијуне звезда и звезданих група, и што је најважније, показали нам не само врло зближених двојних и вишебројних сунаца, већ још да се таква сложена сунца окрећу једно око другог. И заиста, ма да су открића дурбина многобројна ипак најважније између свију јесте и остаће без пого-

СРПСКИ СЕМИНАР

вора откриће: да у целој васиони владају једне и исте природне силе.

Ви би може бити помислили да би наука могла бити задовољена после тако важних открића, па зауставити сва даља истраживања. Али открића су у исти мах клица других истраживања и научар никад неће казати „е сад знамо све.“ Јер тек што је дурбин решио тако важне ствари, а већ се питало: шта то гори на нашем сунцу? да ли су звезде такве исте природе као и наше сунце или нису? какав је састав комета којима је астрономија одредила место међу небеским телима? је ли то њихова светлост или туђа? једном речи какав је састав васионе? да ли се налази у њој оно исто што и овде на земљи, те дакле да ли смо ми један њен мален део, или да нисмо ми нешто сасвим засебно и одељено? Ето питања, која су веома важна, али на која ни једна справа, коју смо до сад познали, не може да одговори; па и сам дурбин на та питања ћути.

Друга једна справа у стању је да одговори на сва та питања: она се зове *спектроскоп* и основана је на расипању светлости у дугине боје. Спектрална анализа појавила се тек пре тридесет година. Први поглед кроз спектроскоп показао нам је, да се на сунцу види гвожђе а не види се злато, да на месецу нема водене паре ни атмосфере али да је атмосфера Марсова од прилике истог састава као и наша, да има звезда старијих и млађих, топлијих и ладнијих, да је звезда Сиријус млађа

по створењу од нашега сунца, да на једним звездама горе исте материје које горе и на нашем сунцу а на другима опет друге, али увек онакве исте каквих налазимо ни нашој земљи, те дакле да је састав целе васионе један и исти. Пре спектроскопа нисмо знали састав ни једног небеског тела, са њим знамо од једанпут састав целе васионе.

Код свију оптичких апарата па дакле и код спектроскопа, око игра главну улогу. Оћемо ли извесну светлост видети или не, да ли ћемо на неком предмету или у спектру моћи разликовати извесне појединости боље или горе, зависи од ока које је као што напоменух врло често непоуздан орган. Уз то долази и та околност, да ако је светлост тако слаба, да за прву десетину секунде не изазове у оку никакав упечатак, онда та светлост за наше око не постоји, око је не ће видети па ма како дуго гледало, а то с тога, што се утисци у оку не гомилају. Према томе ако око гледајући свом пажњом не угледа што за прву десетину секунде, оно неће ништа даље видети па ма гледало годинама. Ви видите како је у том погледу око врло непотпуно, и за нас би било изгубљено све оно, што се не би могло угледати за прву десетину секунде, да наука није ставила посматрачима друго једно сресто на расположење, помоћу кога се могу угледати и најслабије светлости а то је фотографска плоча. Ја се нећу задржавати код обичног фотографисања, кога је важ-

ност вама свима позната. Ја оћу само да скренем вашу пажњу на једну ствар, која се обично довољно не цени, а то је велико прилагођивање фотографске плоче како за најјаче тако и за најслабије светлости. Данас се врло лепа, сасвим верна и тачна фотографија сунца може добити за један десетохиљадити део секунде; месец даје своју фотографију за један десети део секунде, а комета или маглина покаже се свим својим детаљима тек после једног, два или више сати. У сва три случаја целокупно дејство светлости на фотографску плочу је једно и исто, али, док се прво добија за врло кратко време, дотле последњи утисак траје милијарду пута дуже. Осим тога има извесна врста светлости, тако звани хемијски зраци, које око никад неби видело јер је за њи сасвим неосетљиво; за те се зраке тек и дознало помоћу фотографије. Према томе фотографија је веома корисна допуна нашег видног органа, и посматрач, који испитујући природу наиђе на какав сумњив случај, не треба да донесе свој закључак пре но што је употребио фотографију; за то се она назива друга мрежњача посматрачева.

Прегледајући открића која је наука остварила у овоме веку, није могуће прећутати откриће једне нове природне снаге, која је за последњих 10—15 година знатно преобразила индустрију; то је електрична струја. Рођена у почетку овога века, електрична струја, провела је прилично дуг век у детињству. Није давно

било кад је пронађена прва динамоелектрична машина, и од тог доба нема индустријске гране у којој електрицитет није примењен. Већ смо напоменули телеграф и телефон; електрична светлост својом интензивношћу сама пада у очи, треба ли се задржавати код галванопластике, код електричне жељезнице, код електричног преноса рада с једног места на друго? и т. д. Ви и сами знате да је немогуће у овако кратком прегледу ни изређати све примене електрицитета а камо ли се код њих задржавати. У целокупној историји науке нема сличног примера; ни један се други проналазак није тако јако разгранао на све стране као електрицитет, који налазимо свуда, почев од храма па до бојног поља.

Није ми могуће наставити даље ређање научних проналазака постигнутих у овоме веку. Сати су за то врло кратки, па и сами дани и месеци не стижу. Што сам пак хтео да вам изнесем пред очи неколико научних појава, који су наш друштвени живот толико преобразили, да се он ни из далека не може сравнити са животом наших предака, није с тога што их ви не би већ знали; ја сам хтео да их само у брзо поређам један за другим, да их тако рећи пустим да продефилују поред вас и да вам сами собом напомену, да их је све створила и да их све скупа изучава једна и иста наука. Јер она иста наука, која изучава законе кретања електрицитета у телеграфској жици, она је утврдила и законе преламања светлости у дурбину,

микроскопу и фотографској комори; упоредо поред рачуна који вам даје однос између потрошње угљења и брзине жељезничке локомотиве, стоји и рачун о односу између напона водене паре и електричног осветлења; иста мера која у музици служи за одредбу висине звука код телефона и фотографа, служи и да се спектроскопом одреди састав небесних тела; она иста наука, која нам је приближила бескрајно далека тела, која је увећала, те нам на очи изнела веома ситна бића, која је дакле астроному и физиологу дала у руке тако драгоцене справе, без којих обе те науке не би могле ни постојати, иста та наука износи, истина непријатан, али истинит рачун, да је дурбин скоро при крају своје увеличавајуће моћи, и да човечије око неће никад видети микроскопом тело мање од $\frac{1}{4000}$ милиметра.

Па која је то наука, тако рећи свемоћна, која је послужила многим другим да се развију, која је створила многе нове науке, које раније нису постојале? Ја мислим да нико од вас не може озбиљно то запитати; за вас је довољно било да чујете само неколико првих речи овога говора па да знате одма како се зове учебник, у коме су изложени појави о којима је досад била реч. И знајући то, ја ћу да поставим једно друго, како се мени чини много важније питање, које треба сад одма да решимо и са којим треба да смо још у почетку на чисто, питање: „*Шта је то физика?*“

Изненадиће вас можда то питање. Изненадиће вас нарочито с тога, што ви сви знате да је „физика наука, која изучава појаве при којима се састав тела не мења.“ Па ипак, ма да ви тако добро знате дефиницију физике, зауставимо се мало на том питању. Оно је врло важно и ви ћете увидити мало час, како је та дефиниција физике сувише општа и како ваља имати мало одређенији појам о физичким појавима.

Међутим пре но што приступимо самом решењу тога питања, прегледајмо којим се појавима бавила физика од њеног постанка до данас, другим речима, бацимо један што је могуће краћи поглед на историју физике; она ће нам без сумње показати правац кога се ваља држати при решењу тога питања.

Физика је почела онда кад је човек умео да разликује да се двема рукама може више урадити но једном, кад је приметио да је лист мањи и лакши од целог дрвета, кад је видео да камен тоне у воду а не тоне у земљу, да се каменом може разбити орах и т. д., једном речи онда, кад је човек почео да размишља о спољашњем свету и о стварима и појавима, које види на сваком кораку. Према томе, а и према буквалном значају саме грчке речи *φυσις*, физика је наука о спољашњем свету и обухвата изучавање целокупне природе, опис бића и тела, познавање њиових разних особина, њихово узајамно дејство, најзад свију оних појава за које можемо дознати помоћу на-

ших пет чула. Ето такав је био у самом почетку огроман обим физике, ето такав је обим имала физика код Грка, тако су учили физику *Тале* Милећанин (600 год. пре Хр.) *Питагора* из Самоса (550 пре Хр.) а нарочито Платонов ученик *Аристотело* из Стагире (384—322 пре Хр.), учитељ Александра великог. Аристотело је без порицања највећи научар старога века; он је покупио и систематисао сва ондашња знања и тиме поставио темељ науци. Али колико је он тим својим радом допринео да се наука код Грка одомаћи и развије, у толико је он био за много и много векова после, једини узрок са кога наука није даље корачала већ остала на оном истом ступњу, на коме ју је он оставио. Јер је Аристотело био сувише велики и та његова сувишна величина помрачавала је сваки други покушај. Ми данас знамо да је Аристотело имао многих погрешних идеја о науци и појединим природним појавима, али баш с тога што је то он, који их је одредио, нико није смео ни да посумња, а још мање да изнесе неистинитост његових одредаба.

Аристотело је представник целог старог и средњег века и кад дознамо оно што је он учио, знаћемо у главноме и оно што су његови последници преносили с колена на колено. Аристотело је учио да има пет елемената и то: један је тежак и сув = *земља*, други је тежак и мокар = *вода*, трећи је лак и сув = *ватра*, четврти лак и мокар

= *ваздух*, а пети је елеменат кружно кретање или елеменат небески.

Још су неодређенији његови појмови о кретању. Аристотело дели сва кретања на *природна и присиљена;* у прва долази кретање планета, а у друга слободно падање тела. Кретања друге врсте деле се опет на двоје: једна су она код којих тела из извесне наклоности (апетитуса) теже ка центру васионе (кретање тешких тела), и друга која због извесне одклоности према том центру, беже од њега (лака тела). Најсавршеније кретање јесте кружно; то кретање сматра Аристотело као животворно и божанствено.

Кад би питали ког Аристотеловца, зашто камен пада на земљу убрзано, он би вам одговорио да ваздух јури за њим и гура га све више и више; за тим да тело при падању добија тим већу брзину што се већма удаљује од места са кога је почело да пада и да тела разне тежине падају под иначе једнаким приликама тим брже што су тежа.

Поред Аристотела ваља нам споменути *Архимеда* из Сиракузе (287—212 пре Хр.) који вам је познат са својим хидростатичким законом, и шупљим огледалима; и *Птоломија* који је измислио свој склоп сунчаног система. Али сви последници Аристотелови сматрали су за најсветију дужност да очувају неповређено све оно, што је њиов велики учитељ утврдио, допуњујући овде или онде поједине појаве, на које он није био обратио пажњу.

Од Грка је наука прешла у руке Римљана, који као победиоци и иначе обогаћен народ, примаме к себи све грчке научаре. Баш с тога наука не захвати дубока корена код њих, јер су је обделавали странци, док је саме Римљане више занимала поезија, речитост и право. У природним наукама Римљани су више скупљачи но самостални истраживачи, али тим самим што су неповређено очували оно што су од Грка наследили, заслужују они нарочито признање.

У седмом веку једно ново племе излази на хоризонат. Мухамед, пророк свевишњега, оснива нову веру и његови потомци, у верозаконском заносу, навале као бујица на све стране, да мачем науче свет како се ваља Богу клањати. За не пун век отеше Византији једну провинцију за другом, подјармише Персију, упадоше у Јегипат, освојише целу северну обалу Африке, прођоше у Шпанију и прогласише коран све до малене покрајине Астурије. Све што се није клањало пророку, ваљало је бити прегажено; све што се са њим није слагало, требало је да буде уништено. Жртва тог првог верозаконског заноса била је чувена Александријска библиотека коју спали и сувише ревносни калифа *Омар*. Тек доцније, у непрестаном додиру са много питомијим хришћанима, утиша се мало по мало освајачка страст и пробуди се код Арапа чуло за вештине и науке. Али у том погледу Арапи су радили оно исто што и Римљани: они су само сачували оно што су насље-

дили од Грка и Римљана и у томе они имају велику заслугу што нису уништили све, као што су били започели.

Арапи предају науку понова хришћанима. У X. веку, а и доцније, многи хришћански младићи одлазе на науке у Шпанију, и почев од XIII. века подижу се у Јевропи универзитети, који ће бити средишта за гајење наука. У то се доба заснивах у универзитети у Паризу, Оксфорду и Кембрицу (1200), Напољу (1224), Болоњи, Падови (1229), Прагу (1348), Бечу (1365) и т. д.

Док је тако изучавање природе прешло понова у хришћанске руке, дотле су предмети појединих наука постајали одређенији. Усљед великог гомилања разноврсних појава, осетила се потреба да се подели материјал који је долазио у физику. Прва је подела била на органске и неорганске појаве и физика је изучавала ове последње. Од овако сведене физике оцепила се доцније Астрономија као засебна наука о ванземаљским телима, којој *Коперник* (1473—1543), *Тихо Брахе* (1546 — 1601) и *Кеплер* (1571 — 1630) полажу чврст темељ на коме се она уздиже до данашње висине. Тако физика оста наука о неорганским створовима и појавима земаљским. Па како се и овде материјал све већма гомилао, то је физика и још једном подељена на три дела: на минералогију са геологијом, на хемију и физику у ужем смислу. Као физички појави сматрали су се поред општих механичких појава још и аку-

стика или наука о звуку, за тим наука о топлоти, светлости, електрицитету и магнетизму.

Све до друге половине шестнајестог века, физика је у главноме била она иста коју је учио Аристотело. Тек 1564. године јавио се на свет основалац модерне физике *Галилео Галилеји* (рођен у Пизи 18. Фебруара 1564, а умро 8. Јануара 1642). Поборник Коперниковог система Галилео склапа по свом начину један дурбин и започиње физичку астрономију открићем брегова на месецу и мерењем њихових висина, открићем пега на сунцу и обртањем сунца око осе, проналаском јупитерових пратилаца и т. д. Но колико су важна сва та открића на небеским телима, од неоцењене су вредности по целокупну данашњу науку његови физичко-механички радови, у којима се он ставља као отворени противник Аристотелов. Две хиљаде година Аристотелови ученици проповедају његове законе о падању тела, али никоме није долазило на ум, да пусти један камен да пада и да измери његов пут за извесно протекло време. То што нико није учинио за 2000 година, учинио је Галилео; он је први извршио добар физички опит и препоручио, да се само оно прими као извесно и тачно, што се експериментом може као такво доказати. Опитима својим показао је Галилео да су сви назови-закони Аристотелови, основани на чистим спекулацијама, нетачни, и заменио их другим. Тако је он заменио Аристотелов закон — »да је брзина падајућег тела сразмерна пређеном

путу» — законом, »да је та брзина сразмерна времену.« То јест, ако са v означимо брзину, са t време, а са g убрзање, које тело падајући добија у свакој секунди, онда је

$$v = gt.$$

За тим је Галилео нашао закон, који одређује пређени пут s код падајућег тела; тај се закон даје представити овим обрасцем

$$s = \frac{gt^2}{2}$$

Ако би хтели да представимо графички развијање физике од Аристотела до данас, ми би морали повући једну линију на извесном одстојању од X-осе, која би од почетка па све до Галилеја, остала прилично права и паралелна са X-осом; у његово доба извршила би нагло један скок и даље би се са малим застајањем пењала све до данашњег дана. Јер чим је Галилео показао начин како ваља обделавати физику, проналасци у тој науци ређају се врло брзо. *Рене Декарт* (René Dekartes, 1596 — 1650) постави се за вођу Галилеове школе и врло је много допринео својим философским и физичким радовима, да се експериментални метод што јаче утврди у науци. У истом је правцу делао и *Хигенс* (1629 — 1695), који је први конструисао сат без кога се тачни екперименти ни су могли ни замислити.

Други важан појав у историји физике јесте *Исак Њутн* из Вулстропа (1642 — 1727). Он је својим савременицима више био познат као физичар но као астроном, а данас његово име опомиње одма на његов закон о гравитацији, јер од физичких радова мало их је, који би имали више но историјску вредност. Међу тим за време свога живота и за читавих сто година после смрти био је он оно што је био Аристотело за цео стари и средњи век. Најважнији његови радови на физици јесу теорија боја и емисиона теорија светлости, на коју ћемо се вратити мало доцније.

После Њутна опажа се један мали застој у физици, а узрок му лежи у врло великом ауторитету Њутновом. Кад је овај век наступио, физика поново почиње да напредује у свима правцима и то убрзано не задржавајући се ни тренутка све до данас. Ми смо напред видели њена главнија открића, само ће мо их још допунити једним открићем, које се може назвати највећим у целој историји научних открића, а то је: да је природа вечна, да сви природни појави нису ништа друго до прелази из једног облика у други и да се ни један па и најмањи делић неможе ни уништити ни створити. То су основи тако зване механичке теорије топлоте или термодинамике.

Пред очима нам је целокупни развитак физике; та наука, која је у свом почетку обухватила целу природу, све природне појаве, у последње време постаје све одређенија, обим јој се све више су-

жава, предмет јој заузимље извесан правац, и на послетку бави се само једним делом природних наука.. Ако дакле оћемо да одговоримо на питање шта је то физика, т. ј. да јој нађемо право место међу природним наукама, онда ваља да одредимо шта су природне науке у опште па ћемо лако међу њима оделити физику са њеним правим значајем. Шта су дакле природне науке?. — Очевидно оне, које изучавају природу. Шта је то природа?. Природа је све оно што постоји. Шта дакле постоји?

Овај низ посматрања довео нас је у сами почетак. Почнимо га.

Дознати шта све постоји није тако тешка ствар. Ваља само пажљиво посматрати. Бацимо дакле један, па други, па неколико погледа на нас саме, око нас, на нашу околину, оставимо земљу и погледајмо на небеска тела, наоружајмо наше очи микроскопом еда би видели и најситније створове, погледајмо кроз највеће дурбине еда би догледали и најдаља тела, покупимо све што нађемо и што видимо из свију крајева васионе и загледајмо шта смо нашли.

На први поглед видимо да у природи има материје. Ми сами, ми смо материја; њу налазимо свуда и око нас и ван нас и ма где бацили поглед она је свуда; из тога закључујемо да у природи има материје. У каквом стању налазимо ми материју?. Нигде у миру, свуда у покрету. Да дознамо у опште да материја постоји она треба

да се креће; ако је у миру ми њу не видимо, не опажамо; материја која би била у миру не постоји. Много је лакше дознати да у природи има материје, но дознати да се та материја вечито креће, јер има врло варљивих појава, који би нас на први поглед могли довести у заблуду. Погледајте на пример ма коју звезду; онде где сте је видели данас видићете је и сутра и прекосутра и после месец дана, те нам изгледа да њен положај међу осталима звездама није промењен. Тако се одиста и мислило некад. Међу тим то није истина; данас се поуздано зна да нема звезде, која се не креће ма у ком то правцу било. За тим и земља вам се чини мирна; ви знате да је цео стари век тако мислио, а данас се зна да се земља креће и то вишегубо и да нас носи по васиони хиљаду пута брже но најбржи жељезнички воз. Исто тако чини вам се да се биљка преко зиме одмара, да не ради, да се не креће; ни то није истина: њен се сок непрестано креће ,само зими спорије но у пролеће. Кад заспите вама се чини да се одмарате, да сте у миру, јер незнате шта се у вама дешава; ни тренутка вам срце не стоји него и дању и ноћу, били будни или заспали, шаље крв у најдаље делове тела; поједини се делићи у сваком милиметру нашега тела непрестано крећу, замењују једни друге, без и једног тренутка одмора, и кад би који делић нашега тела погледали кроз микроскоп, видели би најразноврснија кретања, како у сну тако и

на јави, кретања која се непрестано понављају од самог постанка па до последњег уздаха — па и после тога, јер и кад се тело преда земљи, његови саставни делови настављају онаква иста кретања као и пре тога, враћају се делић по делић земљи из које су и дошли, прелазе даље на биље, са ових на животиње па дакле и на човека који је још у животу. Све што у природи видимо јесте промена, јесте кретање, у нама је пепео наших предака, наши потомци рани ће се нашим пепелом.

Ви можете сад и сами наставити посматрање у том правцу. Испитајте ма који појав природни; загледајте материју ма у ком облику, и ако не видите на први поглед, погледајте још један пут, још два пут, још десет пута, па ћете најзад видети да у природи нема мира, да се све мења, дакле да се креће. Тако ћете доћи до закључка, да у природи постоји само материја и покрет, покрет и материја, или једном речи *јестост*.

Има ли још чега у природи?. Ви сте чули више пута а чућете и у будуће реч „силу“. Шта је то сила?. Има ли силе?. На први поглед морамо одговорити да има силе, јер има и науке која је изучава. Но ако се запитамо шта је то сила, видићемо да има мало речи којима се тако често служимо, а којих је значај тако различит као речи „сила“. Почев од научара, који се бави изучавањем природних сила па до радника, који заслужује лебац својим мишићним силама, свакоме

је реч сила непрестано на уснама, дајући јој час један час други значај.

Али ако у обичном говору реч сила има различит значај, требало би да је њен значај потпуно одређен бар у науци. На несрећу није тако; и у самој механици, која и није ништа друго до наука о силама, та реч има трогуби значај. Једни механичари *(Делоне)* држе да се свака сила даје представити теретом, те дакле мере силу килограмом. Други, као на пример *Лаплас* налазе да је боље мерити силу брзином, коју она саопштава неком телу; они дакле мере силу метром. По трећима сила производи увек извесан рад, те дакле ваља је мерити килограмметром. Овака разноликост о значају једне и исте речи врло је штетна, јер отуда долазе тешкоће на које наилазе сви почетници, кад оће да схвате природу силе.

Ако пажљивије посмотримо шта све ми називамо силом, и обазирући се на оно што смо до сад нашли у природи, ми ћемо видети да је сила све оно, што може да промени извесно кретање. Кретање пак може бити измењено само кретањем и ничим више. Било би бесмислено, вели Секи на једном месту, да се кретање може произвести нечим другим а не опет кретањем. Из тога дакле ви видите да сила не постоји као нешто засебно, као нешто ванприродно; под силом, којом ћемо се и ми врло често служити, не треба замишљати нешто, што може из нечега што да створи, што може без икаквог потрошка што да измени: сила

је извесно познато или непознато кретање, и мери се оном истом мером којом и кретање.

И тако још једном долазимо до закључка, да у природи нема ничег другог до материје и покрета.

Приступимо сад ближе к њима, испитајмо их понаособ.

Најпре ћемо испитати материју. Не задржавајући се код разних стања материје, треба одма да нађемо начин којим се материја мери, па била она ма у ком стању, била ма где у васиони. Количина материје одређена је својом масом, а однос између разних маса познајемо просто величином кретања, које је потребно употребити, да се тим масама да извесна брзина, Маса је према томе у толико већа у колико је утрошено кретање било веће; а у толико мања у колико је са истим утрошеним кретањем постигнута већа брзина. Очевидно је да ћемо масу мерити разломком између величине утрошеног кретања и брзине.

Ако је тело у релативном миру, онда се његова маса јавља у виду притиска на подлогу, који се притисак назива тежином P, и мери килограмима. Кад се подлога уклони, онда тежина представља ону величину кретања, која ће нашем телу на крају прве секунде дати извесну брзину g. Дакле да измеримо масу тела, ваља да узмемо количник из његове тежине P. и брзине g коју та тежина може телу да саопшти, т. ј.

$$m = \frac{P}{g} \quad \text{одакле} \quad P = mg.$$

Из првог овог израза читамо, да је маса тела стална количина па се она налазила ма где у васиони.

Сву материју у васиони налазимо подељену на веће или мање делове; сваки тај део, који представља извесну количину материје, називамо **телом.** Нема материје која неби била у облику извесног тела; нема тела које неби било од материје. Камен, зрно песка, вода једног океана, кишна кап, човек, мрав, наша земља, сунце, ма која звезда, свако је то за се тело, и из таквих тела састављена је цела васиона.

Уочимо ма које тело. на пример грумен шећера; поделимо га на двоје, ту половину опет на двоје и т. д., и ако замислимо ту поделу продужену још даље, добићемо један врло малени део, који је још шећер, јер кад би наш језик бко довољно осетљив, ми би могли потврдити да је тај делић сладак; кад би га наше очи могле да виде, потврдили би да је бео; кад би га наши прсти могли опипати, потврдили би да је тврд. Кад би покушали да тај делић поделимо *само још један пут*, ми више неби имали шећер, већ би од један пут добили његове саставне делове на пр. угљеник водоник и т. д. Кап воде могли би исто тако поделити на веома ситне делиће који би још били вода, но који би се, кад би сваког од њих само још

један пут поделили, распали на њихове саставне делове : кисеоник и водоник. Нема тела које ми не би могли тако поделити — очевидно у мислима — до на најситније делиће, *који имају још све особине целог тела* и које кад би само још један пут поделили, ти делићи би изгубили све знаке које су имали мало час и неби више имали оних особина, које има и цело тело. *Тај најситнији делић неког тела, који има све особине целога тела, врло је важан и наука му је дала особито име*: **Молекил.**

Пошто свако тело није ништа друго до скуп његових најситнијих делића, то очевидно свако је тело састављено из молекила. Нико нам не смета да кажемо сад, да је материја целе васионе сложена из све самих молекила.

Мало час споменусмо, да молекил воде подељен распадне се на друге још ситније делиће, но који нису више вода већ на пример кисеоник и водоник. Кад би разбили молекил кухињске соли, нашли би у њему хлор и натријум и т. д. Од не мање важности су по науку и ови делићи, који састављају сваки молекил и *које је немогуће даље делити*; она им је дала име **Атом.** Молекили разних тела имају разан број атома (молекил кухињске соли има два, водени има три, алкохол има девет атома и т. д.) ; али сви молекили једног и истог тела имају исти број атома. Па како нема молекила у коме неби био бар један атом, то дакле целокупна материја није ништа друго до скуп

безбројних атома. Према томе цела васиона је сложена из све самих атома.

Има извесних тела, које кад почнемо делити ми наиђемо много пре но што приспемо до молекила, на друге делове, који су врло често сасвим различни но цело тело и који су тако рећи тела у телу, јер свако за се чини једно цело. Тако се што не налази у сваком телу и она тела у којима их налазимо, имају усљед тога особити карактер. Та ситна тела, која су већа од молекила зову се **ћелије.** Кад би на пример делили човечије тело, или какву биљку, ми би много пре но што би стигли до молекила, наишли на ћелије, па би тек њих могли даље поделити на молекиле, а ове опет на атоме као и код других тела.

Ето у та четири облика може нам се јавити сва материја; као тело, молекил, атом и ћелија. Других облика нема.

Испитајмо сада други саставни део јестости: *кретање.*

Сва кретања у природи могу нам се јавити у два главна облика, као једнака и променљива. Једнако је кретање оно, код кога — било тело, било молекил, атом или ћелија — прелазе за иста времена исте путове, те се онда каже да се та кретања врше сталном брзином. И ако ту сталну брзину означимо са c, онда је однос између пређеног пута s, брзине c и времена t, представљен изразом

$$s = ct.$$

Код промењивих кретања брзина није више стална, већ се сваке секунде промени за извесну количину, на пр. a, која се количина зове *убрзање*. Ако је то мењање брзине правилно, онда је тако промењива брзина v у свакој секунди нека друга и даје се у опште представити обрасцем

$$v = at.$$

Кад тело пада на земљу његово је кретање промењиво али правилно; у том специјалном случају опште се убрзање a (акцелерација) замени земљиним убрзањем g (гравитација), па добијамо израз до кога је дошао још Галилео

$$v = gt.$$

Пређени пут s одређен је већ напред и даје се представити обрасцем:

$$s = \frac{gt^2}{2.}$$

Најзад помоћу та два последња израза добијамо још и однос између брзине и пута обрасцима:

$$s = \frac{v^2}{2g} \text{ или } v = \sqrt{2gs}.$$

Са ово неколико израза обележена су главна стања у којима нам се кретање може у опште појавити.

Ово је тако звано геометријско посматрање кретања. Ми смо напред видели да нема кретања,

воту, у вашој дужности имати да располажете извесном бројном количином, тако да речем материјала, извесном масом m; од вас ће зависити да њоме постигнете дејство танета или дејство трзања пушке и ја мислим да вам избор неће бити тежак, којим ћете правцем поћи.

Ето такво је дејство тога израза, како код пушке или топа, тако и свуда где се год што у природи деси. По њему се једне звезде пале, а друге гасе. Али најзанимљивије за нас јесте оно, што из тог израза дознајемо за нашу земљу и наш сунчани систем па дакле и за нас саме. Овај је израз први подигао сумњу код физичара да се земља некада брже обртала око своје осе но данас, т. ј. пређе је дан био краћи; та је сумња потпуно потврђена тако званим историјским сунчевим помрачењима од пре рођења Христова. Јер помрачења из шестог века пре Хр. нису се видела онде, где би се морала видети да је дужина дана била оволика као данас, већ су се видела тамо где су се могла видети само ако је дан био краћи.

У горњем изразу, кога важност не могу довољно да нагласим, записана је цела прошлост и будућност нашега сунца. Како нам он показује, сунце наше постоји већ одавна и грдну је количину топлоте утрошило до данас. Протекло је већ милијунима година и милијунима ће година оно још одржавати живот на нашој планети, али ће на послетку доћи тренутак, кад ће оно утрошити

и последњи трун свога горива, па онда — па онда ће се са њим десити оно, што и са кандилом у коме нестане уља. Па то није ништа ново; ми гледамо тако рећи непрестано на небу остареле звезде, којима је крај близу, а друге се тако рећи гасе на нашим очима. Па кад је тако за друга сунца, онда и наше мора проћи истим путем, јер смо већ више пута нагласили, да су природни закони једни и исти за целу васиону.

Ето шта све читамо у та три писмена. Где се год окренемо, куд год погледамо свуда га налазимо, те без зазора можемо рећи да је он свуда и на сваком месту, да су се по њему извршиле све промене у природи и да ће им он и у будуће бити једина мера. Тај израз, коме покушах да представим у главноме огромну важност у целој васиони, јесте основа целој модерној науци и она му је дала нарочито име; он се назива **енергија.**

И кад смо анализујући целу природу нашли у њој материју и покрет; и кад смо испитујући их из ближе дознали прави однос у коме се та два састојка природе налазе, онда можемо један пут за свагда рећи: *у природи постоји само енергија.**)

---

*) Стари су физичари називали $\frac{mv^2}{2}$ живом силом, но како сила у опште нема, па било живих или мртвих, то је свакако реч »енергија« много згоднија.

Господо војни питомци! Најзанимљивијим примерима хтео сам да вам представим важност енергије у сваком правцу. Али ја знам да је немогуће у тако кратком погледу као што је овај, изнети и представити у потпуној светлости важност тога израза. С друге пак стране, знајући какву улогу игра тај израз у целој природи, у науци, у свакој грани живота па и у војсци, сматрам за своју дужност да вам најозбиљније напоменем: запамтите га добро.—

Према ономе што смо до сад рекли, а и према другим посматрањима која ће бити предмет наших доцнијих изучавања, наука је дошла до ових закључака:

У природи постоји само енергија.

Целокупна количина енергије у васиони јесте стална.

Енергија се не може ни створити ни уништити.

Сви појави у природи нису ништа друго до прелази енергије из једних облика у друге.

На тим закључцима почива закон „*о консервацији, т. ј. о похрани енергије у природи*“.

Мало час видесмо, да сви појави у природи само су прелази енергије из једног облика у други. Испитајмо колико има тих облика у којима се енергија може појавити.

У изразу који представља енергију, може се мењати и маса и брзина, те према томе *бројна* његова вредност зависи од оба та чиниоца у исти

мах. Међутим што се тиче врсте, или ако мислите да је згодније, облика енергије, то ће он зависити од облика у коме се јави маса у њему. Па како видесмо мало час да се целокупна материја јавља у четири облика: у виду тела, молекила, атома и ћелије, и како је сваки тај облик материје представљен својом масом, то је очевидно, ако у горњем изразу под m разумемо масу тела, имаћемо и енергију целог тела; ако m значи масу молекила, цео израз представљаће енергију молекила; маса атома даће атомску енергију; а маса ћелије, ћеличну енергију. Дакле колико видова масе толико исто видова и енергије.

Шта је то енергија тела?.

Ми знамо шта је то тело. И кад се то тело тако креће да сви његови делови прелазе или исте или сличне путање у исти мах, онда имамо пред собом кретање целога тела. Камен који смо бацили врло је згодан пример; топовска кугла је не мање згодан. У оба та случаја као и у безброј других, брзина у горњем случају значи брзину тела, m значи његову масу, а све заједно енергију тела. И кад се цело тело креће, кад докле посматрамо енергију тела, онда се такав појав зове *механички*. Према томе падање камена, кретање жељезнице, лет тице, окретање земљино, кретање звезда и т. д. и т. д., све су то механички појави. *Механика је дакле наука о енергији тела* и представљаћемо је увек симболичким изразом

$$\frac{MV^2}{2}$$

Ми налазимо у природи и таквих појава где се тело не миче с места, међутим његови молекили се најразноврсније крећу: једни брже, други спорије; једни у једном, други у другом правцу. Кад лупимо о сто, он се ни у колико није с места померио, те дакле сто као тело не креће се, међутим нема једног молекила његовог који је остао на миру. Сваки је затрептао извесном брзином и произвео на тај начин своју молекиларну енергију. Скуп свију тих кретања заједно, скуп целокупне енергије, молекила тога стола пренешен је кроз ваздух до нашег ува и у њему покренуо нерв, т. ј. ми смо га чули. Као што видите, да тело зазвучи није довољно да га преместимо с једног места на друго; другим речима енергија тела није звук. Звук је молекиларна енергија неког тела. На исти начин постаје и светлост; молекиларна је енергија и топлота, а без сумње и електрицитет и магнетизам.

Тела се могу кретати или појединце или више њих заједно. Међутим нигде у природи не можемо наћи ни један молекил за се одељен, већ увек безброј њих заједно. С тога говорећи о молекиларној енергији некога тела, ваља увек подразумевати скуп свију њих. Из тог узрока, наш ће израз у том случају више одговарати истини ако испред њега напишемо збирни знак

$$\Sigma\left(\frac{mv^2}{2}\right)$$

који ће нам од сад представљати симболички молекиларну енергију.

Сви појави који постају усљед кретања молекила, појави који су израз молекиларне енергије, као на пример звук, светлост, топлота, електрицитет и магнетизам, зову се *физички појави.* И пошто смо видели да ти појави сачињавају предмет данашње физике, онда сад можемо један пут за свагда одговорити на постављено питање, да је **физика наука о молекиларној енергији.**

Има и таквих појава при којима главну улогу играју атоми. Више пута атоми из једног молекила разиђу се, т. ј. молекил се растури и његови атоми састају се са атомима молекила друге врсте. У том случају појави узимљу на се сасвим други облик, јер их производе кретања атома; ми имамо пред собом енергију атома или тако зване хемијске појаве. *Хемија је дакле наука о атомској енергији.*

Пошто и овде можемо посматрати само енергију више атома од један пут, то очевидно и овде ћемо морати ставити симболички знак збира. Кад још означимо масу атома са μ, и брзину са β, да би их разликовали од молекила, имаћемо хемијске реакције представљене овим знаком:

$$\Sigma\left(\frac{\mu\beta^2}{2}\right).$$

Шта је то енергија ћелије? Ваља само погледати кроз микроскоп па видети најразноврснија кретања, која извршује једна ћелија као целина или која се у њој самој врше. Нема ћелије, која се не креће или као целина или код које се поједини делови не промењују по облику, величини и т. д, дакле који се не крећу. Управо то разнолико кретање и чини те ћелију разликујемо од остале нећелијчне масе. Па чим је говор о кретању ћелије, која има извесну масу, очевидно да смемо говорити и о енергији ћелије. Природњаци су дали том кретању ћелије особито име. Они кажу ћелија живи. Живот је дакле реч која значи толико исто што и ћелијчна енергија. Другим речима под енергијом ћелије разумемо у опште животне појаве. *Биологија је дакле наука о ћелијчној енергији.* То се даје такође представити горњим обрасцем, само ћемо ради разликовања означити масу са *м*, а брзину са *б*, па имамо животне појаве представљене симболички

$$\Sigma\left(\frac{мб^2}{2}\right).$$

Ето то су четири облика енергије; то су четири главне групе природних наука. Сваку од њих можемо разчланити на више чланова па тиме добити целокупну слику природних наука. Ми ћемо се овде зауставити на главним наукама остављајући даље гранање за другу прилику. Ево те слике:

Васионска енергија	Енергија тела (општа механика)	Астрономија Механика
	Молекиларна енергија (општа физика)	Метеорологија Физика Астрофизика
	Атомска енергија (општа хемија)	Хемија Минералогија са Геологијом
	Ћелијчна енергија (општа биологија)	Ботаника Зоологија са Антропологијом.

Сви ти облици енергије претварају се један у други и то увек по сталном и одређеном размеру. На рачун механичке енергије можемо увек произвести молекиларну, молекиларном атомску, а овим двема заједно ћелијчну и обратно. Међутим приметило се, да се извесни облици ћелије лакше претварају но други; другим речима приметило се, да све врсте енергије нису једнаке постојаности. Тако на пример лакше је претворити механички рад у молекиларни, који даје топлоту но обратно; исто тако и хемијска као и ћелијчна енергија лакше прелазе у топлоту но топлота у њих. Према томе опазила се извесна тежња у природи да све врсте енергије теже да заузму облик најпостојаније равнотеже, а то је

топлота, те дакле да апсолутна количина оне молекиларне енергије, која претставља топлоту, тежи ка максимуму. Та се тежња назива у науци *растурање* или *опадање енергије* (дисипација, деградација) у опште врло незгодни изрази. Извесни физичари називају то и *ентропијом*. Из тога следује ова важна последица: животни појави, т. ј. ћелијчна енергија јесте једна врста енергије, која је у непостојаној равнотежи и која као таква мора прећи у енергију постојане равнотеже т. ј. у топлоту. Дакле живот биљни и животињски, као врсте непостојаних облика енергије, мора угинути у целој васиони.

Размишљање о тежњи енергије ка сталној равнотежи доводи нас до још даљих последица. Не само да ће угинути цео органски живот, већ у васиони мора овладати апсолутно мртвило, које је веће од обичне смрти. Јер кад један пут у живом телу престане ћелијчне енергије т. ј. кад наступи смрт, атомске, молекиларне, а и механичке енергије има још; тело се распада, његови се делови преносе с једног места на друго и т. д., те дакле још има покрета, још има живота истина не органског али неорганског. Али кад у целој васиони, усљед принципа о расипању енергије, сви остали облици енергије пређу у топлоту, т. ј. кад целом васионом овлада једна иста температура (била она висока или ниска), онда се енергија више не може претварати нити изаћи из тог стања. Кад се сунце угаси, као што смо видели мало

час, живота ће на земљи нестати али ће се земља као и остале планете окретати и даље око олађеног сунца још неко извесно време. Механички говорећи, наш ће сунчани систем бити још жив. Али кад наступи доба једнаке температуре свуда, онда се планете морају зауставити. Ми не можемо казати да ће све ишчезнути, то је бесмислица; не можемо рећи ни да ће то бити потпуна непокретност у ужем смислу, јер ће збир целокупне енергије остати неповређен и постојаће у облику молекиларног кретања топлоте; али то ће бити уништење сваког приметног кретања, уништење сваке различности, сваке тежње; то неће бити обична смрт већ нешто јаче од ње: апсолутна смрт, *мртвило*.

Досадањим посматрањем успели смо да дознамо две ствари за које смо још у почетку питали, и то „чега има у васиони“ и „шта је то физика“. Прво смо питање били поставили ради овог другог, јер ће предмет нашега изучавања на овом месту бити физички појави, како сами за се тако и у њиовим односима са осталим појавима; другим речима, ми ћемо изучавати експерименталну и примењену физику. Па како смо видели приликом опште класификације васионске енергије да се физика бави оним њеним делом који се зове молекиларна енергија, то сад можемо приступити бли-

жем изучавању најпре молекила као носиоца те енергије, а затим њихове енергије у опште.

Још је у вашој памети дефиниција коју дадосмо молекилима, те с тога није потребно понављати је. А да би имали бар приближна појма о величини појава које оћемо да изучавамо, оћу одма да вам дам неколико података о величини молекила.

Има више начина да се одреди величина молекила (трење гасова, капиларност, одступање гасова од Мариотовог закона); и ма на који начин их одређивали, налазимо да су молекили разних тела разне величине али увек бескрајно мали. Тако на пример пречник једног молекила воде износи 0·00000044 милиметра; молекил ваздуха је мањи јер има само 0·00000030 милиметра у пречнику, хлора је већи = 0·00000096 милиметра и т. д. Све је то тако мало да неможе бити ни говора да се они могу видети.

Кад имамо пречник молекила ми можемо израчунати и њихов број н. п. у једном кубном сантиметру. Тако на пример у једном кубном сантиметру ваздуха има

21,000.000,000.000,000.000 или

$21 \times (1,000.000)^3$ 21 трилијун молекила. Тај је број тако велики да кад би неко хтео да броји молекиле у једном куб. сант. ваздуха па би одбројао по један молекил сваке секунде и дању и ноћу без одмора, он би довршио своје бројање тек после 700 милијарада година.

Молекили нису слепљени један за други већ су један од другог одвојени али при том нису сасвим независни један од другог. Средње растојање између два оближња молекила јесте 0·000003 милиметра.

Кад знамо број молекила у једном кубном сантиметру ваздуха и кад знамо да је ваздух од прилике 800 пута лакши од воде, онда је проста ствар наћи тежину једног молекила ваздуха. У место да изразимо његову тежину у деловима грама, згодније ће бити да изведемо колико молекила иду у један грам:

10.000,000.000,000.000,000.000

т. ј. 100 праћено са 20 нула, дакле 10 трилијарада. И ма колико да је незнатна тажина једног молекила ваздуха, ипак она није мајмања. Има молекила који су још лакши од њих. Што ће вас можда изненадити то је на пр. вода. Вода као чврсто тело је скоро 800 пута тежа од ваздуха. Међутим у ствари је један молекил ваздуха седам пута тежи од воденог молекила и кад би стврднули ваздух, онда би чврсти ваздух био исто тако тежак као ливено гвожђе или као цинк.

Из свега тога видите са каквим ћемо бескрајно ситним деловима материје имати посла. И да би имали појма о њиховој енергији, очевидно ваља да знамо брзину којом се молекили крећу. Тако на пример молекили ваздуха у обичном стању (притисак 760 милиметара и 0^0) крећу се у средњу

руку брзином од 485 метара у секунду, а то је брзина са којом излеће граната из топа; молекил водоника прелази 1844 м., молекил водене паре 614 м., алкохола 382 м., живе 184 м., и т. д.

Али не треба мислити да сваки молекил може одиста прејурити тако дугачке путове сасвим слободно. На против, молекили сваког тренутка наилазе један на другог и сударају се; средња дужина пута, коју један молекил може да пређе, а да не наиђе на други какав молекил, јесте 0·000095 м.м., одакде сљедује да се сваки молекил судари са другим молекилима 4700 милијуна пута у секунду и то при обичном притиску и на 0^0. Међутим те вредности нису једнаке за све молекиле; на пр. молекили водене паре чешће се сударају (9035 милијуна пута) но молекили хлора (6240 милијуна пута), али ређе но молекили воденика (9480 милијуна пута).*)

То све можемо изразити у неколико речи. Молекили су бескрајно мали, тако мали, да их

---

*) Све ове податке о молекилима можемо поделити на три групе према њиховој тачности. У прву групу долази релативна маса молекила разних гасова и њихове брзине у метрима за секунду; те су вредности познате са великом тачношћу. У другу групу долазе релативне величине молекила разних гасова, средња дужина њихових путова, и број судара за секунд; те су вредности само приближне. У трећу групу долази апсолутна маса сваког молекила, његов апсолутни пречник, број молекила у једном кубном сантиметру, које су вредности само вероватне.

нико до сад није видео, нити се можемо надати да ће их ико видети; молекили се крећу изванредно брзо, као топовско зрно, а и брже; при том свом кретању сваки се час сударају јер су врло близу један до другог; из тог њиховог кретања као што знамо сљедује њихова енергија, а то је управо оно што ће бити предмет нашег изучавања.

Да би једним обичним примером могли себи представити слику молекила у једном телу и њихово кретање, замислите себи један рој чела који путује. Цео рој представља једну целину, т. ј. тело, а свака чела у њему одговара од прилике једном молекилу. То је приближна слика. А ако хоћете да имате прави однос молекила према телу, на пример однос водених молекила у једној капи воде, онда замислите да кап нарасте колико цела земља, и да сваки њен молекил нарасте у истом размеру; онда би сваки молекил био велики колико једна чела. Другим речима замислите један рој чела тако велики као цела наша земља и тај рој у путу; и ма да цео рој иде извесним правцем, свака чела има поред тог заједничког кретања и своје кретање независно од других, једна лево, друга десно, горе доле, али увек тако да не оставља рој. Ето ако то можете замислити, онда ће те имати приближан појам о ономе што се непрестано дешава у једној капи воде, а и у свима другим телима. И наш ће задатак бити да изучавамо, не кретање целог роја, то је посао механике, већ кретање

сваке појединe пчеле, или већих и мањих група пчела у томе рају.

Најпростији облик молекиларне енергије јесте звук. Кад ма које тело зазвучи, онда његови молекили трепере извесном брзином, али ми од тог треперења не видимо ништа, и кад неби имали орган слуха, то би треперење за нас сасвим пропало. Међутим извесним довијањем можемо учинити, да се та треперења виде. Успимо у једну чашу воде и превуцимо гудалом по чаши, у тренутку кад чаша пусти од себе глас, видећете један низ таласа на воденој површини; то молекиларно трептање воде није ништа друго до видљиво трептање чашиних молекила.

Но кад се у једном телу један пут поремети молекиларна равнотежа, кад се молекили ма којим путем принуде да трепере, онда они не само дају својом енергијом звук, већ се тело чији молекили трепере и загреје. Из тога сљедује, да је и топлота једна врста молекиларне енергије.

Једно тело јако загрејано почне најзад да светли; светлост дакле није ништа друго до већи ступањ топлоте, или ако хоћете, топлота коју видимо. Према томе и светлост је резултат молекиларног кретања, светлост је дакле такође једна врста молекиларне енергије.

Још то није све. Кад би устрептало тело принели осетљивом електрометру, справи којом се мери електрицитет, ми би констатовали да се тело, док је звучало, док се загревало, у исти

мах и наелектрисало. Дакле молекиларно кретање је узрок не само звуку и топлоти, из које постаје светлост. већ и електрицитету; електрицитет је дакле такође једна врста молекиларне енергије.

Као год што је светлост видљива топлота, тако је исто немогуће одвојити електрицитет од магнетизма. Јер жица кроз коју тече електрична струја, јесте у исти мах и магнет. И кад само још додамо, да нема тела, које се неби могло намагнетисати електрицитетом, онда није тешко увидети да је и магнетизам као и електрицитет једна врста молекиларне енергије.

Ето то су појави којима је узрок молекиларно кретање; звук, топлота, светлост, магнетизам и електрицитет јесу резултати молекиларне енергије, па дакле и предмет физике.

Што се тиче звука, није било тешко увидети да он постаје усљед молекиларног кретања, с тога је још доста давно он био растумачен. Много је теже било за светлост, топлоту, електрицитет и магнетизам. Старијим физичарима изгледало је, да је сваки од тих појава усамљен, да нема никакве везе међу њима, па с тога су за сваки понаособ измишљавали извесне хипотезе да их растумаче. Тек врло доцкан и то у нашем веку, приметио се извесан однос међу њима. Пређе се мислило да је светлост нека нарочита материја, која истиче на све стране из светлећег тела; топлота је била такође друга нека материја врло

лака и немерљива; за електрицицет ваљало је узети две материје, а толико исто и за магнетизам.

Прва сумња пала је на светлост. Многи светлосни појави нису се могли растумачити старом теоријом. С тога у прошлом веку један холандски физичар *Хигенс*, изнесе другу теорију светлости, сасвим противну оној, по којој је светлост извесна материја и која је добила име *емисиона теорија*. Хигенс је први сравнио светлост са звуком; он вели, светлеће тело је у извесном треперећем стању, не у целини већ сваки његов део трепти за се. Ова трептања много мања али много бржа но код звука, саопштавају се околној материји и тако се простиру на све стране. Али светлост пролази и онде где нема материје, кроз празан простор; мора дакле у том назови празном простору бити нечега што ми за сад не видимо, што ми за сад не можемо опазити, нешто што је много финије од обичне материје, од наших гасова, али што може да трепти, те дакле што може да преноси светлост. Он је дао тој изванредно лакој и финој материји име *етар*, кога има свуда у васиони, који испуњава простор између небеских тела, као и између молекила, и чији молекили треперећи преносе светлост на све стране. То је тако звана *ундулацијона теорија светлости*.

Истакнута још у прошлом веку, та теорија није могла напредовати. Стара, емисиона теорија не само као старија да се је већ била одомаћила

у науци, већ је њу бранио физичар, чије је име било много теже на теразијама науке од Хигенсовог, име у чији се ауторитет није смело посумњати. То је био Њутн. После њега, физичари, астрономи и математичари првога реда, као *Бјот*, (Biot) *Хершел* и *Лаплас* бранили су емисиону теорију. На Хигенсову ундулацијону теорију нико није ни обраћао пажњу. Међутим гомилали су се појави и открића, којима је стара теорија или никако или са великом натегом давала рачуна. Смртни јој је удар задала интерференција и поларизација светлости. Немогући растумачити како је то могуће, да се два светла зрака потру кад се сукобе, у место да даду два пут јачу светлост; немогући дати рачуна како је могуће да светлост може да прође кроз извесни кристал у једном правцу, а у другом се сасвим угаси; немогући објаснити зашто се у неким телима један светли зрак цепа на два и т. д., стара је теорија добијала таке ударце од којих се више није могла опоравити. На против, нова теорија, коју су после *Хигенса* заступали највећи физичари као што је *Френел* (Fresnel), *Јунг*, *Араго*, и т. д., све те појаве не само да тумачи на врло прост начин већ их и захтева. Већ јако поколебана стара теорија држала се још све дотле, док француски физичар *Френел* доказа експериметалним путем, да се светлост спорије простире у води но у празном простору, што је сасвим на супрот емисионој теорији. Од тога је доба та теорија свет-

лости сасвим напуштена и данас нема физичара који би мислио да је светлост материјална.

Док се тако водила борба на пољу светлости, једва је била поколебана материјалност топлоте. Овде онде појавиле су се по неке сумње о њој, на које је обраћана слаба пажња. Све дотле, док није пронађен врло осетљив термометар, којим се могу мерити веома слаби ступњи топлоте, нису се могли ни испитивати из ближе поједини појави топлоте. Са тим пак термометром италијански физичар *Мелони* (Meloni), француски физичар *Десен* (Desains) и немачки *Кноблаух* (Knoblauch), доказаше да нема никакве разлике између зрачне топлоте и светлости. Одма затим радови данског физичара *Колдинга* (Colding), Роберта Мајера, Јунга и Клаузијуса створише механичку теорију топлоте. Из свију тих радова добио се само један резултат: светлост је само једна врста зрачне топлоте; и светлост и топлота постају трептањем молекила, само код светлости молекили трепере брже но код топлоте. И тако од два појава, пређе сасвим одвојена, по мишлењу старих физичара сасвим различна, данас постоји само један: *топлота*.

О електрицитету и магнетизму знало се до почетка овога века готово онолико исто, колико и у време Аристотелово. У првој години нашега века *Галвани* и *Волта* откривају електричну струју. Двадесет година доцније *Ерстед* (Oersted) и *Фаради* (Faraday) уђоше у траг односу који постоји између електрицитета и магнетизма, и одма за тим,

француски физичар *Ампер* нађе да магнетизам није ништа друго, до једна врста електрицитета, те тако оба та појава бише сведена на један: *електрицитет*.

Четири појава: светлост, топлота, магнетизам и електрицитет сведени су на само два: топлоту и електрицитет. Тако је стање ствари било пре двадесет година.

Од тог доба тражило се, да ли постоји ма какав однос између та два појава. Да ли топлота и електрицитет нису две разне појаве једног истог узрока? У почетку се није обраћала на то велика пажња, али у толико се више та ствар обрађује данас. Односи између електрицитета и топлоте тражени су и нађени, истина не многи али неколики. Радове немачких физичара *Вебера*, *Колрауша* и *Хелмхолца* систематисао је енглески физичар *Максвел* и на њима основао *електромагнетску теорију светлости*, по којој светлост, па дакле и топлота, није ништа друго до једна врста електричних појава. Према томе свели би се сви физички појави на један једини: електрицитет.

Ето такво је стање физике данас. Електромагнетска теорија светлости није још обрађена; она је тек зачета. Има многих појава, које ваља теоријски растумачити; има многих теоријских посљедица, које треба експериментално доказати; али свакако се још данас може закључити, да неће бити далеко оно време, кад ће сви физички појави бити само разне врсте једног истог узрока. —

Остаје нам још да са неколико речи пропратимо примењену физику; ми мислимо физику атмосфере (метеорологију и физику неба [астрофизику).

Метеорологија може се сматрати као наука, од оног доба, од како је у физици пронађен барометар и термометар, две справе за мерење најважнијих промена атмосферских. Већ у почетку XVII. века одпочело се у Шпанији, а око половине тога века и у Француској, редовно бележење промена на тим апаратима. И на основу тих опажања *Халеј* је (Halley) 1686. извео свој познати закон о кретању пасатских ветрова, које је доцније (1735.) *Хадлеј* (Hadley) допунио.

У почетку није било никакве заједничке методе у посматрању, него је сваки посматрач за се и на свој начин бележио стања атмосфере. То је био узрок те та прва посматрања и нису уродила великим плодом. Увидивши то, Манхајмско метеоролошко друштво, за кратко време свога опстанка (1780 до 1792) утврди неколико правила, којих се ваљало придржавати при посматрању и настане те се у Немачкој заведе скоро четрдесет метеоролошких станица. Готово у исто време је творац модерне хемије, француски хемичар *Лавоазије* препоручивао, да се барометар и термометар као и правац ветра, стање влаге и т. д. тачно посматрају на разним местима, „јер је, вели, готово увек могуће са тим податцима, предсказати на један или

два дана раније време, које ће наступити«. Али бурна времена француске револуције, којих је и сам *Лавоазије* био жртва, нису никако била повољна за даљи рад у том правцу.

Нов је импулс дао метеорологији *Александар Хумболт*, које својим расправама, које опет описом својих научних путовања по Америци. Али међу најважније личности у целој метеорологији долази *Дове*. Његова испитивања о расподели топлоте на земљиној површини, истраживања о непериодичким променама температурским на земљи, а нарочито доказ, да неправилним променама температурским нису узрок само локалне прилике, као што се то пређе држало, долазе међу најважније радове у метеорологији.

Пошав од Хадлејеве теорије пасатских ветрова, *Дове* је извео свој чувени закон о обртању ветрова. Истина да су доцнија испитивања показала да Дове-ов закон у основи не одговара самом стану ствари, ипак је он био од великог уплива на даље развиће метеорологије, пошто је то био први покушај да докаже, да се иначе неразумљивим и заплетеним ваздушним појавима може наћи врло прост закон.

Све до најновијих времена цела метеорологија била је основана на тако званим »средњим вредностима« разних посматрања. Истина је, да се из тих средњих вредности може добити климатски карактер појединих мањих а и већих предела, за тим из одступања појединих опажања од тих средњих

вредности могу се одредити границе у којима се мења тај климатски карактер, и најзад могу се дознати локални упливи на опште стање. Али ма колико да је тај начин посматрања од велике вредности у наведеним случајима, ипак он сам за се не може да послужи, да се нађу закони који владају непогодом. Јер средње вредности одговарају само идеалном атмосферском стању, које или никад или врло ретко наступа; оне ублажавају нагле промене које једна за другом долазе и од којих управо и зависи свака непогодна промена. С тога је од велике потребе за успешан рад у метеорологији, имати поред средњих вредности, још и поједина стања атмосферска разних места у исти мах. Ту се тек види од колике је вредности по метеорологију проналазак телеграфа, помоћу кога се са свију метеоролошких станица у исти мах добија извештај о месним атмосферским приликама; са тим се податцима конструишу тако зване синоптичке карте и из њих се од један пут добија потпуна слика о стању атмосфере, за цео један континенат. Са оваким податцима своди се задатак данашње метеорологије по *Без Бало-у* на ове три тачке: најпре ваља пронаћи како зависе посмотрени податци један од другог; за тим растумачити зашто су климатски односи такви а не другојачи т. ј. дознати како се непогода на једном извесном месту мења; и најзад одредити, по ком се закону једно извесно стање премешта у простору или другим речима, из једног даног стања непо-

годе на земљиној површини извести оно које ће за њим наступити.

И заиста чим су се, на тако рационалан начин, почела водити метеоролошка посматрања, одма је *Без Бало* (Buys Ballot) пронашао (1857) веома важан, тако звани „бариски закон за ветрове“, који је без поговора највеће откриће новије метеорологије и који је у исти мах камен темељац целе данашње науке о непогоди.

Што је *Без Бало* учино за метеорологију на континенту, то је урадио *Мори* (Maury) за поморску метеорологију, које је он управо и оснивалац. Мори је ставио себи у задатак, да испита ток сталних ваздушних струја на земљи, а нарочито над морским површинама, те да тако пронађе најбрже, а у колико је могуће и најкраће морске путове за саобраћај. Кад је потпомогнут американском владом извршио, тако да речем, један експеримент, којим је отишао из Балтимора у Рио Жанеиро (1840.) за 24 дана у место за 41, онда је окренуо на се пажњу целог заинтересованог света. То је у исти мах био доказ, да други закони владају атмосферским струјама, а не они које је Дове био поставио. И да би имао што већи материјал за даља истраживања и у исти мах користио свима приморским државама, *Мори* пренесе ту ствар на међународно земљиште и американска влада позове 1853. год све јевропске државе у Брисел на међународну конференцију, где се обећају, да ће свака по могућству вршити на својим бродовима

и по једној методи метеоролошка посматрања. После ове конференције састајале су се, у истој или сличним циљима, и друге конференције, но најважнија је она од 1873. год. држана у Бечу, на којој су утврђена правила за метеоролошка посматрања на целој земљи, као и међународни знаци за телеграфску метеоролошку кореспонденцију.

Поред свега тога метеорологија је још далеко од циљи коју је себи поставила: да у напред одређује време, које ће наступити. Атмосферски појави су врло сложене природе, јер поред барометарског и термометарског стања, који у главноме одређују правац ветрова, а ови опет стање времена, ваља водити рачуна и о атмосферском електрицитету и земљином магнетизму. Сви ти појави утичу један на другог, али мера њихових утицаја није још позната. Јер ма да је метеорологија само примењена физика, ипак се при посматрању метеоролошких појава не могу у свему употребити методе употребљене у физици. Што је физика учинила онолики напредак за врло кратко време, главни узрок лежи у томе, што физичар може посматрати своје појаве у природи, а може их још производити и у свом кабинету, под истим или сличним условима и кад хоће. У физици атмосфере посматрач је упућен само на природу, и како узрок појединим метеоролошким појавима не лежи на месту на коме се јављају, већ сасвим на другој страни, то и није чудновато ако метеоролог није данас у стању, да одреди сут-

рашње стање времена са онаком тачношћу, са којом астроном одређује помрачења сунца 100 година у напред. Оће ли се кад год постићи толика или бар приближна тачност у прорачуњавању метеоролошких појава, то се данас не може рећи, јер нам ти појави још изгледају веома заплетени. Свако пак откриће метеоролошких закона, што се може постићи само дугим и честим опажањем појава, биће без сумње највеће дело примењене физике. --

Готово у исти мах кад су пронађени први метеоролошки апарати, постављен је темељ и небеској физици открићем дурбина. Опис сунчеве и месечеве површине од *Галилеа* и *Шајнера*, откриће пега сунчевих и њиховог кретања и т. д. јесу први податци за небеску физику. И у колико се напредовало у прављењу великих дурбина, у толико је и та нова наука напредовала. Али да је астрофизика имала само дурбин за своја истраживања, она би већ била завршена великим Хершеловим телескопом. Друга су два апарата притекла у помоћ небеској физици и разгранали је до онога стања у ком се она сад налази; то су спектроскоп и фотографска комора.

За спектар је знао још *Њутн* пре 200 год. (1666.); у првој и другој десетини овога века *Фраунхофер* открије у сунчевом спектру извесне мрачне пруге које данас носе његово име. *Араго* и *Френел* као и други физичари приметили су да спектар извесних звезда није онакав исти какав

је нашега сунца; али шта значе те црне пруге у спектру, зашто су оне у једној звезди једне, а у другој друге врсте по броју и положају, на то су одговорила два немачка физичара: *Кирхоф* и *Бунзен* (1860. год.) открићем спектралне анализе.

Ма да су *Кирхоф* и *Бунзен* одма одредили физичко-хемијски састав сунца; ма да су уз то пронашли помоћу спектра два нова елемента, ипак се увидело, да је примена спектралне анализе на небеска тела, врло сложене природе. Јер светлост ма ког небеског тела, пре но што падне у спектроскоп, прође кроз нашу атмосферу и претрпи у њој извесне промене, које нису биле познате. Већ је *Брустер* (Brewster) приметио, да је спектар сунчев другојачи у јутру и у вече но у подне. Требало је дакле одредити какав је прави спектар који долази од извесне звезде, а које су промене које је он претрпео пролазећи кроз нашу атмосферу; другим речима, ваљало је одредити спектар наше атмосфере. То је учинио француски физичар *Жансен*, који познаде у сунчевом спектру спектар наше атмосфере, одвоји га и назва *телуричким*. То је друга епоха у развићу небеске физике.

Телурички спектар био је одређен али укупно. У нашој атмосфери има разних гасова и пара, па је требало одредити који део телуричких линија припада коме гасу или пари, па према томе судити о саставу атмосфера других небеских тела. Ова врста експеримената је и велика и скупоцена,

па зато није нико покушао да их одма предузме. Онда је *Жансен*, које својим експериментима на женевском језеру, које у Паризу одредио спектар водене паре у ваздуху. Остало је још да се одреди спектар осталих гасова, а на првом месту кисеоника. Руски физичар *Егоров* извршио је екексперименат у малом размеру. Из основа га је предузео тек *Жансен* и у току последње две године дошао до врло важних резултата, колико у погледу на сам спектар наше атмосфере, као и атмосфера других небеских тела, толико још више у погледу на молекиларни склоп гасова, који се налазе у дотичној атмосфери.

Одма по проналаску спектралне анализе, прва је брига била проучити спектар нашега сунца. И испитујући с једне стране у лабораторијама спектар појединих земаљских тела, а с друге сравњујући их са спектром који се непосредно добија са сунца, данас се са великом поузданошћу може говорити о физичко - хемијском саставу нашега сунца. Али све што је на сунцу и око њега, не види се у обичним приликама, кад сунце светли свом својом светлошћу. С тога помрачења сунчева имају за физику неба нарочиту вредност и много већу но са чисто астрономског гледишта т. ј. за небеску механику. Пређе је посматрање контакта месеца са сунцем, служило за поправку таблица месечевог кретања, но данас је тачност тих таблица готово толика иста, као и она којом се и контакти посматрају. С тога су у по-

следње време физичари заузели место астронома у експедицијама за сунчева помрачења, јер има физичких појава на сунцу и око њега, које се могу видети само за оне две или три минуте, за које траје потпуно помрачење. Неки од тих појава, подробно испитани за време помрачења могу се данас посматрати и без помрачења. Први такав проналазак, који је обратио на се пажњу целог научног света био је тај, како се могу на пуној сунчевој светлости посматрати огромни пламенови водоника, који са непојамном брзином избијају из унутрашњости сунчеве на његову површину, т. ј. тако зване протуберанције. Тај проналазак спада међу највеће у целој астрофизици и учинио га горе поменути француски астрофизичар *Жансен*, приликом сунчевог помрачења 1868. год. у Индији, а у исти мах и енглески астрофизичар *Локајр* (Lokyer). Други проналазак те врсте јесте сунчева кромосфера, која се данас може такође видети без помрачења и коју је пронашао американски професор *Јунг* (Young) 1869., године но који је, при овогодишњем помрачењу у Русији, био тако несрећан, да од помрачења није ништа видео.

Осим та два феномена, која се данас могу посматрари и без сунчевих помрачења, има њих више, међу које долази нарочито сунчева круна, која се могу посматрати само приликом помрачења и ради којих се и шаљу многе научне експедиције за помрачења.

Док је тако испитивано наше сунце, било непосредно било за време помрачења, дотле се спектроскопом проучавао састав свију осталих сунаца т. ј звезда. Вишегодишњим посматрањем је италијански астрофизичар, калуђер *Секи* (Secchi) одредио физички састав готово свију звезда, које се виде голим оком и према томе поделио их у извесне класе. Ову је класификацију у неколико изменио немачки професор *Фогел*, који је још, изучавањем спектра планета, докучио врло важне податке о саставу њихових атмосфера.

Не мање важних резултата дао је спектроскоп са небеских маглина и комета, којима је са великом поузданошћу одређен физички састав.

Поред дурбина и спектроскопа, врло важну улогу игра у небеској физици и фотографија, не само тиме што видећи много верније небеска тела може на свагда да сачува њихов облик, већ и с тога, што савршенија од ока открива оне светлосне појаве за које је око сасвим неосетљиво.

За фотографију се дознало $\frac{7}{19}$ Августа 1839. и већ идуће године, *Дрепер* (J. Draper) доби прву добру фотографију са месеца. Године 1843 исти физичар фотографиса сунчев спектар.

Прва сунчева фотографија добијена је тек 2. Априла 1845. год. (по нов.) за $\frac{1}{60}$ део секунде. Извршили су је *Физо* (Fizeau) и *Фуко* (Foucault) у Паризу.

Помрачено сунце фотографисао је *Берковски* у Кенигсбергу $\frac{16}{28}$ Јула 1851. год.; та је фотографија први пут показала трагове сунчеве круне и протуберанција.

Звезде се теже фотографишу, с тога је и прва добра фотографија неколиких простих и двојних звезда добијена тек 1857. год. пошто је сама фотографија била много савршенија но у почетку. Те је звезде фотографисао *Бонд* на Harward College-у.

Најдоцније су фотографисане комете и маглине. Орионову маглину као најсветлију међу свима другим, фотографисао је *Дрепер* 1881., а велику комету од 1882. године, фотографисао је у исти мах *Жансен* у Медону и *Гил* у Америци.

За ово време, од проналаска фотографије до данас, сва су небеска тела фотографисана: сунце. месец, планете, звезде, комете и маглине. Најбоље месечеве фотографије израдили су *Варен де ла Ри* (Warren de la Rue) на звездарници у Кју-у (Kew(близу Лондона и *Рутефјурд* (Rutefurt) у Америци. Сунце се данас фотографише свакога дана на многим јевропским и ванјевропским звездарницама али ни једна од њих није успела до данас, да превазиђе по доброти оне слике, које се добијају на астрофизичкој звездарници у Медону близу Париза. Поред изванредних детаља саме сунчеве површине, те фотографије су нам изнеле на видик и извесне промене које се дешавају у атмосфери

сунчевој, а које до сад ни једно око дурбином није угледало.

Али најогромнији задатак, који фотографија има да изврши на небу, јесте фотографија целог звезданог неба и фотографијска конструкција небеских карата. Дугим радом астрономи су увидели, како је то мучан, трудан и врло често непоуздан посао склапати небеске карте непосредним посматрањем. Последњи пак радови *браће Анри* (Henry) у Паризу показали су, како се небеске карте могу много лакше и сигурније конструисати фотографијом, с тога су сви астрономи оберучке прихватили предлог директора париске звездарнице *Мушеза* (Mouchez) да се цело небо фотографски сними. Тога се ради и састао у Априлу ове године у Паризу астрономски конгрес за небеску фотографију, на коме је решено да се свуда где је могуће снимају поједини делови неба по извесним одређеним правилима, па да се из свију тих снимака склопи целокупна небеска карта. Ви ћете сватити огромност тога рада тек кад помислите да ваља фотографисати 40 милијуна звезда на најмање 170 хиљада добрих матрица. —

Ето то је у најглавнијим потезима задатак и обим данашње физике. Време нам неће дозволити да све њене гране проучимо за се и у појединостима, с тога ћемо се ограничити само на општу или експерименталну физику, дотицајући се с времена на време и на згодним местима њених примена на нашу атмосферу и небо. И овако сведен

програм наших изучавања физике је велики, па с тога имајући на уму важност предмета, који сам излази на видик из овога што је до сад речено, треба да пратите са особитом пажњом ова предавања, јер знајте да ће вам она бити од врло велике помоћи и олакшаће вам знатно извршење задатка, коме сте се посветили.

Ви и сами осећате да би овде могао да завршим ово предавање. Али нисам рад да ми се пребаци да сам, изнев пред вас тако велики материјал којим се физика бави, и позвавши вас да му обратите особиту своју пажњу, нисам велим рад да ми се пребаци, да сам смео с ума, да немам пред собом универзитетске слушаоце већ војнике, и да дакле војницима мож'да није потребно да тако свестрано изучавају науке у опште, а физику по наособ. Али господо немојте ни ви смести с ума, да је данашња ратна вештина, последњи резултат научних проналазака и да се цео задатак доброга војника своди на то, да што корисније примени те проналаске. Нема открића које је наука извршила, а да није примењен у војсци; та сво ваше оружије и није ништа друго, до веома усавршани физички инструменти, конструисани по законима које је пронашла цела наука. Јер док само напуните пушку и избаците је, помислив у исти мах на све појаве које пре тога и после тога долазе, ми смо у стању да нађемо промењене све законе на којима почива цела данашња наука. Па како ћете ви постићи добар резултат са вашим ору-

жијем, ако не разумете шта радите. Ако вам је дакле на срцу да данас будете добри, разумите ме, добри војници, ако оћете да вршите савесно ваш задатак, онда нећете то никад постићи ако не будете познавали изближе законе, који владају свим природним појавима, па и оним против којих имате да се борите.

Али ја нећу ни другу страну овога питања да испустим из вида. Зар је науци задатак да усавршава ратне справе; зар је њена дужност да обучава војнике и потпомаже раздор међу људима; зар наука, у место да шири на цео род људски благотворне резултате својих проналазака, да подржава и помаже да се хиљадама људских живота тамани? Господо, не треба да се варамо о тој ствари. Многи мислиоци држе да ће се људи моћи сложити и решити да не буде више рата па дакле ни војника. Међутим они заборављају да је клица рату положена онда кад се почела да прави разлика међу појединим личностима једне исте куће, међу појединим кућама исте државе, као и међу разним државама и племенима. Па како се и дан дањи, сваком детету чим се роди, придену знаци по којима ће се оно моћи разликовати за сво време свога живота између целе једне и по милијарде душа, које живе на нашој земљи, мени се чини, да то дете носи са собом све што му треба за рат, било непосредно оружјем, било ма којим другим путем. Јер не треба мислити да се ратује само пушком и саб-

љом; најпре се ратује свима другим сретствима, умно, економски и т. д, па рат оружијем долази тек на последње место и то онда кад је победа извојевана, само је треба санкционисати. Ви видите да је рат у најширем смислу те речи неизбежна последица нашег самог постојања и да ће њега нестати тек онда кад буде нас нестало.

На послетку посмотримо ствар и са чисто човечанске стране. Ви знате како вам је професор опште историје са гнушањем говорио о калифи *Омару*, који је заповедио да се спали Александријска библиотека те дакле једним мигом уништио огромну количину знања, коју је са великом муком накупио цео стари век. Ми сви и дан данас жалимо, што смо пре пет векова изгубили наш државни живот те смо гњечени татарском расом изостали међу свима осталим народима. А зар би калифа Омар спалио александријску библиотеку, а зар би Мурат и његови последници згазили копитом онако човечанске идеје наше хришћанске цркве, да су и *Омар* и *Мурат* наишли преда се на добро наоружану пешадију и извежбану артиљерију ?.