

П 615
617

ко. 2

Издају Јовановићу

„Год. бор. драг.

С. Ј. Јовановић

ЕТАР И ЕЛЕКТРИЦИТЕТ У МОДЕРНОЈ ФИЗИЦИ



УВОДНО ПРЕДАВАЊЕ

ПРОФ. Ђ. М. СТАНОЈЕВИЋА

држано 16 марта 1893 године приликом стукања на катедру Физике на Великој
Школи у Београду.

(Прештампано из „Наставника“)



У БЕОГРАДУ

ШТАМПАНО У ДРЖАВНОЈ ШТАМПАРИЈИ КРАЉЕВИНЕ СРЕБИЈЕ

1893

Д 615
617

УНИВ. БИБЛИОТЕКА
№ 4. бр. 624

СН

ID:217984263
489

ЕТАР И ЕЛЕКТРИЦИТЕТ У МОДЕРНОЈ ФИЗИЦИ

УВОДНО ПРЕДАВАЊЕ

ПРОФ. Ђ. М. СТАНОЈЕВИЋА

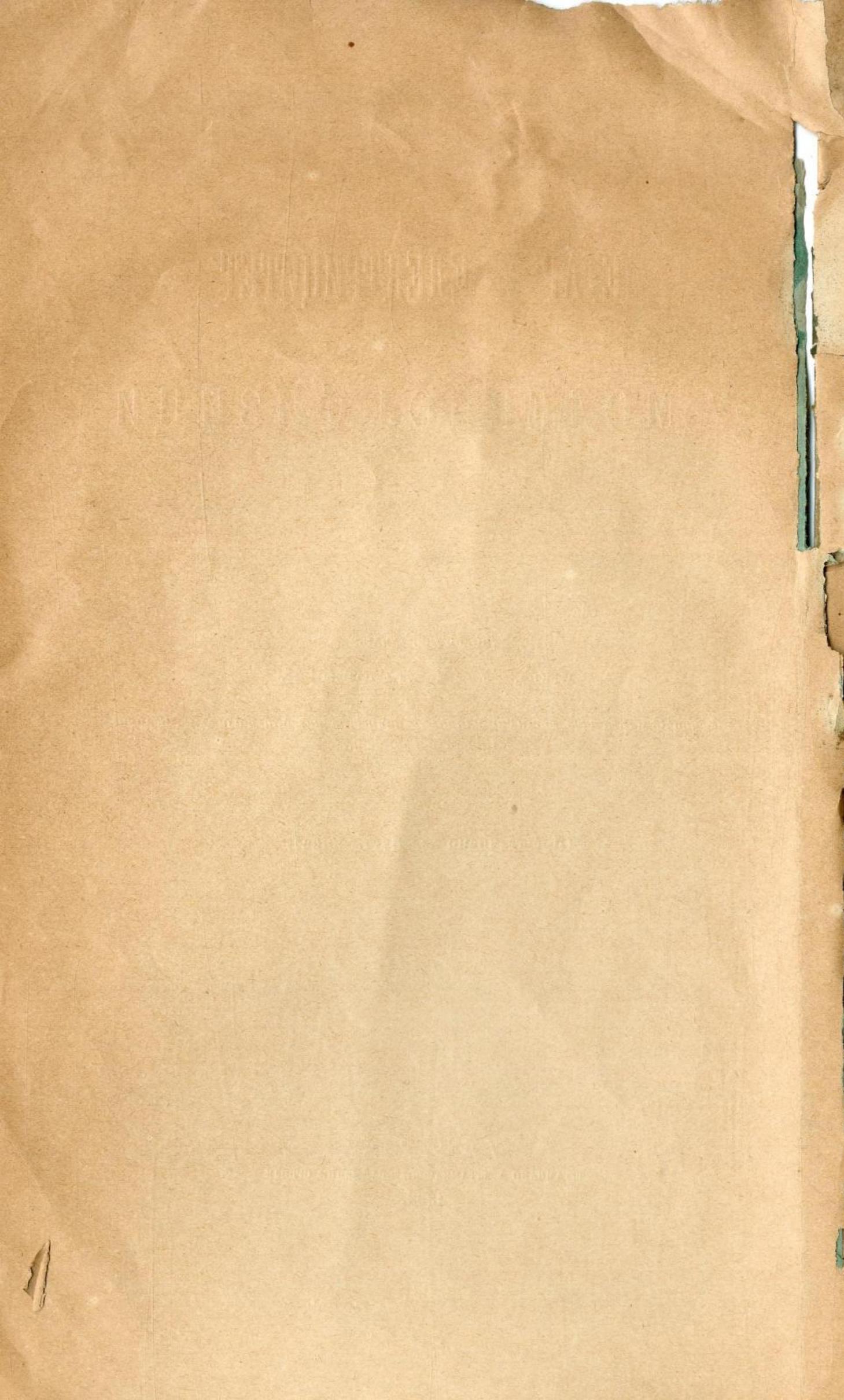
држано 16 марта 1893 године приликом ступања на катедру Физике на Великој
Школи у Београду.

(Прештампано из „Наставника“)



У БЕОГРАДУ
ШТАМПАНО У ШТАМИРАЈИ КРАЉЕВИНЕ СРБИЈЕ
1893.

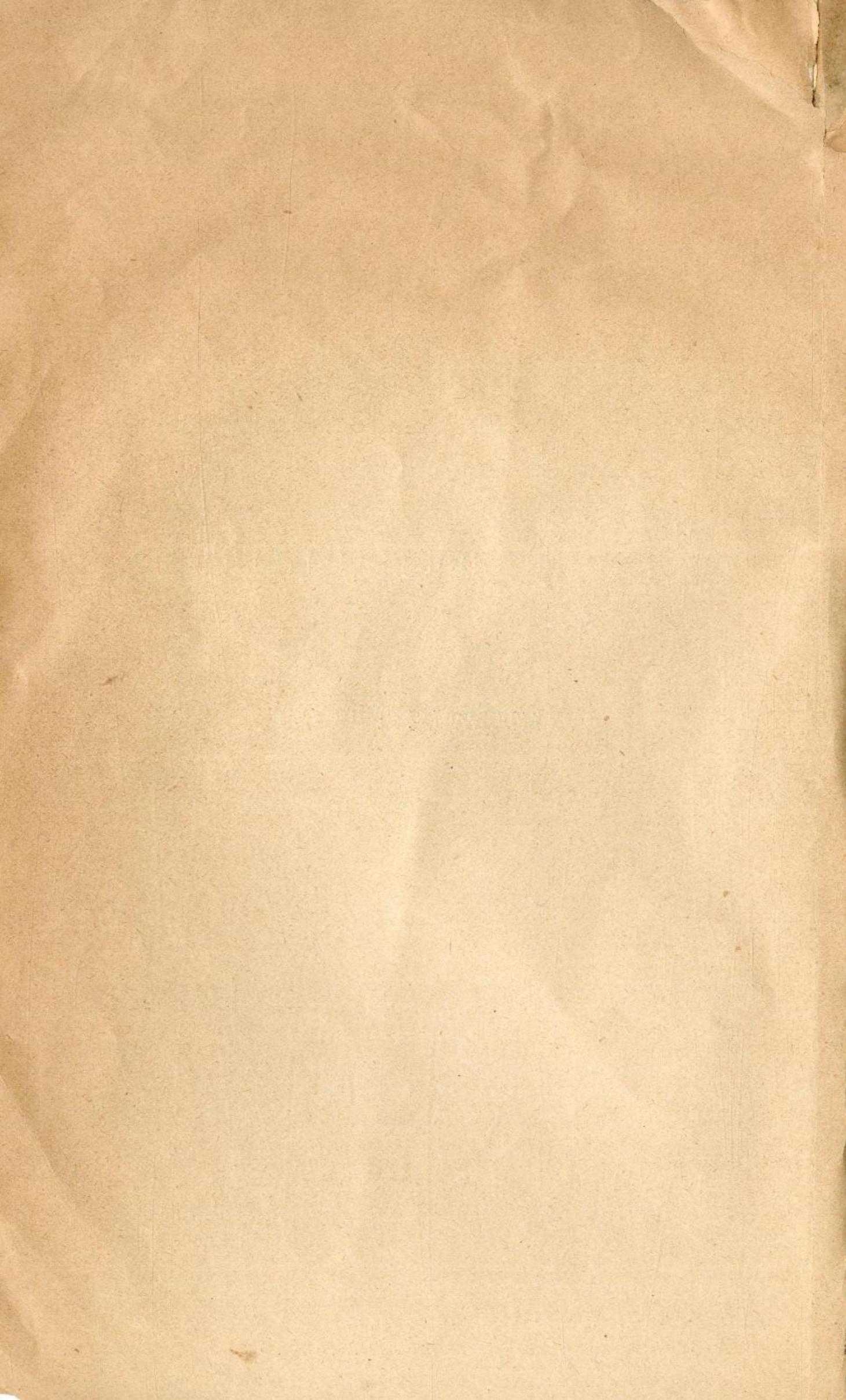




ЕТАР И ЕЛЕКТРИЦИТЕТ

у

МОДЕРНОЈ ФИЗИЦИ



ЕТАР И ЕЛЕКТРИЦИТЕТ У МОДЕРНОЈ ФИЗИЦИ

Господо!

Држим да ни у колико није потребно да истичем користи, које је проучавање физичких појава донело човечанству. Ви већ толико располажете са основним знањима из физике, да знате и сами, да је кретање локомотиве воденом паром, пренос наших мисли и речи електричном струјом, откриће бескрајно ситних и огромно великих тела микроскопом и дурбином, да све то, као и многе друге појаве, проучава и испитује једна иста наука—физика. Јер као год што физика изучава законе кретања електрицитета у телеграфској жици, она утврђује и законе преламања светлости у дурбину и микроскопу; упоредо поред рачуна који даје однос између потрошње угљена и брзине железничке локомотиве, стоји и рачун између напона водене паре и електричног осветљења; иста мера, која у музici служи за одредбу висине тонова, служи и да се спектроскопом одреди састав небеских тела као и да одреди природу магнетског и електричног привлачења и одбијања; иста та наука проучава законе по којима сеiju ледене иглице у најразноврсније слике на нашим промрзлим прозорима као што она тумачи и постанак муње и испитује последице грома. Физика је једна од оних природних наука, код које су предмети испитивања на први поглед најразноврснији, али који се, као што ћемо мало доцније видети, своде на најпростије међусобне односе: на разне облике једног истог узрока.

Ван сваке је сумње, да је велики напредак, који су данашње науке учиниле у свима правцима, резултат непосредног опажања и огледа, — експеримента. Исто је тако и физика дошла до ступња на коме се данас налази, једино непосредним испитивањем самих феномена, независно од замишљених узрока њихових, и само тачним посматрањем и мерењем појединих величина. Шта више, може се рећи да су све науке напредовале руку под руку са усавршавањем справа за мерење. И ако данас можемо указати на важне напретке учињене у свима гранама живота, то је само с тога, што данас можемо измерити са довољном тачношћу хиљадити део једнога милиметра, што можемо одредити десетхиљадити део једне секунде и што можемо осетљивим теразијама осетити хиљадити део једнога милиграма.

Али ма како да су науке упућене на непосредно посматрање и експерименат, ипак се у нама рађа извесна тежња да посмотрене и измерене појаве групишемо, да их доведемо у извесну везу и зависност, да тражимо извесне опште законе, који владају извесним групама појава, па помоћу њих и законе, који владају целим светом. Ма колико се ми отимали од те тенденције, ма колико ми тежили да се задржимо само на појавама доказаним до очигледности, ипак сваки од нас, у сваком свом послу, ствара извесну завршну, заокругљену слику. И то вреди за свакога радника, па радио он на обичном свакодневном послу или на грађењу научне зграде, било појединих научних група било целога света. „Наука не вреди много без општих погледа; факти издвојени или слабо спојени вреде врло мало; онај је рад најплоднији, који се не ограничава да изнесе само нове податке, него који их доведе у везу са већ познатим подацима“.

Таква је тенденција постојала још у најстарије доба познавања па постоји и данас, с том само разликом, што су се под тако замишљену слику у старо доба појаве силом доводиле, док се данас та слика тек према посматреним појавама ствара, према њима изменљују и дотерује, она се њима прилагођава. Тако је у старо доба постојала слика, или да се научно изразимо хипотеза, да се цео свет састоји из четири, пет елемената, а данас целокупном науком влада хипотеза о конзервацији енергије. Прву су хипотезу научни факти оборили а ову другу, ти исти факти, бар до данас, одржавају и потврђују.

Износећи, дакле, посматрањем и огледом добијене научне податке, који чине основ данашње физике, стараћемо се да све податке доведемо у узајамну везу, да их међу собом упоредимо

и једне с другима спојимо и да према њима изведемо једну општу слику свију оних појава, којима се данашња физика бави.—

Физика се сматра као најстарија природна наука. Јер, према самом главном значају грчке речи *φυσις*, физика је наука о спољашњем свету и обухвата изучавање целокупне природе, опис бића и тела, познавање њихових разних особина, њихових узајамних дејстава, најзад свију оних појава, за које можемо дознати помоћу наших пет чула. Ето такав је био у самом почетку огроман обим физике, ето такав је обим имала физика код Грка. Филозофи старе Грчке, тежећи да све, горе побројане, појаве објасне, нису имали на расположењу никаквих научних факата, него су тумачили свет и појаве у њему на начин који им је био најпогоднији. Тале *Милећанин*, на 600 година пре Христа, држао је, да је *вода* основа свију ствари. Педесет година доцније, његов сународник *Анаксимен* тврђаше „да је *ваздух* првобитни и јединствени елеменат.“ Други један грчки философ, *Ксенофон*, проповедаше, да ништа не може постати из ничега, да се ништа не може изменити и да је све у природи састављено из два елемента: *воде* и *земље*. Око 500 године, *Хераклит* усвоји *ватру* као јединствени принцип и општи агенс. „Свет није дело ни богова ни људи, већи он; свет је вечита ватра, кја се пали и гаси по извесном правилу и реду.“

Ето тако су једно за другим избила на површину тадашње науке четири елемента: вода, ваздух, земља и ватра. *Аристотело* усвоји, да су сва та четири елемента у исти мах основица целога света, додавши им још један пети елеменат: кружно кретање. Тако схватање света, потврђено науком Аристотелом, владало је кроз цео стари и средњи век, скоро све до појаве првих научних података, на којима данас почива модерна хемија.

Аристотело је без сумње највећи научар старога века, али је он такође без сумње и једини узрок, што је наука кроз цео стари и средњи век остала на истом ступњу на коме ју је он оставил. Мисли, које је о природи изрекао Аристотело; закони које је о природним појавама он поставио, били су светиња за многа и многа поколења после њега. Аристотело учи да се сва кретања деле на природна и присиљена, и да у прва долази кретање планета а у друга слободно падање тела. Ова кретања друге врсте дели он опет на двоје: на она, код којих тела због извесне наклоности (апетита) теже ка центру васељене (тешка тела), и на она, која због извесне отклоности према томе центру



беже од њега (лака тела). Аристотело учи, да камен пада на земљу убрзано с тога, што ваздух за њим јури и гура га све више и више и да тела падају у толико брже, у колико су тежа и већа.

Овако погрешно тумачење кретања тела одржало се све до друге половине XVI века, све до појаве Галилеове, који први експерименталним путем проналази законе кретања тела, и њима обара законе Аристотелове, основане на чистим спекулацијама.

И ако је Галилео у опште познат својим астрономским радовима, ипак су за данашњу науку много знатнији његови физичко-механички радови. Јер пре или после и други би посматрачи окренули већ пронађен дурбин на небо, и у брзо би видели да на сунцу има пега а на месецу брегова; да Јупитер има четири пратиоца а да Венера има својих мена као и наш месец. Али је требало да се јави Галилеов геније да експериментом открије принципе динамике и да свима наукама покаже нов начин испитивања. С тога се Галилео сматра као творац експерименталног метода и оснивалац не само модерне физике, већ и свију оних наука, које своје податке црпу из посматрана и експеримента.

Нов импулс, који је развоју физике дао Галилео, учинио је, те су и предмети поједињих природних наука постали одређенији. Услед 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 оделила се астрономија, као засебна наука о ванземаљским телима, а остатак научног материјала подељен је на три дела: на минерологију са геологијом, на хемију и физику у ужем смислу. Као физички појави сматрали су се поред општих механичких појава још и акустика, за тим наука о топлоти, светlostи, магнетизму и електрицитету.

Експерименталан метод, заснован Галилеом, уродио је обилатим плодом; проналасци се у физици ређају врло брзо. Рене Декарт (René Dekartes), 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, који је први конструисао сахат и ским ћемо се мало доцније у много знатнијем питању по ново сусрести.

Још једна знатна појава у историји препорођене физике био је *Исаак Њутн*. Он је својим савременицима више био познат као физичар, а данас његово име опомиње одмах на његов закон о гравитацији, јер од физичких радова мало их је, који би имали више по 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. Најзнатнији његови радови на физици јесу теорија боја и емисиона теорија светлости, на коју ћемо се вратити мало доцније.

После Њутна, ошажа се мали застој у физици а узрок му лежи у врло великом ауторитету Њутнову. Кад је овај век наступио, физика по ново почиње да напредује у свима правцима и то убрзано, не задржавајући се ни тренутка све до данас. У овај век падају најјачи утицаји физике на измену целокупнога нашег друштвеног живота; у овом је веку физика и саму себе преобразила претрпевши у три маха врло важних измена, које су је довеле до ступња на коме се данас налази. У првим десетинама овога века коначно је решено питање о природи светлости; око половине његове, наука о топлоти постављена је на ново, поуздано земљиште; а пре неколико година, наука о електрициitetу и магнетизму доводи се у узајамну везу са осталим физичким појавама. На те ћемо се измене вратити, пошто тек извесне појмове претходно утврдимо.

*

Данас је свршен и необорив факат, да је материја, коју у природи налазимо, у непроменљивој, сталној количини. Материја се не ствара; материја се не губи, не уништава; она само прелази из једног облика у други. Хемија, постављена при крају прошлога века на солидну основу на којој се и данас налази, на небројено је начина потврдила и оверила то опште правило о консервацији материје.

Материја, таква какву је данас свуда у природи налазимо, и коју помоћу наших пет чула можемо да констатујемо, има разних општих особина. Ну међу свима тим особинама за нас је на овом месту нарочито знатна једна: њена покретљивост. Материја је покретљива, она се вечно креће; никада нема материје у апсолутном миру. Јер, да дознамо у опште да материја постоји, она треба да се креће; ако је у миру, не можемо је ни једним чулом опазити; материја, која би била у миру, не постоји. Та

особина материје, по којој закључујемо да она заиста постоји, тако је општа, и тако у исти мах сигурна, да, охрабрени многобројним искуством, смемо тврдити и онде, где нас сва чула издају, где нам никакво друго средство не остаје да констатујемо битност материје, да и онда смемо тврдити да материје има, ако само имамо начина по коме можемо закључити да има кретања. Ако у опште има појаве, за коју само можемо ма којим путем дознати да постаје кретањем, онда са поузданошћу закључујемо, да носилац тога кретања мора бити материја, па утицала она иначе непосредно на наша чула или не. Кад се обичан камен креће, ми у исти мах имамо непосредног доказа и о кретању и о материјалности тога камена. Кад ветар дува, ми се на врло прост начин уверавамо о кретању нечега, али је сада већ теже непосредно описати или видети носиоца тога кретања. И овде, истина мало обилазним, али ипак поузданим путем до знајемо, да се то ваздух у ветру креће. Али има појава за које несумњиво знамо да постају кретањем; има кретања која смо до најмањих ситница одредили, којима знамо и облик и величину и брзину, па ипак, никоме до данас није испало за руку, да на делу ухвати материју, која се ту креће, и која својим кретањем те појаве производи. И што је још интересније, те појаве нису непознате и сумњиве природе, него на против, то су појаве с којима се свакога дана сретамо, то су појаве од којих зависи дан и ноћ, од којих зависе годишња времена, од којих зависе све наше радње, од којих зависи наш опстанак, наш живот. И заиста, може се све то чинити врло чудновато, али је ипак тако: ми се светлошћу осветљавамо и топлотом грејемо, ми знамо да је и светлост и топлота извесно кретање, ми знамо и какво је то кретање, знамо и колика им је брзина, једном речју: знамо са математичком тачнотију све појединости, које такво кретање прате; па ипак, нико до данас није ни описао ни видео ни измерио ни ухватио материју, која се ту мора кретати; нико још није доказао, да је ма која од нама познатих мерљивих, пондерабилних, материја носилац тога кретања.

Али, охрабрени безбројним опажањима да свуда где има материје, она мора бити у кретању, ми смемо и онде, где на први поглед кретање материје не можемо констатовати, да закључимо да тога кретања мора бити. Исто тако, охрабрени такође безбројним искуством, да свуда, где кретања има, мора бити и носиоца тога кретања, да ту мора бити и материје, ми смемо свуда

онде, где несумњиво нађемо да има кретања, и где материју не можемо открити, да закључимо, да ту мора бити материје, која се креће. Тако смо смели још одавна да закључимо за светлост и за топлоту, за које смо рекли да постају кретањем, да ту мора бити извесне материје која се креће, и ако она било због своје суптилности, било због недовољне осетљивости наших чула и наших справа, не може непосредно утицати ни на које наше чуло ни на коју нашу справу. Шта више, ми смо из кретања до којих врло лако долазимо и која са великим тачношћу меримо, извели и све оне особине, које та суптилна, невидљива, неосетљива и немерљива, та „импондерабилна“ материја мора имати. Дали смо јој и нарочито име; она се зове *етар*.

Кад дакле говоримо о материји која испуњава природу као и о кретању, које је нераздвојна особина те материје, ми онда разумемо сву ону материју, до које долазимо или непосредно нашим чулцима или чију битност закључујемо тек из кретања, која она врши и која кретања ми врло често лакше констатујемо по саму материју. —

Целокупну материју налазимо данас у стању чврстом, течном, гасном и етарском. Сваки се тај поједини облик много разликује од осталих. И у колико се, пошав од првог тог стања више приближујемо последњем, у толико је све мање разноликости међу разним врстама материје, у толико је све мањи број оних особености, које једну врсту материје одвајају од друге. Јер кад чврста тела пређу у течност, нестане оних нианса тврдоће; нема видљивих разлика између колоида и кристала; разнолике боје и непровидност су често замењени врло слабо обложеном провидношћу; безбројни геометријски облици чврстих тела замењени су код слободних течности једним јединим обликом: куглом. Исто тако, кад течности пређу у гасове, још је мање разлике између поједињих врста материје. Огромне разлике у тежинама, које су постојале у чврстом стању и које су се непромењене задржале и код течности, сада су готово са свим ишчезле. И оних слабих трагова боја, који се су још били задржали код течности, нестало је. У гасовитом су стању готово сва тела безбојна или еластична, и све оне разлике између густине, тврдоће, провидности, боје, еластичности и геометарских облика, које су готово до безбројности довеле врсте разних тела, збрисане су и сведене на врло слабе промене у тежини и једва приметне ниансе у боји.

Ако се сад, од обичног гасног стања исто толико, а може бити и два и више пута толико удалимо, колико смо се удалили било од чврстог до течног или од течног до гасовитог стања, онда ћемо тек и то само у мислима моћи приближно схватити ово за сада немерљиво, импондерабилно стање материје, етарско стање или етар. Да ли ће у том етарском стању поједине врсте материје — разумевајући то у садашњем хемијском смислу — задржати и даље своје различне особине; другим речима, да ли ћемо у етарском стању имати исто толико врста материје колико сада имамо хемијских елемената или много мање, то је питање које се нас овде не тиче и које нам није ни од какве користи ни потребе. Важно је за нас да знамо да је такво, импондерабилно стање материје могуће, и да имамо известан број појава, које нас немилице на такав закључак гоне.

Не треба мислiti, да се то импондерабилно стање материје или етар налази негде засебно одвојено и ван обичне мерљиве материје, ван сада познатих чврстих, течних и гасовитих тела. На против, етар ваља разумети тако, да он у васељени испуњава цео простор, па било то празнице или шупљице или поре у самим чврстим течним или гасовитим телима, било то међупростори између појединих планета једнога сунчаног система, било то просторије између појединих сұнаца или звезда. Сама нас факта гоне да мислимо, да је целокупни простор испуњен етром и да у њему овде онде налазимо веће или мање комаде чврсте, течне или гасовите материје пројете у свој своју маси етром, од прилике онако, као што би комад сунђера лебдео у води, испуњен њоме у свима својим шупљикама, или комад по-розног угљена у ваздуху, који, као што знамо, продире у све међупросторе његове.

Има много појава који нам допуштају да на неки начин прецизирајмо тај особити елеменат о коме је говор. Ми ћемо да-кле рећи, да је етар флуид особите финоће и суптилности, неосетљив ни за какво наше чуло, немерљив ни за какву нашу справу али који испуњава цео бескрајни простор и који у самој ствари представља садржину тога простора. Етар је невидљива и немерљива веза, која целокупну видљиву и мерљиву материју у васељени везује и спаја у једну природну целину. Будући пај у непосредном и непрестаном додиру са мерљивом материјом, он својом покретљивошћу служи као једино средство за пренос кретања са једног дела мерљиве материје до другог. У таком схваташу

улоге коју етар игра у данашњој науци, лежи кључ тумачењу многих природних појава.

Изузевши етар, остала три агрегатна стања материје не испуњују простор непрекидно него се налазе груписана, на веће или мање делове, који се зову *тела*. Величина тела је најразличитија, почевши од веома великих као што су извесне небеске маглине и сунца па до најситнијих на пример инфузорија. Једна се мере милијунима и хиљадама километара а друга сићушним деловима милиметара. Али била тела велика или мала, њихов је унутрашњи склоп једнолик; сва су та тела састављена из врло ситних делића, који су међу собом растављени већим или мањим међупросторима, али који посебице узети, имају исте особине као и цело тело. Ти су делићи добили нарочити назив у науци, они се зову: *молекили*. Кад бисмо тако рећи разбили молекил ма кога тела, ми бисмо у њему нашли неке још ситније делиће, који су много мањи од молекила и који у највише случајева имају са свим различите особине од особина молекилских. Ти најситнији делићи на које наилазимо у молекилима и који се даље не могу делити зову се *атоми*.

Има извесна група тела на нашој земљи, коју смо принуђени да сматрамо мало другојаче него сва остала тела у природи, ради њихових особених карактера: то су тако звана „органска тела“, која су takoђе састављена из молекила и атома, али код којих се нарочито истиче, као представник тих нарочитих особина једна група молекила, на особени начин спојена међу собом и која тек група има сличних особина са целим телом. Та група молекила зове се *ћелија*. И док је код свију осталих природних тела, молекил најмањи њихов делић, који има све оне особине као и цело тело, дотле код органских тела, молекил нема свију оних особина које има само тело, него се те особине целога тела јављају тек на ћелији, па с тога се она мора одвојити од молекила.

Према томе, целокупна се пондерабилна материја налази подељена на тела састављена из молекила а ови опет из атома. Само извесна група тела, и то органска, састављена је из ћелија у којима даље налазимо молекиле и атоме.

Што се тиче непондерабилне материје или етра, он се не налази раскомадан на поједиња тела, већ целокупни етар сачињава једно тело, које је такође састављено из својих, етарских

молекила и атома од прилике онако исто, као што је то случај код хемијских елемената. —

И сви се ти поједини делови материје крећу. Крећу се и тела, крећу се и молекили исто као и атоми и ћелије, и ти разни носиоци кретања изазивају све оне разноврсне појаве, које свакога тренутка у природи сретамо.

Најкарактеристичнији елеменат свакога кретања је његова брзина. Па како је брзина некога кретања нераздвојно спојена са ма којим од горе побројаних делова материје, т. ј. са масом било тела, било молекила и т. д., то се прави појам о величини кретања добија тек кад се брзина кретања доведе у везу са масом која се креће. И између разних односа у које може да дође маса са брзином, најзнатнији је онај, где је маса са брзином еквивалентна раду, а то је, половина производа из масе и квадрата брзине, која се зове нарочитим именом *енергија*. Код свакога се dakле кретања цени његова енергија; свако се кретање мери енергијом. Та реч енергија и у науци има од прилике исти значај као и у обичном животу: „подобност за рад.“

Из свију до сада извршених непосредних или посредних опажања и проучавања природних појава изведени су ови веома важни закључци:

У природи постоји само енергија.

Целокупна количина енергије у природи јесте стална и неизменљива.

Енергија се не може ни створити ни уништити.

Све појаве у природи нису ништа друго до прелази енергије из једних облика у друге.

На тим закључцима почива закон о „конзервацији енергије“ у природи.

Према разним носиоцима кретања имаћемо очевидно и разне врсте енергија, па према томе и разне врсте природних појава. Кретање целих тела, где сви молекили описују истоветне или сличне путање у исти мах, даће нам енергију, у коју долази маса целога тела; онда имамо послу са *енергијом тела* или другим речима, са *механичким појавама* у најширем смислу. Кад се у некоме телу (и независно од кретања тога тела) крећу молекили, онда имамо послу са *молекилском енергијом* или са *појавама физичким*. Кретања која се истичу енергијом у којој је покретна маса, маса атома, носе на себи тип *атомске енергије* или *хемијских појава*. Најзад ако код кретања, па да-

акле код енергије, најглавнију улогу игра ћелија, по себи се разуме да ћемо добити четврти облик енергије, **ћелијску енергију** на којој су основане *биолошке појаве* у опште.

Све се природне појаве, ма како се оне разноврсне чиниле на први поглед, могу свести на ма коју од поменутих врста енергије и то без обзира, да ли је покретна маса чврста, течна, гасовита или етарска, без обзира и на то да ли се та појава посматра у нашој најближој околини или ма где у васељени, без обзира и на то какав је облик кретања, који се у извесној врсти енергије јавља.

Кретањем у опште, и без обзира да ли ће се тим кретањем кретати маса тела, маса молекила, атома или ћелије, бави се форономија или кинематика. Према томе, форономија не треба да буде само увод у механику као што се то сада обично узима, већ њени закони морају бити више или мање изложени у уводу сваке оне науке, која је основана на енергији, дакле у уводу сваке природне науке.

Посматрајући разноврсна кретања у опште, она се могу свести на *транслаторна* (неповратна), на *ротаторна* (обртна) и *армонична* (треперећа, таласаста). Али било кретање ма кога облика, увек је оно изражено ма каквом брзином, па дакле и енергијом оне масе које се то кретање тиче.

Између тих трију врста кретања, нас се на овом месту највише тиче ово треће, т. ј. армонично или другим речима таласасто кретање.

Не улазећи у студију таласног кретања осталих делова материје, задржаћемо се са неколико речи код таласања молекила. Најгрубљи пример молекилскога треперења имамо код звона које звучи, јер су ту треперења поједињих молекилских група толика, да их често, било непосредно било посредно и голим оком можемо видети. Треперење или таласање звона преноси се на ваздух а кроза њу и на наше уво и оно то треперење осети као особиту физичку појаву, као *звук*.

Таласање може да буде двојако, *уздужно* или *лонгитудинално* и *попречно* или *трансверсално*. Кад се треперење молекила дешава у истом правцу, којим се оно и кроз молекилски низ простире, онда је таласање прве врсте; обратно, ако молекили трепереле управно на правац простирања самога треперења, онда имамо послагајем друге врсте.

Док се таласи крећу кроз једну исту средину они иду са истом брзином; ако у тој средини нађу на непролазну препре-

ку, они се од ње *одбијају*. Ако из једне средине пређу у другу, они у другој средини промене брзину простирања т. ј. они се сразмерно својим таласким дужинама више или мање *преламају*.

Али најинтереснија а у исти мах и најзнатнија појава код таласања, било лонгитудиналног било трансверсалног, јесте без сумње *интерференција* таласа, која је у физици постала једно од најсигурнијих оруђа за распознавање природе поједињих физичких појава. Под интерференцијом се разуме слагање, најмање два, било истоветна било само слична, било са свим различита, таласа. И крајње или резултујуће кретање молекила, које произлази из таква два таласа, може бити различито према томе, какво му кретање сваки такав талас доноси. Ако оба кретања иду истим смислом, они се сабирају и молекил се услед таква два таласа јаче креће, јаче трепери него кад до њега допире само један талас. И обратно, ако су кретања, која посматраном молекилу доносе оба таласа, супротног смисла, она ће се узајамно делимице потирати, и посматрани ће се молекил много слабије кретати услед та два таласа него кад би до њега долазио само један талас. У извесним приликама може молекил остати непокретан ако само до њега допиру два супротна или једнака таласка кретања.

То узајамно јачање или слабљење а у извесним приликама и потирање два таласка кретања услед интерференције, тако је сигурно и са таком се прецизношћу може и констатовати и измерити, да је оно постало најсигурнији елеменат, којим се несумњиво пресуђује, да ли је известан феномен основан на таласању какве средине или не.

Поред одбијања, преламања и интерференције таласког кретања исто је тако знатна још једна карактеристика таласања а то је тако звана *поларизација*. Док је интерференција везана и за лонгитудинално и трансверсално таласање, дотле је поларизација карактеристична само за трансверсално таласање. Јер трансверсално таласање може бити такво, да се треперење молекила дешава у свима могућим равнима, које се кроз таласки зрак могу пропуштати, и онда је то *обично* трансверсално таласање; и обратно, може се десити, да се треперење молекила дешава само у једној извесној равни пропуштеној кроз зрак и онда је то *поларисано* трансверсално таласање. —

Данас се зна, да је молекилско кретање којим се специјално бави данашња физика махом хармонично т. ј. таласасто кретање било поједињих молекила било већих или мањих група

молекилских. Другим речима физика проучава и испитује законе молекилске вибрационе енергије. Па како енергија у опште може бити потенцијална и кинетичка и пошто се обе те врсте енергије јављају и код молекила, то се и физика бави обема врстама молекилске енергије. У потенцијалну или, згодније још, статичку молекилску енергију долазе појаве познате под именом *кохезије* и *атхезије*, а у кинетичку или динамичку молекилску енергију долази *звук*, *електромагнетизам*, *топлота* и *светлост*. То су у исти мах и појаве којима се модерна физика бави.

Али ако ми данас можемо са извесном поузданошћу тврдити да су физичке појаве резултат молекилске вибрационе енергије, није се то увек тако држало и мислило. Ми смо већ видели кроз какве је мёне прошло схваташе природних појава у опште а физичких на по се до почетка нашега века. Остаје нам да у кратким потезима изнесемо на који се начин у нашем веку извршио преобрађај физике и кроз какве је фазе она прошла док је стигла до овога стања у коме је данас.

Што се тиче звука, због његовог најгрубљег таласног крећања великих молекилских група, није било тешко увидети да он постаје услед треперења ситних делића тела, па с тога је он још доста давно био објашњен. Много је теже било са осталим физичким дисциплинама, са светлошћу, топлотом, електрициитетом и магнетизмом. Старијим физичарима се чинило да је свака од тих појава усамљена, да међу њима нема никаквих веза, па су их с тога сваку посебице и на нарочите начине тумачили. Они су држали да је светлост нека нарочита материја или флуид, који истиче на све стране из тела које светли; топлота је била такође друга нека материја врло лака и немерљива. За електрициитет узета су два флуида а тако исто и за магнетизам.

Прва је сумња пала на светлост. И ако се одбијање и преламање светлости могло објаснити старом — емисионом — теоријом, било је појава о којима та теорија није могла дати никаква рачуна. С тога је још у прошлом веку један холандски физичар, Хигенс, изнео другу теорију светлости, сасвим супротну првој. Хигенс је упоредио светлост са звуком. Он вели да се тело, што светли, налази у неком извесном треперењем стању, не у целини, него сваки његов део трепери за себе, од прилике као код звона које звучи. Та светлосна треперења, много ситнија или много бржа но код звука, саопштавају се околној материји и тако се простиру на све стране. Али светлост пролази и онде где нема материје, она пролази и кроз празан простор; мора

дакле у том назови прозном простору бити нечега што ми за сад не можемо ни којим путем оазити ни измерити, нешто што је много сунтилније од обичне материје, нешто што је много ређе и лакше од наших гасова, али што може да трепери, те дакле што може да преноси светлост. Та ванредно лака и фина материја, које има свуда по целој васељени, која испуњава и међумолекилске и међупланетске као и међувзвездане просторије, и чији молекили, треперећи, преносе светлост на све стране, јесте *етар*. То је тако звана „вибрациона“ или „ундуациона“ („таласаста“) теорија светлости.

Изнесена 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 бравио физичар, чије је име било много теже на теразијама науке од Хигенсова, име у чији се ауторитет није смело посумњати. То је био Њутн. После њега физичари, астрономи и математичари првога реда, као *Бјот*, *Хершел* и *Лајлас* бранили су емисиону теорију. На Хигенсову, ундуациону теорију није нико обраћао пажњу. Међутим гомилале су се појаве којима стара теорија или са великим натегом или никако није могла дати рачуна. Смртни јој је удар задала интерференција и поларизација светлости. Не могући растумачити, како то бива, да се два светла зрака угасе кад се сретну, у место да даду два пут јачу светлост; не могући растумачити, како се то дешава, да светлост може проћи кроз извесни кристал у једном правцу а у другом се сасвим угаси; не могући објаснити, зашто се у неким телима у једном извесном правцу један светли зрак цепа на два а у другом тога цепања нема; не могући објаснити зашто се један светао зрак одбијен са једног огледала под извесним углом не може увек одбити са још једног огледала, него се под извесним условима у њему гаси и тако даље, — 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*, *Лунг*, *Араго* и други, све је те појаве не само тумачила на врло прост начин, већ их је шта више и предвиђала. Већ јако поколебана стара теорија, држала се још све дотле, док француски физичар Фуко (Foucault) доказа експерименталним путем да се светлост спорије простире у води но у прозном простору, што је са свим наспрот емисионој теорији.

Од тог доба на овамо гомилали су се докази да је светлост таласно кретање етра. Данас се зна брзина тих таласа,

зна се њихова дужина, зна се да су то трансверсални таласи, зна се да се под извесним и одређеним погодбама ти таласи могу поларисати, знају се даље сви геометријски односи тога кретања. Биште је немогуће сумњати у те ствари; физичар не може замислiti да се то може оборити. Таласна или вибрациона теорија светlostи, човечки говорећи, јесте једна извесност; оно што из те теорије истиче такође је извесност.

Док се тако водила борба на пољу светlostи, једва је била поколебана материјалност топлоте. Овде онде појавиле су се извесне сумње о њој, на које је обраћана слаба пажња. Све до таде, док није пронађен врло осетљив термометар, којим се могу мерити веома слаби ступњи топлоте, нису се могли ни испитивати из ближе поједине појаве топлоте. Са тим пак термометром, италијански физичар *Мелони*, француски *Десен* (Desains) и немачки *Кноблаух* доказаше да нема никакве разлике између топлотних и светлосних зракова. Одма за тим (између 1840 и 1850) радови физичара *Колдинга*, *Роберта Мајера*, *Лунга* и *Клаузијуса* створише механичку теорију топлоте, која се данас сматра као најпостојајија основица свију наука.

Из свију тих радова изашао је само један резултат: светlost је једна врста зрачне топлоте; и светlost и топлота постају трептањем молекила, само код светlostи молекили трепереле брже но код топлоте. И тако две појаве, пређе сасвим одвојене, по мишљењу старих физичара сасвим различне, биште спојене у једну: *топлоту*.

О магнетизму и електрицитetu знало се до почетка овога века готово онолико исто колико и у време Аристотелово. Знало се да има извесног камења, које може к себи да привуче и да уз се држи гвоздене и челичне предмете, и да се тим камењем, тим природним магнетима, могу направити од челичних шипака вештачки магнети, који имају исте особине као и природни. У сваком пак магнету држало се да има две фије и немерљиве магнетске материје, два магнетска флуида: северни и јужни.

Што се тиче електрицитета, још се пре Христа знало да ћилибар — електар — пропрвен привлачи лака тела па их затим од себе одбија. Исто се толико знало и до почетка овога века, с том само разликом, што се дознало да осим ћилибара и друге врсте смола као и друга још тела пропрвена могу дати час положног час одречног *статичког електрицитета*. По себи

се разуме да је узрок тим двема врстама електрицитета, две немерљиве фиње материје, сасвим супротних особина.

Веома значајан научни податак о електрицитету и магнетизму дао је при крају прошлога века француски физичар Кулон (Coulomb), по коме се нашло, да за привлачење и одбијање електричних и магнетских величина вреде исти закони као и за привлачење небеских тела, т. ј. да и за њих вреди Њутнов закон, по коме се електричне и магнетске величине привлаче и одбијају сразмерно својим количинама а изврнуто квадрату остојања. Али у свима тим електричним и магнетским, као и гравитационим дејствима, ћутке се претпостављало да су то „дејства на даљину“, т. ј. да за њихов пренос с једног тела до другог не служи никаква нарочита средина или медијум.

У првој години овога века, Галвани и Волта откривају електричну струју и отварају читав низ нових појава са динамичким електрицитетом или галванизмом. Двадесет година доцније Ерстед (Oersted) и Фаради (Faraday) уђоше у траг односу који постоји између електрицитета и магнетизма, и Ампер нађе, да магнетизам није ништа друго до нарочита манифестација електричних струја. Тако постаде од две пређе одвојене појаве, електрицитета и магнетизма, само једна: *електромагнетизам*.

Али поред тога, што је Фаради пронашао индукционе струје, нарочито је знатно његово схватање да се електрични и магнетски утицаји не врше као „дејство на даљину“ него да су они везани за физичку промену оних средина у којима се та тела налазе, те да се према томе та дејства кроз те средине преносе поступно, с места на место. Кад стаклену плочу обложимо с обе стране стањолским листовима, те на тај начин направимо најпростији конденсатор, па једну облогу ма којим путем наелектришемо, тај ће електрицитет, ако говоримо старим језиком, инфлуенцијом наелектрисати кроз стакло ону другу облогу и то тако, да ће електрицитет супротног имена за се „vezati“, а истоимени електрицитет отићи ће у земљу. Изолатор, т. ј. стакло, или општим именом диелектрик, има само тај задатак да спречи да се супротни електрицитети на облогама не сједине. И кад такав конденсатор хоћемо да испразнимо, ваља само једну и другу облогу да спојимо каквим спроводником, обрачем, па ће се обе врсте електрицитета кроз сам спроводник састати и уништити.

Фаради целу ту ствар схвата другојаче. По њему улога изолатора или диелектрика није неутрална, него је баш она од

највећег значаја. Јер кад у једну облогу конденсаторску унесемо електрицитета, он ремети равнотежно молекилско стање у стакленој плочи и доводи молекиле њене, као и молекиле етра, који је у њој, у неко извесно напречното стање, које ми можемо себи представити као известан „национ“. Према томе, право седиште електричне енергије, није у облогама, као што се раније мислило, већ у диелектрику. Јер је Фаради нашао, да конденсатори исте величине, обложени истоветним облогама, али са разним диелектрицима, при свима иначе једнаким околностима различито се пуне електрицитетом. Другојаче се понаша конденсатор у коме је диелектрик стакло, а другојаче онај где су спроводне облоге раздвојене сумпором или каучуком.

Тако различно схваћено пуњење конденсатора довело је и до другојачег схватања и његовог праљења. По старом схватању електрицитет са облога протиче кроз метални спроводник (обарач), који обе облоге спаја, и у њему изазива разне ефekte, на пример загревање или усијавање и т. д. Ако би конденсаторске облоге биле спојене кроз човечје тело, праљење конденсатора надражиће моторске и сензитивне нерве његове.

По новијем схватању, облоге не играју главну улогу при праљењу кондензатора него диелектрик. Кад је конденсатор напуњен, његови су молекили у извесном напонском стању; кад се испразни, тог напона нестане. И сва енергија, која се при праљењу појави као топлота или у каквом другом облику, налазила се пре праљења као напонаска или потенцијална молекилска енергија у изолатору. Да би ствар била простира, замислимо да је изолатор, овде стаклена плоча, подељена на све саме приматичке комаде исте величине па ћемо сваку такву призму, на коју долази иста количина енергије, назвати енергичном цеви или енергичном ћелијом. Свака таква цев или ћелија једним крајем допира до једне а другим до друге облоге. Ако сада, обарачем додирнемо ма где металне облоге, покварићемо напонско стање енергичних цеви у диелектрику и оне ће се почети кретати најпре кроз дијелектрик па онда и ван њега, према обарачу, са огромном брзином и у њему изазвати јаче молекилско кретање, дакле топлоту или другу коју врсту енергије. Ваља само напоменути, да се сва потенцијална енергија, која из диелектрика долази, не преноси одмах на спроводни обарач; другим речима, да се праљење конденсатора не изврши од један пут, него се само један део напонске енергије пренесе на обарач, а други се од њега, као са огледала, одбије и врати натраг. То се одлажење и враћање

енергичних ћелија или, другим речима, електричне осцилације понављају више пута, док се сва напонска електрична енергија, која је била у диелектрику, не пренесе на спроводни обарац у облику топлоте, или се иначе, на пример зрачењем у ваздуху, не изгуби.

Пражњење конденсатора, ни у колико се не разликује од пражњења каквог галванског елемента осим можда у томе, што се пражњење конденсатора изврши за кратко време и са сразмерно малим бројем осцилација, док код галванских елемената осцилација траје непрекидно. И овде, као и код обичних конденсатора, енергија се из галванских елемената креће према изолатору кога има увек око спроводне жице па из њега прелази у жицу за коју ми обично кажемо, да „спроводи струју“, и ту у жици изазива у најобичнијим приликама загревање.

На тај начин долазимо до сасвим особитог закључка. Електрична струја, коју ми спроводимо по нашим лабараторијама, којом се служимо у медицинској пракси, коју из електричних централа спроводимо у наше домове за осветљење и друге практичне циљеве, не протиче кроз саме жице, кроз спроводнике које смо ми провукли, него се сва електрична енергија налази у околном изолатору, у ваздуху или другим диелектрицима, којима су обично бакарне жице омотане. Кад спојимо половине једне лампе сијалице са половима динамомашине, електрицитет не протиче кроз танке угљене конце, који су у стакленој лопти затворени, већ електрична енергија допире до тих конаца кроз безвоздушан простор, кроз етар, јер етарски молекили бомбардовањем својим — слично милијардима чекића — загревају ту жицу и усијају је. Најеклатантнији доказ за овакво схватање електричних појава, дао је пре кратког времена *Никола Тесла*, кад је у једној стакленој лопти затворену жицу усијао моликилским бомбардовењем, и ако је жица у лопти била раскинута, и ако дакле струја, по обичном схватању, није могла кроз њу проћи.

Свима је већ познат тесан однос, који постоји између електрицитета и магнетизма. Зна се да електрична струја скреће магнетску иглу и да приближавање или удаљавање каквога магнета према каквој спроводној жици изазива у њој електричну струју. С тога, истражујући природу електрицитета, истражујемо у исти мах и природу магнетизма, јер се обе те појаве у исти мах и једновремено јављају, с том само разликом, што код једновремених њихових појава магнетска дејства или магнетске

силе заклапају увек прав угао са дејствима или силама електричним.

Као год што се кретањем магнета, исто се тако и кретањем електрицитета, као и његовим слабљењем и јачањем, може изазвати у каквом другом сасвим одвојеном спроводнику електрична, тако звана индукциона, струја. Сада, знајући да се електрична дејства преносе кроз диелектрик, знамо да објаснимо и како се индукциона струја јавља. Кретањем магнета или променом интенситета струје, ми реметимо извесно равнотежно стање у диелектрику и та се ремећења простиру по њему, у свима правцима и са извесном брзином. Ако у диелектричном простору буде тела, на којима се то ремећење може опазити ми ћемо знати да оно постоји, иначе оно ће се простирати кроз простор а ми ни за шта нећемо знати. Тако даље, ако се у диелектричној средини нађе каква жица, ремећење ће се на њој појавити као електрична струја, која ће жицу више или мање загрејати; ако се у тој средини нађе каква магнетска игла или комад гвожђа, ремећење ће се испољити скретањем магнетске игле или магнетисањем комада гвожђа.

И ако се та појава електричне индукције чини на први поглед необична и нова, ипак она је само једна врста оних појава, које видимо код тојлоте, светlostи или звука. Ако неко звони где год у ваздуху звони, оно ремети извесно равнотежно стање ваздуха и то се ремећење у облику згушњавања и разређивања ваздуха, другим речима, у облику лонгitudиналних таласа простире на све стране. Ако ти таласи нађу на наше уво, ми ћемо их „чути“, то значи ми ћемо увом нашим и само увом констатовати горе поменуто ремећење ваздушне равнотеже које изазива звоно. Исто тако, ако ти таласи нађу на какву згодно затегнуту жицу, она ће зазвучати, услед таласа, који до ње допиру, жица ће, да се научно изразимо, „резонирати“ и одати да су до ње дошла звучна ваздушна ремећења.

Ако у место звона узмемо запаљену свеђу, она ће својим горењем реметити извесно равнотежно стање етра који је свуда око ње, и то ће се ремећење у облику трансверсалних таласа простирати на све стране. Ако ти таласи у путу свом нађу, на пример, на термометар или на нашу кожу, испољиће се као тојлота, а пошто ће још тај термометар и осветлити, појавиће се у исти мах у нашем оку као светлост.

И као год што се звучно ремећење ваздуха констатује увом, тојлотно и светлосно ремећење етра кожом односно оком; исто

се тако електрично или магнетско ремећење, за које на нашем телу немамо никаквога чула, јавља на спроводној бакарној жици или лопти као електрицитет. Бакарна је жица за електрицитет оно, што је уво за звук, кожа за топлоту, око за светлост.

Из досадањега излагања видели смо да се електрицитет само у опште понаша у неколико слично понашању звука, топлоте и светлости; али правих узајамних односа, узрочних веза између топлоте и светлости с једне а електромагнетизма с друге стране још до сада нисмо нашли. Први податак за такву везу показао је такође Фаради. Он је нашао да магнетизам може обртати поларизациону раван једнога светлога зрака, те на тај начин показао, као да у светлости мора бити нечега магнетскога и електричнога.

Још један, не мање значајан податак, доцније откријен, ојачао је везу која постоји између електрицитета и магнетизма с једне и светлости с друге стране. Зна се да покретни магнетизам изазива електричне појаве, и обратно: покретни електрицитет даје магнетизам. Оба се та дејства испољавају само при великим брзинама. У узајамним односима између електрицитета и магнетизма постоје дакле извесне брзине, и размера, која између тих односа постоји, опет је једна брзина и то огромна брзина, која је, експерименталним путем на разне начине одређена и која је једнака једној веома знатној и познатој брзини, брзини светлости. То је тај други значајан податак: однос између чисто електричних и магнетских појава једнак је брзини светлости. Нема сумње да нам и тај податак показује да су светлосни и електрични појави у некој извесној интимнијој вези.

Ослањајући се на Фарадијево тумачење електричних појава а водећи рачуна о поменутим као и још неким другим односима између електрицитета, светлости и топлоте, енглески физичар *Максвел*, пре једне четвртине овога века, засновао је и математички обрађио тако звану *електромагнетску теорију светлости*.

И ако је новопостављена теорија имала нечега примамљивога у себи, и ако се теоријском корелацијом поједињих факата из групе светлости и електрицитета могло закључити да електрична дејства нису „дејства на даљину“, него да се и она простиру кроз неку извесну средину са коначном брзином, ипак експерименталног доказа за такво схватање није било. А, од

Галилеа на овамо, у физици вреде теорије основане само на експерименталној основи.

Тај последњи експерименталан доказ, на основу кога је и електрицитет увршћен у групу осталих физичких појава, поднео је пре 4—5 година немачки физичар *Хајнрих Херц*. Његови експерименти на најочигледнији начин тврде да електрична дејствова нису „дејства на даљину“ већ да се простиру коначном брзином и да се то простирање врши таласањем и то трансверсалним таласањем.

Још пре тридесет година нашао је *Федерсен* експерименталним путем, да се лајденска боца, дакле електрични кондензатор, не празни тренутно, него да се електрицитет при пражњењу колеба између једне и друге облоге њене неко извесно али врло кратко време. Другим речима, у електричној варници, која постаје пражњењем лајденске боце или друге какве електричне справе, на пример Румкорфовог индукционог қалема, електрицитет осцилира, т. ј. трепери на једну и другу страну, док се не испразни. И *Херц* схватавајући на тај начин пражњење секундарног Румкорфовог қалема, старао се да згодним распоредом апарата, што је могуће више, повећа број електричних осцилација у једној секунди. И док је *Федерсен* у пражњењу лајденске боце постигао од 100.000 до једног милијуна осцилација у секунди, дотле је *Херц* могао производити од 30 милијуна до пола милијарде трептала у једној секунди.

Ремећења, која тако брзе осцилације у електричној варници Румкорфовог апарату производе, простиру се одатле на све стране. Ваља само удесити згодну справу, која ће их у простору моћи примити и показати. *Херц* се ту послужио једном у круг савијеном а не састављеном жицом, тако званим електричним резонатором који у главном личи на какав звучни резонатор, на жицу коју звучни таласи усталасају. Наместивши према Румкорфовом қалему а на извесној даљини једну велику металну плочу, која ће електричне таласе одбијати и тиме их принудити да се са директним таласима сретају, т. ј. да интерферишу, *Херц* је констатовао да је његов резонатор на извесним местима тога простора давао варнице, т. ј. резонирао, док на другима тих варница није било. То су били чворови стојећих електричних таласа, удаљених међу собом за пола таласке дужине. Тим је експериментом доказано не само да се електрична дејствова простиру са извесном коначном брзином, и да се та дејствва простиру у таласима, већ је *Херц* могао да измери и таласку

дужину електричних таласа, која је дужина била у толико краћа у колико је број осцилација у електричној варници био већи.

Електрични се таласи не одбијају само са равних металних плоча, дакле са равних електричних огледала, него се они, исто тако као и звук и топлота и светлост, одбијају и са сверних огледала. Кад се на пут електричних зракова метне призма од каквог диелектрика, па пример од асфалта, електрични ће се зраци преломити. Све је то експериментом потврђено, па с тога смо у праву да говоримо о електричним зрацима онако исто као што говоримо о топлотним или светлосним зрацима. Шта више нашло се, такође експерименталним путем, не само да је таласање електричних зракова трансверсално дакле онако исто као код топлоте и светлости у опште, него да се електрични таласи понашају као праволинијски поларисана светлост, и да се таласања дешавају трансверсално и само у једној извесној, кроз зрак провученој, равни.

Видели смо да је интерференција светлости оборила стару емисиону теорију светлости и на њено место утврдила нову ундулативну теорију; сада пак видимо да је интерференција електричних дејстава показала један пут за свагда, да електрицитет не „дејствује на даљину“, већ да се његова дејства простиру са извесном коначном брзином и да се то простирање збива у облику трансверсалног таласног кретања.

Кад се на тај начин ушло у траг природи електричних појава, остаје нам да одговоримо још на ова три питања: која је то средина која преноси електрична треперења, са каквом се брзином та треперења преносе и каква је разлика између светлосних и топлотних и електричних таласа?

За звук знамо да постаје треперењем обичне мерљиве, пондерабилне, материје, па била она чврста, течна или гасовита. Зрачно преношење топлоте као и светлости знамо да преноси немерљива, импондерабилна материја, етар, који, као што смо видели, целокупни простор испуњава. По свима знацима, до којих се експериментима дошло, излази, да носилац електромагнетске енергије не може бити пондерабилне природе, него да се електромагнетска треперења врише у оном истом етру, који служи за пренос и топлоте и светлости. Електрицитет није ништа друго до усталасан етар.

Што се тиче другога питања, оно је решено на овај начин. И ако се са пуно разлога могло закључити да се елек-

трични, па дакле и магнетски, таласи простиру са брзином светлости, пошто се нашло да је однос између електростатичких и електромагнетских мера једнак тој брзини, ипак је брзина електричног ремећења одређена чисто експерименталним путем. Добивши на поменути начин стојеће електричне таласе, којих се дужина могла доста тачно резонатором одредити, и пошто се из димензија поједињих апарата могао израчунати број електричних осцилација у варници, онда се брзина простирања одређује као и код звука: простим множењем те две величине. Тако је нађено да брзина простирања електричних таласа износи у округлој цифри 300.000 километара у секунди, дакле да је једнака брзини светлости и зрачне топлоте.

Остаје нам сада још треће питање: кад електрична треперења преноси иста средина, која преноси и топлотна и светлосна таласања т. ј. етар, и кад се и електрична дејства простиру кроз етар са истом брзином са којом се простиру и топлотна и светлосна, питање је: у чему се разликују електрична дејства, која ни на које наше чуло непосредно не могу утицати, од топлоте која утиче на нашу кожу и од светлости која утиче на око? Другим речима: какав је однос између електрицитета и магнетизма с једне и топлоте и светлости с друге стране?

Сва је разлика у талаској дужини етарских таласа. Они етарски таласи који изазивају електрична и магнетска дејства много су дужи од оних који су узрок топлоти и светлости. Док се топлотни и светлосни таласи мере врло ситним деловима милиметра, дотле се електрични таласи мере целим сантиметрима. Према томе, кад се етар усталаса најпростијим таласањем, т. ј. најдужим таласким дужинама, онда имамо посла са електричним и магнетским појавама, које ни на једно наше чуло непосредно не утичу; што су таласи краћи, те дакле што је број таласања већи, појаве се приближују топлотном дејству па кроза њ, кад ти таласи буду још краћи, прелазе у светлост.

Максвел је имао врло мало података на расположењу кад је поставио своју електромагнетску теорију светлости. Од тог доба, а нарочито последњих година, гомилали су се подаци који су тврдили да је светлост заиста електричне природе. Нарочито су ванредно јаки докази које је претпрошле и прошле године изнео Никола Тесла. Али потврђујући с једне стране електричну природу светлости, Тесла из својих експеримената закључује да светлост није електромагнетске већ чисто електростатичке природе, јер у своме предавању пред британском академијом вели:

„Моје је уверење јако порасло, да, ма какве врсте кретања била светлост, њу производе страховито високи електростатички напони, треперећи огромном брзином.“

Из свега тога излази да светлосни зраци нису ништа друго до једна врста електричних зракова и да се од правих електричних зракова разликује само брзином треперења, која је милијун пута већа код светлости но код електрицитета и што за констатовање ових веома брзих треперења имамо нарочити орган, око, и што то специфично треперење називамо „светлошћу“. И руковођен тим мислима могао је Тесла казати на једном месту: да електрично осветљење није пронађено тек сада, него да се ми електрички осветљавамо од памтивека, јер у пламену ватре и свеће вибрира онај исти етар који даје и електрицитет.

Господо.

Као што сте из овога, у многом погледу непотпунога, прегледа видели, још у почетку овога века (да не идемо у даљу прошлост) физика је била састављена из известног броја независних делова: поред чисто механичких појава у које је улазила и акустика, проучавани су још и појави светлости, топлоте, магнетизма и електрицитета, који су појави стајали сваки за се одвојени и без икакве међусобне везе. Да се они објасне, узети су у помоћ нарочити флуиди на које тежа не утиче и који су тога ради названи импондерабилијама. Пламен свеће светлео је, јер је слao светлосне делиће у наше око; једно се тело загревало јер је примало у себе неку топлотну материју. Магнетски и електрични појави објашњени су двама електричним и двама магнетским флуидима. Тако се чинило да је природа састављена из комада мерљиве материје, спојених на разне начине средством шест немерљивих флуида.

Поступним развијањем физике, један је по један флуид отпадао; око двадесетих година истиснута је са свим емисиона теорија светлости, коју је дотле још одржао и сувише велики ауторитет Њутнов, и замењена је ундулационом која и данас вреди; око четрдесетих година јако се истиче сумња у материјалност топлоте, и за кратко време и она би сведена на јаче или слабије молекилско кретање загрејаних тела.

Флуиди електрични и магнетски одржали су се готово до наших дана. И ако је сваки физичар инстиктивно признавао да им је битност сумњива, ипак их је морао трпети, пошто су

се с њиховом помоћу многе појаве могле згодно објаснити и пошто се ништа боље на њихово место није могло поставити. Да-нас су све физичке појаве (осим звука) сведене на један узрок; на брже или спорије таласање једне само импондерабилије — етра, на молекилску, и то вибрациону, енергију тога етра, који истина ни једним нашим чулом не можемо непосредно констатовати, али о чијој битности имамо врло много посредних доказа.

И те разне физичке појаве имали бисмо овако да схватимо: Пошто се зна, да се једно тело може наелектрисати, кад ма којим путем пореметимо његову извесну молекилску равнотежу, онда то значи да се ремећењем мерљивих молекила ремети равнотежа и етарских молекила који су у непосредној близини и вези са мерљивим молекилима; према томе, свако ремећење равнотеже етарских молекила, другим речима сваки, ма и најспорији, таласки покрет етра, изазива електричне појаве, и тела су наелектрисана, па имали ми начина да њихову електричност констатујемо или не. Па како се молекили свију тела у обичним приликама већ налазе у неком извесном кретању, то значи да се сва тела у обичним приликама налазе у извесном електричном стању, само је то стање обично и сувише слабо да га можемо констатовати. Другим речима, пошто се етар не може замислити миран, то је онда он то исто што и електрицитет. У колико брзина етарског таласања расте, дакле у колико дужина етарских таласа опада, у толико се електричне појаве међу осталима више истичу и расту, али само до неке извесне границе. Јер кад брзина етарског таласања пређе извесну меру, онда један део електричне енергије узима на себе нов облик; због сувише брзих етарских таласа тај део електричне енергије почиње утицати на нашу кожу и јављати се у облику топлоте. У тој стадији, где је електрицитет више или мање измешан са топлотом, налазе се наша обична електрична спровођења. У колико су треперења етра, од те границе почевши, бржа, у толико се већи део електричне енергије претвара у топлоту и у толико топлотне појаве пре-влађују над електричним тако, да, кад треперења достигну једну извесну брзину, онда имамо махом топлоту, а електрицитет је постао од сасвим споредне вредности.

Даљим растењем брзине треперења рашће и топлотна енергија, али опет само до извесне границе јер кад брзина етарског таласања пређе извесну меру онда један део топлотне енергије узима на себе нов облик, она почиње утицати својим ванредно кратким таласима на наше око и јављати се у облику светlosti. У овој

стадији имамо топлоту измешану са светлошћу, имамо врелу светлост и у тој се стадији налазе готово сви наши обични светлосни извори: на тој је стадији обична ватра, свећа као и гасни пламен, јер слабо светле али су здраво топли.

Али треперења етра, који даје светлост, могу бити још бржа но што су код поменутих слабо светлих пламенова, и у колико су бржа, у толико се све већи део топлотне енергије претвара у светлост, у толико је светлост издашија јер је интенсивнија али хладна. У овој се стадији од прилике налази светлост електричних пламених лампа, у сличном је стању и сунце.

Даљим растењем брзине треперења етра све је мања топлотна а све већа светлосна енергија, док најзад не добијемо сразмерно хладну — фосфорасту — светлост, у којој је сва, првобитно електрична па онда топлотна а за тим топла светлосна, енергија претворена у саму светлост.

И ако из овог разматрања излази да највећи део етарских таласа прелази у светлост код сразмерно хладне светлости, ипак та светлост не изазива онакав интенсиван ефекат, као што из тог разматрања следује, очевидно због тога, што ту има врло многих виших осцилација за које је наше око неосетљиво. Јер се зна, да кад светлосна етарска треперења пређу изнад извесне границе, њих око више не види, онако исто као и сувише висока звучна треперења на уво никакав утисак не производе. Према томе, ако произвођење светлости посматрамо са економског гледишта, најбоље би било приближити се фосфорастој или хладној светлости толико, да у произведеној светлости буде што мањи број како ниских топлотних треперења тако и сувише високих, који на око не утичу.

Веома је тешко а готово и немогуће у једном извесном телу изазвати само једну врсту етарских таласа па даље произвести само једну физичку појаву. Обично се разне врсте таласа јављају у исти мах па само једна међу њима превлађује а остале је у већој или мањој мери прате, од прилике онако исто као што на најтачније удешену жици на клавиру произведени тон није никад сам већ га прати већа или мања поворка других споредних тонова, међу којима он само превлађује. Због тога су многа светла тела у исти мах и топла и електрична, као што и електричне струје прате увек топлотна а често и светлосна дејства. Код обичних струја са спорим осцилацијама све су три врсте појава готово подједнако заступљене. Пропуштене

кроз тело изазивају нагло грчење наших мишића и бол, у спроводницима изазивају топлоту а између полова светлост. Али ако број осцилација знатно повећамо и изазовемо струје као што су оне с којима је Тесла експериментисао, онда оне знатно изгубе од свог електричног карактера. Цео се свет чудио како те струје, врло високих напона и фреквенција нису штетне за наше тело, док су на против струје много слабије фреквенције често смртоносне. Међу тим, ствар не треба да је ни у колико чудновата, јер према овоме што смо напред изложили, ми код овако брзих осцилација немамо толико посла са електрицитетом у строгом смислу те речи, већ са врло брзим етарским таласањем које више одговара топлоти или светлости и које у том облику без вреда пролази кроз наше тело.

И ако су извесни односи између светлости и електрицитета били повод да се уђе у траг електричном таласању, ипак се по својим нарочитим особинама електрицитет више приближује топлоти него светлости. Његова таласања, будући грубља и по својим пропорцијама ближа топлотним, пролазећи кроз извесна тела лакше се у њима задржавају те дакле лакше у тим телима изазивају слична таласања. Електрични зраци, наишавши на какво тело, остају у њему, и тело је по престанку електричног дејства наелектрисано, онако исто као што се неко тело изложено топлотним зрацима загреје и остане загрејано, и кад зрачење престане. Већ код светлости није тако. Врло је мало тела која светле, пошто кроз њих прођу светли зраци; на против, код велике већине тела светљења нема пошто престане светлосно зрачење по свој прилици с тога, што су светлосна таласања сувише слаба, и ако врло брза, да могу са истом брзином уставасати и оне молекиле етра, који су поред пондерабилних молекила тела и који су дакле у стабилнијем положају него кад су слободни. —

Ето каква је, од прилике, заокругљена слика, коју пред собом треба да имамо о појавама, којима се физика бави. Али ако је та слика изнесена, као што рекох, у заокругљеном облику, ваља додати, да она није још са свим готова и у свима појединостима разређена; имаће се још шта додати и изменити, али ма какве се промене у појединостима извршиле, те се промене неће тицати целине.

Да се потребан материјал за допуну извесних празнина у горњој слици добави, заузета је цела данашња генерација гроз-

ничавим разноврсним истраживањима. Данас се научари целога света утрују, ко ће пре доћи до постављене мете, ко ће пре донети материјала да се јединство физичких појава потврди и да се за тим и све остале природне појаве сведу можда на једну једину основу.

Та је научна утакмица отворена за све народности без разлике па дакле и за нас Србе. Али морамо признати, да смо ми до сада у њој врло слабо, да не речем никако, учествовали. Разлог томе није у оскудици способних људи за тај посао, већ једино у томе, што научна истраживања коштају новаца, она су скупа а ми новаца немамо. Немамо га не с тога што смо пукасиротиња, већ с тога, што свој, веома тешко од народа покупљени новац, трошимо на, не само узалудне и бескорисне, већ на очевидно штетне политичке борбе и агитације. Јер да је Србија само четврти део онога новца, који је упропастила на назови парламентарне експерименте и изборне беспослице, којима је данас цео наш народ деморализан, утрошила на научне и економске заводе и установе, она би долазила међу најозбиљније и најобразованије европске државе. Сваки би о Србији са респектом говорио. Али ипак не терба закључити да је утрошени новац са свим пропао; не, он је уродио својим плодом. Србија је за тај силан новац у међународним односима почастована особитим карактеристичним називом, њу зову — „сумпорита земља“.

Ето каква је од прилике заокругљена слика, коју нам даје наша земља у научном погледу. Да ли ће се она у будуће изменити? — Задатак је свију истинских родољуба да на тој измени што енергичније раде.