1278

KLÂSİKLER İÇİN YARDIMCI ESERLER

HENRI POINCARÉ

V. VOLTERRA - P. LANGEVIN -
P. BOUTROUX



Çeviren:
Prof. Celâl SARAÇ

M.E.B.

FRANSIZ KLÂSİKLERİ İÇİN YARDIMCI ESERLER : 4

V. VOLTERRA - P. LANGEVIN P. BOUTROUX

HENRI POINCARÉ

Bu eseri Prof. Celâl SARAÇ dilimize çevirmiştir.



İSTANBUL 1952 — MİLLÎ EĞİTİM BASIMEVİ

ÖNSÖZ

Fransız matematikçisi *Henri Poincaré* 1854 te Nancy'de doğmuş ve henüz genç sayılabilecek bir yaşta — 1912 de — gözlerini hayata kapamıştır. 32 yaşında Paris İlimler Akademisinin geometri bölümüne, 1908 de de Fransız Akademisine üye olmuş ve — bu küçük kitabın sonuna eklenen hal tercümesinde görüleceği üzere — kırktan fazla yabancı ilim akademisine üye seçilerek istisnasız bütün ilim âleminin takdir ve hürmetini kazanmıştır. Otuzdan fazla eser veren, beşyüze yakın ilmî muhtıra neşreden; *İlim ve Faraziye, İlmin Kıymeti, İlim ve Metot, Son Düşünceler* adlı eserleriyle yüksek felsefî düşünüş kabiliyetini de gösteren Poincaré, hiç şüphesiz XIX. uncu yüzyıl soniyle yirminci asır başlangıcının en mümtaz simalarından biridir.

Eserleriyle kendisine rehberlik ettiğini unutmadığı Alman matematikçisi *Fuchs*'un adına izafetle *füksiyen fonksiyonlar* dediği fonksiyonları keşfedişi, H. Poincaré'ye, Fransa'nın Descartes gibi, Fermat ve Cauchy gibi en büyük şerefleri arasında mümtaz bir mevki kazandırmıştır.

İşte bu küçük kitap, bu büyük adamın matematik, fizik ve ilim felsefesi sahalarındaki müstesna başarılarını belirterek tahlil etmek gayesiyle *Vito Volterra, Paul Langevin, Jacques Hadamard* ve *Pierre Boutroux* tarafından — hemen ölümünü müteakip — kaleme alınmış bir *ilmî mersiye'dir.*

Vito Volterra, Henri Poincaré'nin matematik cephesini ele almış; Paul Langevin fizikçi Poincaré'yi tahlil etmiş; Pierre Boutroux ise ilim felsefesini incelemiştir. Fazla teknik mahiyette telâkki edildiği için Hadamard'ın *üç cisim problemi*ne tahsis ettiği kısım M. Eğitim Bakanlığı *Tercüme Bürosu*nun kararına uyularak tercüme edilmemiştir.

Henri Poincaré'yi bütün ilmî ve felsefi hüviyetiyle tanıtma gayesini güden bu eseri meydana getirenlerden Langevin ve Boutroux Fransa'nın, Volterra'da İtalya'nın yetiştirdiği meşhur ilim adamlarındandır. İlim kafası, metodu, felsefi düşüncesi ve üslûbu bakımlarından H. Poincaré'yi çok iyi tanımış, ders ve esreleriyle kendisini hayatında yakından takibetmiş bulunan müellifler, mevzularının yüksek seviyesine uygun bir açıklık ve sadakatle — ve bazan şiriyet

derecesine varan bir samimî sanatkâr edasiyle — bu büyük otorite karşısında duydukları hayranlığı belirtmektedirler.

Daha ziyade integral denklemler üzerindeki çalışmalariyle tanınmış olan İtalyan âlimi *Vito Volterra* (1860 - 1940), ayrıca ihtimali hesabın tatbikatı, ikinci mertebeden kısmi trevli denklemler ve esneklik teorisi gibi çetin meseleler üzerinde değerli eserler bırakmıştır. Paul *Langevin* (1872 1946) de, Fransız Deniz ve İlim Akademileri üyesi ve Collège de France hocası idi. Talebeleri tarafından çok sevilen, nerede görülse hemen etrafında halkalanılıp feyz ve fazilet saçan doyulmaz sohbetine koşulan bir hoca... Vaktiyle Paris şehri tarafından gönderilmiş ve burslu talebe olarak çalışmış bulunduğu Cambridge'in meşhur Cavendish lâboratuvarında kendisine mutenâ bir hâtıra köşesi ayrılmış olması da gösteriyor ki, üstat yalnız Fransa'nın değil başka ilim çevrelerinin de büyük takdir ve sevgisini kazanmış. İşte bu fizikçi Langevin, hocası Poincaré'yi fizik cephesiyle tahlil ediyor. Bir mütebahhir titizliğiyle yapılmış olan bu derin ve objektif tahliller bize Poincaré'yi fiziğin en çetin problemlerine el atmış ve her müdahalesinde yeni bir başarı ufku açmış olarak göstermektedir.

Bu küçük kitap, adını uzaktan yakından duymuş olan her aydını, bu büyük adamı yakından tanımağa teşvik etmekte ve bu suretle birçok müsbet ilim ve ilim felsefesi meselelerine karşı ilgilendirmektedir. Kolleksiyonumuzun (Yardımcı İlim Serisi) adım bundan daha haklı gösterecek ne olabilir?

Eserin sonuna bazı ilmî terimleri açıklayıcı ve metin boyunca adları geçen büyük âlimlerin meşguliyet sahalarını belirtici notlar ilâve ettik ve bunları alfabetik sıraya göre tertipledik. Bu suretle okuyuculara küçük bir hizmette bulunabilmişsek kendimizi bahtiyar sayacağız.

Celâl SARAÇ

HENRI POINCARÉ

HENRI POINCARÉ

MATEMATİKÇİ

Hayata bağlılığın muhtelif anlayış tarzları arasında biri var ki, bunu belki **M. Meçnikov** da henüz inceleme konusu yapmış değildir. Hayata bu bağlılığın ölüm korkusundan gelen âdi sebeplerden tamamiyle farklı, ulvi sebepleri vardır.

Bir bilginin zihnine yeni düşünceler doğuyor. Bilgin bunların verimli ve faydalı fikirler olduğunu görmektedir; fakat, kendinde, bunların henüz hayli müphem olduklarına, herkes tarafından anlaşılıp tam değerleriyle takdir edilinciye kadar geliştirilmeleri için uzun ve tahlilî bir çalışmaya mecbur olduğuna dair bir his vardır. İşte o zaman ölümün bütün bu yüksek düşünceler âlemini bir anda yok edebileceğini, başka bir dâhi çıkıp bu âlemi keşfedinciye kadar belki birçok yüzyıllar geçebileceğini göz önüne getirince, bu bilginin, birdenbire hayata karşı derin bir bağlılık duyacağını ve çalışma sevincine, bundan böyle, bu çalışmaya ebediyen veda edeceği korkusunun karışacağını kolayca anlıyabiliriz.

Ölümün yaklaştığını hisseden **Abel**'in müthiş ıstırabını anlıyoruz. Halbuki etrafında bulunanlardan hiç kimse onun yaymak istediği ve ölürse ebediyen kaybolacağından korktuğu fikirlerin farkında değildi. **Galois**'nın, bir daha dönmemek üzere düello mahalline hareketinden birkaç saat öncesine kadar, büyük keşifleriyle ilgili olarak henüz bir satır bile yazmamış olduğunu düşünürsek, düellodan önce geçirmiş olduğu o müthiş anları tasavvur edebiliriz.

Poincaré meslek hayatının en parlak devrinde, henüz bütün gücüne sahipken[1] öldü. Düşüncesi gençti, dimağından orijinal ve cüretli fikirler fışkırıyordu.

Acaba, düşüncesini dolduran âlemin, âni bir alevle kaplanan muhteşem Walhalla[2] şatosu gibi, nerede ise çöküvereceğini anlamış mı idi? Bugün kimse bunun üzerine bir şey diyemez. Son muhtırası hüzünlü önduygularla gölgelenmiş görünüyorsa da, son dakikalarının huzur ve sükûn içinde geçmiş olması için, ölümün yaklaştığını anlamamış olduğunu temenni ederim.

Dimağı şimdi dinleniyor ve geçmekte olan bu saatler onun belki de ilk dinlenme anlarıdır. Sarf ettiği faaliyet, ele aldığı çeşitli meselelerin çokluğu, o kadar çabuk nüfuz ettiği yeni ilim görüşleri, yaydığı orijinal fikirler göz önüne getirilirse, bütün hayatı boyunca bir an olsun dinlenememiş olduğuna şüphe kalmaz. Poincaré sonuna kadar tam bir asker gibi daimî bir faaliyet ve mücadele hayatı yaşamıştır. Son otuz yıl içinde[3] matematikle az veya çok ilgili bir mesele olmamıştır ki derin ve ince bir tahlilden geçirmemiş, birtakım keşifler veya verimli mütalâalarla zenginleştirmemiş bulunsun.

Hiçbir bilginin çevresindeki ilim dünyasiyle onun kadar daimî ve sıkı bir münasebet halinde bulunmuş olduğunu zannetmiyorum. Fikirleri alır ve ancak kalbinin durduğu gün duran hızlı ve kesif bir mübadele yolu ile karşılığını verirdi. Bu itibarla, matematik tarihinin son devrini bir adla belirtmek lâzım gelse, muhakkak ki herkes Poincaré'nin adını ileri atacaktır, çünkü son zamanların matematikçileri arasında hiç şüphesiz en çok tanınanı ve en ünlüsü o idi. Yavaş yavaş bir bilgin ve filozof tipi yaratmıştı. Devrin birçok matematikçi-

---

1 Henri Poincaré, 1912 de 58 yaşında ölmüştür *(C. S.)*.

2 Walhalla Şatosu, İskandinav mitolojisinde, savaşta ölen kahramanlara ikametgâh vazifesini gören şatodur. *(C. S.)*.

3 Bu eserin yazıldığı tarih, 1914 tür.

leri, itiraf olunmıyan sempatiler ve bağlarla, hiç farkında olmaksızın, bu tipe benzemeye çalışmışlardır.

İlim hareketi, bilginlerin hayatla ve geniş halk tabakalarının bilginlerle münasebetleri son zamanlarda çok derinden değişti. Bunun sebeplerini anlamak kolaydır, neticeleri de göze çarpmaktadır. Parlak keşif ve buluşlar bütün hayatı kaplamıştır. Genel bilimin halk tarafından benimsenmesine sebep budur, hususiyle fizik ve matematikten daima yeni ve daha çok faydalı şeyler beklenmektedir. Hattâ bu bilimlere karşı belki de imkân ve iktidarlarını aşan bir güven beslenmeğe başlanmıştır. Birkaç yıl evveline gelinciye kadar çalışma odasından veya lâboratuvarından çıkmıyan bilgin, bugün diğer bilginlere ve halk arasına karışmaktadır. Her yandan kendisine yöneltilen soruları işitmekte, bunları cevaplandırmak mecburiyetini duymakta, bazan da maalesef düşüncesi tamamiyle olgunlaşmadan cevap vermeye zorlanmaktadır.

Kongrelerin, ilmî toplantıların sayısı artmıştır; halka mahsus konferanslar, ilmin en son buluşlarını öğrenmek için takip olunan dersler birbirini kovalamaktadır. Bekliyecek vakit kalmamıştır. Vaktinden evvel gelen gürültülü, dağdağalı modern hayat, bilginlerin sakin muhitlerini istilâ etmiştir. Önceki yüzyıllarda koca koca ciltler yayımlanırdı; bunlar bir adamın bütün hayatı boyunca düşündüklerinin sentezi idi. Gittikçe gelişip ilerliyen ilim hareketi için bu yetişmez oldu. İlmî dergiler bugün muhtıralar araştırıp durmakta ve üzerinde çalışılan etütler hazırlandıkça burada parça parça yayımlanmaktadır. Kısa özetlerden ibaret Akademi compte-rendu'leri ortaya çıkmıştır. Her yeni keşif, sezilir sezilmez, birkaç kelime ile kısaca anlatılıveriyor. Vakit dar: yapılan keşfin[1] bir dakika sonra elden çıkarılacağından korkuluyor. Kaleme almaya bile vakit bulunamıyan kongre tebliğleri, acelelikte akademilerin ve bilim cemiyetlerinin compte-rendu'lerini de geride bırakmıştır. Herkes henüz yapılmamış olan şeylerin ne olduğunu bilmek iddiasını gütmekte, bulaca-

1 hemen yayımlanmadığı takdirde...

ğını umduğu şeyleri ortaya atmaktan çekinmemekte, asla basmaya cesaret edemiyeceği şeylerden uzun uzun bahsetmektedir. Bu hareket ve faaliyet bilginlerde hususi bir ruh haleti yaratmış, onların yaşayışlarını, çalışma, hattâ düşünme tarzlarını değiştirmiştir.

Tasvir edegeldiğim modern ilim hayatı çok büyük menfaatler sağlamaktadır. Çalışma hemen hemen kollektif bir hale gelmiştir. Bilginlerin emekleri üstüste birikiyor, keşifler birbirini kovalıyor, rakîpleri geçme arzusu araştırıcıların gayretini kamçılıyor, çalışanların sayısı da günden güne çoğalıyor. Fakat bu menfaatlere karşılık ne kadar da çok mahzur gösterilebilir! Ne kadar çok detay çalışmaları yok oluyor!... **Buffon**'a göre dehanın kendisi olan sabırlılık hasletine belki de günün gürültüleri arasında yer ve imkân kalmamıştır.

*

* *

Poincaré kelimenin bütün anlamiyle modern bir bilgindi. Sesini duyurmadığı ne bir kongre ne de bir ilim toplantısı olmuştur. İlim dergilerinin çoğu onun muhtıralarını, araştırmalarını alıp neşretmişler, Avrupa ve Amerika Üniversiteleri tebliğ ve konferanslarını dinlemişlerdir.

Bu kadar kesif ve yorucu bir çalışma zayıf ve hastalıklı bir bünyede kolayca tehlikeli bir dimağ yorgunluğu hâsıl edebilir. Acaba Poincaré'yi de kaçınılmaz bir mukadder olarak mezara götüren böyle bir surmenage değil midir?

Sakin ve rahat ilmî çalışmalar zihin için ekseriyetle bir dinlenme teşkil eder. Bir anda varılan yeni sonuçların verdiği haz, bir dağ yolu dönemecindeki güzel bir manzara gibi, araştırmanın verdiği yorgunluğu giderir. Bir meseleyi derinleştirmekte çekilen zahmeti, bu meseleyi en az düşündüğümüz anda aklımıza gelen çözümler çoğu zaman büyük ölçüde tadil ve telâfi ederler. **Euler, Lagrange** ve **Gauss**'un aceleye gelmeden, hiç kimse tarafından bir talep vâki olmadan tattıkları

bu tarz çalışma, güzel bir memlekette yapılan bir seyahate benzetilebilir. Fakat umumi konferanslarla derslerin beklediği, dergilerin belirli bir gün için hazır olmasını istedikleri etütler, çok kere, güzelliklerinin zevkine varılmadan ve eğlenilmeden bir memleket içinde yapılan uzun, acele bir seyahat gibi, insanı yorar ve sinirlendirir.

O kadar zengin bir yaradılışa, bir bilgin ve edibe has bütün meziyetlere sahibolan Poincaré gibi bir zekânın da nihayet, ardı arası kesilmeden senelerce birbirini kovalıyan ve gün geçtikçe kesifleşerek daha da sıkıştıran bir yığın çalışma karşısında bir bıkkınlık, çok kere gerçek bir yorgunluk duymuş olacağını zannediyorum. Fakat modern hayatın icabı bu idi, ve Poincaré gibi, matematikçiler, fizikçiler ve filozoflar arasında sayılan ve itibar gören ünlü bir insanın bundan kurtulmasına imkân yoktu.

Belki de, düşüncelerini etrafa yaymayı ve hiçbirini saklamamayı dehasının insanlığa olan bir vazifesi saymakta idi. Tükenmez bir kaynağa sahip ve hiçbir israfın onu kurutamıyacağına inanmış bir prens cömertliğiyle, buldukça bol bol vermiştir. Düşüncesini büyük kütlelere tanıtmak arzusiyle, henüz olgunlaşmamış sonuçları sunmuş olmak endişesi arasında hiçbir zaman tereddüt etmemiştir. Müstesna bir seziş kabiliyeti onu hatalardan koruyordu. Düşüncelerini daima açığa vurmuş, metotlarını asla saklamamıştır. Eskilerin, neticeleri sunmak ve buna götüren yolu gizlemek hususundaki ince, hünerli ve daima çekici olan sanatı, onun üzerinde hiçbir tesir hâsıl etmemiştir. Keşiflerini tamamlamak ve tekemmül ettirmek, onlara sistemli ve kesin bir şekil vermek cihetine gitmemiştir; bununla beraber, insanın, biraz duraklayıp gözlerini etrafında gezdirerek keşiflerine ve gerçekten kendisine ait olan şeylere bakması ne hoştur! Bunlar arasında yeni cepheler keşfetmek ve uygulama konuları çıkarmak ne zevklidir!...

Fakat Poincaré bütün bu arzulara mukavemet etmiş, ilim adamına has bu zevkleri yüksek bir ideal uğrunda feda

eylemiştir. O daima ileriye doğru yürümüştür. Yeni yeni meseleler kendisini beklemekte idi. Eski meselelere ait teferruatla uğraşmak zamanı bir türlü gelmiyordu. Hattâ öyle sanıyorum ki teferruatla meşgul olmayı daima sistematik olarak reddetmiş, vaktini küçük şeylerle harcamak istememiştir. Daha önce meydana getirdiği eserlerde düzeltmeler yapmak, tekrar eski konulara dönmek onun işi değildi. Ona göre kül esastı, teferruatın bir ehemmiyeti yoktu. Bu mizacı onun sinirli üslûbuna bir şahsiyet vermiş, kendisine herkesten ayıran bir hususiyet kazandırmıştır.

Artistler arasında impressionniste'ler ne ise, o da bilginler arasında o idi.

İşte belki bütün bu sebeplerden dolayı onu diğer bilginlerle, hattâ son zamanların bilginleriyle mukayese etmek mümkün değildir. Poincaré herhangi bir mukayeseye imkân bırakmıyacak kadar modern di.

Şüphesiz, **Newton, Ampère,** ve **Maxwel** adlarına bağlanan genel çekim ve elektrodinamik teorileri gibi onun adına da nispet edilebilecek bir teori yoktur. Her gün bir yenisini icadederek faydalandığı bir sürü metot arasında, **Arşimed** ve **Lagrange**'a şöhret kazandıranlar gibisi var mı? Eserlerini inceleyip bir düzene koymak, hangilerinin filiz vereceğini ve en verimli fikrin hangisinde olduğunu söyliyebilmek için daha çok zaman ister.

Fakat daha bugünden, ölümünün hemen akabinde, dehasını hangi seviye ile bir tutmak gerektiği sorulursa, cevap olarak, onun, insanlığa şeref veren büyük zekâların kanad çırptıkları yüksekliklere vardığını söyliyebiliriz. Poincaré'nin bir analizi, bir teorik fiziği ve mekaniği var ki, ilmin bunları unutmasına imkân yoktur.

Hayatta iken kazandığı şöhret pek büyüktü. Az bilgin ve pek az sayıda matematikçi onunkiyle kıyaslanabilir bir şöhrete ermiştir. Bir fizikçi de, bu durumun izahını, Poincaré ile devrinin **esprit**'leri aynı bir tempoda titreşiklerine ve onun daima genel titreşime ayak uydurduğuna işaret ederek, az

önce söylediğim sözlerde bulabilir. Birçok büyük bilginler, içten gelen bir cehitle, etraflarındakileri hiç düşünmeden, çalışmışlardır. Bunların hepsi meçhul kalmışlardır. Seslerin perdesi devirlerininki ile imtizaç etmiyordu, çıkardıkları sesler ancak çok sonraları çınlıyabilmiştir.

Bir bilginin gelecekteki şöhretinin ne olacağını önceden kestirmek kadar zor bir şey yoktur. Bol keseden yapılan tahminleri tarih çoğu zaman yalanlamıştır. Bugün hakkında hayranlık duyduğumuz adama yarın lâkayt kalmıyacak mıyız?

Fakat Poincaré'nin sesi, hiç şüphe yok, gelecek yüzyıllarda da dinlenecek ve şöhreti devam edecektir. O kadar çok meseleye el atmıştır ki, birçokları onun başladıklarını geliştireceklerdir. Eserleri inceden inceye tetkik olunacak ve birçokları bunları derinleştireceklerdir. Gelecekteki bilginler için bunlar pek kıymetli bir cevher olacak ve o zaman bu cevherin zenginliğini hesaplamak kabil olabilecektir.

*
* *

Bu mülâhazalar bana, bu incelemede kabul ettiğim görüş noktasını haklı gösteriyor gibi geliyor. Poincaré'nin bütün eserini lâyıkı gibi ve emniyetle hulâsa etmeye, onun düşüncesi ve hayranlık veren faaliyeti hakkında tam bir hüküm vermeye imkân yoktur. Bu sebeple, keşiflerinden ancak pek azını, esas hatlariyle belirterek ve kaleme alındıkları devirdeki ehemmiyet derecelerini tesbit ederek, nakle çalışacağım.

Bu arada, eğer bilinen vakıalardan da bahseder ve bazı basit teferruata yer verirsem mâzur görülmemi rica ederim. Tam ve mükemmel bir eser meydana getirememekle beraber, açık olmaya ve kavranması güç olmıyacak tarzda yazmaya gayret edeceğim.

Eserleri arasında yaptığım seçmenin anlaşılabileceğini umuyorum. Henri Poincaré'nin temel düşüncelerinden birço-

günun seyrini takibedebilmek için, bunları matematiğin muhtelif dallarından çıkarmaya çalıştım.

*
* *

Poincaré'yi ilk olarak matematikçiler dünyasına tanıtan ve onun analizdeki kudret ve ehliyetini göstermeye yarıyan bir etüdiyle başlıyacağım: Birinci mertebeden diferensiyel denklemler teorisiyle füksiyen fonksiyonlardan bahsetmek istiyorum.

Fonksiyonlar teorisi, geçen asırda analiz vasıtasiyle elde edilen en önemli kazanç olmuştur. 1900 de, Paris Matematikçiler Kongresinde, XIX. uncu asrı "Fonksiyonlar Teorisi Asrı" diye adlandırmakta tereddüdetmemiştim. Sabit kanunlara göre değişen kemiyetler hakkında basit bir anlayıştan gelen, herkesin sezişle edinebildiği fonksiyon fikri, yavaş yavaş gelişerek bütün matematiği kaplamıştır.

Önce analitik geometri ve sonsuz küçükler hesabı bu kavramı benimsediler. Cebir bunun sistemli olarak tetkikine büyük bir hız verdi, ve ilk defa olarak **Lagrange** analitik fonksiyonlar teorisi hakkında — sonraki incelemelerin temel kaynağını teşkil eden — meşhur eserini yazdı. Ancak, teori, değişkenler alanının genişletilmesi suretiyle kesin olarak kurulabildi. Fonksiyonların en gizli ve en önemli özelliklerini açıklıyabilmek için, inceleme konusu edilen kemiyetlerin sanal (mevhum) ve kompleks değerlerini de göz önüne almak lâzım gelmiştir. Sanal ve kompleks değerlerini göz önüne almadan bir fonksiyonu incelemek, birçok hallerde, metnini okumadan sadece sırtındaki yazıya bakarak bir kitap hakkında fikir edinmeye kalkışmaya benzer. **Cauchy, Riemann** ve **Weierstrasse** bize bu esrarlı kitabın içindekini okumayı öğretmeye en çok hizmet etmiş olanlardır. Onun en enteresan sırlarını örten perdeyi kaldırmak için bu matematikçilerin dehaları lâzım gelmişti.

Fakat, ekseriya olduğu gibi, genel bir teori ancak bazı özel hallerin esaslı surette derin bir incelemeye tâbi tutulmasından sonra teessüs edebiliyor. Henüz tanınmıyan bir bölgede yönelinecek istikameti tâyin etmek için daima bir kılavuza ihtiyaç vardır. Fonksiyonlar teorisinde de elliptik fonksiyonların etraflı ve mufassal olarak tetkiki kılavuzluk etmiştir. Birçok cebir, mekanik, geometri ve fizik meseleleri, trigonometrik fonksiyonları yakından takibeden bu analiz dalının gelişmesine sebebolmuşlardır; trigonometrik fonksiyonlar da daha önce **Euler**'in logaritmelerle üssî fonksiyonlara bağladığı elemanter fonksiyonlardan ibarettir.

Elliptik fonksiyonların tarihi pek iyi bilinmektedir. Matematik tarihinin en enteresan kısımlarından birini teşkil eden bu konu çok işlenmiştir. Gelişme safhalarının her birinden geçişte bir sürprizle karşılaşılır, her merhalede — birer hârika olan — yeni yeni keşiflerin saklı olduğu görülür. Fonksiyonların genel teorisi ve bununla ilgili diğer bütün branşlar, elliptik fonksiyonlar teorisi modeline göre kurulmuşlardır; bunların sonuncusu olan füksiyen fonksiyonlar da, **Poincaré**'nin plânına göre bu teorinin umumi çizgilerini belirtmektedir.

Bilindiği gibi, elliptik fonksiyonlar teorisinin dayandığı prensiplerin sayısı üçtür: Toplama teoremi, **inversiyon prensipi** ve **çifte periyotluk prensipi.** Herkes trigonometri kitaplarından öğrenmiştir ki, iki yayın sinüs ve kosinüsü bilindiği takdirde, pek basit cebir formülleri yardımiyle bunların toplamlarının sinüs ve kosinüsü de hesaplanabilir. Elliptik fonksiyonların toplam teoremi de, son şekliyle, tamamen bu teoreme benzer. Fakat ilk defa kendini bu şekilde göstermiş değildir. Bilim çevrelerinin dışında yaşamış olan değerli İtalyan matematikçisi **Fagnano,** bu teoremi özel bir eğrinin (**Bernoulli** lemniskatı) geometrik özelliklerinde keşfetmiştir. Bu özelliğin gerçek mahiyetini ortaya koyarak onu bütün genelliğiyle ilme maletmek için de Euler'in dehası gerekmiştir.

Daha gizli kalan ve çok sonraları keşfedilen öteki prensip, çifte-periyotluk prensipidir.

Trigonometrik fonksiyonların periyotluğu bizzat kendi tariflerinden çıkar. Çifte-periyotluk ise, ancak **Abel** ve **Jacobi** tarafından inversiyon prensipi kurulduktan, yani bu matematikçiler bütün elliptik fonksiyonlar teorisini ters yönde ele aldıktan sonra keşfedilmiştir. Bu teorinin daha o zaman tamamlanmış olduğunu sanmış olan **Legendre**'da, esaslı yeni görüşlerin meydana çıkmak üzere olduğunu anlatmakta gecikmemişti.

Abel ve Jacobi açmış oldukları yolda yürümeye devam etmişler, ve cebrî fonksiyonların integrallerine ait teori Abel teoremi ile tamamen kurulmuştur; bu teorem de, ilk defa olarak Jacobi'nin mükerrer periyotluk vasıtasiyle tarif ettiği genel inversiyon prensipiyle ve nihayet **Jacobi fonksiyonları** adı verilen fonksiyonlar yardımiyle, toplama teoremini genişletmeye yaramıştır.

Yeni şekliyle inversiyon prensipi, periyotluk kavramının tamimi fikri, Jacobi fonksiyonlarının yenileştirilmiş tipi, Poincaré tarafından bir hamlede yeni bir alana, **lineer diferensiyel denklemler** alanına nakledilmişti. İşte **Poincaré**'nin analiz sahasında füksiyen fonksiyonlar üzerindeki çalışmalarının esası budur.

Kuadratürlerden sonra infinitezimal hesabın en önemli problemini diferensiyel denklemlerin itmamı meselesi teşkil eder. En basit diferensiyel denklemler lineer denklemlerdir.

Bir hareketlinin yer değiştirme miktarı, hızı ve ivmesi arasında birinci dereceden bir bağıntı tasarlanınca, katsayıları zamanın her hangi birer fonksiyonu olmak üzere, bu neviden bir denklem kurulmuş olur. Bu suretle tarif ettiğimiz bu özel denklem ikinci mertebedendir, çünkü hız yer değiştirme miktarının birinci türevi, ivme ise ikinci türevidir; fakat herhangi mertebeden türevler ihtiva eden lineer denklemler tasarlanabilir.

Lagrange ve diğer birçok matematikçiler bu denklemleri incelemişlerdi. Fakat bu denklemlerin özel bir sınıfına derinden nüfuz edebilmiş olan **Gauss**'tır. **Gauss**, bu sınıfa giren denklemleri kendi adiyle anılan seriye, yani **hipergeometrik** fonksiyona bağlamıştır. **Riemann** meşhur bir muhtırasında daha da uzağa gitmişti. Basılmamış notları arasında çok önemli sonuçlar da bulunmuştur. **Weierstrass**'ın da, neşretmemiş olmakla beraber, bu konu üzerinde birçok keşiflerde bulunduğu anlaşılmaktadır. Fakat, 1866 da intişar ederek, lineer diferensiyel denklemlere, yeni bir görüşle, ilim dünyasının dikkatini çeken bir yazıyı **Fuchs**'a borçluyuz. Meselenin **Fouchs** tarafından çıkarıldığı yüksek seviye hakkında bir fikir edinmek istersek, bunu, elliptik fonksiyonlar teorisinin **Legendre** ile **Abel** ve **Jacobi**'nin çalışmaları arasındaki devrede bulunduğu seviye ile mukayese edebiliriz.

Bununla beraber, açılmak üzere olan yolda daha önce birkaç adım atılmıştı, çünkü **modüler** fonksiyon ve bu fonksiyona ait teori biliniyordu.

Münferit (tekil) noktalar etrafında dönülerek yer değiştirildikte, cebrî fonksiyonların integralleri, sabiteler ilâvesiyle, birbirlerinden türerler. Bu özelik elliptik fonksiyonların periyodik oluşlarının kaynağını teşkil eder. Katsayıları birer cebrî ifade olan lineer bir denklemin temel integrallerinin hepsi, bir münferit nokta etrafında dolaşıldığı vakit, buna benzer bir tarzda, lineer bir değişme ile türerler. İşte elliptik integrallerin inversiyonu usulüne benzer bir usulle lineer diferensiyel denklemlerden çıkan fonksiyonlara ait özeliklerin anahtarını bu dikkate değer önermede aramak lâzım geliyordu.

Denklem ikinci mertebedense, bir münferit nokta etrafında kapanan bir yol çizilmesi halinde, iki temel integralin oranı lineer bir sübstitüsyon suretiyle değişim gösterir. Şu halde, kendisine iki integralin oranının fonksiyonu gözüyle bakılan bağımsız değişken, bu oranın lineer sübstitüsyonlara uğraması dolayısiyle değişim göstermemelidir. Periyotluğun

yerini tutan özelik, aynı zamanda inversiyon prensipi de, böylece bulunmuş oluyordu. Poincaré bu temel düşünceye bağlanarak, biraz önce bizim **lineer sübstitüsyon** adını verdiğimiz keyfiyeti geometrik bir tefsire tâbi tuttu ve aynı bir süreksiz grupa ait olan[1] bu sübstitüsyonları sistemli olarak incelemeye başladı.

Geometrik bakımdan, lineer sübstitüsyonlar, düzlemin, karşılıklı yarıçaplara göre yapılan inversiyonlar vasıtasiyle transformasyonlarına tekabül ederler. Birçok matematikçilerin ve bu arada **Beltrani**'nin gösterdiği gibi, bu sübstitüsyonların öklidyen olmıyan geometride çok öemli bir rolü vardır. Poincaré iki nevi grup ayırdetmektedir: **Klein grupları** dediği en umumi süreksiz gruplar ve füksiyen grupları. Geometrik olarak izah ve tefsir edilen bu füksiyen gruplarına göre gerçek eksen sabit kalır, fakat yeni bir sübstitüsyonla terkiplerinde bir daire sabit kalır. Bu, Poincaré'nin **temel daire** adını verdiği dairedir. Böylece, bütün süreksiz grupların araştırılması meselesi, düzlemin ve uzayın düzgün olarak yapılması mümkün olan bölünmeleri meselesine icra edilmiş olur.

Poincaré, füksiyen sübstitüsyonlarda biribirinden farklı aileler ayırdederek bunlara tekabül eden bütün grupları elde etmektedir.

Şimdi, bu grupların sübstitüsyonları ile sabit kalan fonksiyonları bilfiil teşkil etmek gerekiyodu.

Jacobi, elliptik fonksiyonlardan hareket ederek, θ **teta fonksiyonu** adını verdiği fonksiyonu, yani kendi adına izafeten **Jakobiyen** dediğimiz fonksiyonu elde etmişti. Bu fonksiyon periyodik değildir, fakat bunun[2] **üçüncü neviden** dediğimiz bir periyotluğu vardır.

---

1 Çünkü mütemadi grup sübstitüsyonları ile değişim göstermediklerinden, *monodrom* fonksiyonlar ancak sabit kalabilirler.

değişken bir periyod kadar artırılınca ussî çarpanlarla çarpılmış olarak tekrar belirdiği için...

Poincaré füksiyen fonksiyonlar için de buna benzer bir yol takibetmiştir. Önce füksiyen θ teta fonksiyonlarını seriler şeklinde hesaplamakla işe başlamakta, ve bu fonksiyonların füksiyen grupuna ait değişkenin lineer sübstitüsyonları vasıtasiyle uğradıkları değişikliklere işaret etmektedir. Değişkenin aynı gruptan sübstitüsyonlara tâbi tutulması halinde ise bu füksiyen θ teta fonksiyonlarının teşkil ettikleri oranlar bir değişikliğe uğramamaktadırlar.

İşte yeni transandantlar bu suretle meydana gelmiş ve bunların matematiğe girmesiyle analizde yeni bir bölüm teşekkül etmiştir. Biz bu yeni fonksiyonlara ait özeliklerin teferruatına girmiyecek, bunların Abel fonksiyonları ve diğer transandantlarla olan münasebetlerinden bahsetmiyeceğiz. Ayrıca bunlarla ilgili olan diğer birçok aritmetik, cebir ve analiz meselelerini de bahis konusu etmiyeceğiz.

Fakat füksiyen fonksiyonların cebrî ifadeli katsayıları olan lineer diferensiyel denklemlerin integralleriyle münasebetleri hakkında birkaç söz söylememiz lâzım gelir. Bu konuda Poincaré tarafından takibolunan yol, Abelyen integralleri — Jacobi tarafından veya abelyen θ teta fonksiyonlariyle genelleştirilen — θ teta fonksiyonları vasıtasiyle ifade etmek için takibolunan yola benzemektedir. İşte bu sebeple Poincaré füksiyen fonksiyonlardan da çıkarılmaları mümkün olan zeta-füksiyen fonksiyonlarını matematiğe ithal etmiştir. Onun hesaplamak istediği integralleri bu transandantlar ifade etmektedir.

Birçok defalar füksiyen integrallerin tatbikatı bulunup bulunmadığı sorusu ortaya atılmıştır. Buna şu suretle karşılık verilebilir: bir teorinin tatbikat sahasının bulunup bulunmaması ne demektir? Bir teorinin mehenk taşı, bunun mekanik veya fizikte kullanılabilir olması mıdır? Greklerin o kadar yüksek bir mükemmeliyet derecesine çıkardıkları konikler teorisi, acaba yalnız gezegen yörüngelerinin konik olduğu sanıldığı tarihte mi geometrideki şerefli mevkiini almıştır? Her türlü pratik düşüncenin dışında bile muhteşem bir sanat abidesi teşkil etmiyor mu idi?

Fakat bizi konumuzdan saptırıp uzaklaştıracak olan bu meseleleri bir tarafa bırakarak, analizi terk etmemiz ve matematiğin diğer dallarına geçmemiz lâzımdır.

İki nevi **Teorik Fizik**[1] vardır. Eski bir itiyatla, kendilerine tek bir bilim dalı gözüyle bakılmakta ve bu iki fizik aynı bir çerçeve içinde okutulmaktadır. Fakat bunların **tip**leri birbirinden çok farklıdır. Birçok hallerde, biriyle daha çok ilgilenenler, diğerine biraz da istihfafla bakmaktadırlar.

Fizik meselelerine, bugün, çetin ve ince bir matematik analiz yardımcı olarak bağlı bulunmaktadır. Fizik adına bu matematik analiz birtakım problemler ortaya atarak bunları tam ve doğru bir tarzda çözmeye çalışmaktadır. Aynı zaman-

---

1 *Teorik Fizik* tâbirini burada *Physique mathématique* karşılığında kullanıyoruz. Eskiden buna bizde *Riyazî Fizik* denilirdi. Fakat nispet ifadesini iyice belirtmediği için *Metamatik fizik* demeyi uygun bulmadık. Esasen İngiliz ve Alman dillerindeki literatürlerde, hattâ bazı Fransız müelliflerinde, bugün aynı anlama gelmek üzere (Teorik Fizik) tâbiri kullanılmaktadır.

Esasen H. Poincaré de kendi eserlerinde *Physique mathématique* ile *Physique théorique* arasında bir fark gözetmemektedir. Bununla beraber, *Louis de Broglie*'a göre arada ehemmiyetli sayılabilecek bir fark vardır. Louis de Broglie, *Savants et Découvertes* (1951) adlı eserinin *Henri Poincaré*'ye tahsis ettiği kısmında (sahife 46) şöyle demektedir:

"*Physique mathématique,* fizik teorileri üzerinde, matematik "spekülâsyonlarına alışık bir zekânın yaptığı derin ve tenkidî bir in-"celemedir; gayesi bu teorilere ait ispatları — ıslah ederek — daha "muhkem, daha yüksek bir seviyeye çıkarmak, aynı zamanda bunda "kendi şahsi matematik araştırmaları için temalar bulmaktır; filvaki "— bilindiği gibi — fizik, matematikçilere, kendi keşiflerinde reh-"berlik etmiştir. *Teorik fizik* ise, aksine, tecrübî vâkıaları izaha ve "lâboratuvar adamlarına rehberlik etmeğe muktedir teoriler kurmak "mânasına gelir: bilhassa bugün geniş bir matematik bilgisine ihti-"yaç göstermekte olmakla beraber, umumiyetle asıl matematikçilerin "eseri sayılamaz; tecrübî vâkıaların iyice bilinmesini ve bilhassa "matematikçilerin hepsinde bulunmıyan bir fizikî sezgiye (intuition) "sahibolmayı icabettirir." *(C. S.).*

da dakik metotlarla, matematik ve lojik bakımından temel sayılan "varlık problemi" gibi önermeleri ispata gayret etmektedir. İşte bu, birinci neviden **Teorik Fizik**'tir.

Birçok fizikçilerin bu matematik çiçeklerine (flore) büyük tabiat felsefesi ağacının parazit bitkileri göziyle baktıklarını söylemekle aldanmış olmıyacağımı zannediyorum. Ama bu hakîr görme bir haksızlık olmaz mı? Teorik fiziğin gelişmesinde bu araştırmalar ihtimal gittikçe daha büyük bir rol oynıyacaktır.

Bir çocuğa **Eukleides**'in temel önermelerini anlatınız. Çocuğun hayret edeceği şey geometrik özelikler değildir, onu hayrette bırakan nokta bunları ispat etmek lâzım geldiğidir, çünkü zihni henüz bundan şüphe edecek kadar olgunlaşmamıştır. Teorik fizikte ispat olunan birtakım teoremler bazı zekâlarda buna benzer bir sürpriz uyandırmaktadır.

Geometrinin Eukleides'ten önceki gelişimi hakkında yeter derecede bilgimiz yoktur, bugün biz onun mükemmel eserine şahit olmaktayız. Geometrinin teşekkülü esnasında, az önce temas ettiklerimize benzer küçümsemelerin kendini gösterdiği ve yavaş yavaş sona erdiği devirlerden geçilmiş olması da pek muhtemeldir.

Bununla beraber, olaylardan ayrılmaz bir manzume teşkil eden başka bir teorik fizik daha vardır. Matematik analizin sağladığı yardım olmadan bu olayların tetkikinde herhangi bir ilerleme kaydedilmesi mümkün değildir. Işığın elektromagnetik teorisini, **Hertz**'in deneylerini ve telsiz telgrafı, bunların doğmasına sebebolan matematik analiz olmadan tasarlamak mümkün müdür?

Poincaré teorik fiziğin bu iki nev'ine de hâkim olmuştur. Emsalsiz bir analizci idi, aynı zamanda bir fizikçi zihniyetine de sahipti. Şimdi eserleri arasında bu söylediklerimizin delilini araştıracağız.

Poincaré'nin 1894 te **Rendiconti di Palermo**'da yayımlanan muhtırası en ilgi çekici eserlerinden biridir. Bunun başlığı: "Teorik Fiziğin Denklemleri Hakkında" dır. Müellif eline

aldığı meseleyi kısa bir "giriş" te takdim ediyor ve burada kendinden önce bu konu üzerinde uğraşanların çalışmalarını hatırlatıyor. Meselenin uzun bir tarihçesi vardır, bu hususta birkaç söz söylemek isterim:

Önce bu eserin bilhassa analitik bir karakteri bulunduğunu ve birinci neviden teorik fiziğe taalluk ettiğini belirtmekle işe başlıyacağım. Gerçekten, o kadar çok matematikçiyi çeken araştırmanın ehemmiyeti nereden geliyor? Hiçbir fizikçi, meselâ, esnek bir zarın, her biri en kalın perdeden en ince perdelere kadar sonsuz bir eşel üzerinde süreksiz olarak sıralanabilen, muhtelif yüksekliklerde sonsuz ses vereceğinden şüphe edemez. Esnek bir tel (corde) veya bir çubuğun (verge) hâsıl ettiği sesler misali, bir boyutlu halden iki boyutlu hale geçilince ne olacağı, hattâ titreşen üç boyutlu bir cisim göz önüne alındığı vakit ne bulunacağı hususunda bir fikir vermeye kâfi idi. Fakat matematikçiler için bu gerçeklerin tam bir delilini vermek lâzımdı, bu hususta ispat ise çok zor ve pek kapalı idi. Analitik araştırmanın hedefini seslerin yüksekliklerini hesaplamak teşkil ettiğinde şüphe edilmemelidir. Bu hesabın pratikteki tatbikatı genel olarak matematikçilerin düşüncesinden uzaktı. Meseleye ehemmiyet kazandıran şey sırf mantıkî görüştü. Zorluğu alâkayı artırıyor, bu sebepten üzerine ihtirasla düşülen bir mesele haline geliyordu.

Netice hakkında yalnız az önce işaret ettiğim benzerlik yoliyle değil, aynı zamanda birinci derecede felsefî bir ehemmiyet taşıyan bir tümevarma (induction) yoliyle, sezgi suretinde (intuitif olarak) fikir edinilebilirdi.

Lagrange **Analitik Mekanik**'inin bir bölümünü, **küçük hareketler teorisine** tahsis etmiştir. Bu bölüm eserinin en güzel parçalarından biridir ve müellif ele aldığı meselede itmam işlemini sonuna kadar götürerek çok basit ve çok enteresan formüller elde edebilmiştir. Biribirlerine herhangi bağlarla bağlı bulunan ve kararlı bir denge durumu etrafında salınan mahdut sayıdaki moleküller heyetine ait titreşim periyotları

Lagrange tarafından cebrî bir denklemin kökleri vasıtasiyle elde edilmiştir. Bir tel, bir zar veya bir katı cisim göz önüne alındığına göre, her sistem, bedihî olarak, bir boyutlu, iki boyutlu veya üç boyutlu olacak bir mekân içinde tertiplenmiş bir moleküller heyeti gibi tasarlanabilir. Şu halde Lagrange'ın vardığı neticeyi muhtelif hallere teşmil için, mahdut sayıdaki moleküller yerine böyle bir heyeti almak kâfi gelir. Bu usul, olayın seyri hakkında pek açık ve pek telkinkâr bir fikir vermektedir. Fakat, başka açıklamalar olmadan, yalnız başına, matematikçiler için kâfi bir ispat teşkil etmiyordu.

Sesin teorisi bakımından göz önüne aldığımız mesele, kâh aynı bir tarzda, kâh benzer bir şekil altında, teorik fiziğin başka meseleleri hakkında da vazolunabilir. Ses titreşimlerinden başka, meselâ elektromagnetik titreşimler ele alındığı vakit de böyle bir meseleye raslanmaktadır. Isı teorisiyle ilgili problemler gibi başka cinsten bazı problemlerde de buna raslanmaktadır.

1885 ten beri bir netice kesin olarak temin edilmişti ve her matematikçiyi tamamiyle tatmin ediyordu. Bu da, aslî sesin, yani titreşen zarda herhangi bir düğüm veya düğüm çigisi bulunmaması haline tekabül eden bir harmoniğin varlığını analitik olarak ispat etme keyfiyeti idi. **M. Schwarz** başka neviden meseleleri tetkik ederken bu neticeye varmıştı. **M. Schwarz** uzun zamandan beri minimum yüzeylere — yani su içindeki sabun eriyiği tabakası gibi, bir yüzey gerilimi bulunan, pek ince bir sıvı tabakasının dengede bulunduğu yüzeylere — ait teoriyi derinleştirmekte idi. Bu suretle varılan **varyasiyon hesabı** probleminde maksimumları minimumlardan ayırdetmek lâzım geliyordu. Bu münasebetle aşağıdaki meseleyi ele almak icabetmişti: **iki değişkenli bir fonksiyon iki boyutlu bir bölgenin sınırında sıfır olur.** İkinci mertebeden **parametresinin, fonksiyonun kendi değerine oranı bölgenin bütün noktalarında negatif olan bir sabitedir. Bu oranın en küçük mutlak değeri nedir?** İmdi, bir zarın titreşimlerinden doğan sesler problemi, bu oranın bütün değerlerini bulmaktan ibarettir.

İşte bu sebeple Schwarz problemi de bunun özel bir halinden başka bir şey değildi.

Buna göre maksat ileriye doğru yürüyerek **Schwarz** minimumunun ötesindeki diğer bütün değerleri bulmaktı. **Picard**, pek büyük bir ehemmiyet taşıyan özelikler keşfetmiş ve ikinci harmoniğin varlığını ispat eylemişti. Poincaré meseleyi daha önce ele almış ve **American Journal of Mathematics**'de bir etüd yayımlamıştı. Fakat itiraf etmek lâzımdır ki, bu etüdünde Poincaré henüz genel çözümden uzaktı. Buna mukabil şimdi inceliyeceğimiz etüdünde tam bir zafer kazanmıştır.

Lagrange teoremine göre muhtelif seslerin **transandant** bir fonksiyonun köklerine tekabül etmekte oldukları hakkında bir sezinti uyanmış bulunmak lâzımdı. İşte Poincaré böyle bir fonksiyonu tesise ve hususi olarak bunun varlığına ait delili bulmağa çalışmıştır. Bakalım nasıl? Önce, denklemine bir terim ilâve etmekle işe başladı, yani ele aldığı denklem evvelâ üç terimden terekkübetmekte idi. Birinci terim ikinci mertebeden diferensiyel parametredir, ikinci terim yeni bir bağımsız değişkenle çarpılmış — keyfî farz ettiği — bir fonksiyondur. Biz bu denkleme yardımcı denklem adını vereceğiz. İşte denklemde bu sonuncu terim eksik bulunuyordu. Poincaré n sayıda fonksiyonu belirsiz sabit katsayılarla lineer olarak terkibetmek suretiyle keyfî fonksiyonu meydana getirmiş, bundan sonra, sınırda sıfır farz ettiği bilinmiyen fonksiyonu, ithal ettiği yeni değişkenin kuvvetlerine göre seri halinde açmıştır. Bu neticeye Green fonksiyonlarını kullanmak suretiyle varmıştır. Böylece bir analitik fonksiyon elde etmiştir ki bunun açılımı belli bir dairenin içerisinde muteber olup — paydası itmam değişkenlerinden müstakil olan — iki fonksiyonun oranı ile de temsil edilebilir. Nihayet fevkalâde derin bir nüfuz kabiliyetinin ifadesi olan usuller tatbik ederek, az önce bahsettiğimiz belirsiz katsayıların, bu iki fonksiyon tam fonksiyonlar olacak tarzda, seçilebileceğini göstermiştir. Şimdi, yardımcı denklemde bilinmiyen fonksiyon yerine bu fonksiyonların oranını koyalım ve payda ile çarparak

denkleme tam bir ifade şekli verelim. Payda sıfır olduğu vakit yardımcı denklemin ilk denkleme müncer olduğu derhal görülür. İşte böylece paydayı teşkil eden tam fonksiyonun bütün kökleri aranılan değeri verirler.

Bu kadar az kelime ile kısaca hulâsa edilebilen bu metottan daha basiti olamaz, fakat metot fevkalâde ince ve velût bir fikir ihtiva etmektedir.

Bu anlattıklarım, Poincaré'nin muhtırasının ancak bir kısmıdır. Köklerin tetkiki, ilk denklemin çözümünü teşkil eden fonksiyonların incelenmesi, özelikleri, bunu takibeden gelişmeler, akustikle ısı teorisi problemlerine tatbiki esaslı birtakım neticeler sağlamıştır. Bunlar birçok benzer hallere tatbik edilmişlerdir. Bu klâsik muhtıra Poincaré tarafından meydana getirilen en güzel âbidelerden biri olarak kalmaktadır, fakat bugün bu problemler başka yollarla, integral denklemler vasıtasiyle incelenmektedir. Bugün alelâde meseleler arasına giren bu mülâhazalardan bahis açmıyacağız. Diğer meseleleri ve başka çalışmaları ele alacağız.

*
* *

Birkaç yıl önce[1], atom ve korpüskül teorilerinin itibardan düşmeğe başladıklarından bir an şüphe edilir gibi oldu, her şeyin süreklilikle izah edilebileceği düşünülüyordu. Teorik fizikte kısmî türevli diferensiyel denklemler, her türlü moleküler hipotezi terk ederek elde ediliyordu. Kimyada da belki atomların artık faydasız olabilecekleri fısıldanmakta idi. Fakat âni bir esinti korpüskül teorilerini karartır gibi görünen bu hafif bulutları dağıttı. Bu teoriler bugün zaferi kazanmışlardır ve tabiat felsefesinin muhtelif alanlarını aydınlatmaktadırlar.

Yine eski atom teorilerinin geliştirilmesi gerekmişti. Önce elektriğin korpüskül yapılı olduğu kabul edildi ve yavaş yavaş her dalda yeni atomlar belirdi. Keşfolunan vâkıalar

[1] Eserin 1914 te kaleme alınmış olduğunu unutmıyalım. *(C. S.)*.

yeni teorilere uygun düştü. Hattâ bu teoriler başka yeni keşifler için de en zengin ve en verimli bir kaynak teşkil etti. Bu sebeple bu teorilerin itibarı gün geçtikçe artmaktadır. Hattâ bu itibar o kadar sağlamlaştı ki, birtakım tenakuzlar kendini gösterdiği vakit, yeni tasavvurlardan kurtulmayı kimse düşünmedi, aksine olarak artık tartışma konusu bile edilmiyen eski prensipler tereddütsüz terk edildi. Sarsılmaz temellere dayandıkları sanılan klâsik teoriler yavaş yavaş sallanmaya başladı. Galile ve Newton'dan beri bilimlerin en sağlamı göziyle bakılan Mekanik yıkıldı. Yeni bir Mekanik, İzafiyet Mekaniği, teşekkül etti. Fakat bunun da daha bugünden eskimiş olması ihtimal dahilindedir. Gerçekten, enerji atomları tasavvuru dolayısiyle tamamen yeni bir Mekanik[1] zuhur etmekte ve izafiyet teorisinin de bir kısmı, şimdiden, daha ileri bir kısmına nazaran eskimiş telâkki edilmekte değil midir?

Poincaré de eski Fizikteki değişmelere ve yenisinin doğmasına ait münakaşalara karışmıştır. Onun kritiği ve analizi yeni tasavvurlara her yönden nüfuz etmektedir. Bu meselelerle son günlerine kadar aşk ve heyecanla meşgul olmuş, son makale ve konferanslarından birçoğunu bunları anlatmaya ve aydınlatmaya hasretmiştir. İşte bu sebeple, Poincaré teorik fiziğin birinci kısmında olduğu gibi ikinci kısmında da üstat olmuştur.

*

*

Maxwell'in keşiflerinden ve **Hertz**'in tahakkuk ettirdiği tecrübî gelişmelerden sonra, sükûnet halindeki cisimlerin elektrodinamiği bir zorluk arz etmedi. Fakat hareket

[1] Müellifin kastettiği şey, Max Planck'ın o tarihlerde pek cüretkârane bir yenilik ve ilimde büyük bir inkılâp hamlesi sayılan *Kuanta (*Quanta) *Mekaniği*'dir; bugün buna da hayli eskimiş ve yıpranmış göziyle bakılmakta ve yepyeni bir mekanik, *Louis de Broglie*'ın temelini attığı *Dalga Mekaniği* bunun yerini tutmuş bulunmaktadır. *(C. S.).*

halindeki cisimlerin elektrodinamiği birçok münakaşalara yol açtı. Hertz sükûnet halinden hareket haline geçmek için özel bir hipotez ileri sürmüşse de, bu, tecrübî vâkıalara uygun düşmemiştir. Şimdi hareket halindeki cisimlerin durumuna **Lorentz**'in teorisi hâkim bulunmaktadır. **Zeeman**'ın meşhur keşfi Lorentz'in telâkki ve faraziyeleri için en güzel bir zafer teşkil etmiştir; çünkü Lorentz'in hipotezleri, tayf çizgilerinin bir magnetik alan içinde çiftleşeceklerini bildiriyordu, bu netice ise hatırlattığımız tecrübe ile (yani Zeeman olayı ile) doğrulanmıştı.

Lorentz'in teorisi, yeni birtakım tasavvurların ve **yeni izafiyet mekaniği** adını verdiğim ilmî görüşün kaynağı idi. Gerçekten, esaslı bir mesele ortaya çıkmıştı: **Optik veya elektromagnetik olaylar** vasıtasiyle **cisimlerin mutlak bir hareketle hareket ettiklerini** veya esîr'e **nazaran izafi bir hareket yaptıklarını meydana çıkarmak mümkün müdür?** Meseleyi daha ziyade tasrih için şu suali sorabiliriz: **Optik veya elektromagnetik olaylar Arzın mutlak hareketini tâyine yarıyabilirler mi?**

Eğer aberasyonun yalnız birinci kuvveti hesaba katılırsa, Arz hareketinin hatırlattığımız olaylar üzerinde bir tesiri yoktur. Tecrübe bunu doğrulamış ve Lorentz teorisi bu menfi neticeyi mükemmelen izah etmiştir.

Fakat **Michelson** ve **Morley** tarafından, aberasyonun karesine tâbi terimlerin de hesaba katılabildiği meşhur bir tecrübe yapılmıştır. Bu tecrübe de, bilindiği gibi menfi netice vermiştir.

1904 teki klâsik bir muhtırasında, **Lorentz**, bu neticenin, cisimlerin Arz hareketi yönünde bir kısalmaya uğradıkları hipoteziyle izah edilebileceğini göstermiştir. Bu muhtıra, sonraki araştırmalar için bir hareket noktası olmuştur. **Poincaré, Einstein** ve **Minkowski**'nin çalışmaları, Lorentz'inkini yakından takibetmiştir. 1905 te, Poincaré **Paris İlimler Akademisi**'nin **Comptes Rendus**'lerinde kendi düşüncelerinin bir hulâsasını yayımlamıştır. Aynı konu üze-

rindeki daha tafsilâtlı bir muhtırası da **Rendiconti di Palermo**'da çıkmıştır.

Bütün bu araştırmalardaki temel düşünce Arz'ın mutlak hareketini hiçbir tecrübenin meydana çıkaramıyacağıdır. İşte buna **izafiyetin postulası** denilmektedir. Lorentz, kendi adına izafe edilen bazı transformasyonların, elektromağnetik bir ortanın denklemlerinde değişiklik hâsıl etmediklerini göstermiştir. Böylece, biri hareketsiz duran, diğeri intikalî bir hareket yapan iki sistem, yekdiğerinin tam ve doğru birer görüntüsü gibidirler, öyle ki, zâhirî olaylardan hiçbirisinde bir değişiklik olmaksızın her sisteme intikalî bir hareket verilebilir.

Lorentz teorisine göre hareket halindeki kürevi bir elektron, iki ekseni sabit kalmak üzere yassı bir ellipsoit biçimini alır. Poincaré, hem eksenlerden birinin kısalışını hem de diğer ikisinin sabitliğini izah eden özel kuvveti bulmuştur. Bu kuvvet, şekil değiştirebilen ve kompresyonla hacim küçülmesi gösterebilen elektron üzerinde müessir bir dış basınç kuvvetidir. Bu kuvvetin yaptığı iş elektronun hacım değişimleriyle orantılıdır. Böylece, eğer atalet ve bütün kuvvetler elektromagnetik menşeli olsalardı, izafiyet postulası tam doğru olarak tesis edilebilmiş olurdu.

Fakat Lorentz'e göre, menşeleri ne olursa olsun bütün kuvvetler, elektromağnetik kuvvetler gibi kendi adına izafe edilen transformasyondan müteessir olurlar. O halde bu hipotez gereğince, gravitasyon kanunlarında yapılacak değişiklikler nelerdir?

Poincaré gravitasyonun ışık hızına eşit bir hızla yayılması gerektiği neticesine varmıştır. Laplace'ın klâsik teorisine göre bunun astronomik gözlemlerle bir tenakuz teşkil edeceği zan ve tahmin edilebilirdi. Fakat hakikatte böyle değildir. Her türlü tenakuzu ortadan kaldıran bir **teadül** (compensation) vardır. Böylece Poincaré şu meseleyi ortaya atıp çözmek lüzumunu duymuştur:

Lorentz şartını tatmin eden ve yıldız hızlarının kareleri ışık hızının karesine nazaran ihmal edilebildiği vakit Newton kanununa münecer olan bir kanun bulmak.

İşte Poincaré'nin daha başlangıçta derinliği ve arz ettiği fayda bakımından bilim dünyasının dikkat ve ilgisini çeken temel görüşleri bunlardır. Muhtırasında, **minimum iş prensipini** ve **transformasyon grupları**[1] **teorisini** tatbik etmektedir.

Bizim bu kavramları sadece hatırlatmamız kâfidir. Bunlar o kadar çok ilmî çalışmalara ve umumi konferanslara konu olmuştur ki, bugün herkes bunları bilmekte ve ehemmiyetini takdir etmektedir.

*
* *

Poincaré'nin Mekanik üzerindeki çalışmasından da bahsederek etüdümüze son vereceğiz. Bu, eserinin, tahlili en güç olan kısmıdır. Gerçekten, o analitik mekaniğin hemen her daliyle (kararlılık problemleri ile, gök mekaniği ile, hidrodinamikle, potansiyelle) meşgul olmuştur. Üç cisim problemi, klâsik metotlarda bir inkılâp yaratmaya sebebolmaları itibariyle şöhret kazanan birçok araştırmalarına konu teşkil etmiştir. Bilindiği gibi, üç cisim problemi ile dinamik denklemleri üzerindeki muhtırası, 1889 da İsveç Kıralı **Oscar**'ın tesis ettiği mükâfatı kazanmıştır. Bu muhtırayı diğer büyük eserleri (Gök mekaniğinin yeni metotları üzerindeki üç ciltle Sorbon dersleri) takibetmiştir. Nihayet son didaktik eseri muhtelif Kosmogoni hipotezlerinin münakaşasına tahsis edilmiştir.

Teorik astronomi problemlerinde Poincaré'ye rehberlik eden temel fikirler, periyodik çözümler mülâhazası, üç cisim probleminin çözümünü veren seriler ve integral invariantları olmuştur.

---

1 *Lie*'nin "*grup*" kelimesine verdiği mânaya göre, Lorentz transformasyonları bir *grup* teşkil ederler.

Karşılıklı uzaklıklar zamanın birer periyodik fonksiyonu oldukları takdirde, üç cisim probleminin çözümleri periyodik olur. Bir periyod sonunda, üç cisim tekrar aynı ilk izafî şartlar altında bulunur, yalnız bütün sistem belli bir açı kadar dönmüş olur. **Ekcentricité**'leri ve eğilimleri göz önüne almak suretiyle, Poincaré bu çözümlerin üç nev'ini birbirinden ayırdetmek cihetine gitmiştir. Zamanın, pozitif veya negatif, sonsuz büyük, değerleri için periyodik çözümlere sonsuz olarak yaklaşan asimptotik çözümleri de göz önüne almıştır.

Periyodik çözümler üzerindeki tetkiklerin teorik bakımdan arz ettiği ilgi pek büyüktür, fakat bunların ehemmiyetli pratik tatbikatı da vardır. Herhangi bir pratik halde, hareketin ilk şartlarının periyodik bir çözüme tekabül edecek tarzda olmalarının son derece az muhtemel olacağı, daha başlangıçta anlaşılmaktadır. Bununla beraber, bu çözümlerden birini, müteakıp bir yakınsamalar serisinin hareket başlangıcı olarak almak ve böylece bunlardan pek az farklı olanları incelemek mümkündür.

Bu metodun esasen **M. Hill** tarafından Ay teorisine pek güzel bir surette tatbik edilmiş bulunduğu da bilinmektedir.

Gök mekaniği serilerine ait ıraksaklık meselesinin büyük bir ehemmiyeti vardır. Bunlar matematikte karşılaşılan meselelerin en alâka çekicilerinden biridir. Bu ıraksaklıktan faydalanılabilir mi ve bu neviden seriler vasıtasiyle pratik meselelerde takribiyetlere varılabilir mi? **Stirling serisi** misali bu soruya müsbet olarak cevap vermeyi mümkün kılıyor. Aynı neviden seriler gök mekaniğinde bulunmaktadır. Bunlar pratik ihtiyaçlar için de kâfi takribiyetler temin edebilirler. İşte Poincaré buna dikkati çekerek bu meseleyi geliştirmeye çalışmıştır.

Üniform integrallerin mevcut bulunmamalarına dair olan teorem, yani üç cisim probleminin bilinenlerden başka üniform integralleri bulunmaması keyfiyeti, Poincaré teorisinin en göze çarpan neticelerinden biridir.

İntegral invariant'ları, bahis konusu ettiğimiz araştırmada esaslı bir rol oynar.. Bunlar, diferensiyel denklemlerin değişkenlerine tatbik olunan kuadratürlerle hesaplanan ifadeler olup sabit bir değer muhafaza ederler. Bu invariantlar kararlılık temel problemine bağlanırlar.

Fakat bütün bu teorileri veciz bir şekilde ifade ederek muhtasar müfit bir tarzda anlatmak mümkün değildir. Diğer taraftan geniş açıklamalarda bulununca da işi pek uzatmış oluruz.

Analizle teorik fizik hakkında yaptığımız gibi, Mekanik'te de, bize onun dehasındaki genişliği ve kudretli orijinalitesini gösterecek özel bir araştırmasını ele alacağız. Bu araştırma, bir yandan hidrodinamiğe, diğer taraftan gök mekaniğinin klâsik meselelerine ve **Sir George Darwin**'in gösterdiği gibi, en ilgi çekici ve en modern kozmogoni teorilerine bağlıdır.

Bu mesele, bir dönme hareketi yapmakta bulunan bir akışkan kütlesinin dengesi meselesidir, ve gravitasyon teorisinin kuruluşundan sonra ortaya çıkan ilk problemlerden biri olmuştur. Bu hususta **Mac Laurin**'in deveranî ellipsoitlerden faydalanarak bulmuş olduğu çözüm, bu büyük matematikçinin bilime kazandırdığı sonuçların belki de en güzeli olmuştur. **Jacobi**'nin biribirine eşit olmıyan üç eksenli ellipsoitler yardımiyle elde ettiği çözüm bu şöhretli matematikçinin dehasını gösteren güzel bir eser olmuştur. **Jacobi**, a priori olarak apaçık gibi kabul edilen bu meseleden, yani bir dönme hareketi yapmakta bulunan homogen bir akışan kütlesinin dönme eksenine nazaran simetrik oluşundan şüphelenenlerin başında gelir.

Fakat Mac Laurin'le Jacobi'nin çözümleri, genel problemin ancak birer çözümünü teşkil eder. Böyle sonsuz sayıda çözüm vardır ve bu çözümlerin doğrudan doğruya elde edilemiyeceklerine de işaret etmek lâzımdır. Bazı şartlar yerine getirilince ellipsoitlerin denge kanunlarını tatmin ettikleri tahkik olunabilir.

Poincaré'nin araştırmalarına gelmeden önce, **Thomson** ve **Tait**'in, **Tabiat felsefesi** üzerindeki eserlerinde, ellipsoitlerden başka halka şeklinde denge durumlarının bulunduğunu kabul ettiklerini hatırlatmanız icabeder. Bu bilginler, aynı zamanda, akışkan kütlesine deveranî veya ellipsoidal olmak gibi bazı şartlar tahmil etmek veya her türlü bağlantıyı ortadan kaldırmak suretiyle kararlılığı da tetkik etmişlerdir.

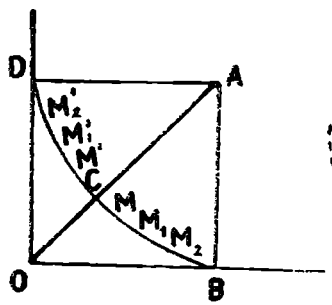
Poincaré'nin dayandığı esas düşünce çatallanma kollarının dengelerine ait verimli düşüncedir. Durumu herhangi bir parametreye tâbi olan bir sistem göz önüne alalım. Meselâ bir dönme hareketi yapmakta bulunan bir akışkan kütlesi bulunsun; bu takdirde sözü edilen parametre dönmenin açısal hızıdır. Sistemin birçok muhtelif denge hallerinin bu parametrenin aynı bir değerine tekabül ettiklerini farz edelim. Bu değerde bir değişim hâsıl edelim. Denge şekilleri de değişir. Belli bir limite yaklaşırken iki denge şeklinin birbirinden ayırd olunamaz hale gelmeleri mümkündür. Limit değer geçilince iki hal vukua gelebilir: ya denge şekilleri kaybolur; bu durum, cebir dilinde bu şekillerin mevhumlaştığını söyliyerek ifade edilen birinci haldir. Bu zaman iki denge şeklinin biribirinden ayırdedilemez hale gelerek birleştikleri şekil bir limit şeklidir denilir. Fakat, limit değer tecavüz edilince, biribirinden farklı iki şeklin meydana çıkması hali vâkı olabilir. Bu da ikinci haldir. Bu takdirde iki denge şeklinin biribirlerinden ayırdedilemez hale gelerek birleştikleri şekle çatallanma şekli adı verilir.

Her denge şeklinin bir düzleme ait bir nokta ile temsil edilebildiğini farz edelim; bu düzlemin koordinatları da parametrenin değerinden ve şekle hususiyetini veren bir değişkenden ibaret olsun. İkinci halde, bu eğri, iki daldan teşekkül eder ve bu dallar, çatallanma şekline uygun olarak biribirleriyle kesişirler. İşte Poincaré böyle iki dalın muhtelif noktalarına tekabül eden şekillerin kararlılığını göz önünde tutmak suretiyle çok mühim bir teorem kurmuştur.

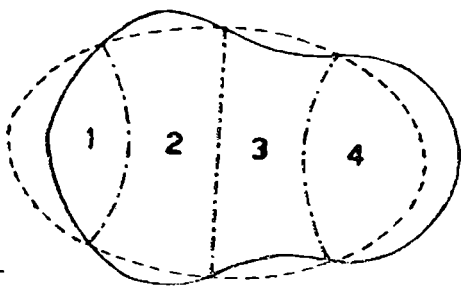
Parametrenin kesişme noktasına tekabül eden değeri o olsun. Eğer paramtrenin negatif değerleri için birinci dal üzerin-

de kararlılık, ikinci dal üzerinde de kararsızlık varsa, parametrenin pozitif değerleri için bunun tersi olan hal vaki olur, yani birinci dal üzerinde kararsızlık ikinci dal üzerinde de kararlılık bulunur. Başka ifade ile, dallar üzerinde kesiştikleri anda bir kararlılık mübadelesi olur. Bu önerme Poincaré'nin **kararlılık mübadelesi teoremi** adını verdiği önermedir.

Şimdi bu sonuçları homogen akışkan kütlelerinin dönmesi meselesine tatbik edelim. Mac - Laurin ve Jacobi çözümlerinin bilindiğini farz edelim. Dönme ekseni daima ellipsoidin küçük eksenidir; bundan dolayı, bunun diğer eksenlerle oranını göz önüne alırsak, bu oranlar birden küçük olur. Mac Laurin ellipsoidinde bu oranlar eşit, Jacobininkilerde birbirinden farklıdır. Bu oranları düzlemin bir noktasının koordinatları olarak göz önüne alırsak, her ellipsoit bir nokta ile ve hepsi birden bir çizgi ile teşhis edilir. Eksenlerin O A açı ortayı Mac Laurin ellipsoitlerinin temsilî çizgisidir. A noktası kürevî bir biçime ve neticesiyle sıfır olan bir açısal hıza tekabül eder. B C D çizgisi ise Jacobi ellipsoitlerini temsil eder. (Şek. 1).



(Şekil : 1)



(Şekil : 2)

Poincaré, bu ellipsoitlerde şekil değişikliği yapılarak elde edilen yeni denge şekilleri bulmuştur. Bunların tam doğru biçimleri **Lame** fonksiyonlariyle hesaplanabilir. En basitleri armut biçimindedir (Şek. 2). C O doğrusunun noktalarına te-

kabül etmek üzere sonsuz sayıda Mac Laurin ellipsoidi bulunacağı ispat olunur; öyle ki sonsuz yakın bir Poincaré şekli, aynı zamanda bir denge şekli olsun. Aynı veçhile, eğri üzerinde — kendisine sonsuz yakın bir Poincaré şekli aynı zamanda bir denge şekli olacak surette — sonsuz sayıda M, M_1, M_2, M_3, ..., M', M'_1, M'_2, ... noktaları mevcuttur.

Şimdi kararlılığı inceliyelim. Mac Laurin ellipsoitleri A C kısmında kararlı, C den O ya kadar da kararsızdırlar. Jacobi ellipsoitleri C den — bir Poincaré şeklinin ilk raslandığı — birinci M veya M' noktasına kadar kararlı, M ve M' noktaları geçildikten sonra kararsızdırlar.

Bu noktayı böylece belirttikten sonra, bu teorinin bir tatbikatına gelelim. Bu hususta bizzat Poincaré'den bir parça alacağım:

"Aslında bir dönme hareketi yapan ve yavaş yavaş "soğuyan homogen bir akışkan kütlesini göz önüne alalım. "Soğuma oldukça yavaşsa, iç sürtünme, kütlenin bütün "kısımlarında aynı açısal hızla toptan bir dönme hareketi "yapmasına sebep olur; dönme momenti de sabit bir değer "muhafaza eder.

"Başlangıçta yoğunluk pek küçük olduğundan, kütlenin "şekli küreden az farklı olan bir deveranî ellipsoiddir. Soğu-"manın tesiriyle ellipsoit yassılaşır; fakat, deveranî şeklini "muhafaza eder. Temsilî nokta Mac - Laurin ellipsoidlerine "tekabül eden A C doğru parçasını resmeder ve bu hal Mac "Laurin ellipsoidlerinin kararlı olmaktan çıktıkları C nokta-"sına kadar devam eder. Temsilî nokta C O yoluna geçeme-"diğinden, meselâ C M doğrultusunu alır; ellipsoit eşit olmı-"yan üç eksenli bir ellipsoid olmuş olur ve bu hal Jacobi el-"lipsoidlerinin kararlı olmaktan çıktıkları M noktasına kadar "devam eder. Bu noktadan itibaren, kütle artık ellipsoidal "bir biçim muhafaza edemez, çünkü kararsızlaşmıştır; bu "zaman mümkün tek biçim olan ellipsoide yakın bir bi-"çim alır. Bu cisme ait yüzey, 3 işaretli bölgede boğuma ben-"zer bir kısmı bulunan, armut biçiminde bir şekil arzeder

"(Şek. 2). 2 ve 4 işaretli bölgeler ise — sanki kütle eşit ol-
"mıyan iki parçaya ayrılmak istiyormuş gibi — 1 ve 3 işa-
"retli bölgelerin zararına olarak genişlemeye meylederler.
"Bundan sonra ne olacağını kestirmek zordur. Kütlenin 3
"işaretli bölgede gitgide çukurlaşacağı ve nihayet iki ayrı
"cisme ayrılacağı düşünülebilir."

Sunduğumuz bu neticeler, son derece zarif bir üslûpla ifade edilmiş pek alâka çekici şeylerdir. **Sir George Darwin**'in düşüncesine göre, takibettiğimiz bu **processus**, gök sistemlerinin tekâmülünde bir rol oynamış olabilir ve birçok nebülozlarda müşahede olunan şekillere göre bu teori doğrulanmış sayılabilir. Bazı peykler, ait bulundukları gezegenin zararına olarak, bu tarzda teşekkül etmiş olabilirler. Bu hal, bilhassa, kütleleri biribirleriyle mukayese edilebilir büyüklükte olan Arz -Ay sisteminde vâkı olmuş olabilir.

Mekaniğin en ince ve en hünerli teorilerinin en cüretli kosmogoni hipotezleriyle kaynaşıp birleştiği bu muhteşem manzaradan sonra, Poincaré'nin eserlerini tahlile son verelim.

Ben onun meydana getirdiği büyük ve muhteşem eserle, ele aldığı — daha da derinleşmesi gereken — problemler ve birçok matematikçi neslinin üzerinde çalışabileceği genişlikte bulunan — yeni keşfettiği — sahalar hakkında ancak pek eksik bir fikir verebildim.

Bu çalışma durmadan yeni yeni araştırmalar tahrik etmektedir; büyük dehaların eserlerine mukadder olan da budur: Onlar birçok problemleri çözmek için gerekli anahtarı verirler, tabiatın gizli taraflarını meydana çıkarmak suretiyle ilmî tecessüsü tahrik ve tatmin ederler; fakat neticede yeni yeni ufuklar açarak ve bilimin arkasından koştuğu hedefi daha da uzaklara götürerek bu tecessüsü arttırmış olurlar.

Vito VOLTERRA

FİZİKÇİ

Poincaré'nin eseri tek bir insanın kollariyle kavramasına imkân olmıyan, kudretli bir meşe ağacını andırıyor; onu kucaklıyabilmek için birçok insanın el ele vermesi, tepesini görmek için de gözlerini yukarıya kaldırması lâzımdır. Yapısını bizzat kendisinin o kadar incelikle tahlil ettiği şuuraltının kökleriyle — Fransız toprağının çok derinliklerinde — beslenen zekâsı, aynı zamanda hem ince hem kudretli öyle besleyici bir mayidir ki: en sağlamının hangisi olduğunu söylemek kabil olmıyan kollarla, bütün fikir rüzgârlarının serbestçe oynaştığı iç içe geçmiş dallara doğru yükselmektedir.

İnanılmaz bir düşünce cevvaliyetine sahibolan **Henri Poincaré,** âlimlere has bir hizmet ve bir vazife telâkki ettiği bu düşünme fonksiyonunu, teneffüs eder gibi, yerine getirmiştir. Anlamak, öğrenmek yolunda duyduğu dayanılmaz meyil ve iştiyakı, bütün fikir sahalarına yayılmıştır.

Matematikçi olarak meydana getirdiği esere hâkim olan, ve kendisini bunca yeni tasavvurlara, o kadar cüretli umumi görüşlere ve zâhirde biribirinden o kadar uzak görünen teoriler arasında beklenmedik bağlar keşfine ulaştıran aynı umumileştirme endişesi, onu, yirmi seneye yakın bir zamandan beri[1] fizikte görülen yenileşme hareketine ve bilinen vakıaları olduğu kadar bütün yeni olaylar âlemini de içine sokmaya çalıştığımız geniş senteze doğru cezbetmesi mukadderdi. O, matematik ve astronomi gibi modern fiziği de aynı rahatlık ve kolaylıkla hükmü altına alabilmiştir.

Fizikteki hizmeti birinci derecede bir değer taşır. O, tahlilî çalışmalariyle, yalnız teorinin uzak neticelerini sayı ile

1 Bu satırların yazıldığı tarih 1914 tür.

ifade etmek ve bunları tecrübenin her gün biraz daha kompleks ve zengin olduğunu açığa vurduğu bir realite üzerinde tatbik etmek için gerekli yeni vasıtaları kazandırmakla kalmamış, bizzat kendisi de, fizik sahasında meydana getirilmiş olan eserin büyüklüğü ve bitip tükenmez zorlukları karşısında hayranlık duyarak, biz fizikçilere her gün biraz daha yaklaşmıştır. Dersleriyle, daima vermeğe hazır bulunduğu tavsiyeleriyle ve bilhassa tahlil bilgisinin sonsuz kaynaklarını en zor problemlere tatbik ederek, zekâsının harikulâde aydınlığını en karışık teorilerin kritiğinde kullanarak meydana getirdiği kendi şahsi eseriyle devamlı bir tesir icra etmiştir; ben ancak fikir sahasındaki çalışmalarımızın tarihçesini ana hatlariyle çizerek bu tesirin derecesini tâyin edebileceğim.

I. — ANALİZ VE MEKANİK

Newton'dan beri Fizik ve Mekanik kanunlarının aldığı ifade şekli, bu kanunları müşahhas bir probleme tatbik etmekle elde edilecek neticeyi de diferensiyel denklemlerle ifade etme temayülünü doğurmuştur. Böylece, her teori ile buna ait tecrübî doğrulama arasına, adedî neticeler elde edinciye kadar ileri götürülen bir itmam işlemi girmiştir. Bu da ekseriya değişkenin yalnız bazı değerleri arasında az veya çok süratli bir yakınsaklık gösteren seri açılmaları vasıtasiyle başarılmaktadır. Bunun ötesinde seri açılmalarının şeklini ve değişken seçimini değiştirmek lâzım gelir. Nasıl ki, bir eğriyi çizmek için, hesapla noktaları bulmadan önce, bu eğrinin muhtelif kollarının umumi seyri hakkında bir fikir edinmek, bu kolların kapalı olup olmadıklarını veya açık olarak sonsuza gittiklerini bilmek, biribirlerine nispetle durumlarını ve kesiştikleri münferit noktaları tanımak lâzımsa, bir itmam işlemi bahis konusu olduğu zaman, değişkenleri ve kullanılacak seri açılmalarını seçmek işinde de ancak diferensiyel denklemlerin çözümleri ve bu çözümlerin özelikleri hakkında önceden kalitatif bir inceleme yaparak ilerleme kabildir.

Bu yol, daha mesleğinin başlarında, 1880 den 1885 e kadar, "bir diferensiyel denklemle tarif ve tâyin olunan eğriler hakkında" ki - dört esas muhtıradan müteşekkil - bir seri yayımlariyle Henri Poincaré tarafından açılmıştır. Burada yalnız tek bir eğriye ait hususiyetler değil, eğri ailelerinin hususiyetleri de sınıflanmış olup, onun harikulâde geometrik görüş iktidarına ve mücerret inşa kabiliyetine açık bir delil teşkil eder. Kendisi de sonraki araştırmalarında, hususiyle **üç cisim problemi** ile ilgili incelemelerinde bundan faydalanmıştır.

Yeni bir vesile, bu sonuçların fizikçiler için ne kadar kıymetli olabileceğini göstermiştir: gazların iyonlaşma teorisinde ortaya çıkan en basit problemlerden biri olan "paralel iki madenî levha arasında iyonlaşmış gazdan geçen elektrik akımı" meselesi, elektrostatiğin temel kanunlarını iyonların **mobilité'si** ve **tekrar birleşmesi** kanunlariyle mezcederek **J. J. Thomson** tarafından elde edilen bir diferensiyel denklemi işe karıştırmaktadır. Bu kanunların tecrübî bakımdan doğrulanması, diferensiyel denklemin itmam edilmesini gerektirmektedir; bu itmam işi ise, iyonlaştırıcı tesirin bütün gaz hacmi içinde düzgün olduğunun farz edilmesi gibi en basit halde bile pek büyük bir zorluk arz etmektedir.

Bu özel hale Henri Poincaré'nin işaret ettiği metotların tatbiki, **M. Seeliger**'e, en uygun seri açılımlarını bulmak ve bunların muteber oldukları alanları sınırlamak imkânını vermiştir. Böylece birçok tecrübe sonuçlarından faydalanmak kabil olmuştur; teorinin sayıca ifadesini mümkün kılan matematik kuvveti olmasa idi bu sonuçlar kaybolup giderdi.

Bu misali verişimin sebebi, bunda görülen hizmetin hemen göze çarpması ve tecrübeye yakınlığıdır. Yine aynı bakıma göre, cebri katsayılı bütün lineer diferensiyel denklemlerin fuks fonksiyonları vasıtasiyle itmam edilebilmesi gibi diğer matematik sonuçlar o kadar önemlidir ki, bu fonksiyonların fiziğe tatbik edilmeleri halinde en az elliptik fonksiyonların veya θ teta fonksiyonlarınınkine eşit bir rol oynamaları gecikmiyecektir.

Henri Poincaré'nin diğer keşifleri muhtelif sahalarda, hususiyle **"dinamik denklemleri ve üç cisim problemi"** hakkındaki büyük muhtırasında bahis konusu ettiği meselelerde değerli hizmetler ifa etmiştir; bizzat kendisinin **"gazların kinetik teorisi"** bahsinde bu keşiflerinden gördüğü — ileride bizim de temas edeceğimiz — faydalar bu saydıklarımızın dışında kalmaktadır. Bu keşiflerine göre **divergence**'sız bir vektör alanının çizgileri ancak istisnaî olarak kapanırlar, fakat, genel olarak, daha önce geçmiş oldukları bir noktanın istenildiği kadar yakınından tekrar sonsuz sayıda geçerler, bu da onları pratik bakımdan kapalı saymayı mümkün kılar. Bu keşifler **Boltzmann**'ın meşhur teoremi gibi teorem ifadelerinin mânasını tasrih etmek üzere statistik mekaniğin ortaya attığı münakaşalarda da işe yaramıştır; bu teoreme göre, çok sayıda moleküllerden müteşekkil bir sistemin herhangi bir ilk şekilden en muhtemel olan başka bir şekle geçişinin akis kabiliyeti olmadığı ispat edilir. Bu ifadeyi Poincaré'nin elde ettiği neticeden **M. Zermelo**'nun çıkardığı itirazla telif etmek lâzım gelmiştir; Poincaré, dinamik bir sistemin, ne kadar karışık olursa olsun, kâfi derecede uzun bir zaman sonunda, ilk haline istenildiği kadar yakın bir şekilden sonsuz sayıda geçebileceğini ifade ediyordu.

Yalnız, eğer sadece Poincaré'nin fizik sahasında yaptıklarını kısaca işaret etmekle iktifa etmezsem işim çok ağır olacaktır.

II. — TEORİK FİZİK VE DERSLERİ

Pratik faydaları bakımmdan olduğu kadar, çözümünü istedikleri yeni problemlerin zorluğu bakımından da, Fizikle Astronomi, daima matematik araştırmaları için en müessir bir muharrik olmuşlar, en büyük matematikçiler için daimî bir ilham kaynağı teşkil etmişlerdir. Henri Poincaré'yi fizikle meşgul olmaya sevk eden ve ona en nazik tecrübelerle en mücerret teorilerin sıkı sıkıya kaynaştıkları yirmi beş sene

zarfında bu sahada gerçekleştirilen ilerlemelerde gitgide daha faal bir rol aldıran sebep budur. 1887 den 1900 e kadar on üç yıl müddetle, Sorbonn'un Teorik Fizik kürsüsünde verdiği dersler, ona çabucak eski ve yeni bütün meselelere hâkim olmak ve bu sahadaki araştırmalarda birinci derecede bir faaliyet hissesine sahibolmak imkânını kazandırmıştır.

Derslerinde fiziğin sırasiyle bütün bahislerini ele almış ve takrirlerinin büyük bir kısmı yayımlanarak Fransa'da olduğu kadar başka memleketlerde de fikir hareketleri ve tecrübî araştırmaların yöneltisi üzerinde önemli bir tesir icra etmiştir. Bu derslerinde muhtelif teorileri eşsiz bir hâkimiyetle mukayese etmekte ve bunları — müelliflerinin itiraflarından anlıyoruz ki — ekseriya bizzat kendilerinin bile önce tasavvur ettiklerinden daha vazıh bir şekilde şerh ve tefsir etmektedir.

Bu eserin yarısından fazlası Optik ve Elektrikle birlikte —Maxwell'den beri fizikçilerin en büyük gayretlerinin üzerine yöneltilmiş bulunduğu — elektromagnetik teoriye tahsis edilmiştir. Müteakıp sahifelerde elektromagnetik sentezin gelişmesinde Henri Poincaré'nin oynadığı önemli rolü incelerken bu noktaya tekrar temas edeceğim.

Modern fiziğin takibettiği büyük yollardan ikincisini teşkil eden ve bugün statistik mekanik vasıtasiyle Carnot prensipinin tefsirine müncer olmuş bulunan gazların moleküler ve kinetik teorisine, derslerinden ikisini — Termodinamikle bugün bizim için bu kadar esaslı bir önem arz eden İhtimaller Hesabını — bağlıyabiliriz. İhtimaller hesabının fiziğe tatbikı ortaya henüz tamamiyle çözülmemiş olan son derece nazik meseleler çıkarmıştır.

Diğer taraftan, biliyoruz ki, elektromagnetizma ile statistiğin açtığı bu iki geniş yol, siyah cisim ışıması teorisinde birbirleriyle birleşerek, şimdiye kadar henüz haklarından gelinemiyen engellere gelip çatmış bulunuyorlar. Fakat 1911 yılı ekim ayı sonlarındaki Brüksel toplantısında keyfiyetten haberdar olan Poincaré, hemen — ve ölümünden altı ay ev-

vel — teorik fiziğe dair muhtıralarının sonuncusunu teşkil eden eserini yayımlamış ve bunda teorilerle vakıâlar arasındaki ihtilâfı harikulâde bir vuzuhla ortaya koyarak, Fiziğin geleceği bakımından olduğu kadar, muhtaç olduğu yardımcı âleti fiziğe temine uğraşacak olan matematikçiler için de esaslı bir ehemmiyet arz eden şu noktayı: **"Atomlarda meydana gelen elektromagnetik olayların diferensiyel denklemlerle gösterilmesi kabil olmadığını"** beyan etmiştir. Böylelece kendisi gözlerini kaparken, bütün kâinat kanunlarını ifadeye yarıyacağı ümidini uyandırmış bulunan **Sonsuz küçükler hesabının** teşekkül ettiği üç asırlık bir devreye de son vermiştir. Bugün biliyoruz ki ele geçirilmesi yakın geleceğin büyük eseri olacak atomların sırrına nüfuz etmek için bu yeni âlemi hükmü altına alacak elemanter kanunlar kâfi gelmiyecektir[1]. İşte tam bu kritik anda, bize yardım edeceğini ve, ihtiyaç kendini gösterdikçe, bütün bir ilim dünyasını yerinden oynatacak zarurî lövyeleri hiç yoktan meydana getireceğini hesapladığımız en kudretli zekâyı kaybetmiş olduk. Poincaré'nin ölümü sırasındaki durum hakkında birazdan kısaca fikir vermeye çalışacağım.

Bu iki hâkim meselenin — elektromağnetizma ile termodinamiğin — yanıbaşında, teorik fiziğin — kılcallık, esenlik, **turbiyon teorisi**, ısısının iletimi, newtonyen potansiyel teorisi — gibi diğer bütün bahisleri, P o i n c a r é tarafından, ardarda ve daima yeni bir şekil altında takrir edilmiştir. Bu derslerden her birinin böylece verimli bir zekâda yaratmaktan halî kalmıyacağı yeni sonuçlar, ya ders esnasında hemen ortaya atılarak talebeleri tarafından not edilmiş, yahut da — ekseriyâ olduğu gibi — ehemmiyetli bulduğu için bizzat kendisi tarafından birer muhtıra şeklinde hazırlanarak neş-

[1] Bu satırları iyice anlamak için yazıldıkları tarihi (1912) gözönünde bulundurmak lâzım gelir. Bugün (1951 yılında) atomun artık bilinmedik bir sırrı kalmamıştır diyebilecek durumdayız. Buna göre müellifin ilmî esaslara dayanarak doğru ve yerinde bir tahminde bulunmuş olduğunu kabul etmek hakseverlik olur *(C. S.)*.

redilmiştir; bunlardan bazıları eserlerinin en mühimleri arasında yer almaktadır. Birinci katagoriden olanlar arasında, meselâ, **Plateau** tarafından tecrübî olarak tesis olunan bir vakıâ hakkındaki ispatı zikredeceğim: biribirine eşit ve paralel iki halkaya dayanan dairevî dik silindir biçiminde ince bir sıvı lâmı, halkalar arasındaki uzaklık çevrelerine eşit olduğu vakit kararlı, eşit olmadığı vakit kararsızdır. Bu hususlaki ispat tam Henri Poincaré'ye has bir incelik ve maharetle yürütülmüştür.

1887 ve 1896 da bir seri not ve muhtıra halinde bir araya toplıyarak neşrettiği teorik fiziğin kısmî türevli diferensiyel denklemleri üzerindeki sonuçlar çok daha umumi bir ehemmiyet arz etmektedir; bu kısmî türevli diferensiyel denklemler öyle meselelerdir ki elektorstatik, magnetizma, newtonyen potansiyel, ısının yayılması, optik, esneklik, hidrodinamik ve viskosluk gibi zâhirde biribirinden o kadar farklı olan konulara ait bütün teoriler hayret uyandıran bir birlik içinde daima gelip onunla karşılaşmaktadırlar. Mesele, daima, yalnız limit şartları değişen ikinci mertebeden kısmî türevli aynı bir diferensiyel denklemi itmam etmeye müncer olmaktadır. Fazla olarak, biliyoruz ki, fiziğin böylece vazettiği meselelerin çözümü Matematik bakımından da pek büyük bir ehemmiyet arz etmektedir; çünkü, bu meseleler en açık ifadesini varyasyon hesabında bulan bir muhakeme ve düşünce tarzının esas unsuruna tercüman olmaktadır: bu meselelerle mevhum bir değişkenin analitik fonksiyonları teorisinde de karşılaşılmaktadır ve **Riemann**, Abelyen fonksiyonlar hakkındaki muhteşem teorisini **Dirichlet** probleminin mümkünlüğü üzerine kurabilmiştir.

Bu kadar umumi bir görüş Henri Poincaré'nin iki merhalede ortaya koyduğu cehd ve gayreti hak etmişti; birinci merhale 1890 da **American Journal of Mathematics**'da çıkan Teorik fiziğin kısmî türevli diferensiyel denklemi" üzerindeki makaleye, ikincisi de 1896 da **Acta Mathematica**'da intişar eden "**Neumann**'ın metodu ve Dirichlet problemi" hak-

kındaki makalesine müncer olmuştur. Dikkate şayandır ki, Dirichlet problemi için "balayage metodu" adiyle tanınan o kadar orijinal çözümü vermekle başlıyan Poincaré, sonunda, zâhirde ilkinden farklı olan problemleri gitgide daha büyük bir sıhhatle çözerek, neticede yine, ortaya atılan bütün meselelerin ağırlık merkezini teşkil eden noktaya gelmektedir.

1887 den itibaren bu yoldaki incelemelerine başlangıç teşkil eden **balayage metodu** tamamen fizikle meşbu gibidir. Ve müellifinin yeni yeni mücerret muhakeme usulleri meydana çıkarmak üzere nasıl bir maharetle her şeyden faydalanmasını bildiğini açıkça göstermektedir. Yukarıda işaret ettiğim muhtelif fizik veya matematik analiz teorilerinin ortaya koyduğu bütün meseleler, eninde sonunda, ya mekân içinde tecrid edilmiş kapalı bir iletken yüzeyi üzerindeki elektrikî dengenin dağılmasına (yani iletken cismin içindeki her bir noktada belli sabit bir potansiyel hâsıl eden sathî elektrik dağılımına) ait elektrostatik problemine müncer olurlar veya bu mesele ile sıkıca ilgilidirler.

Balayage metodu'nun temel düşüncesi pek basittir; ve **Lord Kelvin**'in elektrik imajları metodunun esasını teşkil eden düşüncenin aynıdır: bir kürenin dışındaki potansiyeli değiştirmeksizin, dahilden kaldırılacak her elektrik yükü yerine, uygun ve pek basit bir dağılımla, küre yüzeyi üzerinde eşit bir elektrik miktarını ikame etmek mümkündür. Böylece bir küre dışındaki potansiyeli değiştirmeksizin, kürenin içindeki elektrik yüklerini süpürüp (balayage) dış yüzeye nakletmek suretiyle muadil bir tabaka teşkil etmek mümkün olur. Poincaré bu işlemin sonsuz sayıda tekrarlanmasiyle herhangi biçimde bir yüzeyin bir noktasındaki elektrikî dengeye ait sathî yoğunluk için nasıl yakınsak açılımlar elde etmek mümkün olduğunu ve bunun sonsuz tarzda tahakkuk ettirilebileceğini, yalnız yüzeyin göz önüne alınan noktada filî olarak iki eğrilik yarı çapına sahip bulunması şart olduğunu göstermiştir.

Dirichlet probleminin çözümü için bundan evvel verilmiş olan tek doğru ve dakik metot, **Neumann metodu,** ancak yüzeyin konveks olması halinde yakınsak olduğu ispat olunabilen seri açılımlarına götürüyordu: birkaç sene sonra Poincaré bu metodu ele almış ve ona kendi metodundaki genellik derecesini vermiştir.

Dirichlet probleminin mümkünlüğü hakkında Riemann tarafından teklif olunan diğer bir ispat tarzı dakik değildi ve çözüm için hiçbir belli yol göstermemekte idi. Fakat bu çözümün mümkün bir özeliğini açığa vurmak itibariyle pek büyük bir fayda arz ediyor ve meseleyi bir varyasyon hesabı sorusuna irca eyliyordu. Riemann aranılan çözümün muayyen bir integrali minimum kılması gerektiğini göstermiş, fakat böyle bir minimuma tekabül eden fonksiyonun varlığını tam doğru bir tarzda ispat edememiştir. Riemann'ın bu işareti, elektrikî denge dağılımının, hâsıl ettiği alanda mevcut enerjiyi minimum kılma hususunda hâiz bulunduğu fizikî özeliğe tekabül etmekte idi. Riemann'm analizi bunu tam bir matematik dakiklikle tesise kâfi gelmemekle beraber, biz, fizik bakımından minimum enerjili böyle bir alanın varlığından emin bulunmaktayız. Riemann'ın muhakemesindeki bu boşluğu **M. Hilbert**'in doldurduğunu da biliyoruz.

1890 yılında intişar eden etüdünde, Poincaré, ısı teorisi ile esneklik teorisinin ortaya çıkardığı problemlere Riemann'ınkine benzer birtakım muhakemeler tatbik etmiştir. Bilindiği üzere **Fourier,** herhangi biçimdeki bir cisim içinde sıcaklığın herhangi bir ilk dağılımı için soğuma kanununu elde etmekte faydalandığı dahice metodu kurmuştu; bunun için de, bu ilk dağılımı, her biri zamanca kendi kendine benzer kalma ve zamanın üssî — ve seri içinde ilerlendikçe çabucak azalan — bir fonksiyonuna göre üniformluğa doğru yanaşma özelliğine sahip basit dağılımlara ayırıyordu. Üssî fonksiyonlar yerine zamanın periyodik fonksiyonlarını ikame etmek suretiyle tamamen buna

benzer bir ayrışma, önce denge durumundan herhangi bir tarzda saptırılan esnek bir katı cismin veya bir zarın aldığı hareketi, seri içinde ilerlendikçe artan frekanslı basit bir seri titreşimle göstermeyi mümkün kılar. Seri terimlerinden birine tekabül eden her basit dağılım veya titreşim, her iki problemde de, Dirichlet probleminin ithal ettiği — Laplace'ınkine yakın — kısmî türevli diferensiyel denklemi tatmin eder. Bu son problem hakkında Riemann'ın yapmış olduğu gibi, Poincaré, her basit dağılım veya titreşimin belli bir integrali minimum kılma şartını da tatmin ettiğini göstermiş; ve bundan faydalanarak, üssî fonksiyonlardaki zaman katsayısı veya müteakıp basit titreşimlerin frekansları için üst limit değerler çıkarmaya muvaffak olmuştur.

Riemann muhakemesinin az dakik oluşundan memnun kalmıyan Poincaré, bunu da, etüdünün son bölümünde, "moleküler hipoteze dönüşle" hafifletmeye çalışmış; ve bir kere daha fizikçi sezgisiyle hareket ederek, kısmî türevli denklemlerin, muhtelif moleküllere ait ve bu moleküller tarafından tatbik olnan karşı tesirleri açıkça ortaya koyan âdi bir diferensiyel denklem sisteminde limite geçmekle varılacak bir netice olduğunu göstermiştir. Süreksizden sürekliye geçiş, parçacıkların — bütün fizik teorilerinde görülen — biribirleriyle kaynaşması kısmî türevli denklemlere götürerek, bu denklemlerin çözümünü sonsuz sayıda âdi diferensiyel denklemden müteşekkil bir sistemin çözümüne muadil gibi kabul etmeye sevk eder ve Henri Poincaré'yi aranılan kesinliğin bu yolda bulunacağı ümidine düşürür. Böylece, fiziğin yardımiyle, şimdiye kadar kısmî türevli diferensiyel denklemlerle ifade olunan bütün problemlerin integral denklemler şeklinde vazedilmesi usulü bulunmuş oluyor. Bu suretle imkân dahiline giren terakkinin büyük bir önem kazanması da gecikmiyecektir.

Bununla beraber, ancak "bir zar titreşimlerinin denklemi" üzerindeki notu ile 1894 te açılan başka bir yoldadır ki Poincaré, tam bir kesinlikle, — üstüste binmeleri bu esnek

cismin en genel hareketlerini temsil etmeyi mümkün kılan — bütün basit titreşimlerin varlığını meydana koymaya muvaffak olmuş; ana sesin, yani serinin birinci teriminin varlığını meydana koyan **Schwartz**'ın çalışmalariyle **Picard**'ın ikinci terimi üzerindeki çalışmalarını yeni bir usulle tamamlamıştır.

Sonra, 1895 ve 1896 da, Poincaré, ısının yayımı ve eseklik problemlerinde işe karışan ayrışım (décomposition) ile — **Neumann**'a **Dirichlet** problemini çözmek imkânını vermiş olan— seri açılımları arasındaki gizli benzerliği sezerek görmüştür. Bu gelişmenin hakiki mânası ortaya çıkarılmıştı; **Neumann** ispatındaki tahditlerin ortadan kalkmasını mümkün kılıyordu ve bunu derhal — Dirichlet probleminin vazedilmesine sebebolan — kapalı yüzeyin sadece her noktada iki eğrilik yarıçapı bulunması şartına tâbi olduğu hale teşmile müsaitti. Kaldı ki bu şart da ihtimal zaruri değildir.

Bütün bu meseleler arasında bu suretle teessüs eden benzerlik, **Fredholm**'ın integral denklemleri problemi için verdiği çözümün gelişme yolunu hazırlamıştır. Bundan sonra, Poincaré, hiçbir zorluk çekmeden, Neumann metodunu teşmil için kullandığı usulün, — herhangi dış kuvvetlerin tesiri altında herhangi şekildeki bir esnek cismin deformasyonlarını ifade eden — yakınsak seriler teşkiline nasıl müsait olduğunu, yani esneklik genel problemi için tam bir çözüm elde edilmesini mümkün kıldığını gösterdi. Burada Poincaré'nin, derslerinde, bilhassa optik teorileri münasebetiyle, esnekliğin temel denklemlerinin moleküler yolla veya termodinamik yoliyle kurulması işini nasıl bir ısrarla ele almış bulunduğunu hatırlatmalıyım. Böylece, — bir katının en genel hale ait esneklik özelliklerini belirtmek için zarurî olan bağımsız katsayıların sayısı meselesi gibi — birçok çetin meseleleri aydınlatmaya muvaffak olmuştur.

*

*

III. — MAXWELL TEORİSİ VE KONVEKSİYON AKIMI

Henri Poincaré, Elektromagnetismanın mukaddes kitabı sayılan büyük **traité**'sinde Maxwell'in ortaya attığı — çoğu dağınık ve müphem — fikirleri Fransa'da ilk yayan âlim olmuştur. 1888 de **Maxwell teorileri ve ışığın elektromagnetik teorisi** üzerinde yayımladığı derslerin birinci cildinin pek meşhur olan önsözünde, Poincaré, mantıkî bir sıra ve düzene göre tertiplenmiş metinleri seven Fransız okuyucular için bu eserle ilk temasın ne kadar şaşırtıcı olduğunu işaret etmekte, ve bunda — bugün arz ettiği düzene hayran kaldığımız abidenin kurulmasına bir hizmet olmak üzere yerinden oynatılan yamru yumru büyük kayaları andıran — henüz tam şekil verilmemiş ve görünüşte bazı tenakuzlar arz eden birçok teoriler karşısında bulunulduğunu kabul etmektedir. Poincaré, Maxwell'in fikirlerindeki esas unsuru teşkil eden noktayı belirtmeye çalışarak, bunu, elektromagnetik olayların mekanikçe temsilen gösterilmesinde, elektrik akımı şiddetlerini hızlara karşılık göstermek şartiyle, Lgrange'ın mekanik denklemleri ile indüksiyon akımlarını ifade eden denklemler arasında bir paralellik meydana çıkarılmasında bulmuştur. Bu paralellik mekanik bir tasavvuru mümkün kılarsa da Poincaré bunu tasrih etmeye uğraşmanın boş olduğunu, çünkü böyle bir temsilin bir türlüsü mümkün olursa sonsuz sayıda başkalarının da aynı derecede mümkün olacağını işaret etmiştir. Bugün biliyoruz ki, hakikatte, böyle hiçbir mekanik temsil mümkün değildir; çünkü elektromagnetizmanın hakikî temel denklemleri — onlar gibi aynı transformasyon grubunu kabul etmemeleri ve aynı temel mekân ve zaman kavramlarına tekabül eylemeleri dolayısiyle — mekanik denklemlerine irca edilemezler. Maxwell tarafından müşahede edilen benzerlik, kapalı devrelerde meydana gelen indüksiyona ait âdi kanunların umumi kanunlar olmadığı, akımların hemen hemen stasyoner oldukları ve mağnetik

alanların her an — sanki şiddetler göz önüne alınan andaki değerlerini daima muhafaza ediyorlarmış gibi — dağıldıkları hipoteziyle basitleştirilmiş olmalarından ileri gelmektedir. Böylece, âdi mekaniği elektromağnetizmadan ayıran noktalar: değişik rejim olayları ve elektromağnetik sarsıntıların ışık hıziyle yayılmaları keyfiyeti ihmal edilmiş bulunur.

Fakat Maxwell'in en esaslı fikri burada değildir; **yer değiştirme akımı** adını verdiği akıma ve yalnız âdi iletim akımlariyle değil, aynı zamanda bir elektrik alanı şiddetinin zamanla değişim göstermesiyle doğan bir mağnetik alan hâsıl edilmesi keyfiyetine tahsis ettiği — oldukça müphem ve maddî imajlarla yüklü — giriş kısmında bulunmaktadır. Bu suretle elektrik alanında mahal oldukları değişim dolayısiyle, yalıtkan cisimlerden, yer değiştirme akımları adı verilen akımlar geçebilir ve bu akımlar, açık iletim akımlarını kapıyarak, **Laplace** ve **Ampère**'in kapalı iletim akımları için tesis ettikleri elektromağnetisma kanunlarını bunlara teşmil etmeyi mümkün kılarlar. **Maxwell**'in temel fikirlerinden birini de elektrik alanının[1] birliği hipotezi teşkil etmektedir: Ona göre elektrik kütleleri tarafından **Coulomb** kanununa göre hâsıl edilen elektrostatik alanla, bir mağnetik alan şiddetinin zamanla gösterdiği değişimden hâsıl olan indüksiyon akımının elektrik alanı aynı şeylerdir.

Maxwell, biribiriyle uzlaştırılamıyan muhtelif yollardan giderek, yalıtkan ortaların — yani **dielektrik** denilen cisimlerin — yapsı ve elektriğin tabiat ve mahiyeti üzerinde kurduğu hipotezler vasıtasiyle, yer değiştirme akımına ait kanunu kolayca anlaşılabilir hale getirip haklı göstermeye çalışmıştır. **Poincaré**, bu biribirini nakzeden teşebbüslerden doğan karışıklığı ortadan kaldırmak için çok uğraşmıştır; öyle bir karışıklık ki: bilhassa **Maxwell**'i şerh edenler arasında **elektrik** kelimesi artık her türlü sarih mânasını kaybetmişe benziyordu; bazan **Coulomb**'unkine benzer bir akışkana, bazan da bizim "**esir**" adını verdiğimiz elektromağnetik tesir-

[1] Menşe farkı olmaksızın... *(C. S.)*.

leri nakleden ortaya alem oluyordu. Maxwell'in ortaya attığı dağınık imajlar lüzumsuz şeylerdi ve elde etmiş olduğu meşhur denklemlerin ifade ettiği hakikaten dahice fikirleri dikkat nazarlarından boş yere uzaklaştırıyordu; halbuki o bu denklemlerden ışığın elektromağnetik teorisini çıkarmaya muvaffak olmuştur.

Maxwell'in esas düşüncesini ifade eden bu denklemler ancak vakıâlarla olan uygunlukları dolayısiyle kendilerini haklı gösterebilmektedirler; fakat bu uygunluk o dereceye varmaktadır ki, yalnız elektromağnetismanın ve optiğin bilinen vakıâlarını temsil etmekle kalmamışlar, yeni ve hiç beklenmedik iki yeni vakıânın keşfine de sebep olmuşlardır: tecrübî olarak **Rowland** tarafından meydana çıkarılan **konveksiyon akımının** ve **Hertz** tarafından keşfolunan **elektromağnetik dalgaların** varlığı. Her iki konuda da, Henri Poincaré, Maxwell teorisi ile tecrübe arasındaki uygunluğu göstermek üzere zarurî gördüğü münakaşalara faal bir tarzda iştirâk etmiştir.

Yer değiştirme akımına dair kanunun zarurî bir neticesi olarak konveksiyon akımına ait kanun doğmuştur: **hareket halindeki elektrikli bir cisim kendi etrafında yükü ve hıziyle orantılı şiddette bir mağnetik alan** hâsıl eder. **Rowland,** teoriye göre, elektriklenmiş bir diskin (kurs), merkezinde kendi düzlemine normal olan bir eksen etrafında dönmesiyle, kendi çevresinde bir mağnetik alan hâsıl ettiğini; ve bunun, her kesidinde dönme hareketiyle taşınan elektrik miktarına eşit elektrik nakleden bir iletim akımının doğurduğu mağnetik alanın aynı olduğunu ispat etmiş ve bu suretle bahis konusu olan kanunu doğrulamıştır. Daha sonra Poincaré'nin de işaret etmiş olduğu üzere, burada bahis konusu olan şey kapalı bir konveksiyon akımıdır.

Daha çok kalitatif olan Rowland tecrübelerinde, tahakkuk ettirilebilen akımların azlığı sebebiyle çok zor olan kemmi doğrulama meşkûk kalmış ve tecrübeler 1898 de **M. Crémieu** tarafından tekrar ele alınmıştı. Crémieu, önce , **Row-**

Rowland'ın elde etmiş olduğu neticelere ve teorinin tahminlerine uymıyan, menfi bir sonuca varmıştı. Bunu ilmî bir münakaşa takibetti. Ve bu, fikirleri aydınlatmaya, Maxwell denklemleri sisteminin temelini teşkil eden mücerret tasavvurlara fizikçileri alıştırmaya çok yaradı. Crémieu'nin tecrübelerini günü gününe takibederek onun hakiki açık konveksiyon akımları gerçekleştirmesinde âmil olan Poincaré, bu münakaşalara hâkimiyetle iştirâk etmiş, teori ile fevkalâde ünsiyeti dolayısiyle bunun zaruri neticelerini tam bir vuzuhla görmekten hâli kalmamıştır. Crémieu'nin varmış olduğu menfi netice teori ile muhtelif tarzlarda telife çalışıldı; bu hususta diske paralel olan ve dönen elektrik yüküne eşit ve onun zıddı işaretli bir yük taşıyan hareketsiz iletken ekrana atfolunan bir teadül sebep gösterildi. Diskin hareketi bu zıt işaretli yükün sürüklenmesiyle ekranda bir iletim akımı hâsıl edebileceği ve bunun konveksiyon akımının tesirini tadil ve telâfi ettiği düşünülüyordu. **Alfred Potier** — ki, Maxwell'in **Traité**'si onun tesiriyle fransızcaya çevrilmiştir — bu görüş tarzına temayül ediyordu ve bu konuda Poincaré ile — **L'Eclairage électrique** mecmuasının neşrettiği — bir muhabereye girişmişti. Son zamanlarda bu mektupları bir kere daha okurken, Poincaré'nin nasıl bir teorik görüş emniyetiyle sarsılmadan bu türlü hiçbir tadil ve telâfinin mümkün olmadığı tezini müdafaa ettiğine hayran kaldım. Az sonra **Crémieu** ile **Pender** teori ile tecrübe arasındaki bu ihtilâfın sebeplerini meydana çıkararak Rowland'ın ilk buluşlarını elde ettikleri zaman, tecrübenin kendisini haklı çıkardığı görüldü. Bu münakaşalar, Poincaré'yi Konveksiyon akımı meselesini her yönden evirip çevirmek, **Ampère, Helmholtz** ve **Maxwell**'in elektromağnetisma üzerindeki teorilerini karşılaştırmak, bu teorilerden her birini kendine mahsus müstesna vuzuhla en uzak ve en müşahhas tecrübî neticelerine kadar götürmek ve bu hususta mülâhazalarını sarih tecrübe projeleriyle ifade etmek fırsatını vermiştir.

Bu büyük zekânın en dikkate değer vasıflarından biri de budur: mücerredat sahasındaki harikulâde terkip kudreti realiteden uzaklaşmamak hususundaki devamlı kaygusu ile muvazenet halindedir; fizikte realist olduğu kadar matematikte de realisttir. Onun sonsuz dal budak salmış olan düşünce ağacı toprağa derin köklerle bağlı bulunmaktadır. Bu güçlü kuvvetli zihin yapısı hakkında, benim burada hatırlattıklarımdan başlıyarak **Hertz, Lamur** ve **Lorentz**'in en son neşriyatı da dahil, elektromağnetik teorilerin münakaşasına tahsis ettiği sayısız makalelerin okunması kadar hiçbir şey iyi bir fikir veremez. Karışık ve girift formül ağları arasında hiçbir zahmet çekmeksizin, bu formüllerin fizik anlamlarına, müşahhas ifadelere ve tahakkuku mümkün tecrübelere geçebilmektedir. Sırf matematiğe dair olan eserlerinde olduğu gibi, burada (yani fizik'te) de en uzak neticeleri, başkalarının yol alırken dayanmak ihtiyacında bulundukları ara hallerden hiç olmazsa şuurlu olarak geçmeksizin, şaşırtan bir süratle görebilmektedir.

Revue Générale des Sciences'da yayımlanan (1901) bir terkip makalesinde, açık devre akımları hakkında ne **Ampère**'in elektrodinamik teorisi ne de **Helmholtz**'unku, esas mağnetik alan kavramının birliğini korumaya müsait olmadıklarını göstermektedir; ve bunun, ancak tecrübenin bugün tamamiyle haklı gösterdiği Maxwell teorisiyle mümkün olduğunu ifade etmektedir.

*

IV. — HERTZ DALGALARI VE IŞIK

Poincaré, Optik'te inkılâp yapan ve ışığın elektromağnetik teorisinin zaferiyle neticelenen büyük fikir hareketinde de daha az ehemmiyetli bir rol oynamamıştır. Maxwell denklemlerinin en parlak bir doğrulama imkânını buldukları

bu sahada çifte bir yol takibolunmuştur. Önce, yeni teorinin, Optik'te bilinen bütün vâkıaları, — en mühimleri **Fresnel** ve **Neumann**'ın esnek titreşim teorileri olan — eskilerden daha iyi ve daha basit bir tarzda izah etmekte olduğunu göstermek lâzım gelmiştir. Bu bile, ışık radyasyonlarının, bütün özeliklerini Maxwell denklemleriyle temsil ve ifade etmek ve ışığın hızına eşit bir hızla yayıldıklarını tahmin eylemek kabil olmuş bulunan elektromağnetik sarsıntıların özel bir hali olduklarını kabul için pek ciddî bir sebep teşkil ediyordu.

Sonra **Hertz** gelerek, 1887 de, tam Poincaré'nin fizikle meşgul olmaya başladığı tarihlerde, Maxwell'in haber vermiş olduğu elektromağnetik sarsıntıları tecrübî olarak elde etmeye, bu yeni dalgaların tamamiyle ışık vasfına sahip olduklarını, onlardan yalnız daha büyük olan dalga boylariyle ayrıldıklarını göstermeğe muvaffak oldu.

Poincaré yedi yıl müddetle derslerini fizikî optiğin muhtelif teorilerinin bütün cepheleriyle izah ve münakaşasına ve Hertz dalgalarının tetkikine hasretmekle kalmamış, aynı zamanda bu bereketli ilmî hareket devresindeki bütün polemiklere de karışarak daima aynı fikir salâbet ve cevvaliyetini, teori - tecrübe münasebetlerine karşı daima aynı derin anlayışı göstererek, mübaheseleri kesin neticelere doğru sevk etmeğe çalışmıştır.

Ben bu hususta yalnız birkaç misal vereceğim.

1891 de, Fresnel teorisinin taraftarları, **M. Wiener** tarafından yapılan dikkate değer bir tecrübenin verdiği sonuçta bu teori için kesin bir delil bulduklarını sandılar. 1867 de Berlin'li **Zenker** adındaki bir vatandaşının serdetmiş olduğu bir fikri bilmiyerek ele alan bu genç Alman fizikçisi, bir fotoğraf pellikülünde, birbirine dik ve aynı bir düzlem içinde polarizlenmiş iki ışık ışınının girişimini temine muvaffak olmuştu. Bu polarizasyon düzlemi ile iki ışının kendi düzlemleri intibak ettikleri vakit, devölopmandan sonra pellikülde gi-

rişim saçakları müşahede ediliyor, bu iki düzlem birbirine dik oldukları vakit ise hiçbir şey görülmüyordu.

Fresnel teorisi, Neumann teorisi gibi, ışığı — esnek katı bir cismin özeliklerine sahibolan — "esir" içinde yayılan enine bir sarsıntıya temsil etmektedir. Fresnel'e göre "esir" içindeki bir noktanın yer değiştirmesi polarizasyon düzlemine diktir. Neumann'a göre ise paraleldir. Fresnel taraftarlarının zımnen yaptıkları gibi, ışığın sebeboldu̇ğu tesirlerin bu periyodik harekete ait genlikle veya — aynı demek olan bir ifade ile — "esir" içinde mevcut kinetik enerji ile muayyen oldukları kabul edilirse, Wiener'in tecrübesinden kolayca şu netice çıkarılır: yer değiştirme, Fresnel'in düşündüğü gibi, ancak polarizasyon düzlemine paralel olabilir.

Poincaré bu zımni hipotezi açığa vurdu ve esnek bir dalganın yayılması, kinetik enerji yanında bir potansiyel enerjinin varlığını gerektirdiğine işaret ederek, bu potansiyel enerjinin artık yer değiştirme hızının zamanla değişimiyle değil, bu hızın bir noktadan yakınındaki noktaya kadar değişim göstermesiyle ve bu değişim neticesi olarak ortanın deformasyona uğramasiyle muayyen olduğunu belirtti. Buna göre, esneklik bakımından, ışığın kimyevî tesirlerinin, yolu üzerindeki moleküllere verdiği hareketten ziyade bu moleküllerde hâsıl ettiği deformasyonla muayyen olduklarını kabul etmek daha mâkul olacaktı.

Böyle bir hipotez yapılınca Wiener'in tecrübesi Neumann teorisi lehinde bir neticeye götürür. Bu iki hipotezden birini veya diğerini kabul için kesin bir sebep bulunmadığı takdirde, tecrübenin esneklik teorisi bakımından hiçbir mânası kalmaz. Işığın hâsıl ettiği kimyevî tesirlerin sarsıntıda mevcut elektrik alanının şiddetiyle muayyen olduğu ve alana refakat eden mağnetik alanın bunda dahil olmadığı gösterilince, bu tecrübe, aksine olarak, elektromağnetik teoride pek basit ve pek ilgi çekici bir mâna kazanır. Ve bu netice elektromağnetik teoriyi desteklemeye yarar: gerçekten elektroliz

olayında kimyevi ayrışımlarla böyle bir ayrışma esnasında mevcut elektrik alanı arasında meydana çıkarılan sıkı bağlılığı biliyoruz; halbuki bu şiddetli mağnetik alanların bile Wiener tecrübesindeki fotoğraf pellikülünün mahal olduğu elektrolitik reaksiyonda en küçük bir tesiri bulunduğu müşahede edilmemiştir.

1889 da Hertz'in en son tecrübeleri üzerine yaptığı ders, Henri Poincaré'ye, bu şöhretli Alman fizikçisinin ilk ölçmelerine ait hesaplardaki bir hatasını tashih etmek fırsatını vermiştir. Bir eksitatör (Hertz exitatör'ü)'ün yaydığı periyodik elektromağnetik sarsıntıların ışık hıziyle yayıldığını göstermek için, Hertz, bunların periyodunu, eksitatörün geometrik boyutlarından çıkarılan sığasiyle self-indüksiyonunun fonksiyonu olarak hesaplıyor ve dalga boylarını, madenî bir ayna üzerinde yansıma ile teşkil ettikleri duraklı dalgaları bir rezonatör vasıtasiyle gözliyerek ölçüyordu. Poincaré Hertz tarafından hesaplanan periyodun $\sqrt{2}$ nin 1 e oranı nispetinde daha büyük olduğunu, çünkü sığa için eksitatörü teşkil eden iki küreden her birinin yarıçapını değil, bu yarıçapın yalnız yarısını almak lâzım geldiğini gösterdi. Bundan faydalanan Hertz, teori ile tecrübe arasında, o zamana kadar elde etmiş olduğundan daha iyi bir uygunluk teminine muvaffak oldu.

Hertz eksitatörünün etrafa saldığı titreşimlerin kuvvetli amortili karakterine dayanarak, Cenevreli fizikçi Sarasin ile de la Rive'in müşahede ettikleri mükerrer rezonans olayının gerçek bir izahını veren de yine Poincaré olmuştur. Bu fizikçiler Hertz'in ilk tecrübesini değişik boyutta rezonatörlerle tekrar ele alarak, eksitatör daima aynı kaldığı halde, aynanın beri tarafında gözlenen dalga boyunun rezonatöre göre değişim gösterdiğini tespit etmişlerdir. Poincaré, bu eksitatörün amortismanı bütün bir devamlı rezonatör serisini titreşim haline getirmeye müsait olduğunu ve her hal için ölçülen dalga boyunun, boyutlarına göre eksitatör için hesaplanan periyoda değil, kullanılan ve kapalı

şekli dolayısiyle az amortili olan rezonatörün zatî periyoduna tekabül ettiğini ispat etti. Böylece her türlü teorik zorluk ortadan kalkmış bulunuyordu.

Elektromağnetik sarsıntıların teller boyunca yayılmasına ait kanunlara dayanarak, Hertz rezonatörünün tam teorisini geliştirmeye çalışanların ilki de o olmuştur. Blondlot ve Lecher'in tecrübelerinde de esas rolü oynıyan bu yayılma, telgrafçılar denklemi denilen ikinci mertebeden kısmî türevli bir denklemle idare edilir ki, telin elektrik direncinin tesirini ifade eden terimden ileri gelen zorluğa rağmen Poincaré bu denklemi itmama muvaffak olmuştur. Hangi tipten olursa olsun, kaynaktan uzakta iken sarsıntının, şekil değişikliğine uğramaksızın ışık hızına eşit bir hızla yayıldığı boşluk gibi yalıtkan bir ortadan geçerek serbestçe yayılması halinde olup bitenin aksine olarak, bir telin kılavuzluk etmesi halinde, Poincaré, yalnız dalga cephesinin ışık hıziyle yayıldığını, telin direnci büyük olduğu nispette hızla amortileştiğini ve dalganın geriye kalan kısmının gitgide daha fazla arkaya doğru yayılarak, telle yapılan âdi telgraf muhaberelerinde asıl hassas olan bir artık bıraktığını gösterdi. Dalga cephesinin arkada hassas kalması ve — teli çevreliyen yalıtkan orta içinde gerçekten ışığınkine eşit olduğu anlaşılan — hızının ölçülebilmesi için, meselâ Blondlot'un yaptığı tecrübelerde tahakkuk ettirilen pek özel şartların temini lâzım gelmekte idi.

Bu analizden, yalnız küçük bir kesinti yeri açık bırakılarak kendi üzerine kapatılan bir telin teşkil ettiği Hertz rezonatörü hakkında yeter derecede doğru bir teori çıkarılabilirdi. Bu sistemin özelikleri iki ucundan tesbit edilmiş bir titreşen telin özeliklerine tamamen benzer, ve teori, bu sistemin yapabileceği muhtelif tip titreşimlerin[1] nispeten zayıf olan amortismanını izah etmeyi mümkün kılar.

[1] Telsiz telgrafta kullanılan antenler ve açık bir devre vasıtasiyle kuvvetle yayımlanmaya mahsus bütün sistemler gibi umumiyetle doğru biçimdeki açık bir devrenin teşkil ettiği Hertz eksitatörünün hızlı amortismanında olanın aksine.

Matematik güçlükler, dalgaların teller boyunca yayılması halinden ziyade elektromağnetik sarsıntıya az çok iletken bir yüzeyin kılavuzluk etmesi halinde daha büyüktür. Bununla beraber hertz dalgalarının tatbikatında bu esasi bir mesele teşkil eder: yalnız bunun çözülmesi sayesindedir ki telsiz telgrafta kullanılan dalgaların yeryüzünde veya okyanus yüzeyinde nasıl yayıldığı ve ışıkta olduğu gibi doğru boyunca yayılacağına nasıl oluyor da yeryuvarlağını çevreliyebildiği anlaşılabilmektedir.

Burada, herkesten ziyade Henri Poincaré'nin ele almaya salâhiyetli bulunduğu, çetin bir **kırınım** problemi bulunmaktadır. **Kirchhoff**'tan sonra açtığı — ve **Sommerfeld**'in de ileride parlak bir surette takibedeceği — yolda yüriyen Poincaré, optik derslerinde imajiner değişkenli analitik fonksiyonların kudretli metodunu kırınım problemlerinin çözümüne tatbik etmiş; o da bu problemleri eski optikte yapıldığı gibi vazederek, kırınıma sebebolan ekranın fizik özeliklerini işe karıştırmamıştır. Sonra da, yakınsak bir ışık demetinin odağına[1] konulan keskin bir çelik lâmda hâsıl edilen ırak kırınım olayı üzerindeki dikkate değer **Gouy** tecrübeleri münasebetiyle, — yine aynı analiz metodunu tatbik ederek — gözlenen olguları tefsir etmek için, meseleye elektromağnetik teori zaviyesinden bakmak ve ekranın yüzeyinde kendisinin fizik özelikleriyle tahmil edilen şartları hesaba katmak lâzım geldiğini göstermiştir.

Böylece, Gouy tarafından ekran arkasında kırınan ışıkta gözlenen polarma olayını, hiç olmazsa keyfî olarak ve eski optik teorilerinin yapabileceğinden daha iyi bir şekilde izaha muvaffak oluyordu.

Bu suretle hazırlanan Poincaré, önce, 1904 te, telsiz telgrafın temel problemi olan, **hertz dalgalarının kürevi bir maniâ etrafındaki kırınımı** meselesine el attı, sonra Fredholm denklemini kullanarak 1909 da bu mesele ile meşgul oldu. Önemli sonuçlar elde etmeye: meselâ kırınıma uğrıyan

[1] Yani bu ışığın geçtiği yakınsak merceğin odağına.

sarsıntı ile maniâ arasında özel rezonans olayları bulunduğunu ve bazı hususi periyodlar için mahallî kuvvetlenmeler olduğunu meydana çıkarmaya muvaffak oldu.

* * *

V. — TELGRAFÇILIK VE ELEKTROTEKNİK

Bahis konusu edilen misallerden anlaşılıyor ki, elektrikde teori ile teknik arasında bulunan sıkı bağlılık, Poincaré'yi — telgrafçılar denkleminin çözülmesi veya hertz dalgalarının kırınımı gibi — faydaları tatbikatta hemen görülen problemlerle meşgul olmaya sevk etmiştir. O, daima realiteye meftunluğunu muhafaza ederek, bu yolda daha da uzağa gitti ve teknisyenlerin kullandığı dili aydınlatarak bunu tam teoriye daha uygun bir hale getirmek için uğraştı. Gerçekten, zamanca tasarrufu istiyen pratik hayatın ihtiyaçları için, genel kanunları mümkün olduğu kadar müşahhas ve süratle kullanılabilir bir şekil altında ifade etmek gerekir; maalesef gerçeğe az çok hiyanet edilmemesi, bazı cephelerinin maskelenmemesi nadiren vakidir. Bu yüzden iltibaslar ve zorluklar doğmakta ve bunu, ancak, bir teknisyen dili kullanmadan ileri gelen düşünüş itiyadlarının üstüne kolayca çıkabilenler çözebilmektedirler.

Meselâ, hususiyle elverişli olan ve mûtad tatbikatta indüksiyon kanunlarının kullanılmasını kolaylaştıran, mağnetik kuvvet çizgileri kavramı için böyledir. Sabit bir mağnetik alan içinde, hareketli bir iletkende tesirle (indüksiyonla) hâsıl edilen elektromotor kuvvet bu iletkenin belli bir zamanda kestiği kuvvet çizgilerinin sayısiyle muayyen olur. Mağnetik alan da aynı zamanda değişik olduğu veya hareket eden bir sistem tarafından hâsıl edildiği vakit zorluklar çıkar. Bu sistemin hâsıl ettiği kuvvet çizgilerini de kendisiyle birlikte sürüklediğini mi kabul etmek gerekir, ve değişken bir mağ-

netik alan içinde kuvvet çizgilerine nasıl bir hareket atfetmek lâzım gelir? Aşikâr olarak, burada mesele sadece bir dil ve ifade sarahati meselesidir, bunun dışında ve fevkinde her hali, bugünkü teorilerimiz tam bir kesinlikle önceden tahmin etmeyi mümkün kılmaktadırlar; fakat bu teoriler henüz çok kompleks bir şekle sahip olduklarından, hiç değilse muvakkat bir zaman mühendisler için basitleştirilmiş bir dile ihtiyaç ve zaruret vardır.

Meselâ meşhur ünipoler indüksiyon meselesi uzun boylu münakaşa edilmiştir: kendi ekseni etrafında dönen dik silindir biçimindeki bir miknatısın, dönmesi esnasında hâsıl ettiği mağnetik alanın kuvvet hatlarının da sürüklediğini mi kabul etmelidir? Yoksa, simetri sebebiyle bu alan hiçbir noktada değişmediği için kuvvet çizgilerinin daha çok hareketsiz kaldıklarını mı farz etmek lâzım gelir?

Poincaré, kayıcı temasların böyle bir sistemle hâsıl edilebilen indüksiyon olaylarındaki rolünü açıkça meydana koymakla beraber, kapalı indüksiyon devrelerinde her iki hipotezin de aynı sonuca götürdüğünü, fakat açık indüksiyon devreleri halinde kuvvet çizgileri tâbirinin hiçbir mânası ve herhangi bir faydası bulunmadığını gösterdi: vazolunan problemin artık hiçbir mânası kalmaz, realiteye uygun tahmin ve istidlâllerde bulunabilmek için **Lorentz**'inki gibi bir teoriye kadar gerilemek lâzım gelir.

İndüksiyon kanunlarının mûtad şekilleriyle tatbiki, kollektörlü alternatif akım motorlariyle ilgili olarak bu âletlerin mucidi **M. Latour** ile ünlü mühendis **Maurice Leblanc** arasında münakaşa konusu edilen meselede olduğu gibi, meselâ alternatif olarak değişim gösteren bir mağnetik alan içindeki kayıcı temaslarla hareket eden devreler halinde bilhassa müşkül olur. Henri Poincaré meseleyi kesin olarak halletti ve M. Latour'a hak verdi; onun bu müdahalesi genç mühendisin muvaffak olmasında şüphesiz kesin bir rol oynamıştır. Endüstri işlerinde haklı olmak kâfi değildir, haklı olduğunu kabul ettirmek de lâzımdır; işte Poincaré'nin sesi bu hususta saygı telkin eden seslerden biri idi.

Bu münakaşa, ortaya atılan meseleyi Poincaré'nin enine boyuna geliştirmesine ve indüksiyon kanunlarının teknikte kullanılan sistemlere ait en genel hale tatbiki ile ilgili birçok genel teoremleri ifade etmesine vesile teşkil etti.

Poincaré, **Commutation** gibi, bilinmesi zor bir kanuna göre zamanın fonksiyonu olarak değişim gösteren bir direncin sebebolduğu — evvelkilere nazaran bir derece üstün — bir komplekslik arz eden çetin bir mesele münasebetiyle de müdahalede bulundu. Mesele, kollektörlü bir indüinin ard arda gelen iki lâm arasındaki kesidinde, bu iki lâmin fırça altından geçişleriyle, kesidin fırça tarafından kısa devre haline konulması ve bu kısa devrenin kesilmesi olaylariyle ilgilidir. Bu kesilme anında kıvılcım hâsıl olmasını imkân nispetinde önlemek hangi şartlara bağlıdır? Mesele basit gibi görünüyor, bununla beraber elektrotekniğin büyük zorluklarından birini teşkil etmektedir; öyle ki bu hususta Henri Poincaré'nin yardımını istediklerinde o da bu işle meşgul olmayı küçümsemedi:

Pratik meselelere karşı duyduğu aynı canlı alâka sebebiyle, telli veya telsiz telgraf ve telefona ait tatbikatın doğurduğu bilhassa çetin meseleleri Yüksek Telgrafçılık Okulunda senelerce tedris etmeyi kabul etmişti. Bu meseleleri en yüksek bir görüş zaviyesinden bahis konusu ettiğini gördük; burada da yine teori ile teknik arasında bağıntı kurmayı bilmiştir. Bu gibi meselelerden de nasıl bir maharetle bahis açtığını görmek için, meselâ bir hatla bunun biribirine bağladığı iki telefon âletinden müteşekkil sistem hakkında yaptığı derslere ait notları okumalı: Maxwell tarafından açılan yolda yürüyerek, aynı zamanda hem elektrik[1] hem de mekanik[2] bir sistem olan bu sisteme **Lagrange** denklemlerinin nasıl tatbik edilebileceğini göstermektedir. Burada akım şiddetleri plâkların deformasyon hızları gibi işe karışmakta

[1] Geçen akımlar dolayısiyle.

Titreşen ve elektrik akımları hareketlerine bağlanan plâklar dolayısiyle.

ve dinamiğin genel teoremleri bütün sisteme tatbik edilebilmektedir.

Akımların hatlar boyunca yayılmasını ve, dalgaların emisyonu, yayılmaları ve detektör âlet tarafından kapılmaları gibi, telsiz telgrafın ortaya attığı nazik meseleleri tafsilâtiyle bahis konusu etti. Yayılma meselesi münasebetiyle, daha önce, tekniğin bu yeni bölümlerinin çok büyük teorik zorluklar arz ettiğini ve bunları çözmek için en az bir Poincaré'nin analiz kudretine ihtiyaç bulunduğunu hatırlatmıştım.

*
* *

VI. — KATOD IŞINLARI VE RADYOAKTİFLİK

Böylece tekniğin en zor ve en hususi meseleleriyle ilgilenmekle beraber, Poincaré sırf fizik araştırmalarını takip ve tahrik etmekten de geri durmuyordu. Katod ışınlariyle Röntgen ışınları sayesinde bu hususta yeni bir fırsat ele geçirmiş oldu; kendisinin ortaya attığı bir fikir, **Henri Becquerel**'in çalışmaları ve radyoaktifik olaylarının keşfi için hareket noktası oldu: verdiği bir impülsiyon on beş sene içinde başlı başına bir âlem olan bu kadar kudretli yeni ilmin doğmasını intaç etti.

Maxwell ve Hertz'in çalışmaları "esir"'in özeliklerini meydana koymuş, elektromağnetik dalgaların (hertz dalgaları veya ışık dalgalarının) bu orta içindeki yayılışları olayını tahlile imkân vermişti. Fakat "esir"'in madde ile olan münasebeti henüz karanlık kalmakta idi; dalgaların emisyonu ve soğurulması anında madde içinde ne olup bitiyor? Bunlarla ilgili akım olayları nelerdir? Maddeye tesir edebilen ve onda sarsıntı husule getirebilen elektriğin kendisi nedir? Bütün bu sorulara tecrübenin ilk açık cevabı, katod ışınlarının keşfiyle ışınlara ait özeliklerin incelenmesinden çıktı. Bugün biz bu ışınların hızlı hareket halinde negatif elektriği temsil ettikle-

rini, negatif elektriğin ise her maddede mevcut ve hep biribirine eşit unsurlardan (**corpuscule** yani cisimciklerden) müteşekkil bulunduğunu biliyoruz. **Varley** tarafından ortaya atılarak **Crookes**'un geliştirdiği bu hipotez ancak **J. Perrin** ve **J. J. Thomson**'un tecrübelerinden sonra zaferi kazandı. **Poincaré**, bu ışınlarda elektrikli korpüsküllerin emisyonu yerine ışığa benzer dalgaların yayılması olayını görmek istiyen fizikçilere karşı açılmış münakaşalara aktif bir surette iştirak etti. Bilhassa **M. Jaumann**, nasıl ışık ve hertz dalgaları "**esir**"in dalgaları ise, bunların da "**esir**"e ait boyuna dalgalardan ibaret olduğunu kabul ediyor, ve, ışık ışınlarının tamamiyle gayri hassas bulundukları miknatisler tarafından katod ışınlarının saptırılmalarını bu hipotezle izah edebildiğini zannediyordu. Poincaré, **Jaumann**'ın fikirlerini kabul, fakat denklemlerini yanlışsız tefsir edince, bu müellifin tasarladığı boyuna dalgalar sisteminde enerjinin yörüngelerini teşkil eden ışınların elektrikî kuvvet çizgilerini takibetmek zorunda olduklarını ve, neticesiyle, bunların miknatis tarafından — katot ışınlarında gözlenen tarzda — bir sapmaya uğratılmıyacakları sonucuna varılacağını ispat etti. Burada da yine, Poincaré'nin vakıâları denklemlerde okuma kudretini ve bu denklemlerin — kendisi kadar kimsenin ülfetlisi bulunmadığı — dilini hiç zahmet çekmeden anlamadaki ustalığını açıkça görüyoruz. Değişmez ve tek bir notasyon (işaret) sistemi kullanılmasına bile ihtiyaç hissetmiyordu: sembollerin mânasını keşfedip çıkarmaktan zevk alıyordu. Bu dev, ağırlığı birçok zekâları ezmeğe kâfi gelen formül sistemlerimizle istediği gibi oynuyordu, ve işte bu kolaylık sebebiyle, dikkati şekle ait zorluklarla dağıtmadığı için, hiçbir zaman işin esasını görmekten hâli kalmıyordu. Fizikçiler için matematik analiz bir âletten başka bir şey değildir, fakat bu âletin kullanılmasını iyice bilmek âdi ahvalde kendilerine Çin yazısı kadar zor ve uzun gelir; çok kere bu âlete tam mânasiyle sahibolmadan insan ihtiyarlıyor ve bu semboller üzerinde çok yorulmadan işin mahiyetini görmeye im-

kân kalmıyor. Henri Poincaré hiçbir zaman analiz güçlüklerinden sıkılmadı; bu türlü güçlükler, nerdeyse tabiat kadar onun da meçhulü idi ve o hiçbir zaman tabiatla teması kaybetmiyordu.

İşte, başlıca zorlukları kendisi için mevcut olmıyan teorik fiziğe karşı duyduğu meyilin sırrı — sanırım ki — bundadır. **Birkeland** tarafından yapılan ve katod ışınlarının bir elektromiknatis kutbu yakınındaki mağnetik alan içinde başka türlü hareket ediyor gibi göründükleri tecrübe münasebetiyle, Henri Poincaré, **bir mağnetik alan tarafından hareket halindeki bir elektrikli parçacık üzerinde tatbik olunan kuvveti veren** elemanter kanunla her şeyin en tabiî bir suretde izah ve tefsir edilebildiğini ve gözlenen yörüngelerin, teoriye uygun olarak, tepeleri kutupta bulunan dönel konilere ait jeodezik çizgiler olduğunu görmüştür.

Katod ışınlarının bir mâniaya çarpma ile âni olarak tevkif edilmelerinden doğan **Röntgen** ışınlarının keşfi — bu yeni radyasyonların arzettikleri yeni ve esrarengiz özelikler sebebiyle — fizikçilerin faaliyetlerini son derecede tahrik etmiş ve pek gayri müsavi değerde birçok acele "travail = çalışma" ların meydana çıkmasına sebep olmuştu. Bu devre zarfında, **Poincaré**'nin merak ve tecessüsü herkesinkinden ziyade uyanıktı; yayımlanan her şeyi inceliyor ve **Akademi**'nin **omptes - Rendus**'lerinde her hafta çıkan notları tefsir ve izah ediyordu; nihayet **Revue Générale des Sciences**'da, Henri Becquerel'i araştırmalara sevk eden ve uranyum'un haricî hiçbir tesir olmaksızın, kendiliğinden verdiği Röntgen ışınlarına benzer emisyonu keşfe götüren bir makale neşretti.

Bu makaledeki görüşü şudur: yeni ışınların (yani Röntgen ışınlarının) o anda bilinen özelikleri, son derece yüksek girginlikleri, kırılma ve kırınma yokluğu, bunları, son derece kısa dalga boylu uç ültraviyole ışınları gibi kabul etmeğe elverişli bulunmaktadır. Bundan başka, katod ışınları çarpan cam gibi mâniaların, Röntgen ışınlariyle birlikte, yeşilimtrak

sarı renkte görünür bir fosforesanslık yayımlamaları vakıâsı, bu ışınları, — tayfin en uç tarafını temsil etmek üzere —, bu fosforessanslığın bir kısmı gibi kabule saik değil midir? Bu takdirde, Katod ışınlarının bir mâniaya çarpmalarından başka sebeplerle uyartılacak başka fosforessanslıkların da bir Röntgen ışınları emisyonu ile müterafik olabileceklerini ve bu fosforessanslıkların kendi tayflerinde de bu ışınların bulunabileceğini düşünmek tabiî olur.

Işığın uyartıcı tesiri altında az veya çok süreli bir fosforessanslık neşreden çok sayıda cisim biliniyordu. **Edmond Becquerel** bunlardan birçoğunu ve hususiyle uranyum tuzlarını tetkik etmişti. **Museum**'da elinde babası tarafından hazırlanmış böyle birçok madde bulunan Henri Becquerel, bunların ışığa tutulduktan sonra Röntgen ışınları neşredip meselâ siyah bir kâğıt arkasından bir fotoğraf plâğını müteessir etme kabiliyetini kazanıp kazanmadıklarını araştırdı. Beklenen tesiri müşahede etmedi; fakat, bir uranyum nitrat billurunun, ışığın tesiri altında kalmaksızın, yeter derecede uzun bir zaman sonunda fotoğraf plâğına tesir edebildiğine dikkat etti ve kendiliğinden devamlı olarak, Röntgen tarafından keşfolunanın tamamen benzeri — arasından geçtiği bir gazı onun gibi iletken kılan — bir ışınım neşrettiğini anladı. **Thoryum** tuzları üzerinde de aynı özeliği müşahade eden ve burada atomik bir özellik bahis konusu olduğu hipotezini yapan **Madam Curie**'nin nasıl birçok bilinmiyen maddeler keşfettiğini ve bu suretle **Radio activité** = radyoaktiflik adını verdiği yeni bir ilmin temelini attığını biliyoruz. İşte Henri Poincaré'nin bir düşüncesi bütün bunlara sebep olmuştur.

*

* *

VII. — LORENTZ TEORİSİ VE İZAFİYET PRENSİPİ

Katod ışınlarının ve Röntgen veya Becquerel ışınlariyle[1] iletken kılınan gazların incelenmesi elektrik yüklerinin danecikli yapısını ortaya koymuş; katodik cisimciklerle, teker teker ölçüye vurulabilen elemanlardan mürekkep iki elektrikî seyyalenin[2] birinden[3] başka bir şey olmıyan ve bütün maddede mevcut bulunan bir seyyaleye ait unsuru yakalamaya imkân vermiştir.

Yine bu devirde **Lorentz** ve **Larmor** tarafından geliştirilen bir teori, buna benzer elektrik atomları ve bunların hareketleri vasıtasiyle, maddenin esrarengiz elektromağnetik özelliklerini, elektrik akımının iç mekanizmasını ve madde ile bunun yayımladığı ve soğurduğu hertz dalgaları arasındaki münasebeti tasvir ediyordu. Hertz dalgaları, elektrik yüklü cisimcikler, yani hareket halindeki elektronlar tarafından yayımlanmaktadır ve bunların soğurulması, rasladıkları maddede mevcut elektronlara naklettikleri hareketlerle ilgilidir. İyi bir tesadüf eseri olarak, tecrübe de, tam bu teorilerin gelişmeye başladığı sırada, bu tecrübelerce varlıkları tasdik ve kabul edilen elektronları doğrudan doğruya yakalamaya muvaffak olmuştu. Lorentz'in ortaya attığı fikirlerin ilk zaferlerinden birini, **Zeeman**'ın, kaynak kuvvetli bir mağnetik alan içine konulduğu vakit emisyon tayflarında vuku bulan değişiklik üzerindeki keşfi temin etmiştir. Lorentz, meselenin, hiç olmazsa en basit halde, mağnetik alanın kaynak içinde hareket halinde bulunan elektronlar üzerindeki tesiriyle ilgili bulunduğunu ve bu tesirin mağnetik alanın katod ışınları üzerindeki tesiri gibi aynı kanuna tâbi bulunduğunu göstermekte güçlük çekmedi.

---

1 Becquerel ışınları, radyoaktif maddelerin neşrettikleri *alfa, beta* ve *gamma* ışınlarıdır. *(C. S.)*

2 Yani pozitif ve negatif elektrikî seyyalelerin. *(C. S.)*

3 Yani negatif elektrik'ten. *(C. S.)*

Lorentz, teorisini şu sabit düşüncenin tesiri altında kurmuştu: hareket halinde bulunan cisimlerdeki elektromağnetik ve optik olaylarını ve hususiyle — Fresnel tarafından önceden tahmin edilerek Fizeau tarafından tecrübî olarak gözlenen — astronomik aberasyonu ve dalgaların kısmî sürüklenmesini temsil etmek. Maddeyi, hareketsiz bir "esir" içinde hareket eden elektrik yüklü parçacıklardan müteşekkil bir sisteme benzeten hipotez sayesinde o buna muvaffak oldu.

Hertz de, mekanizmaya o kadar derinden nüfuz etmekle uğraşmıyarak, daha fenomenolojik — olaylara daha çok uygun düşen — hipotezlerle Maxwell denklemlerini genelleştirmeyi ve bunları hareket halindeki cisimlere teşmil etmeyi denedi.

Hareket noktası birkaç basit temel denklemle kanundan ibaret olan ve neticeleri bütün elektromağnetisma ve optik olaylarını ihtiva eden çok geniş bir sahayı kaplıyan bu teorilerde, elemanter kanunlarla vakıâlar arasında çok büyük bir fark vardır. Bundan doğan çok büyük zorlukların, birçok çalışmalarını bu teorilerle neticelerini tafsil etmeye, münakaşa ve mukayeseye tahsis etmiş olan Poincaré'yi cezbetmesi mukadderdi. Hertz teorisinin kabul edilemiyeceğini göstermekte güçlük çekmedi; çünkü Fizeau tecrübesinin gösterdiğinin tam tersine olarak, bu teori, ışık dalgalarının hareket halindeki madde tarafından tamamen sürüklenmesini gerektirmektedir. Diğer taraftan Lorentz teorisi **tesir ile karşı tesirin** veya **miktarı hareketin korunumu** prensipiyle tearuz teşkil etmektedir; Poincaré, önce, bu noktadan teorinin red edilebileceğini zannetti, fakat, **elektromağnetik miktarı hareket** adını verdiği yeni bir kavramı işe karıştırmak suretiyle zorluğun bertaraf olduğunu göstererek kendisi de bu teoriye kesin bir destek temin etmekte gecikmedi; ve bu kavram elektromağnetisma dinamiğinin ileriki inkişaflarını kolaylaştırdı, hattâ tahrik etti.

"Esir" in elektrik ve mağnetik alan şekli altında bir enerji lokalizasyonuna mahal olabileceğini kabul etmek şar-

tiyle, elektromağnetik olaylar **enerjinin korunumu prensipi**'yle tevafük ederler. Işınımların naklettikleri, bize güneşten gelen enerji "**esir**" içinde bu iki şekil altında yayılır.

Poincaré, "**esir**" in, kendisinde değişiklik husule getiren elektrik ve mağnetik alanların fonksiyonu olarak pek basit bir tarzda ifade edilebilen bir miktarı hareket lokalizasyonuna da mahal olabildiğini kabul etmek şartiyle, Lorentz teorisi'nin miktarı hareket prensipiyle de uyuşabileceğini göstermiştir; hususiyle, bir dalga enerji naklettiği gibi, miktarı hareket de impülsiyon da nakleder. Buna göre radyasyon basıncı ile ilgili — bir dalganın bir doğrultuda emisyonu ânında kaynağın geri tepmesi ve bu dalgayı üzerine alan engele sonradan intikal eden impülsiyon gibi — karışık olaylar da derhal anlaşılabilmektedir. Artık maddî sistemler arasında — meselâ kaynakla dalga alıcısı arasında — her an tesir ile karşı tesir eşit değildirler, çünkü sadece maddenin taşıdığı miktarı hareket mahfuz kalmaz: korunmayı tekrar temin etmek için "**esir**" içindekini de hesaba katmak lâzım gelir.

Prensiplerin mânası ve rolü hakkındaki felsefî eserinde Poincaré tarafından uzun boylu tafsil edilen düşüncelere uygun olarak, bu yeni görüş bilhassa verici çıktı; gerçekten, bu sayede, o zamana kadar temel taşı ve çok basit sayılan atalet kavramını altüst etmesi mukadder yeni bir dinamik inkişaf etti.

J. J. Thomson, daha 1881 de, Maxwell teorisi ile bunun tazammun ettiği konveksiyon akımının varlığı neticesi olarak, bir cisim üzerinde bir elektrik yükü bulunması neticesinde bunun ataletinin arttığını göstermiştir. Gerçekten, harekete geçirilen cisim — taşıdığı elektrik yükü sebebiyle — kendi etrafında bir mağnetik alan doğurur, ve ona, hareketinin başlangıcında, bu alanın meydana gelmesi için gereken enerjiyi temin etmek lâzım gelir; durduğu anda, bu cisim, bu enerjiyi iade eder, ve buna göre, yüklü olması dolayısiyle, ilâve bir kinetik enerji kapasitesine, elektromağnetik menşeli bir ilâve atalete sahip bulunur.

1900 de, Poincaré tarafından elektromağnetik miktarı hareketin işe karıştırılması sayesinde, **Max Abraham**'ın bu mütemmim ataletin hareket hızı ile değişim göstermesi ve bu hız ışığınkine eşit olduğu vakit sonsuz olması gerektiğini göstermesine kadar keyfiyet bu merkezde kaldı. Bu değişimin sarih kanununu verdiği gibi aynı zamanda, hareketlinin bütün hızlarda değişmiyen bir şekil muhafaza ettiği farzına tekabül eden hal için de yeni birtakım boyuna ve enine kütle kavramlarını ithal etti.

Teorinin gösterdiği gelişme ile bunun doğrulanması için gerekli tecrübî imkânlar arasında bütün bu yaratıcı devre zarfında devam eden mesut paralellik sayesinde, radyumun neşrettiği **beta** ışınlarının — ilk defa olarak — ışık hızına eşit hızlarla fırlıyan katodik parçacıklardan ibaret olduğu anlaşıldı ve, hızları oldukça büyük olduğu için, bu parçacıklara ait ataletin bunlarla değişip değişmediğini tahkik etmek mümkün oldu.

Tecrübe Max Abraham'ın tahmin edip haber verdiğine oldukça uygun bir değişim kanunu vermişti ve bu suretle parçacıkların bütün ataletlerinin elektrikli olmalarından ileri geldiği neticesine varılabilmişti.

Böylece, hiç olmazsa katodik cisimciklere ait özel halde, atalet olayı için elektromağnetik bir izaha varılabiliyor, ve Maxwell denklemleriyle "**esir**" in elektromağnetik özeliklerinden, rasyonel mekaniğin esasında Newton'un vazettiğinden daha genel bir şekilde, dinamiğin temel denklemleri çıkarılabiliyordu. Rasyonel Mekanik yalnız küçük hızlar için sahih kalıyordu, ışığın hızına yakın hızlar için bunun nasıl değiştirilmesi gerektiğini ancak elektromağnetisma tahmine müsait bulunuyordu. Bu, elektrik ve optiğin mekanik izahı yolundaki eski teşebbüslerin yıkımı idi; şimdi mekanik elektrikle izah ediliyor ve izah olunurken genelleştiriliyordu. Poincaré, burada da eseslı bir rol oynamıştır.

Burada tevakkuf edilecek değildi. **Michelson**'la **Morley**'in, **Tourton**'la **Noble**'ın, **Lord Rayleigh**'in

ve **Brace**'ın son derece nazik tecrübeleri, tahminin aksine olarak, Yer yuvarlağı hızının dört mevsim boyunca gösterdiği değişimin, elektromağnetik ve optik olayları üzerinde herhangi bir tesiri bulunduğunu meydana çıkarmanın mümkün olmadığını göstermişlerdi. Bu olaylar, içinde gözlendikleri sistem heyeti umumiyesinin hareketi ne olursa olsun, daima aynı tarzda cereyan etmekte idiler.

Lorentz, her şeyden önce, harekete getirilen cismin — bu cisim isterse bir elektron olsun — hız doğrultusu boyunca ve bu hız büyük olduğu nispette büzüştüğünü ve buna dik olan doğrultulardaki boyutları muhafaza ettiğini kabul etmek şartiyle teorisinin bütün bu negatif sonuçları izah edebileceğini ispata muvaffak oldu. Katodik parçacıklara ait ataletin hızla değişimini ifade eden kanun bakımından, bunun neticesi, şekil değişmezliğini kabul etmiş olan Max Abraham'ınkinden farklı bir kanunun meydana çıkması oldu. Bundan başka, yeni kanun eskisinden çok daha basit idi ve radyumun **beta** ışınları üzerinde tekrar ele alınan dakik tecrübeler, katodik parçacıklara ait kütlelerin hızlarına tâbi olarak değişimini, bu kanunun çok daha iyi temsil ve ifade ettiğini gösteriyordu.

Lorentz, ayrıca, Rayleigh ve Brace'in yaptıkları tecrübelerin menfi sonucunu izah için, yalnız bütün cisimlerin harekete getirildikleri vakit hep aynı tarzda büzüştüklerini (takabbuz ettiklerini) değil, bütün ataletin de katodik parçacıklar gibi hızla değişmeleri gerektiğini ve ister elektriklenmiş olsun ister olmasın her hareketli cisim için Rasyonel Mekanik'in ancak ilk bir yakınlığı temsil ettiğini kabul etmek lâzım geldiğini de gösterdi.

1904 yılında, **Saint Louis** kongresinden dönerken, Kuzey Amerika'nın geniş ovalarında kendisiyle birlikte yalnız geçirmek zevkini tattığım hafta zarfındaki konuşmalarımızda, Henri Poincaré'nin en esaslı kavramlarımızda bu suretle meydana gelen inkılâbın safhalarını nasıl büyük bir ihtiras ve alâka ile takibettiğini görmek fırsatını buldum. Biz-

zat kendisinin imâl ettiği vasıtalarla Newton dinamiğinin eski yapısında sarsıntılar husule gelmeye başladığını biraz endişe ile görüyordu; halbuki, az önce, üç cisim problemi ve gök cisimlerinin denge şekli hakkındaki hayranlık veren mesaisiyle yine kendisi bu binanın kadir ve itibarını yükseltmişti. Fakat Poincaré'nin heyecanı benimkine nazaran daha durbin idiyse de, bütün bizler gibi, yepyeni bir âlemin içine girmenin humması ona da hâkim bulunuyordu.

Dönüşümüzden az sonra, Lorentz'in vardığı neticelerin daha az garip görünmesini temine muvaffak oluyor ve hareket halinde bulunan elektronun büzüşmesinin, yüzeyinde taşıdığı — karşılıklı itme ile elemanları dağılma temayülü gösteren — elektrik yükünün "esir"e ait sabit ve üniform bir basınçla "**Poincaré basıncı** ile" yerinde tutulduğu kabul edildiğine göre, denge halinin gerektirdiği bir durum olduğunu gösteriyordu. Sükûnet halindeki denge şekli, simetri sebebiyle, kürevidir; hareket halinde, yükün muhtelif elemanları arasındaki elektrodinamik tesirler değişmeye uğrarlar; bu tesirlerle sabit dış basınç arasındaki denge, elektronun, tam Lorentz tarafından gösterilen tarzda büzüşmesini icabettirir.

Ünlü Holândalı fizikçi, Yerküresinin bütüniyle hareketini meydana koymak için girişilen tecrübelerin menfi neticesini izah etmiş; ve, birbirlerine nazaran üniform bir hareket yapan muhtelif sistemler için, aynı bir büyüklüğün bu sistemlere bağlı gözleyiciler tarafından yapılan ölçmeleri arasında uygun münasebetler mevcut olmak şartiyle, kendi teorisinin temel denklemlerinin hep aynı şekli aldıklarını göstermiştir. Başka ifade ile, temel denklemler sisteminin hususi bir transformasyon grupu kabul ettiğini ve bir referans sisteminden başka birine geçildiğinde şeklini muhafaza ettiğini, yani aynı bir sistem üzerinde ölçülen muhtelif büyüklükler arasında bu sistemin hareketinden müstakil birtakım münasebetler bulunduğunu göstermiştir. Bu suretle bu hareketi bütüniyle meydana koymak mümkün olmaz.

Bu grupun bünyesi icabı olarak şu anlaşılır ki: bir uzunluğun, yalnız biribirlerine nazaran hareket halinde bulunan iki gözleyici tarafından yapılan ölçmeleri — Lorentz'in büzülme kanununun gösterdiği gibi — biribirlerinden farklı olmakla kalmazlar, yine bu gözleyiciler tarafından, aynı bir zaman aralığı hakkında elektromağnetik veya optik usullerle yapılan ölçmeler de aynı şekildeki bir kanuna göre farklı bulunurlar.

Lorentz bu neticelerin sonuna kadar gitmemiş ve elektromağnetik usulden başka bir usulün bir zamanı referans olarak ölçmeye müsait olabileceği hakkında zımni bir hipotez ithal ederek mutlak bir zaman kavramını muhafaza etmişti; bu suretle de zımnen kabul ediyordu ki, bu hipotetik usulle elektromağnetik olaylara dayananlar arasında aynı bir sistem üzerinde yapılacak mukayese, sistemin bütüniyle hareketini ortaya koymaya, biribirlerine nazaran üniform bir hareketle müteharrik bulunan sistemleri yekdiğerinden tefrike müsait olacaktır.

Albert Einstein bu hususu daha da açıkladı ve mekânla zaman hakkındaki yeni kavramlarla transformasyonları neticesinde rasyonel mekaniğin denklemlerinde bir değişiklik husule gelmiyen tamamiyle ayrı grupa ait kavramlar arasındaki ziddiyeti belirtti; bu suretle izafilik prensipinin umumiyetini teyidederek, hiçbir tecrübî yoldan bir sistemin bütüniyle yaptığı intikal hareketini bu sistem dahilinde yapılacak gözlem ve ölçmelerle meydana koymanın mümkün olmadığını kabul etti. Lorentz grupuna kesin şeklini vermeye ve herhangi cinsten bir büyüklüğün izafî hareketle müteharrik iki sistem üzerinde aynı zamanda yapılan ölçmeleri arasındaki bağıntıları göstermeye muvaffak oldu.

Henri Poincaré de, ayrı bir yol takibederek aynı zamanda aynı denklemlere varmakta idi; onun dikkatini, bilhassa, transformasyon formüllerinin Lorentz tarafından verilen şekil altında mükemmel olmayışları çekiyordu. Gruplar teorisiyle ünsiyeti dolayısiyle, aynı zamanda transformasyo-

nun **invariant**larını ve bu transformasyonun değiştirmediği elemanları bulmakla meşgul oldu — öyle ki bu elemanlar sayesinde bütün fizik kanunlarını referans sisteminden müstakil bir şekil altında ifade etmek kabildir — ve bu kanunların izafilik prensipini tatmin için almaları lâzım gelen şekli araştırdı.

İlk bir **invariant**'ı âdi mekaniğinkinden daha umumî olan bir **moindre action** = **minimum is** prensipi içinde, elektromağnetisma ile yeni dinamik kanunlarının heyeti umumiyesini hulâsa etmeye müsait bir şekle konulmuş olarak, hamiltonyen **action** integralinde buldu. Bu **invarianslık** karakteri prensipin ehemmiyetini daha da artırıyordu; umumi olarak basınç ve hususiyle Poincaré basıncı **invariant** elemanı için ikinci bir misâl teşkil ediyordu.

Bir referans sistemi üzerinde yapılmış ölçmelerden buna nazaran üniform bir hareketle müteharrik başka bir sistem üzerinde yapılan ölçmelere geçildiği vakit, gravitasyon kanunu, mûtat şekli altında, bu şekli muhafaza etme özelliğine sahip değildir. Poincaré, bu kanunu izafilik prensipine uygun düşecek ve **invariant** elemanların fonksiyonu olarak ifade etmeyi mümkün kılacak tarzda nasıl tadil etmek gerektiğini araştırıyordu. Mümkün birçok çözümler bulmuştu: hepsi de, gravitasyonun, çeken cisimden çekilen cisme doğru, ışık hıziyle yayılması ve yıldızların hareketlerini yeni kanunun âdi kanundan daha iyi ifadeye müsait olması gibi müşterek bir vasıf taşıyordu— ve yeni kanun meselâ Utarid **perihelisi**[1]nin hareketi üzerinde olgularla âdi kanun arasında mevcut ihtilâfları hafifletiyordu.

*

[1] Semtüşşems = Bir gezegen yörüngesinin güneşe en yakın noktası. *(C. S.)*.

VIII. — TERMODİNAMİK VE STATİSTİK MEKANİK

En zor ve en karanlık meseleleri aydınlatma sevincinin cazibesine tutulmuş bulunan Poincaré, Termodinamik prensiplerinin ve hususiyle Carnot prensipinin derin mânasına nüfuz etmeye matuf çalışmalara karşı alâkasızlık gösteremezdi.

Teorik fizik sahasındaki çalışmalarının daha ikinci yılında bu prensiplerle neticelerinin tetkikine bir sömestirlik bir zaman tahsis etti. Bu konudaki derslerinin toplandığı cilt için yazdığı önsözde eşdeğerlik prensipini tenkid etmektedir, fakat bu tenkidinde esastan ziyade şekle dokunmakta ve prensipin doğruluk ve mer'iliği üzerinde şüphe izhar etmeksizin mûtat ifadelerindeki presizyon noksanlığını meydana koymaktadır. Hususiyle **Jean Perrin**'in gösterdiği veçhile, bu prensip için, bu türlü itirazlara uğramıyacak umumi bir ifade bulmak da mümkündür.

Carnot prensipinin münakaşası daha büyük bir ehemmiyet arz eder. O tarihte tam mânasiyle enerjetik devre hâkim bulunuyordu, ve, bazı nadir istisnalar bir tarafa bırakılacak olursae, o zaman bu prensipin mutlak olarak mer'iliğinden şüphelenmeyi kimse düşünmüyordu. Bu prensipe tabiî bir temel kanun göziyle bakılıyor ve onu ilmin başka kollariyle — meselâ dinamikle ve molekül teorileriyle — uyuşturmaktan ziyade, — ondan hayli zengin olduğu anlaşılan — neticeler çıkarmaya çalışılıyordu.

Umumi efkâr bu son teorileri pek fantezist buluyor, doğrudan doğruya tecrübeden çıkarılmış olan ve onunla mükemmel ahenk halinde bulunan bir prensipin ispatı işini kendilerine istinat ettiremiyeceğimiz kadar onları hipotetik telâkki ediyordu. Bu yoldaki ispatın muvaffak olmasiyle, nihayet, yapılan hipotezler lehine bir delil getirildiği sanılabilir, ve — tecrübenin ulaşamıyacağı bir sahada bile olsa — bu hipotezlerle prensip arasındaki her tenakuz bu hipotezlerin mah-

kûmiyetine sebep olabilirdi. İşte bundan dolayıdır ki bu hipotezler itibar görmiyerek sağlam felsefî doktrinler namına afaroz edilmişlerdir. Biz bugün bu görüşten çok uzaktayız; çünkü tecrübenin kendisi de Carnot prensipinin mer'ilik sahasını sınırlamış ve aynı zamanda molekül hipotezlerini gerçek prensipler mertebesine çıkarmış bulunmaktadır.

Bununla beraber, bu devirde, Carnot prensipini doğrudan doğruya atomistik fikirlere değil — çünkü bunlar o zaman çok itibarsızdılar —, fakat dinamiğin umumi muhakemelerine dayanarak ispat etmek üzere **Helmholtz** tarafından dikkate değer bir teşebbüste bulunulmuştur. Ünlü fizikçi **monosiklik** adını verdiği birtakım sistemler tasarlıyor; bunların bazı kısımlarının — volanların dönmesi veya girdap tarzındaki akışkan cereyanları gibi — sistemin yapısını bozmadan yaptıkları hızlı hareketlerin yekdiğerini takibettiklerini farz ediyordu. Helmholtz, bu gibi sistemler için, **entropi**'nin aynı özeliklere sahip bir fonksiyon tarifinin mekanik bakımından mümkün olduğunu gösteriyordu; sıcaklığın oynadığı rolü burada bu hızlı hareketlerin zinde kuvveti (force vive) oynuyordu. Fakat mademki bütün hızların yön değiştirmeleri neticesinde aynı bir seri hallerden bir yönde veya aksi yönde sonsuz olarak geçebiliyor, o halde bu monosiklik sistem ancak kabili akis = **réversible** olan termodinamik değişmelerde — ve kapalı bir sistem göz önüne alındığına göre entropinin sabit kalacağı haller için — model hizmetini görebilirdi. Dış tesirler vasıtasiyle hızlarının yönü değiştirilemiyen gizli hareketler ithal etmek suretiyle, Hlemholtz, kabili akis değişmeler için mekanik modeller elde etmeye teşebbüs etmiş idiyse de, bu gibi sistemlerin halinin fonksiyonu olan ve entropi gibi kendiliğinden olma değişmeler boyunca artarak giden bir ifadeyi mekanik bakımdan tarife muvaffak olmuştur.

Kuadratik şekillerin özeliklerine dayanan Poincaré'de, bu yolda bir araştırmanın netice vermiyeceğini, hamiltonyen denklemlerin ahkâmına tâbi bulunan bir sisteme ait hiçbir

hal fonksiyonunun zamanla daimî surette artarak gidemiyeceğini ve entropi prensipi ile **minimum iş** (moindre action) prensipinin yekdiğeriyle telif edilemiyeceklerini ispat etti. Bu sonucun, **üç cisim problemi** üzerindeki büyük muhtırasında hemen hemen aynı zamanda ispat ettiği çok mühim teoremle benzerliği vardır; bu teoreme göre, kendi haline terk olunan bir dinamik sistem, daima, yeter derecede uzun bir zaman sonunda, daha önce geçtiği **durum**dan istenildiği kadar yakın olarak tekrar geçer. Şu halde, bu sistemin halinin hiçbir üniform ve sürekli fonksiyonu yoktur ki, zamanla, daha önce almış olduğu bir değeri, istenildiği kadar tam olarak, tekrar almasın. Neticesiyle, hiçbir fonksiyon daimî surette artarak gidemez.

Termodinamik dersleri'ndeki önsözünün sonunda vardığı netice, **enerjetistlere**, zaferlerini kesin olarak teyideden ve muarız doktrini ebedî olarak mahkûm eyliyen bir mahiyette görünmüş olmak icabeder. Burada Poincaré diyor ki: **Mekanizmin Clausius teoremiyle uzlaşmasına imkân yoktur.**

Bu ifade tamamiyle doğrudur; haksız olan **Clausius teoremi**dir. Bu teorem ancak statistik bir kanundur, etrafında sapmalar mümkün olan ortalama bir gerçek değerini hâizdir; ve sistem basit olduğu, yani az sayıda moleküler elemanlardan terekküp ettiği nispette bu sapmalar daha çok belirir. Carnot prensipini doğru çıkaran, mûtat olarak üzerlerinde tecrübe yapılan sistemlerin kompleksliğidir.

Ancak ihtimaller hasabının kullanılmasiyledir ki böyle bir kanunun doğruluğunu meydana çıkarmayı umabiliriz: salt dinamik bu kanunla tenakuz halindedir; o, statistik mekanikte, ihtimaller hesabiyle dinamiği birleştirerek ispat edilir. Her özel halde hatalı çıkan ve ancak ortalama olarak doğru olan bir kanunun arzettiği bu paradoksal olayın, tesadüf kanunlarının ekseriyetle gösterdikleri garip manzaralara alışık bulunan Poincaré gibi derin ve ince bir zekânın dikkatini çekmesi mukadderdi.

Gazların kinetik teorisi, ihtimaller hesabındaki muhakemelerin kompleks bir sisteme tatbikına ait ilk misalleri vermişti; böyle bir kompleks sistemde moleküller arasındaki çarpışmalar gibi elemanter tesirler dinamik kanunlarının hükümlerine tâbidirler. Bu uygulamayı az çok bir kesinlikle gerçeklemeye, biribirinden bu kadar esaslı farklarla ayrılan iki disiplini — rasyonel dinamiğin rijit kanunlariyle ihtimaller hesabının zâhirde daima biraz uçarı olan kavramlarını — biribirine mezcetmeğe ancak tedrici surette muvaffakiyet elverdi.

Bununla beraber dikkate değer sonuçlar elde edilmiş, viskosluk, kalorifik iletkenlik ve gazların difüzyonu olayları arasında başka bir yoldan varılmasına imkân olmıyan bağıntılar görülerek tecrübî bakımdan doğrulanmıştır. Maxwell, dâhice, fakat çetin bir analizle, **molekülleri birbirlerini, mesafenin beşinci kuvvetinin tersine göre ittikleri farz olunan,** bir gaza ait teoriyi çok ileri götürmeye muvaffak olmuştu. En küçük muhakeme hatalarını, bizim tabı' yanlışlarını düzeltmemizdeki süratle görebilen Poincaré, Maxwell'in muhtırasındaki şu iki hatayı meydana çıkarma fırsatını bulmuştu: biri adyabatik gevşeme münasebetiyle, diğeri gazın kalorifik iletkenliğinin hesabında.

Termik denge halinde bulunan bir gazın muhtelif moleküllerinin muhtelif hızlar arasında dağılışlarını ifade eden statistik kanunu tesis için, statistik mekaniğin temelini teşkil etmiş bir teoremi Maxwell ilk olarak ifade etmek ihtiyacını duymuştu: moleküler çalkalanmaya ait kinetik enerjinin sistemdeki muhtelif serbestlik dereceleri arasında, intikal hareketi, dönme hareketi, ve termik denge halinde bir gaz veya bir gaz karışımı bulunduğu zaman tabiatları ne olursa olsun moleküllerin titreşimi gibi mümkün muhtelif hareket tarzları arasında ortalama eşit dağılımı teyideden teorem. Bu, Carnot prensipinin de dahil olduğu, yeni bir aile teşkil eden — ekseriya paradoksal — statistik kanunların birincisi ve belki en önemli misalidir.

Kuvvetli ve muannit bir dinamikçi olan **Lord Kelvin** bu nevi bir uzlaşmayı daima reddetmiştir: Rasyonel mekaniğin sâf altınına ihtimaller hesabının kaba madenini karıştırmaktan nefret ediyordu. Maxwell'e karşı, eşit dağılış teoreminin hataya düşer gibi olduğu iyi seçilmiş özel hallerin tetkikine dayanarak itirazlarda bulunmuştur.

Henri Poincaré bu konuyu yeni baştan ele alarak incelemiş ve Lord Kelvin'in muhakemesindeki zayıf noktayı bulmuştur: Maxwell'in ifadesinde bir hata yoktur.

Aynı tarihte, gazların kinetik teorisinin inkişafı, **Boltzmann** ile **Gibbs**'i, bunun yeni muhakeme tarzlarını umumileştirmeye ve tasrihe sevk etmişti: onların gayreti bir statistik mekaniğin tesisine müncer olmuş, bu da Carnot prensipinin hakiki tefsirine yol açmıştır.

Temel kavram, herhangi sayıda serbestlik derecesine sahip bulunan bir dinamik sistemin belli bir konfigürasyonunun ihtimal kavramıdır. Bunun tarifi, **Liouville** tarafından daha önce bulunan bir neticeye, Poincaré'nin üç cisim problemi üzerindeki çalışmasında dikkate değer bir faydalanma ile kavramını umumileştirdiği diferensiyel denklem sistemine ait integral invariantlarından birincisinin keşfine sıkıca bağlıdır. Bu ihtimal kavramı bizzat kendisinin bu tetkikinde faydalandığı — mümkün bütün yörüngelerin özelliklerine nazaran özelikleri sıfır ihtimaline tekabül eden istisnaî yörüngeleri biribirinden ayırdederek faydalandığı — kavramdır.

Bir dinamik sistemin konfigürasyonunu temsil eden parametreleri ve mütekabil momentleri koordinat olarak almak suretiyle, **Gibbs**'in **fazca genişleme** dediği, umumileştirilmiş bir mekân elde edilir; bu mekânda sistemin her mümkün hali bir nokta ile ve her hareket bir çizgi veya yörünge ile temsil edilir. Louville teoremine göre, yani birinci integral invariantının varlığı sebebiyle, bu mekân dahilinde, âdi mekân gibi eşit extensionlu elemanlar, içlerinde sistemin halini temsil eden noktanın bulunması bakımından, biribirlerine muadil sayılırlar.

Her biri tek bir molekülden ibaret olabilen veya bizzat birçok eleman ihtiva eden, biribirinin aynı, çok sayıda sistemden müteşekkil bir heyet göz önüne alınırsa, bu heyetteki muhtelif sistemlerin aynı bir andaki halleri, bizim umumileştirilmiş mekânımızda dağılı aynı sayıdaki noktalarla temsil olunurlar. Bu söylediklerimize dayanarak, bu noktaların muayyen bir dağılışı hakkında Boltzmann'ın anladığı mânadaki ihtimal kolayca tarif ve tâyin olunabilir. Bu ihtimalin logaritmesi, noktaların işgal ettikleri alana şamil bir integralle temsil olunur: bu temsilî noktalar biribirlerinin yakınlarında fazla yığılı, bazı bölgelerde daha çok birikmiş oldukları ve sistemler arasındaki muhtelif hallerin tevezüünde daha iyi bir organizasyon bulunduğu nispette bu integral küçük olur. Sistemler homogen bir gazın muhtelif moleküllerini temsil ettikleri takdirde, bu integral, Maxwell hızlarının tevezüüne benzer özel bir dağılış için maksimumdur. Logaritmesinin entropi özeliklerine benzer özeliklere sahip bulunduğunu da az sonra göreceğiz.

Liouville teoreminden şu netice çıkar: eğer belli dış kuvvetlerin tesiri altında, her sistem, diğerlerinden müstakil olarak gelişiyorsa, temsilî noktalar, zamanla — daha evvel fazca imtidadının muayyen bir alanında dahil bulunan noktaların, daima, sabit genişlikte fakat değişik biçimde bir alan işgal etmeleri gibi — yer değiştirirler. Noktaların topu birden sıkıştırılamaz bir akışkan gibi yer değiştirirler. Her eleman, önce basit bir şekilde olduğu halde, umumiyetle gitgide karışık bir şekil alır, incelir, uzar, ve daimî surette çalkanan bir akışkanın hacim elemanlarında olduğu gibi, kendi üzerine kıvrılır. Eğer ölçme metotlarımız her sistemin hareketini bütün teferruatiyle takip ve son derece yakın detayları biribirinden tefrik edebilmemize imkân verecek kadar mükemmel olsalardı (tıpkı kuvvetli bir mikroskobun yekdiğerine karışmıyan ve farklı renklerde bulunan muhtelif akışkanları çalkayarak elde edilen mekanik karışımın incelenmesinde yapabildiği gibi), biz de kıvrımları umumiyetle gittikçe daha sıkı

bir surette nüfuz etmiş olmasına rağmen, primitif elemanları biribirlerinden ayırdetmeğe ve her zaman tanımaya muktedir olurduk. Şeklin bu gittikçe artan kompleksliği yanında her elemanın hacimce aynı değerde kalmasının neticesi şu olur ki, kabili akis bir değişmede termodinamik entropinin sabit kalması gibi, ihtimalin logaritmesi — yani Poincaré'nin ince entropisi — de zamanla değişmeyip sabit kalır. Bu ince entropinin tâyini de, faz imtidadının ayrışımını gittikçe daha küçük elemanlara kadar ilerletmemizi gerektirir.

Fakat ölçme vasıtalarımızın kabalığı, yekdiğerinden fizikçe ayırdedilebilecek elemanların küçüklük derecesini sınırlar; önce biribirinden ayrı olan elemanların kıvrımları yekdiğerine karışmış gibi görünür, muhtelif renkte sıvıların çalkanmasiyle üniform renkli bir karışım elde etmiş gibi oluruz. Fizikî olarak biribirinden ayırd edilebilir elemanlara ayırmak suretiyle hesaplıyabildiğimiz ihtimalin logaritmesi, yani Poincaré'nin **kaba** dediği — âdi — entropi, ince entropi gibi sabit kalacağına gittikçe artar. Bu, **Clausius**'un kendiliğinden olma entropi artması hakkındaki teoreminin bir benzeri ve akis kabiliyeti bulunmayışına dair bir örnektir. Böylece, entropinin bu artması, bir heyetin gittikçe daha muhtemel konfigürasyonlara doğru kendiliğinden gelişmesi gibi müşahhas bir mâna kazanır.

Başka ifade ile, eğer, gök mekaniğinde yıldızlar için yapıldığı gibi, maddeyi terkibeden atomların her birinin hareketini teker teker takibedebilse idik, bizim için akis kabiliyeti mevcut olmazdı. Meselâ basınç veya sıcaklık gibi yalnız ortalama kemiyetlere gücümüz yetmesinin neticesi olarak, moleküller dinamiğini ihtimal hesaplariyle tamamlamamız ve — şekillerinin gittikçe artan kompleksliği sebebiyle faz imtidadı elemanları biribirleriyle karıştıkları gibi — sistemlerin ferdî karakterlerini yekdiğerleriyle mezc etmemiz lâzım gelir. Biz yalnız âdi entropiyi ölçüp hesaplıyabiliriz, bu da, Termodinamiğin mutlak bir şekilde takdir ve ifade ettiği gibi, âdi ahvalde daima artarak gider.

Gazların kinetik teorisi üzerinde düşünceler'inde, Poincaré, dinamikteki yörüngelerin biçimi hakkında daha önce elde etmiş olduğu genel sonuçlara uygun olarak, yeter derecede beklenince bu neticenin yanlış olabileceğini göstermiştir: heyetin kompleksliği fazla olduğu veya inceleme vasıtalarımız kaba oldukları nispette uzun olacak bir dönüş süresi sonunda noktaların dağılışı homogenlikten uzaklaşabilir, renkli akışkanlar yeniden bir arada toplanabilirler ve Termodinamiğin neticeleri yanlış çıkabilir.

Böylece, termodinamik denge konfigürasyonuna ermiş, maksimum entropi veya maksimum ihtimalli dağılış haline varmış bir sistemde, temsilî noktalar heyetinin daha evvelki bir devrede minimum ihtimalli bir dağılış bulunmasından ileri gelen gizli bir organizasyon belirebilir.

Poincaré, daha önce **"İhtimaller hesabı"** dersinde açıklıyarak işlemiş olduğu bir misal olan **"küçük gezegenlerin gök küresi tul daireleri boyunca dağılışları"** gibi özel bir misal üzerinde, bu dönüş ve gizli organizasyon olaylarını açığa vurmuştur; bu olaylar akis kabiliyetsizliği kavramını derinden aydınlatarak bunun gerçek karakterini ve sınırlarını göstermekte ve Termodinamiğin keskin tahminlerine dayanarak arada mevcut — ancak ihtimaller hesabı teorisinin sezebileceği, tecrübenin bilhassa brown hareketleri olaylarında eriştiği — farklar hakkında mükemmel bir imaj vermektedir.

İhtimalî hesaba ait muhakemeler yalnız Termodinamiğin tahmil ettiği donmuş — keskin — konfigürasyonların etrafında vukua gelen bu umumi titreşimi önceden tahmin ve takdir etmekle kalmıyor, aynı zamanda bunun ehemmiyet derecesini hesaplamayı mümkün kılmak suretiyle — başka bir yoldan anlaşılması imkânsız olan — gök maviliği gibi ehemmiyetli olayları da izah ediyor.

"Bir buutlu gaz" adını verdiği heyet gibi, üzerinde hesapları sonuna kadar yürüttüğü basit özel bir hali tamamen işlemek suretiyle, Poincaré, Gibbs heyetlerindeki muha-

kemeleri kâmilen açıklamak hususunda büyük bir gayret göstermiştir.

Bahis konusu ettiğimiz müstakil sistemlerden biri olarak ele almak için sadece mücerret bir molekülü göz önünde bulundurmak pek mümkün değildir. En basit hal olan gazlarda muhtelif moleküller biribirlerinden müstakil olarak hareket etmezler, çünkü bunların karşılıklı olarak biribirleriyle çarpışmaları hareketin şartlarını mütemadiyen değiştirmektedir. Bu sebeple sistem diye, mûtat olarak, son derece büyük sayıdaki serbestlik derecesiyle birlikte, gazın bütün kütlesi alınır ve, termodinamik benzerliklerin kurulması için de, sonsuz sayıda buutlu umumileştirilmiş mekânın veya faz imtidatlarının özelliklerinden faydalanılır. Başka bakımlardan avantajlı olan bu metodun mahzuru, teferruatı özel bir misâl üzerinde takibetmek mümkün olmamakla beraber, yalnız pek umumi olan dinamik muhakemelerine müsait bulunmasıdır.

Poincaré, herhangi dış tesirler altında oldukları halde, ancak mahdut uzunlukta bir doğru üzerinde hareket edebilen ve bu doğrunun iki ucunda yansıyınca sadece hızlarının yönü değişen moleküllerden mürekkep bir gaz tasarlamaktadır. Doğru parçasının uçları, gazın işgal ettiği mekânı sınırlıyan çeperlerin yerini tutar. Doğru üzerinde hareket eden iki molekül karşılaştıkları vakit, çarpışma esnasında sadece biribirleriyle hız mübadelesinde bulunurlar ve böylece her biri diğerinin hareketini devam ettirir; sanki bu iki molekül biribirleri üzerinde müessir olmaksızın yekdiğerini delip geçmişler ve muhtelif moleküller, tek bir serbestlik dereceleri bulunan sistemler gibi hareket etmişlerdir. Bunların hareketlerini ve dış tesirlerin gerek sabit kalmaları gerek keyfî bir surette değişime tâbi tutulmaları takdirinde, hızların kendi aralarındaki dağılışlarının zamanla nasıl değişim gösterdiğini kolayca takibetmek mümkündür. Bütün heyete ait ortalamaların değerleri hesaplanabilir ve değişmeleri takibedilebilir: bu bir buutlu gazın sıcaklığına benzetilebilen ortalama zinde kuvveti veya — bir basınç benzerliği elde edil-

mek isteniyorsa — doğrunun uçlariyle olan ortalama miktarı hareket mübadelesi gibi.

Poincaré önce bu problemle küçük gezegenler meselesi arasındaki tam benzerliği gösteriyor. Ortalamalara ait ifadeler, istisnai konfigürasyonların — meselâ doğru üzerinde sınırlı bir bölgedeki molekül birikmesinin — aynı dönüş imkânlarından ileri gelen aynı tahditlere tâbidirler. Fakat molekül sayısı büyük olunca bu farklar pratikte duyulmaz olur ve mesele, dış tesire ait her özel halde, ilk denge halinden ayrılan heyetin, tekrar bu denge tevezzüüne — yani kendisine tahmil edilen şartlarla kabili telif en muhtemel tevezzüe — nasıl tedricen döndüğünü ve bu dönüş esnasında ortalama değerlerin nasıl geliştiklerini görüp incelemeye müncer olur.

Çarpışma sebebiyle moleküllerin hızlarında bir değişiklik hâsıl olmaması keyfiyeti bu bir buutlu gaza paradoksal özelikler kazandırmakta ve Poincaré'ye, âdi gazlarda Maxwell hızları tevezzüünün kendiliğinden teessüsüne yarıyan bu çarpışmaların ne gibi bir rol oynadıklarını göstermek imkânını vermektedir. Eğer önceden, bu bir buutlu gaza, kendiliğinden teessüs etmiyen bu özel tevezzüün temin edilmiş olduğu farz olunursa, paradoksal özellikler de ortadan kalkar.

Meselâ Gibbs istatistik muhakemelerle göstermiştir ki, dış tesirler, sonunda kendilerini yine ilk değerlerine irca eden bir seri âni değişikliğe mâruz bırakıldıklarında, âdi bir gaz, Termodinamiğin tahminlerine uygun olarak, ısınır. Bundan başka, G i b b s, her âni değişikliğin sonunda, başka bir değişiklik hâsıl etmeden önce, gazın yeni şartlarla kabili telif en muhtemel konfigürasyon olacak yeni denge haline varması için bir müddet beklediğini farz ediyordu. Ve dış tesirlerin her değişiminden sonra gazda husule gelen ve akis kabiliyetleri bulunmıyan olaylar sebebiyle entropinin mütemadiyen artması gerektiğini gösteriyordu.

Poincaré, hızların moleküller arasında uygun olarak seçilen dağılışları için, bir buutlu gazların zıt netice verebileceklerini gösteriyor: değişiklik devresi resmolunduktan sonra

toplam zinde kuvveti azalmış olabilir, fakat bütün hallerde âdi entropi artar. Bununla beraber, daimî rejimin teessüsü esnasında tedricen husule gelen zinde kuvveti azalmasını müteakip, dış şartların her âni değişiminden sonra, başlangıçta bir artma olur. Eğer başta hızların dağılışı Maxwell'inkinin aynı ise, bir kere devre sona erince, âdi gazlarda olduğu gibi zinde kuvveti artış gösterir.

Birleşmiş olan elemanları biribirlerinden çözüp ayırmak mümkün olduğu takdirde, bu neticenin mânası ve şümul derecesi daha iyi anlaşılır. Molekülleri arasında karşılıklı çarpışmalar işe karışmadığı, Maxwell'in hız tevezzüü kendiliğinden teessüs etmediği vakit, bir gazın özeliklerini tahlil etmek suretiyle Poincaré'de böyle yapmıştır.

*
* *

IX. — KİNETİK TEORİ VE KOSMOGONİ

Fizik sahasından çıkmaksızın ve kendisini Astronomi sahasındaki muazzam eseri üzerinde takip etmeksizin, **Poincaré**'nin, şimdiye kadar bahis konusu ettiğimiz meselelerle ilgili olarak, kinetik teorinin metotlarını kâinat teorisinin en ehemmiyetli ve en aktuel bazı meselelerine nasıl tatbik ettiğini hatırlatmalıyım. Doğrusu, Kozmogoni hipotezlerine dair olarak hayatının son senesinde yaptığı tedrisat arasında kendi şahsiyet ve hüviyetini belirten ne varsa hepsini tahlil etmeli idim. Ben bunlardan yalnız iki noktayı hatırda tutmak istiyorum: **Lord Kelvin**'in, Saman yolunu bir gaza temsil etme keyfiyeti üzerindeki bir düşüncesinin izahı ve **Lesage**'ın dünya dışı korpusküller hipotezinin münakaşası.

Bizim Güneş sistemimizdeki yıldızların sayısı, dinamik metotlarını tatbik ederek hareketlerini teferruatiyle tahmin

etmeyi ummamıza müsait olacak kadar az olduğu halde, içinde bulunduğumuz nebülozu terkibeden ve yekdiğerleri üzerine bir gazın molekülleri gibi fakat karşılaşıp çarpışıncıya kadar gravitasyon kanunu uyarınca tesir edebilen yıldızların sayısı o kadar çoktur ki, bunlar hakkında ancak istatistik muhakemeleri tatbik ederek belli kanunlara varılabilir: bu kanunlar müşahede edilen ferdî hareketlere ait ortalama kanunlar olmalıdır. Eğer saman yolu yıldızlardan mürekkep bir gaza temsil edilebilirse ve — karşılıklı tesirler sayesinde — burada en muhtemel dağılış tahakkuk etmek için yeter vakit bulmuşsa, yıldızların hızları, her bölgede, Maxwell kanununa göre, bir sıcaklık rolünü oynıyan ve adyabatik gevşeme kanunu gibi bir kanuna uyarak merkezden çevreye doğru azalan bir ortalama kinetik enerji ile dağılmış olmalıdırlar.

Güneşimizin bulunduğu bölgede, merkezî sıcaklık, — hiç olmazsa primitif nebülozun hissolunur bir hareketi bulunmadığı farzına göre — bu nebülozun toplam kütlesine, hepsi aynı büyüklük mertebesinde olan yıldızların toplam sayısına basit bir münasebetle bağlıdır. Böylece, Poincaré, Kelvin'in takibetmiş olduğu yoldan farklı bir yol tutarak, yakınımızdaki yıldızlar için gözlenen ortalama hızlardan itibaren, milyar mertebesinde bir toplam sayı bulmuştur ki, bu da tamamiyle gözle görülen yıldızlar sayısının mertebesinde bir sayıdır.

Bnunla beraber iş bu kadar basit değildir. Nebülöz kürevî değildir: ihtimal ilk bir toptan dönme hareketi sebebiyle, yassı biçimdedir ve yıldızlarda gözlenen hızlar, açıkça, bir organizasyonun varlığını, ve karşılıklı tesirlerin — Maxwell dağılımını gerçekleştirmek üzere — yok etmeğe henüz vakit bulamadığı umumi cereyanların varlığını göstermektedir; bu suretle belki daha tam bir organizasyonun bulunduğu bir devre kadar çıkmak imkânı bulunacaktır. Nihayet, yıldızların biribirlerinden olan müthiş uzaklıkları sebebiyle, karşılıklı tesirler pek nadir olarak kendilerini hissettirirler ve nebülöz, âdi bir gazdan ziyade, molekülleri arasındaki serbest yol bü-

tün heyetin buutlarına nazaran çok büyük olan ültra seyrek gazlarla[1] mukayese edilebilir.

Gravitasyon muamması da birçok yüksek zekâları hayli meşgul etmiştir; bunu aydınlatmak üzere ortaya atılan hipotezler arasında en dikkate şayan olanı da **Lesage**'ınkidir. Lesage uzayı (fezayı) müthiş hızlarla her yönde hareket eden parçacıklarla dolu tasavvur etmektedir. Bunların tecrit edilmiş bir cisimle çarpışmaları simetri sebebiyle birbirlerini tadil eder; fakat iki cisim biribirlerine yakın bulunuyorlarsa, her biri diğerini kendisinin bulunduğu yönden gelen çarpmalara karşı himaye eder, bu takdirde diğer taraftan gelen çarpmalar artık tadil edilmiş olmıyacakları için, bu iki cisim aralarındaki mesafenin karesiyle orantılı olarak biribirlerini çekiyor gibi olurlar. Fakat bu tesirin maddi cisimler üzerinde yansımalarla tadil edilmemesi için, çarpmaların korpüsküllerde bir enerji kaybı ile müterafik olarak husule gelmeleri lâzımdır. Diğer taraftan, maddenin bu çeşit korpüsküllerle dolu bir orta içindeki hareketinde karşılaşacağı direnci ve Astronominin bu direnç için koyduğu üst limiti hesaba katan Poincaré, newtonyen çekimin husule gelebilmesi için, çarpışmalar esnasında korpüsküller tarafından kaybedilen kinetik enerjinin madde içinde son derece çabuk — saniyede 10^{26} derece mertebesinde — bir ısınma hâsıl etmeleri gerektiğini göstermiştir. Şu halde son derece cazip olan görünüşüne rağmen Lesage teorisinin reddedilmesi icabeder.

*
*

X. — IŞIMA TEORİSİ VE KUANTUMLAR

Henri Poincaré'nin teorik fizikteki son eserinin, her biri kendi sahasında o kadar verimli olan elektromağnetik ve sta-

1 Bu gazların tetkiki son zamanlarda hayli ilerlemiş bulunmaktadır.

tistik disiplinlerinin ışıma teorisine aynı zamanda tatbikiyle ortaya çıkan esaslı zorluklarla ilgili bulunduğunu söylemiştim.

Termik denge halinde bulunan boş bir mekân içinde, daimî bir ışıma dağılımının teessüs ettiği bilinmektedir; tecrübe bu ışımanın, **Kirchhoff**'un tahminlerine uygun olarak, spektral terkip ve şiddet bakımından mekânın çeperlerine tâbi bulunmadığını göstermektedir. Bu ışıma yalnız sıcaklıkla muayyendir ve tayf içinde — sıcaklık yükseldikçe daha kısa dalga boylarına tekabül etmek üzere — bir maksimum enerji arzeder.

Mekân içindeki maddede ve "**esir**" de mevcut elektronlar sistemi **Lorentz** teorisine ait genel denklemlerin ve elektromağnetik dinamiğinin idare ettiği elektromağnetik bir sistem teşkil eder. Lorentz bu denklemlerin, statistik mekaniğin genel muhakemeleri kendilerine kabili tatbik olacak ve neticesiyle bu sistem için — bir gaz hakkında Maxwell hızlarına ait dağılım kanununun oynadığı rolü oynıyan — en muhtemel konfigürasyonu tahmin ve takdire müsait bulunacak bir şekle sokulabileceğini göstermiştir. Bu suretle denge ışıması için elektromağnetizma ile statistiğin tahmin ettikleri spektral terkip tecrübenin gösterdiğinin açıkça zıddıdır; tayf içinde hiçbir enerji maksimumu arz etmez ve her sıcaklıkta sonsuz bir ışıma enerjisine tekabül eder gibidir.

Planck zâhirde garip görünen, fakat son derece verimli olacağa benziyen bir hipotezle — kuantumlar hipotezi — tecrübeye uygun bir kanun bulabilmiştir. **Planck**, elektromağnetizmada ve mekanikte temel sürekliliği reddediyor; bir denge durumu etrafında titreşen bir elektronun enerjisinin ancak süreksiz derecelerle — yani biribirine eşit ve elektronun teşkil ettiği rezonatörün frekansiyle orantılı bulunan sınırlı büyüklükte kuantumlarla — değişim gösterebildiğini kabul ediyor. Işıma, elektron tarafından tedrici bir surette yayımlanacağına kesik kesik neşrolunacak demektir. Devamlı ihtimallerin — dinamik veya elektromağnetizma diferensiyel

denklemlerinin şekline uygun — tarifi artık muhafaza edilemez; yalnız, faz imtidadı içinde sınırlı aralıklarla ayrılmış mücerret bazı konfigürasyonlar mümkündür.

Henri Poincaré bu neticenin kaçınılmaz olup olmadığını ve Planck'ınkinden başka herhangi bir hipotezin bu müşküle bir hal çaresi bulmaya ve tecrübî vakıâları temsile müsait bulunup bulunmadığını araştırmış; Planck'ın takibetmiş olduğu yolun aksi bir yol tutarak termik denge ışımasına ait tecrübî kanundan hareketle mütekabil ihtimallerin tarifine nasıl çıkılabileceğini göstermiştir. Bu suretle her ışıma kanununa mümkün tek bir tarifin tekabül ettiği ve süreksizliklerin kaçınılmaz olduğu neticesine varmıştır.

Bundan da, ışık dalgalarının çıktığı atom içi elektronların hareketlerini diferensiyel denklemlerin idare ve ifade edemiyeceği sonucuna varılır; filvaki bu denklemler — şekilleri itibariyle — ihtimallerin dağılışında sürekliliği tazammun ederler. Atom içi olaylarını idare eden kanunları ifade için bu analiz metodundan vazgeçmemiz lâzımdır. Ancak olaya karışan unsurların büyük sayısının ferdî ve derin süreksizliklere ait her türlü tesiri silmeğe kâfi geldiği bazı hallerde bu faydalı olabilir. Termik ışıma gibi başka hallerde ise, bu süreksizlikler, aksine, ölçmelerimize müsait olan ortalama büyüklüklere kadar, hâkim bir tesir muhafaza ederler. İşte bundan dolayı bu yeni sonuçlar âdi kinetik teorinin aydınlatmadığı bir hayli zorlukları çözmeğe müsait bulunacak; hususiyle Maxwell'in eşit dağılım kanununun — spektral çizgiler emisyonuna tekabül eden — atom içi serbestlik derecelerine neden tatbik olunamadığını izah edeceklerdir.

* * *

XI. — FİZİK TEORİLERİ VE FELSEFE

Poincaré'yi fiziğin en güç ve en çeşitli meseleleriyle ilgilenmeye sevk eden, devamlı ve verimli çalışmalariyle fiziğin

gelişmesinde birinci derecede müessir kılan olağanüstü zihin faaliyetini, şaşılacak derecedeki çabuk anlama ve kavrama kabiliyetini açıklamak üzere giriştiğim bu uzun izahlardan sonra, şimdi de, eserindeki felsefî kısım hakkında — yani müşterek gayretlerimizin değerine, kâinatın bir temsilini yapmayı denemek üzere fiziğin kullandığı prensip ve teorilerin tenkidine hasrettiği düşünceler hakkında — birkaç söz söylemeliyim.

Yukarıda, elektrik teknisyenlerinin vakıâları âdi ihtiyaçlar için yeter derecede umumi olan kısa bir şekilde ifade maksadiyle kullandıkları teknik dilden bahsettim.

Henri Poincaré, ilmin gayesinin, bütün bu sahalarda, tecrübenin meydana koyduğu gittikçe daha kompleks münasebetleri sıhhatle ve umumiyetle ifadeye müsait böyle bir dil teşkil etmek olduğunu göstermektedir. Biz hipotez ve prensiplerimizi, bir dilin kelime ve kaidelerini intihap eder gibi kuruyoruz; bunları tedricî bir surette kabul ediyor, veya — ifadeye daha da kısalık ve aynı zamanda sıhhat kazandırmak, yeni fikirleri ve realitenin yeni taraflarını belirtmeyi temin etmek için zaruret görülüyorsa — tadil ediyoruz.

Aynı bir fikrin az veya çok vazıh olarak muhtelif dillerde ifadesi mümkün olduğu gibi, biribirinden farklı gibi görünen teoriler de aynı vakıâları — belki eşit derecelerde olmıyarak, yani yeni gerçekleri sindirmek bakımından eşit olmıyan kabiliyetlerle — temsil edebilirler: yalnız kullanış kolaylığı ve adaptasyon kudreti belki bunlar arasında bir tercih yapmaya sebebolabilir.

Fakat dilin kalıbı belli bir nispet dahilinde keyfî ise de, Poincaré'nin düşüncesini iyi anlamıyanların yaptıkları gibi, değişik senboller arasında bu senbollerin ifade ettikleri derin realiteyi — yani tecrübenin meydana çıkardığı, ilmin mefhumlar ve bu mefhumlar arasında kurulan irtibatlarla senbolleştirmek gayesini güttüğü münasebetleri — görmekten vazgeçmemek lâzımdır. Bir vakıâyı bir dilden başka bir dile aktararak tercüme ve ifade etmek imkânı, asıl mühim olan

vakıânın varlığı keyfiyetini unutturmamalıdır. Vakıâlar, tecrübenin eşya arasında keşfederek meydana çıkardığı ve bütün insanlar için aynı olmak bakımından bir değer taşıyan münasebetlerden ibarettir; işte insanların gittikçe artan müşterek servetini bunlar teşkil eder. Teori ise, bunları ifade etmek, hem anlaşılır hem de faydalanılabilir hale getirmek üzere bizim yarattığımız şekildir.

Üstadım! Sen bize yalnız velût bir zihin faaliyetinin en büyük örneğini vermekle kalmadın; bize gayret ve vazifelerimizin hedefini iyice kavratarak, onları en iyi bir şekilde yerine getirmeyi ve daha çok sevmeyi de öğrettin.

Paul LANGEVIN

HENRI POINCARÉ'NİN FELSEFİ ESERİ

Henri Poincaré'nin felsefî düşüncelerini sınıflamaya ve eserine çağdaş doktrinler arasında[1] tam yerini vermeye teşebbüs edildiği vakit, yolu şaşırmamak için çok ihtiyatlı hareket etmek lâzımdır. Henri Poincaré felsefede kendi kendisini yetiştirmişti; felsefî sistemlere karşı hususi bir güvensizlik duyuyordu. Nominalist olmadığını söylerdi, fakat doktrinine başka bir vasıf verilmesi de onu aynı derecede endişelendirirdi. Gerçekten felsefî zümreleri biribirinden ayıran birçok meselelerde, bir karar vermeye muktedir olmadığını, çünkü bir âlim için böyle bir meselenin varit bile olmadığını söylüyordu. Henri Poincaré'yi iyi anlamak için, vakıâları gözden uzak tutmadığını ve en cesur, görünüşte en paradoksal spekülâsyonlarında bile bu vakıâlara sıkıca bağlı kaldığını hatırlamak icabeder. Bu yolda nereye varacağı ve neticelerinin gelenek olan fikirlerle bağdaşıp bağdaşmadığı keyfiyeti onu hiç ilgilendirmez. O, ne okumuş veya duymuşsa hepsini bir tarafa bırakarak, hattâ kesin şekillerini almadan düşüncelerini başkalarına açmaktan sakınarak, önceden edinilmiş fikirlere saplanmaksızın, hakikatı aramaktadır. Kendi içinde ve sanki kendinden de müstakil olarak olup biten tahlil çalışmalarına karşı konacağından ve tesir altında bırakılacağından korkuyormuş gibi, Poincaré tek başına ve âdeta gizli olarak düşünmektedir. Sonra matematik icadda olduğu gibi kısa süreli olma ve mukavemet edilemezlik vasfiyle, âni olarak fikir fışkırıyor; artık buna uymak zaruridir. Bu suretle keş-

[1] Poincaré'nin felsefî eserinin esaslı kısımları, *Bibliothèque de Philosophie Scientifique* kolleksiyonunda, F. Alcan kitabevi tarafından yayımlanmıştır: *Science et hypothèse* (1902), *La valeur de la science* (1905), *Science et méthode* (1908), *Dernières Pensées* (1913).

folunan hakikatten bahsedecek teorileri bulmak da filozofların işidir; ilmi nasıl inkâr edemiyorlarsa, onların bu hakikate itiraz etmeğe de hakları yoktur. Çünkü Poincaré'nin anladığı mânada hakikat, nihayet, müsbet ilimlerin fiilî mevcudiyetlerinin tazammun ettiği şartlara verilen felsefî ifadeden başka bir şey değildir.

Her bilgi teorisinin riayet etmesi gerekli ilk adımları teşkil eden bu objektif vakıalara, Henri Poincaré, matematik alanındaki incelemeleriyle pek tabiî olarak varmış ve bunun farkına vardığı zaman kesin ve tam bir anlayış göstermiştir. Henri Poincaré'nin ilim ve ilmî araştırma hakkındaki düşüncelerinin esası hiçbir zaman değişmedi. Bu fikirler sadece şekil bakımından değişerek tatbikat sahaları genişledikçe daha az teknik ve daha az hususi bir görünüş aldılar; diğer taraftan, muhtelif yüksek düşünürlerin son yirmi yıl boyunca ortaya attıkları yakın veya zıt fikirlerle temas neticesinde tebellür edip daha berraklaştılar.

Felsefî mübahese ve münazaralara karşı Henri Poincaré pek erkenden, şiddetli bir ilgi duymuş, bundan zevk almıştı. 1893 te **Revue de Métaphysique et de Morale**'ı kuran **M. Xavier** yardımını talebettiği zaman, bunu memnuniyetle karşıladı ve o zamandan beri bu mecmuanın devamlı bir yazarı oldu. Aynı zamanda **Fransız** Felsefe Cemiyetinin de ilk üyelerinden biri olmuştur. İşte bu suretle felsefe müntesiplerine hitabetmek itiyadını alarak, **Couturat, Russel, Leroy, Lalande** gibi mantık ve metafizik üstadlariyle münakaşalara girişti. Bu fikir mübadeleleri sırasında Henri Poincaré, daha önce hiç ele almamış olduğu yeni meseleleri bahis konusu etmek fırsatını buldu. Bununla beraber, münazaranın kendisini en çok ilgilendirip sürüklediği anda bile, yine, az önce dediğimiz gibi, asıl gürültülü felsefe mücadelelerine girişmekten çekinmiştir. Sadece, müelliflerinin verdiği sarih şekil altında kendisine teklif olunan teorilerin bazı muayyen vakıalara mutabık olup olmadıkları noktasını kendi kendine sormakla yetinmiştir. Sonra, tekrar kendi ka-

buğuna çekilmiş ve önüne çıkan zorlukların tenbihiyle, müfekkiresi, kendisine sunulan yeni gıdayı alarak, iç âlemindeki çalışmalarına matodla devam etmiştir.

İşte, eğer Henri Poincaré'nin felsefî eserine iyice nüfuz etmek istenirse, tetkiki ve merhale merhale takibedilmesi gerekecek olan şey bu harekettir, tefekkür âlemindeki bu sürekli ilerlemedir. Şüphesiz, bu birkaç sahife içinde, böyle bir işi başaracağımızı iddia edemeyiz. Biz sadece, bu filozof matematikçinin birçok okuyucularını belki yöneltmeye yardım eder ümidiyle, bazı dayanak noktalarını işaretle yetineceğiz.

I

Henri Poincaré'yi ilk felsefi düşüncelerine sevk eden şey Öklidî olmıyan geometridir. Matematik analiz üzerindeki çalışmalariyle, bugün de her zamandan çok günün konusu halinde bulunan kadîm Eucliedes postulası meselesini yeni bir ışıkla aydınlatabileceğinin farkına varmıştı.

Eucliedes'in — **bir doğrunun dışındaki bir noktadan bu doğruya ancak bir paralel resmolunabilir** ifadesini taşıyan — beşinci postulasını ispata teşebbüs eden matematikçilerin vardıkları acayip netice malûmdur. Bu postulanın ifade ettiği hipoteze zıt bir hipotezden hareket etmek suretiyle hiçbir zaman herhangi bir tenakuza düşmeden sonsuz olarak yürüyebilen mantıkî bir sistemin kurulabileceği anlaşılmıştı. Mantık bakımından, böyle bir sistem de, öklid geometrisi kadar muteber sayılabilecek bir geometri'dir. Böylece, her ikisi de meşru ve muteber iki yeni geometri tesis olunabilir: bir doğru dışından bu doğruya birçok paralel resmolunabileceğini ifade eden **Lobatchewsky** geometrisi, bir de, bir doğruya hiçbir paralel resmolunamıyacağını ifade eden ve **doğru çizgi** hakkındaki ananavî görüşü derinden değiştiren **Riemann** geometrisi; çünkü bu Riemann geometrisi, Euclides'in beşinci postulası ile birlikte, "**İki noktadan yalnız bir tek doğru geçe-**

bileceğini" ifade eden diğer bir klâsik aksiyomu da reddetmektedir.

Fakat, teorik imkânını kabul etmekle beraber, Öklidî olmıyan geometrilerin gerçek geometri ile bir ilgisi bulunmıyan tamamiyle suni yapılardan ibaret olduğu düşünülebilirdi; ayrıca bunlara şu itiraz da yapılabilirdi: ne kadar uzağa götürülürse götürülsün teorem zincirlerinizin her türlü tenakuzdan arî olacağını söylüyorsunuz; fakat, bu zincir sonsuz olduğundan, hiçbir zaman sona eremiyecek ve bu zinciri çözmekle bitiremiyeceksiniz; o halde, buraya kadar karşılaşılmıyan tenakuzun bir an gelip başgöstermiyeceğini kim temin edebilir? Bu tenkid ve itiraza karşı, Riemann ve **Beltrani**, öklidî olmıyan geometri teorilerinin, isteninrse, daima öklidî geometrinin teorileri gibi kabul edilebileceklerini göstererek cevap verdiler. Öklidî olmıyan doğrulara ait özeliklerin, muayyen bir tip yüzey üzerine resmolunmuş muayyen tipte eğrilere ait özelikler olması için, sadece birkaç ad değişikliği yapmak kâfidir ve bu, teoremlerin teselsülünü de katiyen bozamaz. Şu halde Öklidî olmıyan teoremler de — hakikatte bozulmuş bir dille — gerçek vakıaları ifade etmektedirler, ama bu yüzden bunların meşruiyetleri de, âdi geometrininkinden daha çok veya daha az muallel değildir.

İşte, Henri Poincaré'nin "fuks fonksiyonları" üzerindeki araştırmaları, kendisini, hiç beklenmedik bir tarzda, Öklidî olmıyan teoremleri **Öklidî** şekillere ait özellikler suretinde tefsir etmeye sevk ettikleri zaman mesele bu halde idi. Bu keşif, Riemann ile Beltrami'nin çalışmalarına değerli bir tamamlayıcı unsur getirmiş ve bu zamana kadar bu iki geometrinin — Öklidî geometri ile Öklidî olmıyan geometrinin — oynadıkları rolleri değiştirmek suretiyle o nispette ilhamkâr olmuştur. Birinciden faydalanarak ikinciye bir mâna verecek yerde, Poincaré, aksine olarak, gerçek geometriye ait bir problemde rasladığı zorlukları yenmek için öklidî olmıyan önermelerden faydalanmıştır. Verilen bir temel daireyi ortogonal olarak kesen daire yaylarından müteşekkil bir eğri üç-

genler şebekesi üzerinde düşünmekte idi. Halbuki, bu suretle tarif ve tâyin olunan daire yaylarının özellikleri, Lobatschewski geometrisinin doğru çizgilere atfettiği özelliklerden başka bir şey değildi. Bu da gösteriyor ki, bu mantıkî geometri sadece bir zekâ oyunundan ibaret değildir. Henri Poincaré diyor ki:[1] "L o b a t s c h e w s k i geometrisinin teoremleri de — gereği gibi tefsir edilmeleri şartiyle — Eucliedes geometrisindeki teoremler kadar doğrudurlar. Böylece, bu teoremler, meselâ bizim anladığımız mânadaki **doğru çizgiler** hakkında doğru olmadıkları halde, L o b a t s c h e w s k i'nin "**bir doğru çizgi**" dediği yerlerde "temel daireyi ortogonal olarak kesen daire" tâbirini kullanınca sahih olmaktadır. Buna göre tam bir teori karşısında bulunuyordum; ve, metafizik bir gaye ile tasarlanmış olduğu halde, bunun her önermesi, münasip şekilde tefsir olununca bana âdi geometriye tatbik olunabilir bir teorem temin ediyordu".

Bu noktalar iyice anlaşılırsa, Euclides postulasının sedes'in beşinci postulas'ı bir dil itibarına müncer olmaktadır. Muayyen bazı özelliklere sahip olan bir şekle biz "doğru çizgi" demeği kararlaştırıyoruz; fakat, açıktır ki, bu şekle başka bir ad da verilebilir ve **doğru çizgi** tâbirini başka bir şekle tatbik edebilirdik: bu takdirde Euclides postulasına zıt bir geometri elde etmiş olurduk.

Bu noktalar iyice anlaşılırsa, Eucleides postulasının sebebolduğu felsefî münakaşa kendiliğinden kapanmış olur. Bu postula hiç de **a priori** bir hüküm değildir; çünkü eğer **a p r i o r i** bir hüküm olsa idi, onda bir zarurilik vasfı bulunurdu; halbuki bu postulanın itibarî olduğunu az önce gördük, **itibar** (convention) denilince de zihnin serbest kararı kastedilmiş olacaktır. Fakat postula ampirik bir hüküm de değildir; çünkü Euclides geometrisi fizikçi için doğru ise, öklidî olmıyan geometri daha az doğru olmıyacaktır.

---

[1] H. Poincaré'nin Lobatschewski hakkındaki "Notice sur ses travaux scientifiques" 'inden (1902 de tadil edilmiş şekil: Acta Mathematica).

Bununla beraber, bu ikinci ifadenin tamamiyle ikna edici olması için tasrih edilmesi lâzım geliyordu. Poincaré bunu da yeni ve ihtimal en keskin bir şekil altında geliştirmiş bulunmaktadır.

Biliyoruz ki, Euclides geometrisinde bir üçgenin açılarının toplamı doksan dereceye eşittir, halbuki bu toplam Lobatschewski geometrisinde doksan dereceden küçüktür.

Acaba bu ifadede bu iki teoremden hangisinin tabiatta tahakkuk ettiğini göstermeğe yarıyacak bir emare yok mu? Tepeleri yıldızlar olan pek büyük bir üçgenin açıları ölçülerek bu açıların toplamı doğrudan doğruya hesaplanamaz mı? Fikir pek çekici idi, fakat ampirismin muarızları bunun kesin bir tecrübeye mahal bırakmıyacağını ispatta güçlük çekmediler. Dediler ki, insanların gözlemleri hiçbir zaman tam doğru değildir; şu halde teklif olunan ölçme ancak üçgen açılarının toplamının doksan dereceye son derece yakın olduğunu (bu toplamla doksan derece arasındaki farkın ölçü aletlerimizle takdirine imkân bulunmadığını) ve neticesiyle tabiattaki geometrinin Euclides geometrisi'ne son derece yakın olduğunu ispat edebilir; fakat bu iki geometrinin birbirine tam uygun olduklarını ispat etmek mümkün değildir.

Delil iyi, fakat dâvayı kâfi derecede ispat etmemektedir, onu tamamlamak lâzımdır. Gerçekten, şuna dikkat etmeli ki bahis konusu ettiğimiz tecrübe doğru çizginin fizikî bir tarifini tazammun etmektedir: doğru çizgi, bir ışık ışınının aldığı yoldur. Halbuki, böyle bir tarifi tecrübî olarak doğrulamak imkânsızdır. Tabiatta her şey birbirine bağlıdır; şu halde, eğer, az önce tasarladığımız gibi, "doğru" kelimesinin doğru bir çizgiyi ifade etmesinden vazgeçecek şekilde sözlüğümüzde değişiklik yaparsak, bu kelime belki bir ışık ışınının yolunu da artık ifade etmez olacaktır. Her türlü anlaşmazlığına son vermek için, Henri Poincaré bir mevhum dünya tasarlıyor ve bu mevhum dünyada, Lobatchewski geometrisinin bu dünya sakinleri tarafından, Euclides geometrisinin yerküresi sakinlerince kabul edildiği kuvvetle benimsenmesini te-

min edici fizikî şartların varlığını kabul ediyor. Poincaré'nin bu hünerli tasarısı pek çabuk rağbet gördü ve o kadar çok üzerinde duruldu ki, burada tekrar hatırlatılması şüphesiz hiç faydalı olmıyacaktır.

Böylece Euclides postulasının itibarî mahiyeti belli olduktan sonra, bunun kaynağı meselesi tamamiyle açıklanmış demektir. Bu da tabiatiyle, bu postulanın dayandığı itibarın artık ispata muhtaç olmadığını ifade etmez. Poincaré, daima, âlimlerin kabul ettikleri itibarların kendilerine dış âlem tarafından ilham edildiği tezini müdafaa etmiş, fakat bu noktadaki düşüncesini hemen açığa vurup geliştirmemiştir. Euclides geometrisinin Poincaré tarafından tasarlanan dünyada değil, yerküresinde yaşıyan bizlere kendisini zarurî olarak kabul ettirmekte olduğunu az önce söylemedik mi? Bu geometriyi bir pratik bakımdan benimsemekteyiz, çünkü küremizin bilinen şartlarına göre, bunun, olayları en az bir gayretle izah ve tahmin etmemize müsait geometri olduğuna şüphe yoktur. Bu vakıayı bildiğimiz içindir ki, Euclides aksiyomunu zıddı olan aksiyoma tercih ediyoruz. İlmimizi biz mümkün birçok ilimler arasından seçiyoruz, fakat seçmemize tecrübemiz kılavuzluk etmektedir.

Beşinci postulanın analiziyle vardığı neticeleri, Henri Poincaré, pek tabiî olarak, geometrinin diğer aksiyomlarına da teşmil etmeye çalışacaktı. Matematikçilerin dikkatini de, 1880 sıralarında, muhtelif tip geometrilerin mümkün ve muteber olduğu neticesine götüren Sophus Lie'nin teorileri çekmekte idi. Sophus Lie'nin faydalandığı grup kavramının başlıca taraftarlarından biri olmuş bulunan Poincaré, bu geometrileri sınıflamaya çalıştı ve bu suretle, 1887 de Bulletin de la Société mathématique de France'da, "Sur les hypothèses fondamentales de la géometrie" başlığı altında yayımladığı bazı sarih neticelere vardı.

Mantık bakımından sonsuz sayıda geometri mümkün olabilir; bununla beraber, ilmimizin esas temelini teşkil eder gibi görünen bazı hususi hipotezler tedrici surette ithal edilince bu geometrilerin sayısı pek çabuk azalacaktır. Bunlar, **katı cisim** adını verdiğimiz bazı cisimleri, bir şekil değişikliğine uğratmıyacak surette mekân[1] içinde hareket ettirmek imkânını sağlıyan hipotezlerdir (hareketlerin incelenmesini şekil değişikliklerinin tetkikinden ayırmak kabil olmasa idi bir geometri mevcut olamazdı[2].)

Kendimizi daha açık bir şekilde izah edebilmek için, şimdiden bir **nokta**'nın ne demek olduğunu bildiğimizi farz edelim (eksiksiz olmasını istersek, noktayı da, az sonra doğru çizgiyi tarife yarıyacak olanlara benzer mülâhazalara göre tarif etmekliğimiz icabeder). Sonra da, kelimenin matematik anlamiyle bir **transformasyon grupu** teşkil eden, belli bir kategori nokta hareketlerini **a priori** göz önüne alalım[3]. Bu hareketler (noktalardan müteşekkil) şekilleri başka şekillere kalbederler; fakat bunlarda bir deformasyon husule getirip getirmediklerini bilmiyorum; hattâ bir şeklin **biçim**inden (forme) ne kastedildiğini de henüz bilmiyoruz. Bununla beraber, **a priori** muhakeme yürüterek, Poincaré'nin zikrettiği bazı şartları tatmin eden hareket gruplarını tarif ve tanzim edebiliriz. İmdi, biz, tabiatte, hareketleri pek az farkla bu şartları tatmin eden ve hususiyle bizim tarif edebildiğimiz guruplardan birine ait hareketlere yaklaşan cisimler bulunmakta olduğunu tecrübe ile anlıyoruz. Bu keyfiyet dikkatimizi bahis konusu olan grup üzerine çekmektedir. Bu grup-

1 Biz burada sanki mekân mutlak imiş gibi muhakeme yürütüyoruz. Fakat bu, ilerde göreceğiz ki, bir dil itibarı, elverişli bir ifade tarzından başka bir şey değildir.

2 Helmholtz'un da buna benzer bir tez müdafaa ettiği malûmdur.

3 Eğer belli bir hareket heyetinde, iki hareketten müteşekkil olmak üzere kurulacak her kombinezon ve bunlardan herhangi birisinin makûsu olan hareket yine bu heyete dahil olan tek bir harekete muadil bulunuyor ise, bu heyet (ensemble) bir *grup* teşkil ediyor denilir.

tan bir harekete maruz kalan bir şeklin, itibarî olarak kendi kendisinin aynı (eşidi) kaldığım söyleriz. Grupun — içlerinden hiç olmazsa iki tanesini sükûnette bırakan — hareketlerine tâbi olmıyarak yerlerinde duran bütün noktalar heyetine, itibarî olarak **doğru çizgi** adını veriyoruz. **Düzlemi** ve diğer geometri kavramlarını da buna benzer bir surette tarif ediyoruz.

Netice olarak, Henri Poincaré: "Geometrinin temel hipo-"tezleri tecrübî vâkıalar değildir; bununla beraber bunları "mümkün bütün hipotezler arasında intihaba saik olan şey "bazı fizik olaylarının müşahedesidir" diyor (aynı eser, Sah. 215).

Geometri için doğru olan bu neticeler kim bilir fizikte ne kadar apaçık görüneceklerdir? 1886 da Paris Üniversitesi Teorik Fizik profesörü olan Henri Poincaré, bu ilmin kaydettiği son ilerlemeleri çabucak öğrenmiş ve tarihte misline raslanmıyan bir manzaraya şahit olmuştur. Çok sağlam olarak yerleşmiş görünen teoriler ansızın yıkılıyor; yeni hipotezler çoğalıyor ve bunlar gitgide daha dağınık bir manzara arz ediyorlardı; çoğu zaman da biribirlerini nakzediyorlardı. Meselâ **Fresnel**'in ışık hakkındaki dalga **teorisi** terk edilmiş, halbuki **Coulomb** tarafından tasarlanıp çağdaşlarınca kabul edilmemiş bulunan elektrik yüklü molekül hipotezi, **elektron** adı altında tekrar meydana çıkmıştı. Nihayet **Maxwel** gelmiş ve hususiyle biz Fransızların fizik teorileri hakkında itiyat edinmiş bulunduğumuz fikirleri tamamen altüst etmişti.

Henri Poincaré'nin fizik kanunları hakkında giriştiği umumi tenkidleri az sonra ele alacağız; fakat, takriben 1890 dan itibaren teorik fizik ve hususiyle Maxwell'in tetkikleri üzerindeki ilk çalışmalarının kendisine ilham ettiği düşünceleri hemen şimdiden işaret etmemiz gerekir.

Poincaré Maxwell'in biricik, daimî, iyi düzenlenmiş, bir bina kurmaya çalışmadığına işaret ediyor; daha ziyade muvakkat, biribirlerinden müstakil çok sayıda bina yükselttiği-

ni, bunlar arasında ulaştırmanın imkânsız değilse de zor olduğunu söylüyor. Eğer İngiliz fizikçisinin gayesi ne olduğu ve çalışmalarının vardığı neticenin neden ibaret bulunduğu iyice anlaşılırsa, bu uygunsuzluklara karşı artık hayret duyulmaz olur. Maxwell bazı elektrik olaylarının mekanik bir izaha müsait olup olmadıklarını düşünmektedir; bu olayların böyle bir izahı kabul edebilmeleri için, tezahürlerine vasıta olan hareketlerin — değişkenleri tecrübeye gelebilen parametrelerden ibaret bulunan ve şekilleri rasyonel mekaniğin tahmin ettiği şekil olan — muayyen bazı diferensiyel denklemlerle tarif edilebilmeleri gerekir ve yeter. Denklemlerin Lagrange denklemleri olmaları şartiyle, parametrelerin bir önemi yoktur. — Meseleyi bu suretle vazettikten sonra, Maxwell, bir olayın mekanik bir izahı varsa, bunun sonsuz sayıda başka izah tarzları da bulunabileceğini ispata geçiyor; zaten bir teorisyen için bütün bu izahlar arasında muadelet vardır; hep aynı değerdedirler.

Bu mülâhazalar fizik teorilerinin temelinde mevcut olan itibra payını ve burada hipotezin oynadığı esas rolü açıkça meydana koymaktadır. İlim gözlenen vâkıları genelleştirerek gelişir: halbuki her genelleştirme de hipotezlere dayanır.

Bu hipotezlerin mânası üzerinde düşünen Poincaré, birkaç yıl sonra kaleme almış olduğu bir notunda[1] aşağıdaki satırlarla hulâsa ettiği neticelere varmıştır:

"Bir fizik teorisinde esasla şekli birbirinden ayırdetmek "lâzımdır. — Esas, duyum dışında kalan objeler arasında bazı "münasebetlerin varlığı keyfiyetidir, çünkü münasebetler "ulaşabileceğimiz yegâne realitedir, bekliyebileceğimiz şey de, "bilinmiyen gerçek objelerle bunların yerine koyduğumuz ha- "yalleri arasında aynı münasebetlerin bulunmasıdır. — Şekil "ise bu iskelete giydirdiğimiz bir nevi kisveden başka bir şey "değildir; biz bu kisveyi sık sık değiştiriyoruz, bu manzara "karşısında hayrete düşen insanları, bu kararsızlık güldür-

[1] Sahife 89 daki not.

"mekte ve ilmin iflâs ettiğini iddiaya sevk etmektedir. Hal-
"buki şekil değişir, esas kalır.

"Şekil dediğim şeye ait hipotezler doğru veya yanlış ola-
"maz, ancak elverişli veya elverişsiz olabilirler. Meselâ
"**esir**" in varlığı, hattâ dış objelerin varlığı elverişli birer hi-
"potezden başka bir şey değildirler. Muhtelif iki veya daha
"çok teoriye göre aynı derecede doğru olarak izah olunabilen
"bazı olguların bulunuşu bundandır ve hiçbir tecrübenin bu
"teorilerden hangisinin doğru olduğu hususunda kesin bir
"hükme varması asla mümkün olamamaktadır."

Acaba bu neticelerde bir mübalâğa var mıdır? Eskiden böyle düşünenler olmuştur. Fakat bugün bunların, bu neticelerin gitgide daha çok tahakkuk ediyor gibi oldukları biraz sonra görülecektir.

Henri Poincaré'nin Geometri ve Fizik hakkındaki düşünceleri, umumiyetle ilme atfolunan objektiflik payını azaltarak âlimin yaratma gücünü yükseltme neticesini doğuruyor gibi idiler. Herhalde, bu düşünceler, ilmî teorileri teşkil etmekte tecrübe ile aklın sahip oldukları karşılıklı roller hakkında yeni bir görüşü tazammun etmekte idiler. Teorik fiziğin son ilerlemeleriyle o kadar iyi bağdaşan bu görüşü, Poincaré, **matematik analiz** gibi ilmin en mücerret bir şekilde tecelli ettiği sahada da denemek istemiş; 1893 te **Revue Métaphysique'in** birinci sayısında **sürekli** üzerinde tenkidî bir felsefî etüd neşretmiştir.

Analistlerin **sürekli** kavramlarının menşeini yekdiğerine zıt yönlerde izah eden iki doktrin karşılaşmaktadır. **Dedekind** ve **Kronecker** gibi aritmetikçilere göre **matematiğin sürekli** kavramı sırf bir akıl yaratığıdır. Gerçekten, yalnız tam sayı kavramından hareket ederek, sırf mantık yollariyle, rasyonel olmıyan sayılara veya sürekli kemiyetlere vücut veren bütün bağıntıları içine alacak bir teori kurulabiliyor. İrrasyonel sayı hakkında matematikçinin bilmeye muhtaç olduğu şey de bundan ibarettir; çünkü onun işi eşyayı değil, sadece eşya

arasındaki bağıntıları tetkik etmektedir. Ve bu eşyaya herhangi birtakım senboller ikame etmekte serbesttir.

Bunun zıddı ampiristlerin doktrinidir, bunlara göre matematiğin sürekli kavramı fizikî tecrübeden doğar.

Bu iki çözümden hiçbiri Henri Poincaré'yi tatmiş etmemektedir. **Dedekind**'in aritmetizmi şüphesiz mantıkçı için kabule şayandır. Fakat bu neticeye nasıl ve niçin gidildi?

Eğer, daha önce, tam sayı ile ölçülemiyen bir uzunluk hakkında **takribî** bir bilgi mevcut olmasa idi, aşikâr olarak, hiçbir zaman böyle bir teori tasarlanmış olmıyacaktı. Diğer taraftan, ampirizmi vâkıalar reddetmekte ve çürütmektedir; çünkü tecrübe ancak sürekli olmıyan miktarları ayırdedebilir; yekdiğerine pek yakın olan iki duyumu biribirine karıştırır.

Bununla beraber ampirizmle aritmetizmin her ikisinde de bir hakikat payı vardır ve **sürekli**'nin oluşunu tatmin edici bir tarzda izah için bunların biribiriyle birleştirilerek kaynaştırılması kâfi gelecektir. Henri Poincaré'de bu oluşu tasvir teşebbüsünde bulunmuş ve bizim de kolayca tahmin edebileceğimiz şu neticeye varmıştır: "Zihin birtakım senboller yaratmak melekesine sahiptir; ve bu suretle, bir senboller sisteminden başka bir şey olmıyan, **matematik sürekli**'yi inşa etmiştir. Türlü tenakuzlardan kaçınma mecburiyeti dışında onun gücünü sınırlıyan bir şey de yokturı fakat zihin, kendisine tecrübe yoliyle bir mâkul sebep gösterilmeyince bu iktidarını kullanmaz[1]".

İşte böylece, Henri Poincaré, tipik misaller inceliyerek, matematiğin kuruluşunda zihne düşen payı tâyine çalışmıştır. Fakat onun bu noktada durmasına imkân yoktu. Bu yoldaki ifadelerinin sarih bir mânası olabilmesi için zihin faaliyeti hakkında tam olarak nasıl bir fikre sahip bulunduğunu izah etmesi gerekiyordu. İşte bu münasebetle **Revue de Métaphysique**'de ikinci bir makale yayımlamış ve bunda matematik

1 Bakınız: Bilim ve Varsayım, Fransız klâsikleri serisinde Fethi Yücel tercümesi, Bölüm II, sah: 33.

muhakemenin tabiatı meselesini bahis konusu etmiştir (1894).

Âlim — fazla izahata girmeden bunu kabul edeceğiz — bazıları itibarî mahiyette olan tarif ve aksiyomlardan hareket ediyor. Maksat, bu elemanlarla matematiğin nasıl kurulabileceğini anlamaktır.

Halk düşüncesi, matematikçi muhakeme şeklinin, Aristo mantığındaki kıyas kaidelerine uygun **dedüktif** bir muhakeme olduğunu sanmaktadır. Fakat bu düşüncenin müdafaası zordur, ve daha önce birçok filozoflar, en teorik ilimde bile her şeyin **dedüksiyon** olmadığını ispata çalışmışlardır. Acaba matematik ispatlarda „**indüktif** olan nedir? Henri Poincare'ye göre bu sorunun pek basit ve pek sarih bir cevabı vardır. **İndüktif** olan şey, baştan başa ve muhtelif görünüşler altında matematikte raslanan muayyen bir muhakeme usulüdür: o da, **ric'î muhakeme**[1]dir (raisonnement récurrent).

Bir önermenin 1 sayısı için doğru olduğu bilinmekte olsun; eğer n — 1 sayısı için doğru ise, n için de doğru olduğu ispat olunarak, bu önermenin bütün sayılar için doğru olduğu neticesine varılır.

Böylece, matematikçi, kelimenin Aristocu anlamına göre bir **analist** değildir. O terkip yoliyle, **hususiden umumiye** doğru gider. Bu da şüphesiz kendisini daima **a priori** muhakemelerde bulunmaktan menetmez. Matematik binasının **a priori** sentetik hükümlere dayandığını söyliyen **Kant** bunda haklıdır. Fakat Kant bu hükümlerin nelerden ibaret olduğunu doğru olarak görmemiştir: bunlar **ric'î** muhakemelerdir.

*
* *

Süratle gözden geçirdiğimiz bu tetkikler sonunda, Henri Poincaré'nin esas fikirlerinin kesin olarak tesbit edilmiş ol-

[1] Buna bugün ekseriya *tam indüksiyon* "induction complète" denilmektedir.

duğunu söyliyebiliriz. Bunları hulâsa etmek istersek şöylece ifade edebileceğimizi sanıyorum:

Filozoflar üç nevi, hüküm[1] ayırdetmişlerdir: analitik hüküm, **a priori** sentetik hüküm ve ampirik hüküm. Matematikte bu tip hükümlerin üçü de vardır; fakat bunlar daima tam doğru olarak biribirlerinden ayırdedilip değerlendirilmemişlerdir.

Diğer taraftan, bunlar matematik ve fizikte raslanan yegâne hükümler değildirler. Bu ilimlerde öyle önermeler vardır ki, bunlar, ne **a priori** ne de **ampirik** (yani zihnimizin serbestçe kabul ettiği, bununla beraber tecrübeye dayanan itibarî hükümler) değildirler. Başka deyimle, ilmin temelinde, kıyafet değiştirmiş tariflerden başka bir şey olmıyan muayyen sayıda aksiyom vardır; bunlar, basitlikleri sebebiyle ve gözlediğimiz olgulara uygun düştükleri için — hiç olmazsa iğreti olarak — benimsenmişlerdir.

Fakat, bize sorulacaktır ki: aksiyomlara yükletilen bu iki şartın — zihne basit görünme ve tecrübeye uygun düşme şartlarının biribirleriyle telifi gerçekten kabil midir? Henri Poincaré, birçok felsefelerin yolunu şaşırtan bu soruya **a priori** cevap verilebileceğini zannetmemektedir. Nispeten basit olan bir ilmin her günkü olayları izaha müsait olduğunu tesbit edişimiz, vukuu pekâlâ mümkün olmıyabilen iyi bir şans eseridir. Meselâ, güneş sistemi fezada tek başına bulunacak yerde, güneşin dünyamız üzerindeki çekim tesirine eklenecek bir çekim tesirine sahip, çok sayıda büyük yıldızlara yakın bulunsa idi, yer küresinin hareketini tetkik etmek pratik olarak imkânsızlaşırdı.

Burada işaret ettiğimiz soru ile ilgili olarak daha umumi başka bir soru vardır. Şunu da belirtelim ki, Poincaré'nin nazarı itibare aldığı ilim, kendisine matematik şekil verilebilen ilimdir. Bu takdirde de, mukaddime olarak şöyle bir problem ortaya çıkar: Matematik neden fizik olaylarının incelenme-

---

1 Hüküm = jugement, burada, "*bir şeyi tasdik veya inkâr etme*" anlamında kullanılmaktadır.

sinde tatbik edilebiliyor? Bu, bedihî olarak, bir vâkıadır; fakat bu vâkıa nasıl izah edilebilir? Henri Poincaré, 1900 deki Milletlerarası Fizik Kongresine sunduğu bir muhtırada bu meseleyi ele almaktadır. Bunda diyor ki, "teorik fiziğin[1] mümkün olabilmesi, tabiatta birlik, basitlik ve süreklilik bulunmasındandır. Bu üç vasıf, müşahedeye muvaffak olduğumuz olaylarda kendilerini belirtmektedirler. Bu halde bizde, bu vasiflerin henüz gözlenmiyen olaylarda da bulunacağı hakkında bir inanç doğuyor; işte ilmimiz bu inanç üzerine kurulmuştur". Henri Poincaré'nin bu nokta üzerindeki düşüncesini iyice anlamak için, bunu, **tesadüf** hakkında 1907 de ortaya koyduğu dikkate değer teori ile karşılaştırabiliriz (**Revue du Mois,** mart 1907; ve "**İlmin Değeri**" adlı eserinin IV. üncü bölümü). Pek küçük veya pek karışık sebepler neticesinde husule gelen hâdiseleri insan tesadüfe hamleder. Fakat nasıl oluyor da tesadüfün kanunları bulunuyor? Bunun **a priori** hiçbir sebebi yoktur. Eğer bir tesadüfler ilmi kurarak bunu hesapla inceliyebiliyorsak, bu, muayyen bir hâdisenin ihtimalinin, bu hâdisenin fonksiyonu olduğunu, ve, netice olarak, hâdise pek az değişince ihtimal derecesinin de o kadar az değişeceğini kabul etmekle işe başlayışımızdandır; pek yakın iki hâdise, pek az farkla, aynı derecede muhtemeldirler. Böylece, burada da, olayların sürekliliğine olan inanç, âlimler tarafından kurulan teorinin temelini teşkil eder. Bu inanç da onun tarafından desteklenmemekle beraber, tecrübeye dayanmaktadır.

II

Hulâsa ettiğimiz bu doktrin, takriben 1895 ten itibaren Henri Poincaré'nin felsefî tefekkürünün içinde kaynaşıp geliştiği çerçeveyi teşkil etmektedir. Şimdi bu tefekkürün vardığı neticelerden bazılarına işaret edeceğiz.

1 Kendi tâbiriyle *Riyazî Fizik* = *Physique Mathématique.*

İlmin ilerlemeleriyle doğrudan doğruya ilgili meselelerin, Henri Poincaré'nin meşgul olduğu meseleler arasında birinci mevkii işgal etmesine şüphesiz kimse hayret etmiyecektir. Felsefî eserinin en büyük kısmı ilim kavramlarının ilmin kendi görüşüne göre tenkidine hasredilmiştir.

Daha önce Poincaré'nin Geometriye ait temel aksiyomları nasıl tefsir ettiğini hatırlattık. **Bertrand Russel** 1897 de bu aksiyomlar hakkında verdiği yeni teoride, bu aksiyomların (ampirik olmadıkları takdirde) tecrübenin imkânına dair olan inancımızdan analitik olarak çıkarılabildiğini ifade ettiğinden, Poincaré'de bu mesele üzerinde israr etmiş[1]; yeni tafsilât vererek, aksiyomların çoğunun neden itibarî olduklarını kabul etmek gerektiğini açıklamış; ve bizim — başlıcalarından biri mekânın izafiliği olmak üzere — muhtelif sebeplerle, uzaklık, doğrultu ve doğru çizgi kavramları gibi zâhirde çok basit görünen kavramlar hakkında doğrudan doğruya hiçbir seziş sahibi olmıyacağımızı göstermiştir[2].

Fakat geometrinin kaynağı hakkında gerçekten doğru bir fikir edinmek istenirse, bu ilmi mücerret olarak mütalâa etmemek lâzımdır. Geometrik, mekanik cisimlerle fizik cisimlerin biribirlerinden ayrı olarak mütalâası psikolog ve filozof için hiçbir mâna taşımaz, bu sebeple Poincaré bu ilimlerin hepsini birden göz önünde bulundurmaktadır, felsefî tenkidinin en orijinal çizgilerinden birisi de şüphesiz budur.

Ayni suretle, yukarıda Euclides önermelerinin öklidyen olmıyan teoremlerden ne az ne de çok doğru olmadığını söylemiştik. Fakat biz bu ifadeyi ancak geometrinin sınırı içinde kalarak doğruladık. Buna mekanik ve fizik alanlarını da ilâve ettiğimiz vakit acaba bu ifadeyi muhafaza edebilecek miyiz?

---

1 *Des Fondements de la géométrie à propos d'un livre de M. Russel (Revue de Métaphysique et de Moral, 1899).*

2 Meselâ *Bilim ve Metod*'un II. kitap I. inci bölümüne bakınız. Az sonra mekân kavramının doğuşu meselesine tekrar geleceğiz. Şimdilik biz sadece bu genel kavrama dayanan ve bilhassa geometriyi ilgilendiren görüşlerden bahsedeceğiz.

Başka deyimle, temeli Euclides geometrisi olacağına gayri öklidî geometri olan bir mekanik ve teorik fizik kurduğumuzu farz edelim. Bu yeni ilimlerin de âdi mekanik ve fizik kadar gerçek olduklarını iddia etmek mümkün olur mu? Bunlar, gerçekliği umum tarafından kabul edilmiş bazı prensipleri ihlâl etmiş olmazlar mı?

Meselâ izafiyet prensipini ele alalım[1]; bu prensipe göre herhangi bir cisimler sisteminin herhangi bir andaki hali (sıcaklığı, elektrik potansiyeli, ilâh.) ve bu cisimlerin karşılıklı uzaklıkları, yalnız cisimlerin ilk hallerine ve başlangıç ânındaki karşılıklı uzaklıklarına tâbi olup, asla sistemin ilk mutlak durumuna ve mekân içindeki ilk mutlak yöneltisine tâbi değildir. Bu prensip kendisini zihnimize zaruri olarak kabul ettiriyor, çünkü bizim hiçbir zaman izafî hareketlerle izafî hal değişmelerinden başkasını gözlememize imkân bulunmadığı pek açıktır. Bu itibarla bu prensipi tabiatın umumi bir kanunu suretinde kabul ve telâkki edeceğiz. Peki şimdi bir seri tecrübe yaptığımızı ve bunları gayri öklidî hipotezle tefsir ettiğimizi farz edelim (biliyoruz ki bu hipoteze göre "uzaklık" kelimesinde âdi geometrinin verdiği mânâ yoktur; fakat, sözlerimizin sarih bir itibarî mânası bulunduğuna göre, bu mühim değildir): acaba bu tarzda tefsir olunan tecrübeler yine izafiyet prensipine uygun düşecekler mi? Ve, eğer uygunluk bulunmazsa, tecrübenin gayri öklidî geometrideki yanlışlığı ispat ettiğini söylemeğe hakkımız olmaz mı?

Henri Poincaré sıkı bir tahlil yaparak, bu ihtimalin hiçbir zaman hâsıl olamıyacağını ispat etmiştir. İzafiyet prensipi, hipotez gereğince, bütün kâinata tatbik olunacağından,

---

[1] Burada maksat, Poincaré'nin son konferanslarından birinde *fizikî* diye tavsif ettiği izafiyettir (bak: *Scientia*, eylûl 1912; *Dernières Penseés*, sah. 42 ve müteakibi — *Son Düşünceler* adiyle yapılan Türkçe tercümesinde sahife: 36 — 38). Bizim yukarda Russel'in "Geometrinin temel dayanakları" üzerindeki eseri münasebetiyle işaret ettiğimiz ve az sonra yeniden ele alacağımız izafiyet ise, Poincaré'nin *psikolojik izafiyet* adını verdiği çok daha umumi bir izafiyettir.

onu, ancak bütün kâinatı bilfiil göz önünde tutmak suretiyle kontrol etmek kabil olur, çünkü kâinatın muhtelif kısımları hep yekdiğerleri üzerinde tesir ederler. İmdi, açıktır ki, eğer incelediğimiz cisimler sistemi kâinatın bütünü ise, onun mutlak durum ve yöneltisi hakkında bize hiçbir tecrübe asla bilgi veremez: bu (mutlak durum ve yönelti) kelimelerinin bile artık bir mânası olamaz. Poincaré'ye göre izafiyet prensipi ancak şu tek doğru ifadeye müsaittir: "Aletlerimiz üzerinde herhangi bir anda yapacağımız okumalar yalnız bu aletler üzerinde başlangiç ânında yapmış olabileceğimiz okumalara tâbidirler." Halbuki böyle bir ifade tecrübelerin her türlü tefsirinden müstakildir. Eğer prensip öklidî tefsire göre doğru ise, gayri öklidî tefsire göre de doğrudur.

Geometrik kavramların kesin bir kritiğini yapmak için Henri Poincaré'nin aldığı durum işte budur. Bu arada, hususiyle, bizi geometrinin gelenek olan itibarlarını diğerlerine tercihan kabule sevk eden şeyin bazı tecrübeler olduğunu da söyledik. Burada bahis konusu olan tecrübeleri doğru olarak tefsir etmek için de, bu tecrübelerin geometriye ait olmadıklarını söylemek zaruridir: eğer katı cisimler üzerinde işlem yapılıyorsa, bunlar mekanik tecrübeleridir; ışık ışınları üzerinde işlem yapılıyorsa optik tecrübeleri olur; fakat asla geometri tecrübeleri olamaz. İşte geometri itibarlarının doğrulanamaz mahiyetlerini daima muhafaza etmelerinin derin sebebi buradadır.

*
* *

Paris'te, 1900 de toplanan milletlerarası birinci felsefe kongresinde, Henri Poincaré mühim bir muhtıra[1] sunrak rasyonel mekaniğin prensiplerini tetkik ve münakaşa etmiştir.

1 Bakınız: (*Science et hipothèse,* bölüm V.); "Bilim ve varsayım" adiyle M. Eğ. Bak. klâsikler serisinde Türkçeye tercüme edilmiştir.

Önce işaret etmiş olduğumuz veya daha ileride işaret edeceğimiz ihtiyat kayıtlariyle, mutlak zaman ve mekân kavramlarının ve Euclides geometrisindeki teoremlerin kabul edilmiş bulunduklarını farz edelim; klâsik mekanikle ithal edilen yeni postulaların neler olduğunu araştıralım.

Tabiattaki bütün hareketleri, yekdiğerleri üzerinde — kendilerini birleştiren doğrular boyunca — müessir olan veya karşı tesirler tatbik eden maddi noktaların hareketlerine irca ettiği için "merkezî kuvvetler mekaniği" adını verebileceğimiz bu mekanik, (hız, ivme, kütle, kuvvet gibi) özel bazı yeni kavramlara ve **atalet kanunu** ile **ivme kanunu** gibi **a priori** kabul edilmiş bazı kanunlara dayanır.

Henri Poincaré münakaşalarını başlıca bu iki kanun üzerinde toplamıştır.

Üzerinde hiçbir kuvvet müessir olmıyan bir cismin ancak düzgün doğru bir hareket yapacağını ifade eden **atalet kanunu,** matematikçi için, netice itibariyle, şuna müncer olmaktadır: kâinatın bütün maddi moleküllerinin hareketleri ikinci mertebeden diferensiyel denklemlere tâbidir. Halbuki **a priori** hiçbir şey bizi böyle olduğunu sanmak zorunda bırakmamaktadır. Biz sadece müşahede ettiğimiz özel hallerde kanunun doğrulandığını tesbit etmekteyiz. Bu da en umumi hallere onu çekinmeden teşmil edebilmemize kâfi geliyor, çünkü bu umumi hallerde kanun artık doğrulanamaz oluyor. Daha önce izafiyet prensipi münasebetiyle işaret ettiğimiz gibi, kanunu umumi anlamiyle cerh veya teyidetmek için kâinatın bütününe şâmil bir tecrübe yapmak icabeder: halbuki bu da açıkça imkânsızdır.

Bir cismin ivmesi, bu cisim üzerine tesir eden kuvvetin kütlesiyle bölümüne eşit olduğunu ifade eden **ivmeler kanunu**nun tetkiki buna benzer neticelere götürmektedir. Kuvvet kavramı ne sübjektif ne de objektif olarak bize kendisini zorla kabul ettiren bir kavram değildir. Kütleler, hesaplara sokulmaları elverişli olan basit katsayılardan ibarettir. Hulâsa olarak, bütün mekanik kavram ve kanunlarının menşeini

aşağıdaki formülle vasıflandırabiliriz: **bu kavram ve kanunlar tecrübeden alınmış olmakla beraber, hiçbir zaman tecrübenin bunları teyit veya reddetmesi imkân dahilinde olmıyacaktır.**

Bahis konusu ettiğimiz mekanik, bizatihi ele alınan **sırf rasyonel mekanik**'tir. İmdi, bu ilmi Fizik'e tatbik edersek, sözü geçen müşahedelerin doğruluğu daha da açık olarak belirir.

Gerçekten, fizik olaylarını mekanik bakımdan izah için, bu olayların, gözlerimizle görmediğimiz moleküllerin hareketlerine bağlı bulundukları kabul edilir.

O halde bir mekanik kanununu, meselâ atalet kanununu tecrübenin nakzettiğini farz edelim. Gözle görünmiyen bir cismin müşahede edilen olaya müdahale ettiğini tasavvur ederek bu kanunu böyle bir nakiseden korumak kolaydır. "Eğer gördüğümüz cisimlerden birinin ivmesi, gözle görünen başka cisimlerin veya — varlıklarını kabul etmek zorunda kaldığımız — gözle görünmez moleküllerin konum veya hızlarından **başka bir şeye** tâbi gibi görünüyorsa, hiçbir şey bizi bu **başka şey**'in şimdiye kadar varlıklarından şüphe etmediğimiz başka moleküllere ait konum veya hız olabileceğini farz etmekten alıkoyamaz. Bu suretle kanun siyanet edilmiş bulunacaktır."

Fakat, merkezî kuvvetler mekaniğine dayanan Fizik, artık çağdaşlarımızın fiziği olmaktan çıkmıştır. Yeni bir Fizik, yeni bir Mekanik meydana gelmiştir; bunların da incelenip tenkid edilmeleri lâzımdır.

XIX. uncu asrın daha başından itibaren ilimde yapılagelmeye başlıyan istihale neden ibarettir?

Poincaré diyor ki: "Kâinat yapısının teferruatına nüfuz etmek, bu geniş mekanizmanın parçalarını tecrid ederek onları harekete getiren kuvvetleri birer birer tahlil eylemek sevdasından vazgeçildi ve asıl gayeleri bizi bu ince tetkikten kurtarmak olan bazı genel prensipleri rehber edinmekle ye-

tinildi[1]. **A priori** kabul edilen bu prensipler, meselâ, enerjinin korunumu prensipi, Carnot prensipi, izafilik prensipidir. Muhakemenin ve tecrübenin karşısında bunların değeri nedir?

Bu prensipler üzerinde de, yukarda izafilik prensipi[1] ve atalet kanunu hakkında yaptığımız gibi muhakeme yürütebiliriz. Prensipler doğrulanamazlar. Tecrübe ile muhakemeyi birleştirerek bu prensipleri denemek, gerçekten, ancak kendilerine mutlak bir değer vermek ve bunları, sonuna kadar, kâinatın topuna birden tatbik etmekle mümkün olur. Halbuki, prensiplere böyle bir genişlik verilirse onların ne doğru ne de yanlış olmıyacakları görülür. Âdeta yok olur, basit birer **totolojiye** (tekriri merdut) müncer olurlar. Bundan prensiplerin her türlü tecavüze karşı masun bulundukları; fakat, aynı zamanda, bir gün tatbik sahalarını her ölçü dışında genişletmek mecburiyetini yükliyecek birtakım olayları incelemek icabettiği vakit, kendilerini terk etmenin de uygun

---

1 *La Valeur de la Science* — İlmin değeri, sah. 175; M. Eğ. Bakanlığı klâsikler serisinde Türkçeye çevrilmiştir.

2 İzafilik prensipinin tenkidi tetkiki ortaya nazik bir mesele çıkarmış ve Poincaré bu konuda hususi bir inceleme yapmıştır. [Bk: *Felsefe kongresine sunduğu muhtıra* ile (1900), *Bilim ve Varsayım* diye Türkçeye çevrilen *Science et hypothèse* adlı eserinin VII. inci bölümü).

Gerçekten, bu prensip *rasyonel mekanik*'te bile oldukça ciddi zorluklarla karşılaşmaktadır. Meselâ gök cisimlerini nazarı itibare almıyarak yalnız yer küresi üzerindeki hareketler kendi başlarına incelenirse, bu hareketlerin mutlak harekete ve neticesiyle yerküresinin dönmesine tâbi olmamaları gerektiği sanılır; halbuki ona tâbidirler; buna göre izafilik prensipini terk ederek, Newton'un yaptığı gibi, mutlak mekânın varlığını ispat etmenin mümkün olduğunu mu kabul etmeli? Poincaré bu zorluğun zâhirî olduğunu ve Newton'un vardığı neticenin hiç de muhkem olmadığını göstermektedir. Şüphesiz muhtelif pratik mülâhazalar, Mekanikçileri, mutlak bir mekân varmış gibi muhakeme yürütüp hesapları ona göre yapmaya sevk ediyor; fakat bu ancak elverişli bir hipotezden ibaret olup, sırf felsefî bakımdan görünüşe göre bunun en tatminkâr hipotez olduğunu söylemeye imkân yoktur.

olacağı neticesi çıkar; işte bu yeni şartlar dahilinde prensiplerin bütün velûdiyetlerini kaybetmeleri mümkündür.

Böylece Poincaré, derin bir felsefî kritik sonunda, ilk teorik fizik incelemelerinin daha önce kendisinde yaratmış olduğu ve **Termodinamik**'in önsözünde belirttiği (1892) fikirlere tekrar dönmüş bulunuyordu. Bu fikirler zihninde çoktan beri tamamen yerleşmiş bulunuyordu; radyumun incelenmesiyle gerçekleştirilen beklenmedik keşifler de bu hususta yeni ve dikkate şayan bir delil teşkil etti.

Biz burada, kaç yıldır ilim âlemini altüst eden vakıâları hatırlatmıyacağız. Bu vakıâları bugün herkes bilmektedir. Henri Poincaré bunları birçok defalar münakaşa konusu etmiş, bilhassa 1904 te Saint - Louis'de ve 1909 da Göttingen'de verdiği konferanslarda söylemiştir. O bunları izah için ortaya atılan hipotezlerden mümkün olan bütün neticeleri çıkarmaktan zevk duyuyordu. Abraham teorisi izafîlik prensipini red ve cerh ediyor; L o r e n t z teorisi ise bizzat kütle kavramını ortadan kaldırıyordu. Her veçhile prensipler her taraftan hücuma uğramakta ve daha şimdiden bazıları mahkûm edilmiş bulunmaktadır. Bu ne demektir? Poincaré kendisine karşı yapılacak itirazı tahmin ediyor[1]: "Siz demediniz mi ki prensipler, menşeleri tecrübe olmakla beraber, bugün, birer itibar haline geldikleri için artık tecrübenin tecavüzüne karşı masun bulunmaktadırlar? Bugün ise tecrübî sahadaki son kazançların bu prensipler için birer tehlike teşkil ettiklerini söylemektesiniz." Fakat, Poincaré'yi okumuş olanlar için, bu itirazın bir değeri yoktur. Gerçekten, Poincaré daima ilmin bazı klâsik prensiplerinin bir gün gelip terk olunmaları iktiza edeceğini evvelden açıkça tahmin etmişti; biz de, az önce, bu halin **a p r i o r i**, nasıl ve hangi şartlar altında meydana geleceğini gösterdik.

* * *

[1] Bk: İlmin değeri, sah. 207.

Umumi hatlarını belirttiğimiz bu tenkidî eser, sadece profesyonel matematikçi olan bir düşünür için belki kâfi gelebilirdi. Fakat Henri Poincaré'nin tecessüsü müsbet ilmin sınırlarında duraklamıyordu. Daha ötelere bakıyordu. Tariflerle aksiyomları, **Hilbert** gibi, **mânalarına nüfuz etmeyi aramadığımız keyfî kararlar** diye kabul edeceğine, bunların — **prelojik** diyebileceğimiz — uzak menşelerini ve psikolojik doğuş tarzlarını öğrenmek istiyordu. Henri Poincaré diyordu ki psikolojiden müstakil bir mantık ve epistemoloji yoktur. Şu halde, **mekân** kavramı gibi bir kavrama derinden nüfuz etmek ve kamu duyusunun ona atfettiği özelliklerin sebeplerini anlamak istersek **introspection**[1]'a başvurmak, duyumlarımızı teferruatiyle tahlil etmek ve insanların bu kavramı zihinlerinde tedricî olarak nasıl teşkile muvaffak olabildiklerini araştırmak lâzım gelir. Bizatihî ilgi çekici olan bu psikolojik sentez, ilmin, az önce taslağını verdiğimiz teorisi hakkında çok faydalı bir tamamlayıcı unsur da getirecektir. Meselâ, geometrimize ait hipotezlerin bize katı cisimlere ait özellikler tarafından ilham edilmiş olduklarını söyledik. Psikoloji, bize, bu görüşün düşündüğümüzden de daha doğru olduğunu öğretecektir: çünkü, eşyanın esasına — **künhüne** — nüfuz edersek görüyoruz ki, katı cisimler geometrisinin bize kolay gözükmesinin başlıca sebebi, vücudumuzun muhtelif kısımlarının da katı cisimlere ait özelliklere sahip bulunmalarıdır. Bu geometriyi haklı çıkaran tecrübeler de, her şeyden önce, dış eşya üzerinde değil vücudumuz üzerindeki psikoloji tecrübeleridir.

Henri Poincaré, ardarda muhtelif tamamlayıcı unsurlar katarak ve ilk defa[2] 1895 te ortaya attığı çok zekice teori üzerinde rötüşler yaparak, mekân meselesine birçok kereler

---

1 *Introspection:* Derunî murakabe, içe bakış.

2 Henri Poincaré'nin mekân üzerindeki ilk makalesi, hafifçe değiştirilmek suretiyle *Bilim ve Varsayım*'ın IV. üncü bölümünü teşkil etmiştir. *Bilimin Değeri* adlı eserinin III. ve IV. üncü bölümleriyle *Bilim ve Metod*'un II. nci kitabının birinci bölümü bunun devamını teşkil ederler.

dönmüştür. **Revue de Métaphysique**'in 1912 temmuzunda neşrettiği son felsefî makalesi de yine bu teoriye tahsis edilmiştir. Poincaré'nin vardığı oldukça kompleks neticelerin birkaç satırla hulâsa edilmeleri mümkün değildir. Bu sebeple, bu nokta üzerinde pek kısa bir bilgi vrmekle iktifa edeceğiz.

Yukarıda gördük, Poincaré'yi **Kant**'ın mekân teorisini çok erkenden reddetmeye sevk eden şey geometrik aksiyomlar üzerindeki inceleme olmuştur. Mekân, duyarlığımızın **a priori** bir sureti (çerçevesi) değildir: Poincaré, **Kant**'ın muarızlarını hayli zor duruma sokan **mekânın üç buuda sahip oluşu** garip vakıâsını tatmin edici bir izah bulmadan önce de buna kanaat getirmişti. Diğer taraftan, Poincaré, **Russell**'e karşı, mekân özelliklerinin tahlil yoliyle tecrübe imkânına inanışımızdan çıkarılamıyacaklarını ispat etmiş olduğunu sanıyordu. Şimdi geometrik mekânın asıl ve menşeini, ilim hakkındaki şahsi telâkkisine uygun olarak izah etmesi kalıyordu; mekânın zihin tarafından, serbestçe, fakat tecrübe elverince bina edildiğini ispat etmesi gerekiyordu; bilhassa mekânın niçin üç buudu olduğunu anlatması lâzımdı (çünkü, mekânı serbestçe bina ve inşa ettiğimize göre buud sayısı neden tahmil edilmiş olsun?)

İmdi, Poincaré her türlü geometrik bilgiden âri bir insan tasavvur ediyor ve her şeyden önce böyle birisi için bir fizikî süreklinin, yani geometrik mekânı karakterize eden özelliklerin hiçbirisine henüz sahip bulunmıyan bir süreklinin ne ifade ettiğini kendi kendine soruyor. Bundan sonra, ilk bir itibarın ("temel itibar") icabı olarak, fizikî süreklilerde birçok buutlar ayırdedilebileceğini gösteriyor. Nihayet, muhtelif duyulara tekabül eden fizikî süreklilerin temin ettikleri unsurlarla insanın nasıl muhtelif tiplerde mekânlar bina edebileceğini anlatıyor: basarî mekân (göz mekânı), dokunma mekânı — veya, daha ziyade, mekânları (çünkü parmaklarımızdan şu veya bunları kullanabiliriz) — ve harekî mekânlar gibi. Bu muhtelif mekânların bina ve inşasında methaldar olanlar

hep adele duyumlarıdır ve göz duyumları istisna teşkil etmezler; insanın hareket noktası da cisimlerin — "**yer değiştirmeleri**" dediğimiz — bazı özel değişmeleri ile, "**hal değiştirmeleri**" nden ibaret başka değişmeleri arasında kurduğumuz farktır. İşte "yer değiştirmeleri" ne imkân bulunduğu içindir ki mekân kavramı bizde teşekkül edilebiliyor (Poincaré, henüz geometriden bihaber olan bir insan için bu ifadenin ne demek olduğunu uzun boylu izah etmektedir).

Bununla beraber bu muhtelif mekânlar (görme, dokunma veya hareket mekânları) henüz geometrik değildirler ve üçten fazla buuda sahibolabilirler[1] Ancak bu mekânları birbirleriyle mukayese edip yekdiğeriyle kaynaştıraraktır ki, nihayet, matematikçilerin mekânına varabiliyoruz; bunun telâfisi imkânsız **izafiliği**[2] de böylece artık hiçbir itiraza imkân bırakmıyacak surette tesis ve ispat edilmiş bulunur.

İmdi, matematikçilerin mekânı neden üç buudludur? Bu hiç de bir zaruret icabı değildir. Mekâna üç buut vermek zorunda değiliz, fakat bu bizim kolayımıza geliyor. —**Çok iyi,** diye cevap verilecektir, **fakat başka türlü yapmak sizin için mümkün mü?** — Poincaré, geometri üzerindeki ilk makalesinde, tereddüt etmeden **evet** diye mukabelede bulunuyordu: Şüphesiz, üç buutlu mekâna bir gelenekle, atalardan kalma zor yenilir itiyatlarla bağlı bulunmaktayız; fakat "hayatını buna vakfetmek istiyen bir kimse "dört buutlu mekânı tasavvur etmeye muvaffak olabilir". Gerçekten, duyumlarımızın yekdiğerini takibetmesindeki **düzen** ve **sıranın** müşahedesidir ki, sonunda, mekân kavramına mahal veriyor. İmdi, normal olan duyumlarımızdan farklı duyumlar tasavvuru bizim için mümkün değilse de, buna mukabil, biraz gayretle, teker teker normal duyumlarımıza benziyen fakat anormal bir sırada teaküb eden bir duyumlar silsilesi tasavvur ve tahayyül edebiliriz. Bizim normal duyumlarımızı bu anormal

[1] Bak: *Bilimin Değeri*, Fransızcası: sah. 69 70; Türkçesi: sah; *Revue de métaph.*, 1912, sah. 488 489.

[2] *Psikolojik* izafiyet (*vide supra* sah. 231, not. 1).

sıraya göre duyan mahlûklar, dört buudu olabilen, bizimkinden farklı, bir mekân bina ve inşa edebilirlerdi.

Bununla beraber iyice anlaşalım. Eserlerinden nümune diye çıkarılarak gösterilmeğe çalışılan bazı paradoksal ifadelere rağmen, Poincaré, ilmimizdeki sadelikten arzumuzla vazgeçerek hakikaten dört buutlu bir mekân inşa edebileceğimizi aslâ iddia etmiş değildir. Aksine olarak; kendisinden mekân kavramımızı çıkardığımız özel fizik süreklinin üç buutlu bir sürekli olduğunu düşünmektedir. **Revue de Métaphysique**'deki son makalesini de asıl bu vakıâyı kesin olarak ispat etmek için yazmıştır. Buna mukabil, Poincaré, eğer **intuition** (sezgi) melekemizi tecrübe başka türlü idare etmiş olsa idi, belki mekâna dört buut verebileceğimizi de kabul etmektedir.

Yaptığımız bu münakaşayı, onun da izafiliğini ve itibarî karakterini belirtmek üzere, Henri Poincaré'nin tahlil ettiği zaman kavramına da tatbik etmek için değiştirilecek pekaz şey bulunduğunu anlıyoruz.

Hemzamanlık için olduğu gibi iki sürenin eşitliği hakkında da doğrudan doğruya sezişe sahip değiliz. Ekseriya şuurumuz lâhik olmadan bazı kaideler tatbik ederek, bu kusuru telâfi etmekteyiz. Zaten, en elverişlileri bunlar olduğu için, diğerlerine tercihan biz bu kaideleri seçiyoruz. Bunlar, "gayri meş'ur bir **opportunism**[1]" in meyvalarıdır.

Ayrıca şunu işaret edelim ki, yeni fizikte zamana da gitgide daha çok mekâna ait dördüncü bir buud gibi bakılabildiği görülmektedir[2]. Demek ki mekân kavramının bütün karakterleri zaman kavramında bulunmaktadırlar.

*

Henri Poincaré'nin p s i k o l o j i k tenkidinin sonuçları işte bu kısaca hulâsa ettiklerimizden ibarettir.

1 *Bilimin Değeri,* II. nci bölüm.

2 *Mekân ve Zaman,* apud Scientia, Eylül 1912. Sah. 170.

Bu kritiğin vardığı en dikkate değer neticelerden biri, şüphesiz şudur: duyulara dayanan bilgilerin en kabasiyle ilmî bilgiler arasında öyle aşılamıyacak bir uçurum yoktur. Tedrici bir hazırlanma iledir ki dokunma duyusunun verdiği sürekli kavramı mekâna ait geometrik kavrama inkılâp etmektedir. İlmin bayağı ve amiyane menşelerini inkâra çalışmak beyhudedir.

Bununla beraber, buna aldanmamalıdır. Muhtelif bilgi şekilleri arasında devamlılık bulunduğunu ifade etmekle, Poincaré ilmi alçaltmak istememiştir. Matematik muhakemeye yaklaştırmak suretiyle, daha ziyade bayağı bilgiyi asîlleştirmiştir; çünkü, ona göre, bilgi edinmenin tek bir yolu vardır, o da âlimin yoludur. Bu, Poincaré'nin ilim - felsefe münasebetleri hakkındaki fikirlerini ve sırf ilmî olmıyan kavramların münakaşasında takındığı noktai nazarı anlamak için iyice kavranılması faydalı olacak bir noktadır.

Meselâ, zaman kavramının doğuşunu tasvir ettiği vakit, Poincaré, ancak ölçülebilen, kemmî olan zamanı göz önünde bulunduracağını tasrih etmektedir; Bergsonyen süreye gelince, bunun da bir şey ifade ettiğini farz etsek bile, gene onu anlamaya uğraşmamalıdır.

Diğer taraftan, başka bir misal olarak, Henri Poincaré'nin Bolonya Felsefe Kongresine sunduğu (1911) kanunların tekâmülü hakkındaki muhtırasını okuyalım.

Mesele, tabiat kanunlarının, tarihî veya kronolojik mânada, değişip değişemiyecekleri, yani bugün geçmiştekinden farklı olup olamıyacakları ve gelecekte böyle mi kalacakları meselesidir. Bu meseleye de alışkın olduğu muhakeme metotlarını tatbik eden Poincaré, âlimin daima kanunların değişmezliğini kabul etmek hakkına sahip bulunduğunu ispat etmektedir. Gerçekten, bir gün gelip de, o zamana kadar mutlak sanılan bir kanunun hakikatte ancak geçici bir değeri olduğu anlaşılırsa, hemen, gözden düşen bu kanunun da içinde yer alacağı, daha umumi ve daha şâmil bir kanun tasarlanır. Matematik bize daima böyle hareket edilebileceğini yakinen

göstermektedir. Gerçekten, bir grup olayı idare eden kanunlar bir diferensiyel denklem sistemiyle ifade edilirler; neticesiyle, kanunların zamanla değiştiklerini ifade etmek, diferensiyel denklemlerin zamana tâbi bulunduklarını, yani (zamanı temsil eden) t değişkenini ihtiva ettiklerini beyan ve ifade etmek demektir; fakat, t ye tâbi bir denklem sistemi yerine t yi ihtiva etmiyen eş değerde bir sistem ikame etmek daima mümkündür: işte bu yeni denklemler sistemi öyle değişmez bir kanun manzumesini tarif ve tâyin eder ki, bunların tesirleri hareket noktasını teşkil eden değişken kanunların aynidir.

Bu da gösteriyor ki, Poincaré için **kanun** kelimesinin birçok anlamları bulunmasına ihtimal yoktur. Ona göre, tabiî kanunlar, bütün kanunlar gibi, âlimin eseridir: görünürde biraz da hayret edilecek bir hüküm, çünkü umumiyetle "tabiî kanun" denilen şey hiçbir derecesinde sübjektif olmıyan şey demek değil midir? Objektif kanun ise — bizim meşgul olmıyacağımız — bilinmesi katiyen imkânsız bir şeydir. "Kanunlar, kendilerini yaratan veya müşahede eden zihnin (esprit) dışında var oldukları kabul edildiklerine göre, kendiliğinden değişmez şeyler midirler? Bu mesele çözülemez".

Bu düşünceler Poincaré'nin üzerinde durmamasına rağmen, belirtilmeye değer. Taslağını çizdiğimiz felsefenin umumi hatlarını iyice aydınlatmaktadırlar.

Söylediğimiz gibi, Henri Poincaré faaliyetini sırf ilmî kavramlar sahasma hasretmiş değildir. Aksine, zihninde müsbet bilginin şeması daima hazır bulunmuş ve düşüncesi bu bilgi ile sanki bir vücut olmuştur. Matematik tipten bir muhakeme ile herhangi bir bağı bulunmıyan bir konu, ona göre bir ilim konusu olamazlar.

III.

Bundan önceki sayfalarda, Henri Poincaré'nin ilimlerin felsefesi üzerindeki spekülâsyonlarının hareket noktası no ol-

duğunu ve bu spekülâsyonların kendisini nereye götürdüklerini göstermeye çalıştık. Zamanımızda med ve cezirleri görülen muhtelif felsefî hareketlerden Poincaré'nin düşüncesini tecridetmek mümkün olsa idi burada durabilirdik. Hakikatte, karıştığı felsefî münazaralar, onu, daha önce de söylediğimiz gibi, elde ettiği bazı neticeleri — ya yanlış anlaşıldıkları veya kâfi derecede ikna edici görünmedikleri için — tasrih ve tefsire sevk etmiştir. Bu sebeple bu münazaralar hakkında burada birkaç söz söylemek zarureti vardır.

Henri Poincaré, birçok yıllar önce, **matematik konvansiyon** teorisini kurmuştu; bu arada küçük bir filozof grupunun kelimeyi ve fikri yakalayıp bunları yersiz bir şekilde kullandıklarını müşahede ediyordu. Bu filozofların kesin iddiaları, nerede ise kendilerine bir mektebin mümessilleri gözüyle bakılmasına sebebolacaktı, onlara daha o zaman **nominalist**ler deniliyordu. Poincaré, istemeden bu mektebin içine mi girecekti? Meselâ **Le Roy** bütün ilmin **konvansiyon**'lara dayandığını, bu convention'ların keyfî olduklarını, kılık değiştirmiş tariflerden ibaret bulunduklarını ve kabulleri için, **action** gayesine matuf fayda ve kolaylıklardan başka sebep bulunmadığını yazıyordu. Bunlar ise hemen harfi harfine Henri Poincaré'nin kendi sözleri değil mi idi? Bu o kadar şüpheden uzaktı ki, Poincaré açıktan açığa nominalist ve pragmatistlere karşı cephe almak gerektiğine hükmettiği zaman, birçok kimseler kendisinin kanaat değiştirdiğini sandılar;aksi takdirde, kendisini, arzusu hilâfına, yeni mektebin mensupları arasına koymaya devamı tercih etmiş olacaklardı.

Bununla beraber, fikirlerinin daima nominalistlerin fikirlerine zıt olduğunu göstermek Henri Poincaré için hiç zor değildi. Bunun için **Le Roy**'nin şu küçük cümlesini zikrederek bunu münakaşa etmesi kâfi idi: **âlim vakıâyı yaratır.** "Hayır, "diyor Henri Poincaré, âlim **vakıâyı yaratmaz**; o sadece va-"kıaları ifade eden dili yaratır; benim her zaman dediğim de "budur. Öklidyen geometri ile öklidyen olmıyan geometrilerin

"farklı diller kullandıklarını, fakat aynı hakikatleri ifade et-"tiklerini, Almancadan Fransızcaya tercüme eder gibi burla-"rın biribirine tercüme edilebileceğini, bunun için, bu iki ge-"ometride yekdiğerine tekabül eden terimlerin neler olduğla-"rını gösteren bir nevi lûgat yapmanın kâfi geldiğini izah et-"tim." İşte bu kâfi derecede sarih sanırım. Zaten, Poincaré konvansiyon'ların katiyen keyfî olmadıklarını tekrarlamaktan hiçbir zaman geri kalmamıştır. Şüphesiz, **Fondements de la Géométrie**'nin müellifi Russel'e karşı müdafaa ettiği üzere, ilmî kavramları tecrübe tahmil etmez; fakat işlenmemiş vakıâ kendini bize zaruri olarak kabul ettirir.

Nominalistlerle işini henüz bitirmişti ki, Poincaré, bu defa da — bazan "**panlojisyenler**" denilen — doktriner mantıkçılara karşı yeni bir mücadeleye girişiyordu.

Panlojisyenlere (aşırı mantıkçılara) göre, teorik ilim tamamen mantık'a müncer olmaktadır: bütün önermelerini, **a priori** kurulan, az sayıda kavram ve aksiyomlardan tahlil yoliyle çıkarmak kabildir. **Principes des Mathématiques** müellifi Russel'le **Couturat**'nın "**lojistisyenler**" adını verdiği bazı mantıkçı matematikçilerin bilhassa müdafaa ettikleri budur. **Hilbert**'in aksiyomatik metodunun kullanılmasını umumileştirmeye çalışan bazı mantıkçı matematikçilerin gerçekleştirmek istedikleri de budur.

Bütün bu panlojisyenlere karşı Poincaré mukabelede bulunarak diyor ki âlimin hareket noktasını teşkil eden aksiyomlar rasgele bir şekilde vaz ve tesis edilemezler. Eğer, iddia edilmek istenildiği gibi, kılık değiştirmiş tariflerden ibaret olsalardı, ancak o zaman seçimlerinde bir fark bulunmıyabilirdi. Bu halde, aşikâr olarak, bunlar keyfî kararlar olur ve menşelerinden endişeye mahal kalmazdı. Fakat aksiyomları tariflere kalbetmek kabil olmazsa iş başka türlü olur. İlmin başında ortaya çıkan mesele artık kavram ve aksiyomların biribirleriyle ne suretle kaynaştıkları keyfiyeti değil, bu aksiyomların nasıl elde edildikleri ve muteber olduklarından

nasıl emin bulunacağımızdır. Halbuki bu da mantık dışı bir meseledir.

İlk aksiyomlar bir kere vazedildikten sonra bütün matematiğin, hiç değilse, tarifler ve analitik muhakemelerle meydana geleceği müdafaa edilebilir mi? Özel matematik muhakeme tipinin (ric'î muhakeme veya tam indüksiyon) sentetik vasfını açıkça belirtmiş olan Henri Poincaré'nin bunu kabul etmesi mümkün değildi. İşte Poincaré'ye göre Panlojisyenlerin karşılaştıkları asıl engel, bu indüksiyonun prensipidir; bazıları ondan vazgeçilebileceğini veya bir tarif gibi kabul edilebileceğini iddia etmektedirler. Başkaları da bunu tarif etmek arzusundadırlar. Her ikisine karşı Poincaré tam indüksiyon prensipinin hususiyetini teyit ve muhafaza etmiş[1]; ve bu son zamanlarda cümleler teorisiyle sonsuz mantığının sebebolduklarını güçlükleri aydınlatmaya çalışırken, bu prensipin oynadığı rolü daha açık olarak belirtmek lüzumunu hissetmiştir. "Hulâsa — diyor Poincaré — yalnız sonlunun ilmi vardır; "mahdut sayıda kelime ile tarif edilemiyen bir şey salt bir "yokluktur; sonsuzun bahis konusu edildiği teoriler, sadece, "sonlu kemiyetlere ait bazı özelliklerin elverişli bir dille ifa- "desinden başka bir şey değildirler." Bununla beraber, matematikçilerin kendilerinde mantığın konuları arasındaki mahdut kombinezonların üstüne çıkmak ve zahirî sonsuz üzerinde muhakeme yürütmek kudreti vardır: bu kudreti kendilerine veren de işte bu tam indüksiyondur.

*
* *

1 Henri Poincaré'nin gösterdiği delillerin teferruatına burada girişmemiz mümkün değildir. Esasen bu delillerin büyük bir kısmının bugün ancak tarihî bir değeri kalmıştır, çünkü bu delilleri kendilerine tevcih ettiği kimseler — bilhassa *Russel* — teorilerini tadil etmişlerdir. Russel'den sonra Poincaré'nin başlıca hedefi *Hilbert* ve *Zermelo* olmuştur.

Mantıkçılarla bu münakaşaları yaparken, Henri Poincaré bir noktaya dokunmak lüzumunu gittikçe daha çok hissediyordu. Panlojisyenlerin yanılması ancak kurulmuş ilim üzerinde muhakeme yürütmek istemelerinden ileri geliyordu. Halbuki filozof için en faydalı, en öğretici olan ilim henüz doğmakta, yeni yeni kurulmakta bulunan ilimdir; matematik düşüncenin en esaslı vasıflarını tanıyıp öğrenmek istiyorsak, onu icat ânında yakalamak lâzım gelir.

Poincaré ilk yazılarında icat problemiyle hiç meşgul olmamıştır; bunun sebebini de kolayca anlamaktayız. Objektif tenkid yapmak, ilmî olaylar alanında kalmak istiyordu. Halbuki icattan daha şahsî, daha ele avuca sığmaz bir şey var mıdır? İlk defa 1908 de, Psikoloji Enstitüsünde, verdiği bir konferansta, Poincaré bu esrarengiz melekeyi cepheden tetkik etmeye başladığı vakit, yaptığı ihtarlara, otobiyoğrafik değilse bile, şahsî bir karakter vermek istedi. Mülâhazalarını umumileştirmekten çekiniyor, bunların ne de olsa pek farazî bir mahiyet taşıdıklarını söylüyordu. Bu sebeple bunları tamamiyle izah etmesi mümkün değildi. "Gayri şuurda veya şuur altında uzun bir çalışmadan sonra, katî ve nihaî fikir birdenbire, bir şimşek gibi, çakmakta ve derhal mutlak bir kesinlikle kendini kabul ettirmektedir" diyor Poincaré. Niçin? Nasıl? Bunu bilmiyoruz. Psikoloğ, zihnin, icatta görülen bu ânî tecellisine bir ad vermekle yetinmek mecburiyetindedir: o, buna "**sezgi** = **intuition**" adını veriyor.

Bununla beraber "sezgi" kelimesi çeşitli mânalara gelir. Henri Poincaré'nin kendisi de bunu daima aynı mânada kullanmamıştır. Eskiden bahsettiği sezgi, çoğu zaman, hislerin veya hiç olmazsa tahayyül ve tasavvurun sezgisidir ve bu sezgi ne tam bir doğruluk ne de kesinlik temin edebilir[1]. **Klein** bir sezgi ile kavrıyan bir adamdır, çünkü düşünmek için hareketten faydalanmaktadır; görüyor, tersime çalışıyor. **Hermite**, aksine, **Méray** ve **Weierstrass** ile birlikte mantıkçılar tarafındadır. Poincaré, doğrusu, bizi hislerin veya tahay-

1 İlmin Değeri, Türkçe tercümesi.

yül ve tasavvurunkinden başka bir sezgi: **salt sayı sezgisi** bulunduğundan da haberdar etmekte; fakat ilk yazılarında bu nokta üzerinde hiç durmamaktadır.

Bununla beraber, sonraları, bu noktaya israrla dönecektir. Mantık sezginin yardımı olmadan hiçbir şey yapamaz, sezgi matematik düşüncenin temel aletidir dediği vakit bahis konusu ettiği sezgi **sâf sezgi, duyulur üstü sezgi**dir. Bu suretle de matematikçiler hakkında yaptığı ilk tasnifi değiştirmek lüzumunu duymaktadır; bundan sonra o, **Hermite**'i seziciler, yani Eflâtun'un varlığını daha önce kabul ve teyit etmiş olduğu aklî görüş gücünü en iyi kullananlar arasma katacaktır.

İşte Henri Poincaré'nin son yazılarında gittikçe büyük bir vuzuhla ifade ettiği görüşleri bunlardır. Bu suretle objektif kesinlikten feragat ederek, matematiğin kaynağındaki sırra daha derinden nüfuz etmeğe çalışıyor. Daha önce mekân kavramımızın psikolojik ve fizyolojik kaynağını açıklamaya çalışmıştı. Şimdi de salt analiz kavramlarını nasıl elde ettiğimizi araştırıyor.

Henri Poincaré'nin bu son spekülâsyonlarının ehemmiyeti felsefe dünyasının gözünden kaçmıyacaktır. İlk bakışta, Poincaré'nin bilhassa bir **inkârcı** olduğunu sanmaya da kalkışılabilir. İlim hakkındaki klâsik telâkkilerin vakıâlar tarafından nasıl nakzedildiğini çok kuvvetli bir şekilde göstermiştir. Fakat acaba onun pozitif (ispatçı) doktrini kâfi bir mükemmeliyette midir? Amprik olmamakla beraber tecrübeden çıkarılmış bulunan, **a priori** sentetik (terkibî) olmamakla beraber zihnin bir yaratığı olan, keyfî tarifelerden ibaret bulunmakla beraber birer **convention** (itibar) olan bu ilmî prensipler hakkında nasıl bir fikir edinmek gerekir? Bu hususlaki düşüncesini tasrih etmesini Poincaré'den istemekten kaçınılamazdı. İşte bu suretle o da — önce yaptığından daha açık olarak — sezgi üzerindeki düşüncelerini formüllendirmek lüzumunu duymuştu.

Henri Poincaré bu yolda daha uzağa gitmiş midir? Felsefesine yeni psikolojik — hattâ metafizik — temeller kazandırmaya teşebbüs etmiş midir? Bu hem mümkündür, hem de muhtemeldir. Bununla beraber eseri, bu haliyle kendi kendine yetmektedir: Gerçekte birtakım istifhamlar ortaya atmakta ise de, teyit ve tasdik ettiği her defada tenkide ve zamana meydan okuyacağa benziyor, çünkü doğrudan doğruya vâkıalara dayanıyor. Metodunun sağlamlığı ve kuvveti sayesinde, Poincaré hiçbir zaman gerisin geriye dönmek mecburiyetinde kalmamıştır. Filozoflar yeni yeni sistemler icat ededursun, âlimler yeni yeni olaylar keşfede dursunlar, o kendi yerinde kalabilmiş, doktrini — yalnız daha da zenginleşmek üzere — tekâmül etmiştir. Artık, maalesef aramızda bulunmuyor ve kendi müdafaasını yapamıyorsa da, hiç şüphe yok ki doktrini geleceğin muhtemel bütün hücumlarına mukavemet edecektir.

Pierre BOUTROUX

JULES - HENRI POINCARÉ'NİN HAL TERCÜMESİ

Fransa'nın Nancy şehrinde (Meurthe-et-Moselle vilâyeti), 29 nisan 1854 te doğmuştur; 1873 — 1875 seneleri arasında Paris **Politeknik okulunda**, 1875 — 1879 yılları arasında Paris **Yüksek Maden Okulunda** okuyarak, yine bu şehir Üniversitesi (Sorbonne) Fen Fakültesinde, 1879 da, Matematikten doktor payesini ihraz etmiştir.

Yabancı memleketler de kendisine şu doktora payelerini tevcih etmişlerdir:

Cambridge Üniversitesinden honoris causa (1900);
Christiania Üniversitesinde Matematikten honoris causa (1902);

Kolozsvàr Üniversitesinde Felsefeden honoris causa (1903);

Oxford Üniversitesinde Fenden honoris causa (1903);
Glasgow Üniversitesinde Hukuk'tan honoris causa (1907);

Bruxelle özel Üniversitesinden honoris causa (1910);
Stockholm Üniversitesinden honoris causa (1909);
Berlin Üniversitesinde Tıptan honoris causa (1910).

Muhtelif memleket ve müesseselerden şu mükâfatları almıştır:

Fransa'da Poncelet mükâfatı (1885);
İsveç'te S. M. Kıral Oscar II. mükâfatı (1889);
Fransa'da Jean Reynaud mükâfatı (1896);

İngiltere'de Royal Astronomical Society'nin altın madalyesi (1900);

İngiltere'de Royal Society of London'un Sylvester madalyası (1901);

Rusya'da Kazan-Lobatchefsky altın madalyası (1904);

Macaristan'da Bolayi mükâfatı (1905);

İtalya'da Medaglia Matteucci della Società İtaliana della Scienze (detta dei XL) (1905);

Fransa'da Association française pour l'avancement des Sociences'in altın madalyası (1909).

Poincaré **Institut de France**'ın — İlimler Akademisi — Geometri bölümüne 1887 de; Fransız Akademisine de 1908 de üye seçilmiştir. Sonra, sırasiyle, Fransız Matematik Derneği Bürosunun fahrî üyesi (1886), daha sonra reisi; Fransız Astronomi Derneğinin üye (1901 - 1902) ve reisi (1902 - 1903); Fransız Fizik Derneğinin fahrî üyesi ve reisi (1902); "Association française pour l'Avancement des Sciences" in üyesi; aşağıda adları yazılı Akademi veya İlim derneklerinin yabancı **associé**, fahrî üye, veya muhabiri:

Amsterdam — Koninlijke Akademie van Wetenschappen;

Berlin — Kgl. Preussische Akademie der Wissenschaften ve Berliner Mathematische Gesellschaft;

Bolonya — Reale Academia delle Scienze dell' Instituo di Bologna;

Brüksel — Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux arts de Belgique;

Bükreş — Academia Româna;

Budapeşte — Magyar Tudomanyos Akadémia;

Caen — Académie nationale des Sciences, Arts et Belles lettres de Caen;

Kalküta — Mathematical Society;

Cambridge — Philosophical Society;
Dublin — Royal Irish Academy;
Edinburgh — Royal Society of Edinburgh;
Erlangen — Physikalisch - medizinische Sozietat in Erlangen;
Göttingen — Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen;
Harlem — Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen;
Helsingfors — Finska Vetenskaps - Societeten (Societas Scientiarum Fennica);
Kazan — Société physico - mathématique de Kasan;
Harkof — Sociéte mathématique de Kharkof;
Kopenhag — Kgl. Danske Videnskabernes Selskab;
Liyej — Société Royale des Sciences de Liège;
Londra — Royal Society of London;
Londra — Royal Institution of Great Britain;
Londra — Royal Astronomical Society;
Londra — London Mathematical Society;
Mançester — Manchester Literary and Philosophical Society;
Münih — Kgl. Bayerische Akademie der Vissenschaften;
Nansi — Académie de Stanislas;
Napoli — Societa Reale di Napoli (Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche);
Filadelfiya — American Philosophical Society for Promoting Useful Knowledge;
Roma — Società Italiana delle Scienze (detta dei XL);
Roma — Reale Academia dei Lincei;
Sen - Petersburg — Académie Impériale des Sciences de Saint - Pétersbourg;
Torino — Reale Accademia delle Scienze di Torino;
Upsale — Kungl. Vetenskaps Societeten (Societas Regia Scientiarum Upsaliensis);

Venedik — Reale Istuto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti;
Vaşington — National Academy of Sciences;
Viyana — Kaiserliche Akademie der Wissenschaften... ilâh.

Ecole pratique des Hautes Etudes'ün Patronaj komisyonu üyesi; Rasathaneler konseyi başkanı; Paris Millî Rasathane konseyi başkan vekili; Meudon Millî Astro - fizik Rasathanesi konseyi ve Nis Rasathanesi konseyi üyesi; Politeknik Okulu tekâmül konseyi üyesi; Milletlerarası Matematik ilimler bibliyografya kongresi başkanı (Paris, 1889); Milletlerarası I. inci Matematikçiler Kongresi Yönetim Kurulu üyesi (Zürih, 1897); Milletlerarası II. inci Matematikçiler kongresi başkanı (Paris 1900); Matematik ilimler bibliyografik **Repertoire**'ı Milletlerarası daimî komisyon Bürosu başkanı; **International Catalogue of Scientific literature**'ün yayım İcra Komitesinin ve Milletlerarası Konseyinin üyesi; **Encyolopédie des Sciences Mathématiques pures et appliquées** (Fransızca nüshası) yazı heyeti üyesi; **Journal de Mathématiques pures et appliquées** yazı heyeti üyesi; **Bulletin astronomique** yazı heyeti başkanı; Guccia madalyası Milletlerarası Komisyonu üyesi (1908); Bolayi mükâfatı Milletlerarası Komisyonu üyesi ve raportörü (Budapeşte, 1910); Consiglio Direttivo (Comitato di Redaziyone dei **Rendiconti**) del Circolo Matematico di Palermo üyesi (1891 den ölümüne kadar); Comité de patronage de **l'Enseignement mathématique** üyesi; Bureau des Longitudes üyesi (1893 ten ölümüne kadar) ve başkanı (1899, 1909); Paris İlimler Akademisinin başkanı (1906); Légion d'honneur Chevalier (1889), Officier (1894) ve Commandeur'ü (1903); Vesoul'de maden mühendisi (1879); Maden Baş Mühendisi (1893); Caen Fen Fakültesinde matematik analiz öğretim görevlisi (1879 1881); Fransız Kuzey Demiryolları kontrol görevlisi (1882 - 1884); Paris Fen Fakültesinde Matematik analiz doçenti (Maître de Conférences) (1881 - 1885); Paris Fen Fakültesinde Fizikî Mekanik öğretim görevlisi

(1885 - 1886); Paris Fen Fakültesinde Teorik Fizik ve İhtimalî Hesap Profesörü (1886 - 1896); Paris Fen Fakültesinde Teorik Astronomi ve Gök Mekaniği Profesörü (1896 dan ölümüne kadar); Paris Politeknik Okulunda: Matematik Analiz repetitörü (1883 - 1897), Genel Astronomi Profesörü (1904 - 1908) ve fahri profesör (1908 den ölümüne kadar); Yüksek Posta ve Telgraf Okulunda Teorik Elektrik Profesörü (1902 den ölümüne kadar); Ölümü Paris'te 17 temmuz 1912.

NOTLAR

ABEL *(Nicolas - Henri)*. Norveçli matematikçi (1802 1829). Hayatında tanınıp takdir edilmemiş olan ABEL'e, *Jacobi* ile birlikte Paris İlim Akademisinin büyük matematik mükâfatını kazandığı haber verildiği zaman onu ölüm döşeğinde bulmuşlardı. Dördüncü dereceden yukarı derecelerdeki genel cebrî denklemlerin çözülemezliğini ispat etmiş; cebrî fonksiyonları, elliptik integralleri, yüksek mertebeden cebrî transandantları, sonlu integralleri... ilâh incelemiş ve bilâhara *abelyen denklemler* adı verilmiş olan yeni bir sınıf denklem keşfetmiştir.

AKİS KABİLİYETİ. — Husule geliş şartlarındaki sonsuz küçük bir değişimin tesiriyle, herhangi bir anda yön değiştirebilen mekanik, fizik veya kimya transformasyonlarına "kabili-akis değişmeler" adı verilmekte ve bu özelliğe "akis kabiliyeti = réversibilité" denilmektedir.

AMPERE *(André Marie)* — Fransız fizikçi ve matematikçisi (1775 1836). Yüksek zekâsiyle daha küçüklüğünde matematiğe karşı olağanüstü bir istidat ve kabiliyet göstermiş; 1801 de fizik hocalığiyle öğretim hayatına girmiş; ihtimaller hesabına ait çok maharetli bir tatbikat mahiyetinde olan *"Oyunun matematik teorisi üzerinde düşünceler"* adlı eseri dikkati çekerek matematik analiz ve mekanik profesörlüğiyle *Paris Politeknik Okulu*'na alınmış; 1814 te Paris İlim Akademisine üye seçilmiştir. Elektrik akımlarının miknatisler üzerindeki tesirinin matematik ifadesini bularak ve bugün, *Ampère kanunu* dediğimiz kanun ile elektrik akımlarının yekdiğerleri üzerindeki tesirlerini keşfederek, elektromağnetizmanın başlıca kurucularından biri olmuştur. Elektromiknatisin icadında da büyük rolü vardır. Bütün bu ilmî faaliyetleri yanında felsefî meselelerle de meşgul olmuş; *İlimlerin felsefesi üzeri-*

ne deneme veya *"Bütün beşer bilgilerinin tabii tasnifine ait tahlili tablo"* adlı — natemam kalmış — muazzam bir eser üzerinde çalışmıştır.

ARŞİMED *(Arkhimedes)*. Antikitenin en büyük âlimi. Siragüza'da M. Ö. 287 de doğmuş, 212 de ölmüştür. Gençliğinde İskenderiye'ye giderek meşhur *E u k l i d e s*'in geometrisini tetkik etmişti. Memleketine dönünce kendini ilme ve teknik sahada incelemelere vermiş, insanlığa birçok değerli bilgiler kazandırmıştır. İlk olarak daire çevresinin uzunluğu ile çapı arasındaki oranın yaklaşık değerini (π sayısını) veren, spirallerin özelliklerini inceliyen odur. Sonsuz vidanın, makaraların, dişli çarkın icadı ve manivelâ teorisi kendisine atfedilir. Hattâ, manivelâ teorisinin tatbikattaki imkânlarından o kadar emin olmuştu ki: "Bana bir istinat noktası bulunuz, dünyayı yerinden oynatayım" demiş olduğu rivayet olunur. Ayrıca, *hidrostatiği* de Arşimed kurmuş ve bu konudaki en esaslı meselelerin çözümünü bulmuştur.

Romalıların Siragüza'yı muhasara etmeleri üzerine memleketini müdafaaya çalışarak, Marcellus ordusunu, icadettiği atış makinaları ve *yakıcı aynalar* sayesinde üç yıl müddetle şehir dışında tutmaya muvaffak olmuştur.

BECQUEREL. *(Antoine Henri)*. Fransız fizikçisi (1852 1908). Paris'te, *Muséum d'Histoire Naturelle*'de Fizik Profesörü, 1889 da Paris İlim Akademisine üye olmuş; 1903 te, uranyum ve diğer radyoaktif cisimler üzerindeki değerli çalışmalarına karşılık, Madam ve Pierre Curie ile birlikte Nobel Fizik mükâfatını almıştır. Akademi *Comptes Rendus*'lerinde, *Annales de Chimie et de Physique*'de ve *Journal de Physique*'de yayımlanan etüdlerinden başlıcaları şunlardır:

Devamlı mağnetik polarizasyon üzerine araştırma; Atmosferik polarizasyon üzerine araştırma; Yer mağnetizmasının atmosfer üzerindeki tesiri; İnfra - kırmızı tayfların ve maden buharlarının emisyon tayflarının incelenmesi; Işığın billûrlar içinde soğurulması; Uranyum tarafından yayımlanan görünmez radyasyonların ve bu radyasyonlar tarafından hâsıl edilen olayların keşfi... ilâh.

BERNOULLİ.— Birçok değerli ilim adamları yetiştirmiş olan İsviçreli ailenin adı. Bilhassa matematik, astronomi ve fizik alanındaki eserleriyle şöhret kazanmış olanlar *Jacques* (1654 1705), *Jean* (1667 1748), *Nicolas* (1687 1759) ve *Daniel* (1700 1782) *Bernoulli*'dir.

Jacques BERNOULLİ, bilhassa *Leibniz*'in temelini atmış olduğu *diferensiyel ve integral hesap* üzerinde çalışmıştır. *Bir diferensiyel denklemin itmamı; logaritmik spiral'a ait özellikler* ve *ihtimali hesap* konularındaki başarıları zikre değer.

Jean BERNOULLİ, meşhur Euler'i yetiştirmiş; Jacques B. ile birlikte Leibniz'in diferensiyel ve integral hesap üzerindeki eserini tekemmül ettirmiştir. *Gezegenlerin deklinasyonları, eksponansiyel hesap* üzerinde de önemli araştırmaları vardır.

Nicolas BERNOULLİ, *diferensiyel fonksiyonların itmam edilebilme şartlarını* inceliyerek bu hususta ilk temel bilgileri vermiştir.

Daniel BERNOULLİ, değerli bir matematikçi olmakla beraber tıp, fizyoloji, fizik ve felsefe ile de meşgul olmuştur. Hidrolik üzerindeki çalışmaları ve bilhassa *Traité d'hydrodynamique* adlı eseri kendisine ilim âleminde büyük bir şöhret kazandırmıştır.

BLONDLOT.— *(René Prosper)*. Fransız fizikçisi (1849 1930). Bilhassa elektromağnetik dalgalar üzerinde çalışmış, bunların yayılma hızlarını tâyin etmiştir.

BOLTZMANN. — *(Ludwig)*. Avusturyalı fizikçi (1844 1906) Merkezî Avrupa'nın birçok üniversitelerinde (Viyana, Graç, Münih ve Leipzig) fizik ve matematik hocalığı yapmış; bilhassa: *gazların kinetik teorisi* ve *Maxwell teorisi üzerinde* araştırmalarda bulunmuştur.

BUFFON. — *(Georges Louis Leclerc, comte de)*, Fransız tabiiyecisi ve muharriri (1707 1788). 36 ciltlik meşhur "Histoire Naturelle" in müellifi. 1749 1788 yılları arasında yayımlanan ve *Yerküresinin tarihi, Dörtayaklılar, Kuşlar, Madenler* gibi çeşitli bahisleri ihtiva eden bu muazzam eser *Buffon'a* haklı bir şöhret kazandırmıştır. Paris Nebatat Bahçesini yeni baştan kurarcasına teşkilâtlandırmıştır. Kendisine bu değerli hizmetleri sebebiyle "*Fransa*'nın *Plin*'i ve *Aristo*'su" denmiştir. Muharrir olarak üslûbunun zarafet ve ihtişamiyle ün sal-

mış; 1753 te Fransız Akademisine kabulü günü irad ettiği nutukta *üslûp üzerine* konuşmuştur.

CARNOT.— *(Nicolas Léonard Sadi.)* Büyük Carnot lâkabiyle iştihar etmiş Fransız devlet adamı General *Lazare CARNOT*'nun oğlu (1796 1832). Termodinamiğin ve neticesiyle modern fiziğin başlıca kurucularından sayılır. *Gazların hacimce mukayeseli genişlemeleri, buharın mekanikteki tatbikatı* üzerinde araştırmaları vardır. 1824 te intişar eden *"Isının muharrik gücü ve bu güçden faydalanabilecek makinalar"* adlı eseri, Termodinamiğin iki temel prensipinden biri olan ve kendi adını taşıyan prensipin esasını ihtiva etmektedir. Bu prensipe göre, *farklı sıcaklıklarda iki ısı kaynağı bulunmadan ısı enerjisi mekanik enerjiye çevrilemez.* 1871 de neşrolunan notlarından, *kalorifik enerji ile mekanik enerji arasındaki eşdeğerliği* de ifade etmiş olduğu anlaşılmaktadır.

CAUCHY. — *(Baron Augustin Louis).* Fransız matematikçisi (1789-1857). Çok genç yaşta — 1816 da — Paris İlim Akademisine üye seçilmiş; devrinin karışık siyasi med ve cezirlerinin tesiri altında Paris Üniversitesinde, Politeknik Okulunda, Collège de France'da ve Turin'de yüksek matematik, teorik fizik ve mekanik okutmuş; bir aralık Prag'da (1832 1838) .Bordeau prensinin talim ve terbiyesi vazifesiyle meşgul olmuş; çok velût ve çok geniş bilgi sahibi bir ilim adamıdır.

Beş yüzden fazla ilmî muhtıra yayımlamıştır. Başlıca araştırma konuları hakkında bir fikir vermek üzere şunları zikredelim:

Gerçek köklerin sayısını a priori tâyin etme metodu; Dalga teorisi; Sonsuz küçükler hesabının geometriye tatbiki; Işığın dispersiyonu; Fonksiyonların, değişkenlerin yükselen kuvvetlerine göre tanzim edilmiş seriler halinde açılımları.

CLAUSİUS.— *(Radolphe Jules - Emmanuel).* Alman fizikçisi (1822-1888) Zürih, Wurburg, Bonne, ve Berlin yüksek öğrenim müesseselerinde tedrisat yapmış ve bilhassa ısıya ait teorilerle meşgul olmuştur. Kendi adını taşıyan bir termodinamik teoreminin ifadesini vermiştir. Carnot prensipine bunun bir neticesi göziyle bakılabilir. Buna, bu sebeple, bazan *Carnot Clausius prensipi* de denil-

mektedir. Clausius, Termodinamiğe "entropi" adı verilen yeni bir fonksiyon ithal etmiştir. *Poggendorff Annalen*'de yayımlanan birçok muhtıralardan maada:

Işığa kıyasla ısının tabiatı hakkında; Potansiyel fonksiyonu ve *Potansiyel; Isının mekanik teorisi*" adlı eserlerin de sahibidir.

COMMUTATION. — *(Kommütasyon).* Bir elektrik makinası kollektörünün, fırçaları arasında bir doğru — mütemadi — akım elde etmek üzere, devrenin bir parçası yerine başka bir parçasını ikame etmesi olayı.

Astronomi'de *kommütasyon açısı*, biri yerküresi merkezinden, diğeri başka bir gezegenin merkezinden çıkan iki doğrunun Güneş merkezinde teşkil ettikleri açıdır.

COULOMB. — *(Charles Augustin de)* Fransız fizikçisi (1736 1806). Elektriklenmiş cisimlerin, birbirlerini, elektrik yüklerinin çarpımiyle doğru ve aralarındaki uzaklığın karesiyle ters orantılı bir kuvvet tesiriyle itip çektiklerini ifade etmiş (Coulomb kanunu) ve bu kanunu doğrulamak için, kendi adiyle anılan, *burulma terazisini* icat etmiştir.

Bir amperlik şiddette bir elektrik akımının bir saniye zarfında naklettiği elektrik miktarı *coulomb* adiyle pratik elektrik yük birimi olarak kabul edilmiştir.

COUTURAT. — *(Louis Alexandre).* Fransız filozofu (1868 1914) *Bilhassa matematiğin felsefesi* ve *matematiğin mantığa tatbiki* ile meşgul olmuştur. *De l'infini mathématique; Leibniz'in mantığı; Dilin Tarihi;* ve *Mantığın cebri* adlı esreleri maruftur.

CROOKES. — *(Sir William).* İngiliz fizikçisi (1832 1919). Çok genç yaşta *Royal College'e* profesör olmuş; solenoitler üzerinde dikkate değer araştırmalarda bulunmuş; talliyumu incelemiş; 1863 te *Royal Society*'ye üye seçilmiştir. 1872 de radyometreyi ve kendi adını taşıyan derşarj borularını icat etmiştir. *Moleküler fizik* adlı eserine göre madde için — ekstra gaz dediği — dördüncü bir hal kabul etmekte ve bunda maddenin ışıyıcı olduğu kanaatini izhar etmektedir.

CURIE. — *(Madame Marie Sklodowski)* (1867 1934). Kocası *Pierre CURIE* ve *G. Bémoont* ile birlikte radyumu keşfetmiş; bütün mesaisini — yeni bir enerji kaynağı olduğunu gösterdiği — bu maddenin özelliklerini incelemeye hasretmiştir. *Debierne* ile birlikte — o zamana kadar ancak bromür halinde elde edilebilmiş olan — radyumu tecride muvaffak olmuştur. *Radyoaktivite* ilminin başlıca kurucularından biridir. 1904 Nobel Fizik mükâfatı, Pierre Curie ve H. Becquerel'le birlikte kendisine verilmiştir.

DARWIN. — *(Charles - Robert)*. Meşhur İngiliz tabiiyat âlimi (1809 - 1882). 1831 de üniversite tahsilini bitirdikten sonra, tabiiyeci olarak bir Güney Amerika ekspedisyonuna iştirâkle orada birçok vesika toplamış, ilmî tetkikler yapmıştır. 1840 1843 arasında *Zoology of the voyage of the Beagale* adiyle neşrettiği bu vesikalar, kendisine büyük bir şöhret ve otorite temin eden muazzam eserinin esasını teşkil etmişlerdir. "Tabii seleksiyon — nevilerin menşei" başlığını taşıyan ve ilim âleminde şiddetli tepkiler doğuran eserini 1859 da yayımladı. *Nevilerin değişebilirliği* konusunda ortaya attığı orijinal görüşleri, *Darwinizm* adı verilmiş olan, transformist bir doktrin manzumesi teşkil eder. Esas tezini müdafaa etmek üzere ölümüne kadar devam ettiği neşriyatı arasında bilhassa şunları zikredebiliriz: *Ehlileştirme yoliyle nebat ve hayvanların değişmeleri; İnsanların ahfadı ve seksüel ıstıfa*, ilâh.

DIRICHLET. — *(Pierre Gustave Lejeune)*. Alman matematikçisi (1805 1859). Bilhassa kısmî türevli diferensiyel denklemler teorisi üzerinde çalışmış; teorik fizik bakımından çok mühim olan periyodik seriler ve belirli integraller teorisini geliştirmiş; matematiğin en mücerret bir kısmı olan sayı teorisi üzerinde başarılı araştırmalar yapmıştır.

EFLÂTUN. — *(Aristokles)*. Eski Yunan filozofu (M. Ö. 428 - 348). Babası tarafından Eski Atina hükümdarı *Kodrus*'un, annesi tarafından da meşhur kanun vazıı *Solon*'un neslindendir. Asıl adı *Aristokles* ise de, omuzlarının genişliğinden kinaye olarak eski Yunancada bu mânaya gelen *Plâton* sözü kendisine lâkap olmuştur. Eflâtun meşhur *Sokrates*'ın talebesi ve *Aristo*'nun hocası-

dır. Bilgisini ilerletmek maksadiyle İtalya ve Mısır'a giderek *Fisagores* ve *Eukleides*'i tetkik etmiş; M. Ö. 388 senesinde Atina'da *Akademya* adiyle bir mektep kurmuştur.

Eski müelliflerden bazıları Eflâtun'un Matematiğe dair eserleri bulunduğunu kaydetmişlerse de, son zamanlara kadar böyle bir eserine tesadüf edilememiştir. Eflâtun'un müsbet ilim ve matematik bakımından en büyük hizmeti zatî keşif ve eserleri değil, bu ilimlerin ilerlemesi yolunda talebesini matematik tahsiline teşvik için daima gayret sarf etmiş olmasıdır. Tesis ettiği mektepten birçok şöhretli matematikçilerin yetişmesi bu hususta kâfi bir delildir. Bu maksatla, Akademya'sının kapısı üstüne: *Hendese bilmiyen buraya girmesin* diye yazmış olduğu malûmdur.

EINSTEIN. — *(Albert)*. Ünlü Alman fizikçisi (Doğumu 1879). Tahsilini İsviçre'de yapmış ve ilk olarak Zürih Üniversitesinde hocalık etmiştir. 1913 te Berlin İlim Akademisine üye olmuş ve bu şehirde İmparator Guillaume Enstitüsü Fizik bölümü müdürlüğüne tâyin edilmiştir. Zamanın izafiliği hakkındaki teorisi — izafiyet teorisi — ile iştihar etmiştir. Bu teorisiyle Einstein, *Newton*'un genel gravitasyon teorisine cephe alarak mutlak zaman kavramını red ve zaman akışının daima aynı kalmadığı tezini müdafaa etmiştir. Bu inkılâpkâr çalışmaları kendisine 1921 yılında Nobel Fizik mükâfatını kazandırmıştır. Başlıca eserleri şunlardır: *Dar ve genelleştirilmiş izafiyet teorisi; Geometri ve Tecrübe, Hareket halindeki cisimlerin elektrodinamiği.*

ENTROPİ. — (Yunanca *dönüş* mânasına gelen *entropé*'den). Alman fizikçisi *Clausius*'un termodinamiğe ithal ettiği:

$$S = \int \frac{dQ}{T}$$

fonksiyonuna verilen ad; burada dQ, fizikî bir sistemin, T sabit mutlak sıcaklığını muhafaza ederek, elemanter bir değişmeyi (transformation) *kabili-akis bir tarzda* yapabilmesi için gerekli ısı miktarıdır.

ESİR. — Son devir fizikçileri ışık ve ısının gerek boşlukta, gerek cisimlerin içinde yayılmasını izah için, her yönden

uzayı dolduran ve cisimlerin en küçük zerrelerine kadar giren, son derece esnek, sonsuz derecede hafif — *ağırlıksız* — bir ortanın varlığını farz ve kabul etmişler ve buna *"esir* = éther" adını vermişlerdir.

Esir, grek menşeli bir kelimedir. Bununla beraber, Grek filozoflarının *"esir"* hakkındaki fikirleri yeni telâkkiden farklı olduğu gibi bu hususta kendi aralarında da ihtilâf vardı.

Bugün *"esir"* in, bir nevi parçacıklardan mürekkep olduğu, ancak bu parçacıkların yekdiğeri üzerinde çekimle değil itimle tesir eyledikleri kabul edilmekte ve iki *"esir"* parçacığı arasında karşılıklı hüküm süren itme kuvveti bu parçacıkların kütleleriyle doğru orantılı olarak ve aralarındaki uzaklığa da tâbi olarak değiştiğine hükmolunmaktadır; fakat bu değişimin mesafenin karesiyle mi veya diğer bir kuvvetiyle mi orantılı olduğu kesin olarak bilinememektedir.

"Esir" uzayın her tarafında bulunduğu için, bir ağırlığı olup olmadığını tecrübe ile meydana çıkarmak mümkün değildir; çünkü içinde *"esir"* bulunmıyan kapalı bir kap tasavvur edilememektedir.

EUKLIDES. — Grek matematikçisi (M. Ö. 306 283). Birinci Ptoleme devrinde İskenderiye'de tedrisatta bulunmuş; kendinden evvel meydana getirilmiş olan eseri sistemleştirmiştir. *Elemanlar*'ı geometrinin temelini teşkil eder. On üç kitaptan müteşekkil bulunan *Elemanlar*'ın ilk dördü ve altıncısı düzlem geometriyi ihtiva eder. Beşinci kitap oranlar teorisinden ve orantılardan bahseder. Yedinci, sekizinci ve dokuzuncu kitaplar rasyonel sayılar teorisine hasredilmiştir. Onuncu kitap bikuadratik denklemlerden gelme irrasyonel büyüklükleri tanıtır. Nihayet son üç kitapta ise Eukleides'in zamanında bilinen en basit uzay şekillerinden bahsedilmektedir.

Plân itibariyle ve bahis konusu ettiği maddeler bakımından *Elemanlar* gerçek rasyonel ve dedüktif bir eser nümunesidir. Eukleides önce mümkün olduğu kadar az sayıda *tarif* ve *postula*ları vazetmekte, bu suretle eserini herkesçe bedihî gibi kabul edilebilecek bir temel üzerine inşa etmektedir.

EULER. — *(Leonard) İsviçreli matematikçi* (1707 1783). *Jean Bernoulli*'nin talebesi olmuş; Saint Petersburg

(Leningrad) ve Berlin'de Matematik okutmuştur. Çok mütenevvi olan eserlerinde, matematik analizin temeli olan *fonksiyon* kavramını geliştirmiştir. *"Sonsuz küçükler analizine giriş — İntroduction in analysion infinitorum"* adlı eserinde: seri açılımlarından, trigonometrik fonksiyonlarla eksponansiyellerden ve denklemler teorisinden bahsetmekte; ayrıca analitik geometriyi ele almakta ve ikinci mertebeden yüzeylerin tasnifine girişmektedir. Bunu takiben neşrettiği *differensiyel hesap ve İntegral hesap* adlı eserleriyle devrinin matematik analiz sahasındaki bilgi durumunu tam aksettirmiştir.

FOURIER. — *(Jean Baptiste Joseph, baron)*. Fransız matematikçisi (1768 - 1830). *"Isının Analitik Teorisi"* adlı meşhur eserin sahibi. Diğer bazı eserleri şunlardır: *Statistik; Isının yayılması; Cebrî denklemlerin genel çözümü; Belirli denklemlerin analizi.*

FRESNEL. — *(Augustin Jean)* Fransız fizikçisi (1788 1827). 1819 da Paris İlim Akademisi tarafından *ışığın kırınımı* (diffraction) üzerine açılan müsabakayı kazanmış, 1823 te bu Akademiye üye olmuştur. İlk araştırmaları *ışığın çift kırılması* konusu üzerindedir. Daha sonra *Arago* ile birlikte ışığın polarizasyonu üzerinde çalışmıştır. İngiliz âlimi *Young*'ın keşfetmiş olduğu kırınım saçaklarına ait izahı ve girişim saçakları elde etmeğe mahsus "Fresnel aynaları" düzeneğini de *Fresnel*'e borçluyuz. Bütün on sekizinci asır boyunca — bilhassa Newton'un tesiriyle — hüküm sürmüş olan ışığın *moleküler* — veya *partiküler* — hipotezinin terk edilmesine ve kendinden önce Holândalı *Huygens*'in ortaya atmış olduğu *dalga* hipotezine dayanarak yeni bir *ışık teorisi* kurulmasına başlıca âmil olmuştur.

Fresnel integralleri: Müşterek değerleri $\frac{1}{2}\sqrt{2\pi}$ olan $\int_{-\infty}^{+\infty} \cos x^2 \, dx$ ve $\int_{-\infty}^{+\infty} \sin x^2 \, dx$ integralleridir.

FÜKSİYEN. — Alman matematikçisi FUCHS'un adına izafetle bazı transandantlara Henri Poincaré tarafından verilen ad.

Değişken üzerinde tamamen belirli bazı ikameler yapıldığı vakit değişim göstermiyen bu fonksiyonlar *füksiyen grupu* adı verilen bir grup teşkil ederler.

GALILEI. — *(Galileo)*. İtalyan matematik ve fizikçisi (1564 1642). Tecrübî fiziğin kurucusu sayılır. *Aristo*'ya karşı ilk olarak açıkça cephe almış, Kopernik sistemini müdafaa etmiştir. Piza şehrindeki eğik kulede ve adına izafetle *Galile eğik düzlemi* denilen düzlemle yaptığı tecrübelerle serbest düşme kanunlarını keşfetmiş; küçük salınımlı sarkaçlara (rakkas) ait eşzamanlık kanununu bulmuştur. İlk dürbünle yaptığı rasatlarla Jüpiter'in peyklerini, Zühal'in halkasını keşfetmiş, Güneşin lekelerini görmüş, Venüs'ün safhalarını tetkik etmiştir.

GALOIS. — *(Evariste)*. Fransız matematikçisi (1811 - 1832) Cauchy ve Abel'le birlikte cebrî fonksiyonlar teorisinin kurucusu sayılır. *Denklemlerin çözümü; Sayılar teorisi* gibi meseleler üzerindeki — altmış sahifeyi geçmiyen — değerli eseri ancak ölümünden hayli sonra ortaya çıkarak ilim âlemince tanınmıştır.

GAUSS. — *(Charles Frederik)*. Alman astronom ve matematikçisi (1777 - 1855). Göttingen rasathanesi müdürü ve bu şehir üniversitesinde astronomi profesörü. Henüz genç bir öğrenci iken *sayılar teorisi* üzerindeki muhtırasiyle dikkati çekmiş; fizik, astronomi ve matematiğin birçok sahalarında pek ileri merhaleler sayılan eserler meydana getirmiştir. Lagrange'inki ile hemen aynı zamana raslıyan *en küçük kareler metodu*ndan başka, *iki terimli denklemlerin çözüm metodunu; Gezegen mahreklerin hesabı*na ait yeni bir metodu ve *magnetometre*nin icadını *Gauss*'a borçluyuz. C. G. S. sistemindeki mağnetik alan şiddeti birimine *gauss* adı verilmiştir.

GIBBS. — *(Josiah Willard)*. Amerikalı fizikçi (1839 1903). *Termodinamik* ve *fazlar kanunu* üzerindeki çalışmaları enerjetik kimyanın temelini teşkil etmiştir.

GOUY. — *(Georges Louis)*. Fransız fizikçisi (1854 1926). Başlıca çalışmaları optik, elektrik ve bilhassa *termodinamik* üzerindedir.

HELMHOLTZ. — *(Herman Ludwig Ferdinand von)*. Alman fizikçisi ve fizyoloji âlimi (1821 1894). Optik, elektrik ve

akustik üzerindeki çalışmalariyle XIX. asrın büyük âlimleri arasında yer almıştır. Gamların teşekkülünde harmoniklerin rolünü belirtmeye yarıyan keşifleri akustikte bir inkılâp yapmıştır denilebilir. Görme ve işitmeye ait duyumlar üzerinde çok ehemmiyetli çalışmaları vardır. Bir oftalmoskop da icadetmiştir.

HERMITE. — *(Charles)*. Fransız matematikçisi (1822 1901). Sorbonne'deki tedrisatiyle ün salmıştır; matematikte yeni bir mektebin müessisi sayılır. Abelyen ve elliptik fonksiyonlar üzerindeki araştırmaları kendisini daha Paris Politeknik Okulunda talebe iken ilim dünyasına tanıtmıştır. Elliptik fonksiyonların beşinci derece denklemlerinin çözümüne tatbikını göstermiş; bir değişkenli bir fonksiyonun rasyonel bir kesirle yaklaşık olarak gösterilme tarzından faydalanarak (1873 te) neperyen logaritmeler kaidesinin tam katsayılı hiçbir cebrî denklemin kökü olmadığını ispat etmiştir. Daha sonra *Wierstrass* ve *Hilbert* bunun daha basit bir ispatını vereceklerdir.

HERSCHEL. — *(Frederik Guillaume)*. İngiliz astronomu (1738 1822). Uranus gezegenini, bunun dört peykinden ikisini ve Zuhal'in iki peykini keşfetmiştir. Utarid'in lekelerini tetkik ve bu gezegenin devir süresini tâyin etmiştir. Başlıca eseri, kızkardeşi Caroline ile birlikte meydana getirdiği *Yıldız Katalogu*dur.

(Jean Frederik Gunllaume, sir). İngiliz astronomu ve fizikçisi. Guillaume Herschel'in oğlu (1792 1871). Bilhassa çift yıldızlar üzerindeki rasatlariyle meşhurdur; bunlardan 3000 den fazlasını keşfetmiştir. 525 ini kendisinin keşfetmiş olduğu 2300 den fazla nebülözün kataloğunu yapmıştır. Ayrıca optikle meşgul olmuş; güneş tayfı ışınlarının bitki renkleri üzerindeki tesirini tetkik etmiş; zamanında çok meşhur olmuş bir akustik kitabı yazmıştır.

HERTZ. — *(Henri Rodolphe)*. Alman elektrik mühendisi (1857 1894). *Elektrostatik deşarj* ve *elektromağnetik dalgaların yayılması* üzerindeki çalışmalariyle meşhur olmuş; telsiz telgrafın dayandığı teorinin kurulmasına imkân hazırlamıştır. Maxwell'in 1865 te ortaya atmış olduğu *elektromagnetik* teorinin tecrübî doğrulamasını ona borçluyuz (1887). Adiyle anılan *eksitatörü* tahakkuk

ettirmiş; *hertz dalgaları* adı verilmiş bulunan dalgaları keşfetmiş; katod ışınlarının ince altın veya alüminyum yapraklardan kolayca geçtiklerini göstermiş; ültraviyole ışınların elektriki deşarj üzerindeki tesirini incelemiştir.

HILBERT. — *(David).* Alman matematikçisi (Doğumu 1862). *Geometrinin temelleri* adlı eserinde bilhassa *invariant'lar teorisi; Sayının tabiatı; Mantık,ın prensipleri* meseleleriyle meşgul olmuştur. *Logistisyenler* mektebine mensup sayılır.

HILL. — *(George William).* Amerikalı astronom (1838 1914). Gezegen mahreklerine ait elemanların seküler değişimleri üzerindeki çalışmalariyle tanınır.

İNVERSİYON. — *Geometride:* Bir F şeklinden, nokta be nokta, diğer bir F şeklini çıkarmak üzere yapılan geometrik transformasyon. *Matematik analizde:* Bir fonksiyonun tersini araştırmak.

İZAFİYET Teorisi. — İzafiyet, ortaya çıkışı muhakkak ki en çok en şiddetli münakaşaya sebep olmuş bir teoridir. Gerçekten, bu teorinin sonuçları, yalnız Fiziğin büyük prensiplerini değil, sağduyunun en elemanter kavramlarını da altüst etmektedirler.

Einstein şu prensipten hareket etmektedir:

Işığın hızı bütün doğrultularda ayni değerdedir; hattâ ışık kaynağı ile râsıt bir doğru boyunca karşılıklı olarak düzgün bir intikal hareketiyle müteharrik bulunsalar da böyledir. Bu vakıâ daha evvel Amerikalı fizikçi Michelson tarafından tecrübî olarak tesis edilmiş, fakat izah olunamamıştı. Halbuki, bu netice, mûtat zaman ve mekân görüşlerine dayanan klâsik koordinat değiştirme formüllerine uygun düşmemektedir. İşte Einstein bu iki kavrama dayanan her düşünceden sıyrılarak yeni koordinat değişimi formülleri tesis etti ve bunu yaparken Maxwell denklemlerine de dokunmadı. Bu formüllere dayanan teorisinin başlıca neticelerini şöylece sıralıyabiliriz:

Zaman ve mekân mutlak değil, *izafî*dirler; bir gözleyici için hemzaman olan iki hâdise ikinci bir gözleyici için hemzaman olmıyabilirler; birisi için eşit olan iki uzunluk diğeri için artık eşit değildirler.

Biribirlerine nazaran çok süratli hareket halinde bulunan ve yekdiğerinin aynı iki metre ve senkronlaştırılmış iki saatla mücehhez olan iki gözleyici yekdiğerinin önünden geçirilirlerse, *her ikisi de kendi saatının ötekisininkine nazaran geç kaldığını ve kendi metresinin kısalmış olduğunu görür.*

Kütle sabit değildir, hızla birlikte artar ve hiçbir maddi cismin geçemiyeceği, hattâ varamıyacağı bir *limit hız* olan ışık hızı için sonsuz olur.

Nihayet, maddeye bir enerji şekli gibi bakılabilir; maddeden enerjiye, ve herhangi bir şekildeki enerjiden maddeye geçilebilir; bir m kütlesi ile buna tekabül eden E enerjisi arasında, c ışığın boşluktaki 300,000 km/sn ye eşit hızı olmak üzere:

$$E = m c^2$$

bağıntısı vardır.

JACOBİ. — *(Charles Gustave)*. Alman matematikçisi (1804 - 1851). Hemen hemen bütün matematik alanında değerli araştırmalar yapmıştır. Elliptik fonksiyonlar üzerindeki çalışmaları çok ehemmiyetlidir. Gök mekaniği ve analitik mekanikle de meşgul olmuştur. Bu son konu üzerindeki araştırmaları *Dinamik Dersleri* adlı meşhur eserinde toplanmıştır.

KANT. — *(Emanuel)*. Alman filozofu (1724 1804). Protestan rahibi olmak gayesiyle tahsil etmekte olduğu Königsberg üniversitesinde, ilâhiyat dersleriyle birlikte, fizik ve bilhassa matematik tahsil ederek Newton felsefesi üzerinde çalışmıştır. Meşhur *Umumi tabiat tarihi* adlı eserini 1755 te vermiştir; bunda *gök teorisi* ile ve *kâinatın mekanik menşei* gibi meselelerle meşgul olur. Bilhassa: *Duyulan ve idrâk olunan âlemin şekli ve prensipleri; Salt idrâkin kritiği; İlmin ve tabiatın ilk prensipleri* adlı eserleriyle tanınmıştır.

KATOD ışınları. — Havası boşaltılmış bir ampul içindeki elektrodlar arasında yüksek bir elektrikî gerilim tatbik olunduğu vakit katottan fırlıyan — hareket halindeki — negatif elektronlardan ibaret parçacıklar.

KELVİN. — *(Sir William* THOMSON, *Lord)*. İngiliz âlimi (1824 1907). Bilhassa ısı, yerin mağnetisması ve elektrik üze-

rine inceleme ve araştırmalarda bulunmuştur. *Kuadranlı elektrometre* ve *aynalı galvanometre* bu İngiliz fizikçisinin eseridir. *Titreşimli deşarjlar, güneşin enerjisi* ve *kompresyon* üzerindeki çalışmaları bilhassa ehemmiyetlidir.

KİNETİK teori. — *(Gazların kinetik teorisi)*. — Bu teoriye esas olan hipoteze göre: moleküller, birbirlerinin aynı, — çapları milimetrenin on milyonda biri mertebesinde — son derece küçük, mükemmel esnek küre biçiminde bilyelere benzerler. Bu kürecikler — dinamik kanunlarına uyarak — her doğrultuda ve her yönde hareket eder, yekdiğerleriyle saniyede birkaç milyon kere çarpışarak içinde bulundukları kabın kenarlarına çarpar, *gaz basıncını* meydana getirirler; fakat her molekül belli — sınırlı — bir bölgenin dışına çıkamaz, ancak bu bölge içinde nizamsız hareketine devam eder.

Buna göre, kolayca anlaşılabilir ki:

1. Gaz sıkıştırılınca basıncı artar; çünkü sıkıştırma neticesinde moleküller arasındaki serbest bölgeler daralacağından saniyedeki çarpışma sayısı artar.
2. Gaz gevşetilirse basınç azalır.
3. Gaz kütlesi sabit hacimde tutularak ısıtılınca basınç artar; soğuma neticesinde basınç düşer. Çünkü, teoriye göre, bir cismin sıcaklığını artırmakla moleküllerin hızları ve neticesiyle bir saniyedeki çarpışma sayısı artmış olur.
4. Basınç gazı ihtiva eden kabın içinde her yönde ve her noktada aynı değerdedir.

KIRCHHOFF. — *(Gustave - Robert)*. Alman fizikçisi (1824 - 1887). Elektrik, mağnetizma ve esneklik üzerinde birçok değerli araştırmalar yapmış; ayrıca optikle de meşgul olmuştur. *Bunsen* ile birlikte güneş tayfinin ve kimyevi madde tayflerinin analizi üzerinde dikkate değer çalışmaları vardır.

Elektrikteki *Kirchhoff kanunları* pek mâruftur.

KLEIN. — *(Christian Félix)*. Alman matematikçisi (1849 - 1925). Hiper-elliptik fonksiyonlar, diferensiyel fonksiyonlar ve Riemann geometrisi üzerinde ehemmiyetli araştırmaları vardır.

KLEIN *grupları, Klein fonksiyonları*, a, b, a′, b′ herhangi birer kemiyet olmak üzere $x = \frac{a\,z+b}{a'z+b'}$ şeklindeki sübstitüsyonlardan teşekkül eden süreksiz gruplara denir.

KONVEKSİYON *akımı*. — Hareket halindeki elektrikli bir iletkenin hâsıl ettiği elektrik akımı.

KRONECKER. — *(Leopold)*. Alman matematikçisi (1823 1891). Berlin İlim Akademisi âzası ve Paris İlim Akademisi muhabir âzası. Cebri kemiyetler ve sayı kavramı üzerinde dikkate değer teorik araştırmaları vardır.

KUANTA. — *(Quanta) kuantumlar*. Süreksiz enerji paketleri; enerji, kesik kesik enerji paketleri — kuantumlar — halinde yayılır.

Alman fizikçisi *Max Planck (1858 1947)*, maddeyi çok büyük sayıda titreşici (osilatör) den mürekkep farz ederek, her osilâtöre ait enerjinin ancak kendi titreşim frekansiyle — *Planck sabitesi* adı verilen — bir h sabitesinin çarpımına eşit bir değerin misillerinden ibaret, süreksiz miktarlarda olabileceği esasını kabul etmiştir. İşte h sabitesinin frekansla çarpımından ibaret olan bu *enerji paketlerine "enerji kuantumları"* adı verilmiştir. Planck, akkor halindeki katı cisimlerin neşrettikleri ışımaların sürekli oldukları hipotezi esas tutuldukça bu ışımalara ait kanunların çok karışık ve anlaşılmaz mahiyette kalacaklarını görmüş, kısaca belirtmeye çalıştığımız hipotezi (enerjinin kesik tabiatlı buluşunu ve madde ile enerji mübadelesinin sonsuz küçük enerji paketleri şeklinde — süreksiz — oluşu hipotezini) kurmuştur. Buna dayanan teori de *kuanta teorisini* teşkil eder.

LAGRANGE. — *(Joseph - Louis)*. Fransız matematikçisi (1736 - 1813). XVIII. inci asrın en büyük matematikçilerinden. Varyasyon hesabının mucidi kısmî türevli denklemler teorisinin kurucusu odur; matematiğin hemen her dalında derin izler bırakmıştır. Varyasyon hesabını muhtelif dinamik meselelerine tatbik etmiş; meşhur *Analitik Mekaniği* yazmış; Paris, Berlin ve müessislerinden bulunduğu Turin akademileri neşriyatı arasında iki yüzden fazla

ilmî muhtıra yayımlamıştır. Büyük Fransız İhtilâli devrelerinde ölçü ve ağırlık sisteminde reform yapmakla vazifeli komisyonun başkanlığında bulunmuş; ondalık sisteminin kabul ve tatbik edilmesinde âmil olmuştur. *Nümerik denklemlerin çözümü; Analitik fonksiyonlar teorisi,* adlı eserleri bilhassa zikre değer.

LALANDE. — *(Joseph Jérôme LEFRANÇAIS de).* Fransız astronomu (1732 1807). Gezegenler teorisi üzerinde çalışmış, 1768 den ölümüne kadar Paris Rasathanesi müdürlüğünde bulunmuştur.

Ay'ın paralaksı; Yer küresine olan uzaklığı; Güneş yılı gibi birçok mühim meselelere ait değerli muhtıralar yayımlamıştır.

LAME. — *(Gabriel).* Fransız mühendis matematikçisi (1795 1870). Paris Politeknik Okulu fizik hocalığında ve Sorbonne Üniversitesi ihtimali hesap profesörlüğünde bulunmuş; Paris İlim Akademisine âza olmuştur. *Esnekliğin matematik teorisi; Transandantların ters fonksiyonları; Termik denge halindeki homogen katı cisimlerde izoterm yüzeyler; Isının analitik teorisi...* ilâh gibi çeşitli konular üzerinde teorik araştırmaları vardır.

LAPLACE. — *(Pierre Simon, marquis de).* Fransız matematikçisi ve astronomu (1749 1827). Politeknik Okuliyle *Ecole normale*'in teşkilâtlandırılmasında mühim rol oynamış; eski ve yeni İlim Akademilerinde âza olmuştur. Bir aralık Napoléon Bonaparte idaresinde İçişleri Bakanlığı yapmış; Restaoration devrinde Senato âzası ve başkan vekili olmuş; Fransız Akademisine âza seçilmiştir. Başlıca eserleri şunlardır:

Gezegen hareketlerinin ve elliptik şekillerinin teorisi; Kâinat sisteminin izahı; Gök mekaniği; İhtimallerin analitik teorisi; İhtimali hesaplar üzerinde felsefi deneme.

Kısmî diferensiyelli denklemlerin itmamı metotlarını tadil etmiştir. Fizik sahasında da *kırılmalar, kılcallık olayları, barometrik ölçmeler, sesin hızı, gazların özellikleri...* gibi çok çeşitli problemler üzerinde çalışmıştır. *Gök Mekaniği* adlı eseri, genel çekim prensipinin neticelerine göre Newton'dan beri astronomide tahakkuk ettirilmiş dağınık bilgileri bir araya topluya-

rak tek bir doktrin halinde tedvin etmesi bakımından bilhassa ehemmiyetlidir.

LEGENDRE. — *(Adrien Marie)*. Fransız matematikçisi (1752 - 1834). Berlin İlim Akademisince mükâfatlandırılmış olan *Mermilerin mukavim ortalar içindeki yörüngelerine* dair muhtırasiyle kendisini ilim âlemine tanıtan Legendre, 1787 de Paris Rasathanesi iie Greenwich Rasathanesi arasında irtibat tesis için gerekli jeodezik çalışmaları yürütmeye memur edilen ilmî komisyonlarda başarılı neticeler elde etmeye âmil olmuştur. *Varyasyon hesabiyle ilgili meselelerde maksimaları minimalardan ayırdetmeye mahsus metot* ve *Bazı kısmî diferensiyelli denklemlerin itmamı* adlı muhtıraları bilhassa zikre değer. Ilim Akademisine üye olmuş ve Lagrange'dan sonra *Büreau des Longitudes*'ü idare etmiştir.

En küçük kareler metodu; Sayılar teorisi; Elliptik transandantlar teorisi... en meşhur eserlerindendir.

LE ROY. — *(Edouard)*. Fransız filozofu ve matematikçisi (1870 189). *Collège de France*'da Bergson'a halef olmuş, *Paris Mânevi İlimler Akademisi* üyeliğine seçilmiştir. Le ROY, felsefeyi ilim ve dinle ahenkli bir sentez halinde birleştirmeğe uğraşmıştır. Ona göre ilim bize realiteyi ancak şematik olarak ve kısmen itibarî bir görüşle göstermektedir. Bu bakımdan o da, Bergson gibi, daha çok *intuition*'a yer vermektedir. Başlıua eserleri şunlardır: *Nas (dogme) ve tenkid; Yeni bir felsefe...* ilâh.

LESAGE. — *(Georges Louis)*. İsviçreli matematikçi ve fizikçi (1724 1803). 1774 te elektrikli telgrafın mümkün olduğunu ispat etmekle meşhurdur. *Mekanik Kimya* ve *Mekanik Fizik* adlı eserleri vardır.

LIE. — *(Sophus)*. Norveçli matematikçi (1842 1899). Bilhassa *"Sürekli transformasyon grupları teorisi"* ve bu teorinin öklidî olmıyan geometriye tatbiki ile tanınmıştır. Başlıca eserleri: *Bir transformasyon grupu yardımiyle, x ve y li âdi diferensiyel denklemlerin integrasyonu ve tasnifi; Transformasyon grupları teorisi.*

LINEER. — *(Diferensiyel denklemler)*. *Lineer* (eski tâbiriyle *hatti*) sıfatı matematikte birçok yerlerde kullanılır: bir cebrî

ifadenin bir harfe göre lineer olması, bu harfin ifadeye birinci dereceden ve *tam* olarak girmesi demektir. Bu tâbirin kullanılmasının menşeiini homogenlikte aramalıdır; meselâ bir uzunluk ancak birinci dereceden bir formülle ifade edilebilir. Bunun gibi, *lineer diferensiyel denklemler,* fonksiyonla diferensiyelinin birinci derece ile dahil oldukları denklemlerdir; bunlara *birinci mertebeden lineer diferensiyel denklemler* de denilir. Böyle bir diferensiyel denklem tipi:

$$M\,y + N\frac{d\,y}{d\,x} + P = 0$$

şeklindedir; burada M, N ve P yalnız x 'in fonksiyonu olan ifadeleri gösterirler. Yüksek mertebeden lineer denklemler, fonksiyonla müteakip türevlerini ihtiva ederler.

LIOUVILLE. — *(Joseph).* Fransız matematikçisi (1809 1882). Bilhassa Evariste Galois'nin matematiğini tanıtmak ve *Le Journal de Mathématiques pures et appliquées*'yi kurmakla tanınmıştır. Paris İlim Akademisi üyesi idi. *Cebrî analiz* ve *Gök mekaniği* üzerinde birçok muhtıraları vardır.

LOBATCHEWSKY. — *(Nicolas İvanovitch).* Rus matematikçisi (1793-1856). Kazan Üniversitesinde tahsil etmiş ve bu üniversiteye matematik profesörü ve rektör olarak değerli hizmetlerde bulunmuştur. Bilhassa Öklidî olmıyan geometri üzerindeki çalışmalariyle tanınmıştır. Kendisi buna *İmajiner Geometri* adını vermişti. Başlıca eserleri: *Geometrinin temelleri; İmajiner geometrinin bazı integrallere tatbiki; Paraleller teorisi üzerinde araştırmalar.*

LORENTZ. — *(Hendrik Antoon).* Holândalı fizikçi (1853 1928). Leyde Üniversitesinin meşhur teorik fizik profesörü. Paris İlim Akademisi yabancı associé üyesi olmuş; 1902 de *Zeeman'la* birlikte Nobel fizik mükâfatını almıştır.

Elektrodinamiğin temel formülleri, bir gaz kütlesinin hareketleri, ışığın polarizasyonu, mağneto optik olaylar üzerinde birçok muhtıralar yayımlamıştır. *"Esir"* i orta içine elektronları ithal etmek suretiyle Maxwell ve Hertz'in elektromağnetik teorisini tekem-

mül ettirmiş; optik ve elektromağnetik olaylardan faydalanarak, *"esir"* e nazaran hiçbir yer değiştirmenin — bu yer değiştirmeye iştirâk eden bir gözleyici tarafından — meydana çıkarılamıyacağını ispat etmiş; hareket eden her cismin hız yönünde bir büzülme ve kısalmaya uğradığını kabul etmiş ve bu kısalmanın, *"esir"* içindeki yer değiştirme hızına ve *"esir"* in intikal hareketinin hızına tâbi olarak ifadesini vermiştir. Bunlar dar izafiyeti karakterlendiren ve *Lorentz denklemleri* adiyle tanınan denklemlerdir ki, Einstein'in izafiyet teorisini tam olarak tesis etmesine yardım etmişlerdir. Başlıca eserleri: *Diferensiyel ve integral hesap; Maxwell'in elektromağnetik teorisi ve bunun hareket halindeki cisimlere tatbiki; Hareket halinde bulunan cisimlerdeki optik ve elektrik olayları; Elektronik teorinin neticeleri.*

MACLAURIN. — *(Colin).* İngiliz matematikçisi (1698 1746). Newton'un en meşhur tilmizlerinden. Med ve Cezir olayları üzerine en iyi muhtırayı takdim edenler arasında — Daniel Bernouilli ve Euler'le birlikte — Paris İlim Akademisinin mükâfatını almıştır (1740). Taylor formülünün özel bir şekil olan:

$$f(x = f(0) + f'(0)\frac{x}{1} + f''(0)\frac{x^2}{1.2} +$$

açılımı *Mac Laurin Serisi* adı altında taninmaktadir. Mac Laurin bunun tam ispatını veren ilk matematikçi olmuştur. Başlıca eserleri: *Geometrica organica; Cebir; Flüksiyonlar; Newton'un felsefi keşifleri.*

MAXWELL. — *(James Clark).* İngiliz fizikçisi (1831 1879). Elektrikle ışığın aynı şey olduğu hipotezini ortaya atmış (Elektromağnetik teori); Cambridge Üniversitesinde Devonshir Dükü tarafından tesis edilmiş bulunan Cavendish lâboratuvarında ilmî çalışmaları idare etmiştir. Miknatisler tarafından hâsıl edilen dış tesirleri tahlil ederek — daha önce William Thomson (Lord Klevin) tarafından ortaya atılmış bulunan — moleküler turbiyon hipotezini tekemmül ettirmiştir. Diğer başlıca eserleri şunlardır: *Zuhal halkalarının hareket*

ve dengesi hakkında; Isı teorisi; Elektrik ve mağnetizma; Madde ve hareket.

MERAY. — *(Hugues Charles Robert).* Fransız matematikçisi (1835 1911). Bilhassa geometri prensipleri üzerindeki çalışmalariyle tanınmıştır. Başlıca eserleri şunlardır: *Lineer ifadeler ve determinantlar teorisi hakkında; Neperyen logaritmenin ve eksponansiyel fonksiyonun analitik teorisi.*

METCHNIKOFF. — *(Elie).* Rus zooloji ve biyoloji âlimi (1845 - 1916). Paris'te Pasteur Enstitüsünde çalışmış, bu enstitünün Annales'ında birçok çalışmalar yayımlamıştır. Bilhassa lökosit (leucocyte) ler tarafından hastalık mikroplarının ve yaşlı — yıpranmış — hücrelerin yutulması üzerinde yaptığı keşifle şöhret kazanmıştır. Bu münasebetle Metchnikoff bağırsak zehirlerine atfettiği yaşlanmanın sebepleri üzerinde araştırmalarda bulunmuştur. En mühim eseri: *Bulaşıcı hastalıklarda muafiyet* adlı etüdüdür. Ayrıca: *Optimist felsefe üzerine deneme; İhtiyarlık* adları eserlerini de zikredelim. Paris İlim Akademisine yabancı *associé* âza olmuş; 1908 Nobel mükâfatını kazanmıştır.

MİCHELSON. — *(Albert Abraham).* Alman aslından gelme Amerikalı fizikçi (1852 1931). Bilhassa optik ölçmeleri — ışığın yayılma hızı — üzerindeki çalışmalariyle tanınmıştır. Önce Amerika'da başladığı bu çalışmalara Paris'teki Milletlerarası Ölçüler ve Ağırlıklar Bürosu'nda devam etmiş; Paris İlim Akademisi yabancı *associé* âzası olmuş; 1907 de Nobel fizik mükâfatını almıştır. Özel bir interferometre icadetmiş; Morley ile birlikte ışığın yayılma hızı üzerinde yaptığı tecrübeler Einstein'in İzafiyet teorisine temel olmuştur.

MONODROM fonksiyonları. — Bir z noktası, bir S alanı içinde değişim gösterirken, F (z) fonksiyonu aynı bir noktada daima aynı değeri alıyorsa, *bu F (z) fonksiyonu bu S alanı içinde monodrom bir fonksiyon*dur denilir.

NEUMANN. — *(François Ernest).* Alman fizikçisi (1798 1895). Işığın kırılması, polarizasyonu, indüksiyon akımları ve ısınma ısıları üzerinde değerli birçok çalışmaları vardır. Başlıca eserleri: *Teorik Fizik; Teorik Optik;* Potansiyel Teorisi.

NEUMANN. — *(Charles Godefray)*. Alman matematikçisi (1832 1925). Bilhassa: *Abel integrallerinin konversiyonu; Riemann yüzeylerine tatbikleri bakımından Dirichlet prensipleri; Logaritmik potansiyel ve Newton potansiyeli; Hidrodinamik üzerine araştırmalar* adlı eserleriyle tanınmıştır.

NEWTON. — *(Isaac)*. İngiliz fizikçi ve matematikçisi (1624 - 1727). Fiziğin hemen her bahsinde dehasının izlerini bırakmış; bilhassa mekanik ve optiği hemen tamamiyle denilebilecek şekilde değiştirip yeni baştan kurmuştur. Az yazardı; *Philosophiae naturalis principia mathematica (Tabiat felsefesinin matematik prensipleri)* adlı meşhur eserini de Halley'in zoriyle Royal Society'ye sunmuştur (1686). Bunda, adını ebedileştiren *genel çekim kanunu* ile mekaniğin temel prensiplerini bahis konusu etmektedir. Beyaz ışığın mürekkep olduğunu ispat ve izah etmiştir. Diferensiyel hesap kaidelerinin temelini teşkil eden flüksiyon hesapları üzerindeki çalışmaları bilhassa çok ehemmiyetlidir. *Optik* adlı eserinde ışığın yansıma, kırılma ve renklerinden bahsetmekte; ışığın, — ağırlıksız, son derece esnek, doğru çizgiler boyunca hareket eden — küçük parçacıklar halinde ışık veren cisimlerden fırlatıldıkları hipotezini — *emisyon* hipotezi — esas tutmaktadır.

PERRİN. — *(Jean Baptiste)*. Fransız fizikçisi (1870 1944). Katod ışınları üzerinde çalışarak bunların — radyoaktif maddelerden *désintegration* suretiyle çıkan — negatif elektrik yüklü β beta parçacıklarından ibaret olduklarını tesbit etmiş; *Brown hareketleri, flüoresans*, radyumun *désintegration'u* üzerinde çok değerli araştırmalar yapmıştır. Paris İlim Akademisi üyesi olmuş; maddenin süreksiz yapısı üzerindeki çalışmaları için 1926 da fizikten Nobel mükâfatını almıştır. Başlıca eserleri şunlardır: *Osmos ve yarı geçirici çeperler; Prensipler; Atomlar; Fiziğin elemanları.*

PİCARD. — *(Charles - Emile)*. Fransız matematikçisi (1856 - 19). Bilhassa matematik analiz, fonksiyonlar teorisi, diferensiyel denklemler teorisi... üzerindeki değerli çalışmalariyle tanınmıştır. Paris İlim Akademisi ve Fran-

sız Akademisi üyesi olmuş; birçok ilmî muhtıra yayımlamıştır. Diğer başlıca eserleri şunlardır: *Analiz; İki bağımsız değişkenli cebrî fonksiyonlar teorisi; İzafiyet teorisi ve Astronomiye tatbiki; Optik teorileri; İlim tarihine ve fizik teorilerine kısa bir bakış.*

PLANCK. — *(Max).* Alman fizikçisi (1858 1947). Bilhassa enerji, ısı ve kendisinin kurduğu kuanta teorisi üzerindeki çalışmalariyle tanınmış; bu meseleler üzerindeki görüşleri modern teorik fiziğin temelini teşkil etmiştir. Berlin İlim Akademisi üyesi olmuş; 1928 de Nobel fizik mükâfatını almıştır. Başlıca eserleri: *Termodinamik Dersleri; Enerjinin korunması prensipi; Teorik fiziğe giriş; Kuanta teorisinin doğuşu ve gelişmesi.*

RADYOAKTİFLİK. — Bazı maddelerin, devamlı bir surette ve hiçbir dış tesir olmaksızın, kendiliklerinden, fotoğraf plâklarını müteessir ve gazları iyonize eden ışınlar neşretmeleri özelliği. α alfa, β beta ve γ gamma ışınları denilen bu ışınların intişarı büyük bir ısı yayimiyle de müterafik bulunur. Radyoaktiflik, Fransız fizikçisi Henri Becquerel tarafından, uranyum tuzları üzerinde, 1896 da keşfedilmiştir. Sonra uranyumdan çok daha fazla radyoaktif olan başka maddeler bulunmuştur: polonyum, radyum, aktinyum, toryum; ilâh. gibi.

Radyoaktif maddeler tarafından neşrolunan ışınlar, maddenin atomik parçalanmasından (désagrégation) ileri gelmektedir. Her atom, modern teorilere göre, *proton* ve *nötron*lardan müteşekkil merkezî bir çekirdeğin etrafında dönen belli sayıda *negatif elektron*lardan mürekkeptir ve atomun özelikleri bu unsurların sayısına tâbidir. Bu itibarla, herhangi bir sebeple bu sayılarda bir değişim olursa, bir elementten başka bir elemente geçilmiş — bir *transmütasyon* vuku bulmuş— olur. İşte öyle bazı elementler vardır ki bunlar tabiî olarak böyle bir değişme yolundadırlar ve atomları parçalanmak suretiyle yüksek bir moleküler ağırlıktan alçak bir ağırlığa geçmektedirler. Maddenin bir kısım elektronlarını srebest hale geçirerek husule gelen bu parçalanma radyoaktifliği teşkil eder.

RAYLEİGH. — *(John - William Strutt, baron).* İngiliz fizikçisi (1842-1919). Cambridge Üniversitesinde meşhur Maxwell'e

fizik kürsüsünde halef olmuş (1879); 1887 de Londra Kıraliyet Enstitüsünde — Tyndall'ın yerine — tabii felsefe kürsüsüne tâyin edilmiş; Royal Society üyesi, muhtelif tarihlerde sekreter ve başkanı olmuş: Paris İlim Akademisine *associé* üye seçilmiştir. Fiziğin hemen bütün dallarında değerli çalışmaları vardır. En mühimleri arasında: *Temel elektrik birimleri; kılcallık; Boyle Mariotte kanunu; Gazların yoğunluklarının tâyini* gibi konular üzerindeki araştırmalarını zikretmek yetişir. Argon gazını keşfeden Lord Rayleigh'dir. Başlıca eserleri: *Ses teorisi; Elektriki direnç birimi üzerine tecrübeler; Atmosferin yeni bir mürekkebi; Argon.*

Lord Rayleigh 1904 te fizikten Nobel mükâfatını almıştır.

RİEMANN. — *(Georges Frederik Bernard). Alman* matematikçisi (1826 - 1866). Kendi adiyle anılan yüzeylere (Riemann yüzeyleri) ait yeni bir geometrik kavram ortaya atmak suretiyle Abel fonksiyonlarının tetkikine çok yardım etmiş; *kompleks değişkenli bir fonksiyonun genel teorisi* adiyle intişar eden eserinde ifade ettiği bu teorinin (Riemann teorisi) temel prensiplerini kurmuştur. Öklidi olmıyan geometrilere menşe olmamakla beraber, bazı araştırmaları, kendisinden sonra gelenlere bu konuda ilham kaynağı olmuştur. Elektrik ve mağnetizma üzerinde de teorik çalışmaları vardır. Çoğu ölümünden sonra neşrolunmuş bulunan eserleri arasında bilhassa *Kısmî diferensiyel denklemler*'i zikredelim.

ROWLAND. — *(Henry Auguste).* Amerikalı fizikçi (1848 - 1901). Elektriki direnç biriminin ve ısının mekanik eşdeğerinin (J sayısının) tâyini hususlariyle meşgul olmuş; bilhassa güneş tayfi üzerindeki çalışmalariyle tanınmıştır. Kırınım (diffraction) şebekesi çizgilerini çizmeye mahsus bir âlet icadetmiş ve yaptığı bir şebeke ile mercek kullanmaksızın tayfin fotoğrafını çekmeye muvaffak olmuştur.

RÖNTGEN. — *(William - Konard von).* Alman fizikçisi (1845 - 1923). Isınma ısıları, sıkışabilirlik, kılcallık, buhar ve gazlarda ısının absorpsiyonu, piyezoelektrik olayı ve dielek-

tiklerin polarmasının elektromağnetik tesirleri üzerinde ehemmiyetli çalışmaları vardır; fakat bilhassa adiyle anılan ışınları — yani X ışınlarını — keşfetmekle tanınarak şöhret kazanmıştır. 1901 de Fizik Nobel mükâfatını almıştır.

RUSSEL. — *(Bertrand - Arthur - William).* İngiliz matematikçisi ve filozofu (Doğumu 1872). Her şeyden evvel bir mantıkçı ve lojistiğin mübeşşirlerinden biridir. Matematiğin ve mantığın menşelerini düşüncenin mücerret bir tahlilinde aramakla tanınmıştır. Felsefesinde daha çok *bilgi teorisiyle* meşgul olmaktadır. Başlıca eserleri şunlardır: *Matematiğin prensipleri; Dış âlem hakkındaki bilgimiz ve ilmî metotlar; Bergson'un felsefesi; Mistisizm ve mantık; Matematik felsefesine giriş; Atomlar; İlmin istikbali.*

SİYAH cisim. — Monokromatik bir radyasyonu tamamiyle soğurmaya muktedir cisme bu ad verilir. Bütün dalga boyları için tamamen soğurucu bir cisim yoktur. Yalnız görünen tayf için, ince bir is tabakası bu tarife yaklaşan bir siyah cisim gibi kabul edilebilir.

Şeffaf olmıyan bir maddeden yapılmış içi boş, kapalı, her tarafı aynı sıcaklıkta tutulan ve yalnız küçük bir deliği bulunan bir kap mükemmel bir siyah cisim sayılabilir.

Siyah cismin ışımaları Stefan Boltzmann ve Wien kanunlarına tâbidirler.

SİNGULİER. — *(Münferit veya tekil noktalar ve integraller).* F (x, y) = O denklemiyle gösterilen cebrî bir eğride, koordinatları bu denklemin birinci tarafının kısmî türevlerini sıfır kılan bir noktaya *singulier nokta* denilir.

F (x, y, z) = 0 denklemiyle tarif olunan bir yüzeyin singulier noktaları da, koordinatları

$$\frac{dF}{dx} \quad \frac{dF}{dy} \text{ ve } \frac{dF}{dz}$$

törevlerini sıfır kılan noktalardır.

Singulier integraller de, sonsuz yakın limitler arasında alınan sonlu integrallerdir; integrali alınan kemiyet bu limitler yakınında sonsuz büyük olur.

SOMMERFELD. — *(Arnold).* Alman fizikçisi (Doğumu 1868). Atomun kuantik teorisi ve madenlerdeki serbest elektronlar teorisi üzerindeki çalışmalariyle tanınmıştır.

Sommerfeld kanunu: *Bir duble teşkil eden aynı bir grupun homolog iki çizgisinin frekansları arasındaki fark N atomik sayısının dördüncü kuvvetiyle (N^4 ile) orantılıdır.*

TAİT. — *(Peter - Guthrie).* İngiliz matematikçisi (1831 1901). *Moleküler dinamik; Termodinamik; Isı ve Işık; Maddenin Özellikleri* adlı eserleriyle tanınmıştır.

TERMODİNAMİK. — Kalorofik ve mekanik olaylar arasındaki bağıntıları inceliyen ilim. Sıcaklık değişimlerini hesaba katmak suretiyle bir sistemin uğradığı değişmelerle meşgul olur. İki temel prensipe dayanır: *Eşdeğerlik veya enerjinin korunması prensipi* (Mayer prensipi: 1842) ve *Carnot - Clausius prensipi* (Carnot tarafından 1824 te ifade edilmiştir).

THOMSON. — *(Sir Joseph John).* İngiliz fizikçisi (1857 1940). Bilhassa elektriğin matematik teorisi üzerindeki çalışmalariyle tanınmıştır. Paris İlim Akademisine *associé* üye olmuş; 1906 da Fizik'ten Nobel mükâfatını almıştır. Gazlar içindeki elektrik deşarjları problemiyle ve elektronalrın özellikleri ile meşgul olmuş, her iki konu üzerinde de çok faydalı sonuçlar elde etmiş; *Madde* ve *"esir"* hakkında orijinal görüşler ortaya atmıştır. Başlıca eserleri şunlardır: *Dinamiğin fizik ve kimyaya tatbiki; Elektrik ve mağnetizma üzerinde yeni araştırmalar; Gazlar içinde elektrikî deşarj; Elektrik ve madde.*

TRANSANDANT *Fonksiyon, transandant denklem.* Cebrî olmıyan fonksiyon ve denklem.

Transandant analiz: Diferensiyel ve integral hesap.

Transandant geometri: Bütün eğrilerin özelliklerini tetkik eden ve bunun için diferensiyel ve integral hesabı kullanan geometri.

Transandant eğri: Denklemi transandant olan eğri.

Transandant sayılar: Tam katsayılı bir denklemin kökleri olmıyan sayılar (π ve e sayıları gibi).

VARYASYON *hesabı.* — V, bir x bağımsız değişkeniyle x in bilinmiyen çeşitli y, z, ... fonksiyonlarının ve bunların türevlerinin belli bir fonksiyonu olduğuna göre:

$$\int_{x_0}^{x_1} V \cdot d\,x$$

şeklindeki bazı sonlu integrallerin maksimum ve minimumlarını aramak üzere yapılan hesaplara *"Varyasyon Hesabı"* adı verilmektedir. Lagrange tarafından icat olunan bu hesap yoliyle, *uzayda iki nokta arasındaki en kısa çizgiyi; bir yüzey üzerinde iki nokta arasında resmolunabilecek en kısa çizgiyi* ve *bir noktadan diğerine en kısa zamanda gitmek üzere bir maddi noktanın takibedeceği en kısa yolu* bulmak mümkün olmaktadır.

WEİERSTRASS. — *(Charles - Théodore Guillaume).* Alman matematikçisi (1815 1897). Bilhassa fonksiyonlar teorisi — ve elliptik fonksiyonlar — üzerindeki çalışmalariyle tanınmıştır. Az yayımda bulunmuş; düşünceleri ancak Berlin Üniversitesindeki meşhur takrirlerinden toplanabilmiştir. Analitik fonksiyonların modern teorisini Weierstrass vücuda getirmiştir denilebilir.

X IŞINLARI (veya *Röntgen ışınları).* İçinde katod ışınları hâsıl edilen bir tübde, bu ışınların bir engele çarpmalariyle husule gelirler. Çok kısa dalga boylu olan bu görünmez ışınlar da doğru çizgiler boyunca yayılırlar, Cisimlerin bu ışınlara karşı gösterdikleri şeffaflık, bu cisimlerin yoğunluklariyle ters orantılıdırlar; alüminyum gibi hafif cisimler bu bakıma çok şeffaftırlar. Onda bir milimetrenin birkaç misli kalınlığındaki kurşun ve plâtin ise bu ışınlara karşı şeffaf değildirler. Katod ışınları gibi X ışınları da cisimlerin fosforesanlığını tahrik ve fotoğraf plâklarını müteessir ederler. Fakat, onların aksine mağnetik ve elektrik alanlarından müteessir olmazlar. Bu ışınların geçtiği hava ve diğer gazlar elektriği iletme özelliğini kazanırlar.

ZEEMANN. — *(Pieter)*. Holândalı fizikçi (1865 1943). Bir element tarafından yayımlanan radyasyonların dalga boyları üzerinde bir mağnetik alanın müessir olabileceğini keşfetmiştir *(Zeemann olayı)*. 1902 de Fizik'ten Nobel mükâfatını almıştır. Başlıca yayımları şunlardır: *Kerr olayları üzerinde araştırma; Mağnetik optik.*