

James Clerk Maxwell

Özdek ve Devim

Matter and Motion

Çeviren
Aziz Yardımlı

idea

JAMES CLERK MAXWELL
ÖZDEK VE DEVİM
MATTER AND MOTION

James Clerk Maxwell
Özdek ve Devim
Matter and Motion

Çeviren
Aziz Yardımlı

İdea • İstanbul

İdea Yayınevi
Şarap İskelesi Sk. 2/106-7 Karaköy, Beyoğlu — İstanbul

www.ideayayinevi.com

Bu çeviri için © AZİZ YARDIMLI 1996-2023

JAMES CLERK MAXWELL

Özdek ve Devim

Matter and Motion

(1876)

I. BASKI 1996

Tüm hakları saklıdır. Bu yayının hiçbir bölümü

İdea Yayınevinin ön izni olmaksızın

yeniden üretilemez.

ISBN 978-975-397-023-5

e-Kitap ISBN 978-975-397-155-3

Physical Science, which up to the end of the eighteenth century had been fully occupied in forming a conception of natural phenomena as the result of forces acting between one body and another, has now fairly entered on the next stage of progress that in which the energy of a material system is conceived as determined by the configuration and motion of that system, and in which the ideas of configuration, motion, and force are generalised to the utmost extent warranted by their physical definitions.

To become acquainted with these fundamental ideas, to examine them under all their aspects, and habitually to guide the current of thought along the channels of strict dynamical reasoning, must be the foundation of the training of the student of Physical Science.

The following statement of the fundamental doctrines of Matter and Motion is therefore to be regarded as an introduction to the study of Physical Science in general.

J. Clerk Maxwell

On sekizinci yüzyılın sonuna dek tam olarak doğal fenomenleri bir cisim ve bir başkası arasında etkide bulunan kuvvetlerin sonucu olarak kavrama uğraşına girişen fizik bilimi şimdi haklı olarak sonraki ilerleme evresine girdi: Bundan böyle bir özdeksel dizgenin enerjisi o dizgenin betilenim ve devimi tarafından belirlenmiş olarak kavranır, ve bundan böyle betilenim, devim ve kuvvet ideaları fiziksel tanımları tarafından aklanan en yüksek düzeye dek genelleştirilir.

Bu temel düşünceler ile tanışmak, onları tüm yanları altında irdelemek, ve düşünce akışını sağın dinamik usımlama süreçleri boyunca ilerletme alışkanlığını kazanmak Fizik Biliminin öğrencisinin eğitiminin temeli olmalıdır.

Öyleyse temel *Özdek ve Devim* öğretilerinin aşağıdaki bildirimi genel olarak Fizik Biliminin incelemesine bir giriş olarak görülmelidir

J Clerk Maxwell

Contents

Chapter 1 Introduction

ARTICLE

- 1 Nature of Physical Science
- 2 Definition of a Material System
- 3 Definition of Internal and External
- 4 Definition of Configuration
- 5 Diagrams
- 6 A Material Particle
- 7 Relative Position of two Material Particles
- 8 Vectors
- 9 System of Three Particles
- 10 Addition of Vectors
- 11 Subtraction of one Vector from another
- 12 Origin of Vectors
- 13 Relative Position of Two Systems
- 14 Three Data for the Comparison of Two Systems
- 15 On the Idea of Space
- 16 Error of Descartes
- 17 On the Idea of Time
- 18 Absolute Space
- 19 Statement of the General Maxim of Physical Science

İçindekiler

Bölüm 1 Giriş

KONU

- 1 Fizik Biliminin Doğası — 13
- 2 Özdeksel Bir Dizgenin Tanımı — 14
- 3 İçselin Ve Dışsalın Tanımı — 14
- 4 Betilenimin Tanımı — 14
- 5 Çizgeler — 14
- 6 Bir Özdeksel Parçacık — 15
- 7 İki Özdeksel Parçacığın Görelî Konumu — 15
- 8 Vektörler — 16
- 9 Üç Parçacıklı Dizge — 16
- 10 Vektörlerin Toplaması — 17
- 11 Bir Vektörün Bir Başkasından Çıkarması — 17
- 12 Vektörlerin Kökeni — 18
- 13 İki Dizgenin Görelî Konumu — 18
- 14 İki Dizgenin Karşılaştırması İçin Üç Veri — 19
- 15 Uzaklık İdeası — 20
- 16 Descartes'ın Yanılgısı — 20
- 17 Zaman İdeası — 22
- 18 Saltık Uzaklık — 23
- 19 Fizik Biliminin Genel Düzgüsünün Bildirimi — 23

Chapter 2 On Motion

- 20 Definition of Displacement
- 21 Diagram of Displacement
- 22 Relative Displacement
- 23 Uniform Displacement
- 24 On Motion
- 25 On the Continuity of Motion
- 26 On Constant Velocity
- 27 On the Measurement of Velocity when Variable
- 28 Diagram of Velocities
- 29 Properties of the Diagram of Velocities
- 30 Meaning of the Phrase "At Rest"

Bölüm 2 Devim

- 20 Yerdeğişiminin Tanımı — 25
- 21 Yerdeğişim Çizgesi — 25
- 22 Görelî Yerdeğişimi — 26
- 23 Biçimdeş Yerdeğişimi — 27
- 24 Devim — 27
- 25 Devimin Sürekliliği — 28
- 26 Değişmez Hız — 28
- 27 Değişken Hızın Ölçümü — 29
- 28 Hızlar Çizgesi — 30
- 29 Hızlar Çizgesinin Özellikleri (Beti 5) — 30
- 30 "Dinginlikte" Deviminin Anlamı — 31

- 31 Hız Değişimi — 32
 32 İvme — 32
 33 İvme Oranı — 33
 34 İvmeler Çizgesi — 33
 35 Görelî Bir Terim Olarak İvme — 34

- 31 On Change of Velocity
 32 On Acceleration
 33 On the Rate of Acceleration
 34 Diagram of Accelerations
 35 Acceleration a Relative Term

Bölüm 3 Kuvvet

Chapter 3 On Force

- 36 Kinematik ve Kinetik — 35
 37 İki Cisim Arasındaki Karşılıklı Eylem —
 Gerginlik — 35
 38 Dışsal Kuvvet — 35
 39 Aynı Fenomenin Ayrı Yanları — 36
 40 Newton'ın Devim Yasaları — 36
 41 Birinci Devim Yasası — 36
 42 Kuvvetlerin Dengesi — 38
 43 Eşit Zamanların Tanımı — 39
 44 İkinci Devim Yasası — 40
 45 Eşit Kütlelerin Ve Eşit Kuvvetlerin
 Tanımı — 40
 46 Kütlenin Ölçümü — 41
 47 Kuvvetin Sayısal Ölçümü — 43
 48 Kuvvetlerin Bir Cisim Üzerindeki
 Eşzamanlı Etkisi — 43
 49 Dürtü — 45
 50 Kuvvet ve Kütle Arasındaki İlişki — 45
 51 Devinirlik — 46
 52 İkinci Devim Yasasının Dürtü Ve
 Devinirlik Terimlerinde Bildirimi — 46
 53 Kuvvetlerin Toplamı — 46
 54 Üçüncü Devim Yasası — 47
 55 Etki Ve Tepki Bir Gerginliğin Bölümsel
 Yanlarıdır — 47
 56 Çekme Ve İtme — 48
 57 Üçüncü Yasa Uzaktan Etki İçin Geçerli
 — 49
 58 Newton'ın Tanıtlaması DeneySEL Değil
 — 49

- 36 Kinematics and Kinetics
 37 Mutual Action between Two
 Bodies — Stress
 38 External Force
 39 Different Aspects of the same
 Phenomenon
 40 Newton's Laws of Motion
 41 The First Law of Motion
 42 On the Equilibrium of Forces
 43 Definition of Equal Times
 44 The Second Law of Motion
 45 Definition of Equal Masses and
 of Equal Forces
 46 Measurement of Mass
 47 Numerical Measurement of
 Force
 48 Simultaneous Action of Forces
 on a Body
 49 On Impulse
 50 Relation between Force and
 Mass
 51 On Momentum
 52 Statement of the Second Law of
 Motion in Terms of Impulse and
 Momentum
 53 Addition of Forces
 54 The Third Law of Motion
 55 Action and Reaction are the
 Partial Aspects of a Stress
 56 Attraction and Repulsion
 57 The Third Law True of Action at
 a Distance
 58 Newton's Proof not
 Experimental

Bölüm 4 Bir Özdeksel Dizgenin Kütle Özeğinin Tanımı

Chapter 4 On the Properties of the Centre of Mass of a Material System

- 59 Kütle-Vektörün Tanımı — 51
 60 İki Parçacığın Kütle Özeği — 51
 61 Bir Dizgenin Kütle Özeği — 52

- 59 Definition of a Mass-Vector
 60 Centre of Mass of Two Particles
 61 Centre of 'Mass of a System

- 62 Momentum represented as the Rate of Change of a Mass-Vector
- 63 Effect of External Forces on the Motion of the Centre of Mass
- 64 The Motion of the Centre of Mass of a System is not affected by the Mutual Action of the Parts of the System
- 65 First and Second Laws of Motion
- 66 Method of treating Systems of Molecules
- 67 By the Introduction of the Idea of Mass we pass from Point-Vectors, Point Displacements, Velocities, Total Accelerations, and Rates of Acceleration, to Mass-Vectors, Mass Displacements, Momenta, Impulses, and Moving Forces
- 68 Definition of a Mass-Area
- 69 Angular Momentum
- 70 Moment of a Force about a Point
- 71 Conservation of Angular Momentum
- 62 Bir Kütle-Vektörün Değişim Oranı Olarak Temsil Edilen Devinirlik— 52
- 63 Kütle Özgeğinin Devimi Üzerine Dışsal Kuvvetlerin Etkisi — 53
- 64 Bir Dizgenin Kütle Özgeğinin Devimi Dizgenin Parçalarının Karşılıklı Eylemi Tarafından Etkilenmez — 54
- 65 Birinci Ve İkinci Devim Yasaları— 54
- 66 Molekül Dizgelerini Ele Alma Yöntemi — 55
- 67 Kütle ideasının getirilmesiyle nokta-vektörler, noktasal yerdeğişimleri, hızlar, bütünsel ivmeler ve ivme oranlarından kütle-vektörler, kütleli yerdeğişimleri, devinirlikler, dürtüler ve devindirici kuvvetlere geçeriz — 55
- 68 Bir Kütle-Alanın Tanımı — 56
- 69 Açısal Devinirlik — 57
- 70 Bir Kuvvetin Bir Nokta Çevresindeki Momenti — 57
- 71 Açısal Devinirliğin Sakınımı — 58

Chapter 5 On Work and Energy

Bölüm 5 İş ve Enerji

- 72 Definitions
- 73 Principle of Conservation of Energy
- 74 General Statement of the Principle of the Conservation of Energy
- 75 Measurement of Work
- 76 Potential Energy
- 77 Kinetic Energy
- 78 Oblique Forces
- 79 Kinetic Energy of Two Particles referred to their Centre of Mass
- 80 Kinetic Energy of a Material System referred to its Centre of Mass
- 81 Available Kinetic Energy
- 82 Potential Energy
- 83 Elasticity
- 84 Action at a Distance
- 85 Theory of Potential Energy more complicated than that of Kinetic Energy
- 86 Application of the Method of Energy to the Calculation of Forces
- 72 Tanımlar — 60
- 73 Enerjinin Sakınımı İlkesi — 60
- 74 Enerjinin Sakınımı İlkesinin Genel Bildirimi — 61
- 75 İşin Ölçümü — 61
- 76 Potansiyel (Gizil) Enerji — 63
- 77 Kinetik Enerji — 63
- 78 Eğik Kuvvetler — 65
- 79 İki Parçacığın Kütle Özgeği İle Göreli Devim Enerjisi — 66
- 80 Bir Özdeksel Dizgenin Kütle Özgeği ile Göreli Kinetik Enerjisi — 67
- 81 Eldeki Kinetik Enerji — 68
- 82 Potansiyel Enerji — 69
- 83 Esneklik — 70
- 84 Uzaktan Eylem — 71
- 85 Potansiyel Enerji Kuramı Kinetik Enerji Kuramından Daha Karışıktır — 72
- 86 Kuvvetlerin Hesaplamasına Enerji Yönteminin Uygulaması — 72

87 Kuvvetlerin [Eylem Kipinin] Özgülleşmesi — 74	87 Specification of the [Mode of Action] of Forces
88 Devimdeki Bir Dizgeye Uygulama — 74	88 Application to a System in Motion
89 Enerji Yönteminin Olgusal Cisimlerin Araştırmasına Uygulanması — 75	89 Application of the Method of Energy to the Investigation of Real Bodies
90 Enerjinin Bağımlı Olduğu Değişkenler — 75	90 Variables on which the Energy depends
91 Değişkenlerin Terimlerinde Enerji — 76	91 Energy in Terms of the Variables
92 Isı Kuramı — 76	92 Theory of Heat
93 Bir Enerji Biçimi Olarak Isı — 77	93 Heat a Form of Energy
94 Isı Olarak Ölçülen Enerji — 78	94 Energy Measured as Heat
95 Yapılacak Bilimsel Çalışma — 78	95 Scientific Work to be done
96 Enerji Öğretisinin Tarihi — 79	96 History of the Doctrine of Energy
97 Değişik Enerji Biçimleri — 80	97 On the Different Forms of Energy

Bölüm 6 Özet

Chapter 6 Recapitulation

98 Soyut Dinamiğe Geri Bakış — 83	98 Retrospect of Abstract Dynamics
99 Kinematik — 83	99 Kinematics
100 Kuvvet —	100 Force
101 Gerginlik — 84	101 Stress
102 Dinamik İle İlgili Bilginin Göreliliği — 84	102 Relativity of Dynamical Knowledge
103 Kuvvetin Göreliliği — 85	103 Relativity of Force
104 Çevrim — 83	104 Rotation
105 Newton'ın Saltuk Çevrim Hızını Belirlemesi — 88	105 Newton's Determination of the Absolute Velocity of Rotation
106 Foucault'nun Sarkacı — 90	106 Foucault's Pendulum
107 Özdek ve Enerji — 92	107 Matter and Energy
108 Bir Özdeksel Tözün Sınaması — 92	108 Test of a Material Substance
109 Enerji Tanınmaz — 93	109 Energy not capable of Identification
110 Bir Cismin Enerjisinin Saltuk Değeri Bilinmez — 93	110 Absolute Value of the Energy of a Body unknown
111 Gizli Enerji — 93	111 Latent Energy
112 Enerjinin Tam Bir Tartışması Fizik Biliminin Bütününe Kapsayacaktır — 94	112 A Complete Discussion of Energy would include the whole of Physical Science

Bölüm 7 Sarkaç ve Yerçekimi

Chapter 7 The Pendulum and Gravity

113 Bir Dairede Biçimdeş Devim — 95	113 On Uniform Motion in a Circle
114 Özekkaç Kuvvet — 96	114 Centrifugal Force
115 Dönemsel Zaman — 96	115 Periodic Time
116 Yalın Uyumlu Titreşimler — 96	116 On Simple Harmonic Vibrations
117 Titreşen Cisim Üzerinde Etkiyen Kuvvet — 97	117 On the Force acting on the Vibrating Body

118 Isochronous Vibrations	118 Eşsüreli Titreşimler — 98
119 Potential Energy of the Vibrating Body	119 Titreşen Cismın Potansiyel Enerjisi — 98
120 The Simple Pendulum	120 Yalın Sarkaç — 99
121 A Rigid Pendulum	121 Katı Sarkaç — 100
122 Inversion of the Pendulum	122 Sarkacın Evrilmesi — 102
123 Illustration of Kater's Pendulum	123 Kater'in Sarkacının Örneđi — 102
124 Determination of the Intensity of Gravity	124 Yerçekimi Yeđinliđinin Belirlenmesi — 103
125 Method of Observation	125 Gözlem Yöntemi — 104
126 Estimation of Error	126 Yanılığı Hesabı — 105

Chapter 8 Universal Gravitation**Bölüm 8 Evrensel Yerçekimi**

127 Newton's Method	127 Newton'ın Yöntemi — 107
128 Kepler's Laws	128 Kepler'in Yasaları — 107
129 Angular Velocity	129 Açısal Hız — 108
130 Motion about the Centre of Mass	130 Kütle Özeği Çevresinde Devim — 108
131 The Orbit	131 Yörünge — 109
132 The Hodograph	132 Hodograf — 109
133 Kepler's Second Law	133 Kepler'in İkinci Yasası — 109
134 Force on a Planet	134 Bir Gezegen Üzerindeki Kuvvet — 111
135 Interpretation of Kepler's Third Law .	135 Kepler'in Üçüncü Yasasının Yorumu — 112
136 Law of Gravitation	136 Yerçekimi Yasası — 112
137 Amended Form of Kepler's Third Law	137 Kepler'in Üçüncü Yasasının İyileştirilmiş Biçimi — 113
138 Potential Energy due to Gravitation	138 Yerçekimine Bađlı Potansiyel Enerji — 114
139 Kinetic Energy of the System	139 Dizgenin Kinetik Enerjisi — 114
140 Potential Energy of the System	140 Dizgenin Potansiyel Enerjisi — 115
141 The Moon is a Heavy Body	141 Ay Ağır Bir Cisimdir — 116
142 Cavendish's Experiment	142 Cavendish'in Deneyi — 117
143 The Torsion Balance	143 Burulum Terazisi — 118
144 Method of the Experiment	144 Deneyin Yöntemi — 119
145 Universal Gravitation	145 Evrensel Yerçekimi — 120
146 Cause of Gravitation	146 Yerçekiminin Nedeni — 121
147 Application of Newton's Method of Investigation	147 Newton'ın Araştırma Yönteminin Uygulaması — 122
148 Methods of Molecular Investigations	148 Moleküler Araştırma Yöntemleri — 122
149 Importance of General and Elementary Properties	149 Genel Ve Ögesel Özelliklerin Önemi — 123

Çözömllemeler. Aziz Yardımlı — 125

Kısa Bir Sözlük — 133

Maxwell Üzerine. Aziz Yardımlı — 137

Dizin — 139

Chapter 1 Introduction

Bölüm 1 Giriş

1. Nature of Physical Science

Physical science is that department of knowledge which relates to the order of nature, or, in other words, to the regular succession of events.

The name of physical science, however, is often applied in a more or less restricted manner to those branches of science in which the phenomena considered are of the simplest and most abstract kind, excluding the consideration of the more complex phenomena, such as those observed in living beings. The simplest case of all is that in which an event or phenomenon can be described as a change in the arrangement of certain bodies.

Thus the motion of the moon may be described by stating the changes in her position relative to the earth in the order in which they follow one another.

In other cases we may know that some change of arrangement has taken place, but we may not be able to ascertain what that change is. Thus when water freezes we know that the molecules or smallest parts of the substance must be arranged differently in ice and in water. We also know that this arrangement in ice must have a certain kind of symmetry, because the ice is in the form of symmetrical crystals, but we have as yet no precise knowledge of the actual arrangement of the molecules in ice. But whenever we can completely describe the change of arrangement we have a knowledge, perfect so far as it extends, of what has taken place, though we may still have to learn the necessary conditions under which a similar event will always take place.

Hence the first part of physical science relates to the relative position and motion of bodies.

1. Fizik Biliminin Doğası

Fizik Bilimi bilginin doğa düzeni ile, ya da başka bir deyişle, olayların kurallı ardışıklığı ile ilgili bölümdür.

Ama fizik bilimi adı sık sık az ya da çok kısıtlı bir yolda kullanılır, ve dirimli varlıklarda gözlenen fenomenler gibi daha karmaşık fenomenlerin irdelemesi dışlayan ve en yalın ve en soyut türden fenomenleri irdeleyen bilim dallarına uygulanır.

Tümü içinde en yalın durum bir olay ya da fenomenin belli cisimlerin düzenlenişindeki bir değişim olarak betimlenebileceği durumdur. Böylece ayın devimi yeryüzü ile görelî konumundaki değişimlerin birbirini izleyiş düzeni içinde bildirilmesi yoluyla betimlenebilir.

Başka durumlarda düzenlemede belli bir değişimin yer aldığını bilebilir, ama o değişimin ne olduğunu saptayamayabiliriz.

Böylece su donduğunda biliriz ki tözün molekülleri ya da en küçük parçaları buzda ve suda değişik yollarda düzenlenmiş olmalıdır. Yine biliriz ki buzdaki bu düzenleme belli bir türde bakışım göstermelidir, çünkü buz bakışık kristaller biçimindedir, ama şimdilik buzdaki moleküllerin edimsel düzenlemesine ilişkin sağın bir bilgimiz yoktur. Ama ne zaman düzenlemenin değişimini tam olarak betimleyebilirsek, yer almış olan şey üzerine düzeyi açısından eksiksiz bir bilgi taşırız, üstelik henüz benzer bir olayın her zaman yer almasının zorunlu koşullarını öğrenmek zorunda olabilesek de.

Bu nedenle fizik biliminin birinci bölümü cisimlerin görelî konum ve devimleri ile ilgilidir.

2. Özdeşsel Bir Dizgenin Tanımı

Her bilimsel işlemde belli bir bölgeyi ya da konuyu araştırmamızın alanı olarak sınırlayarak başlarız. Dikkatimizi bu alana sınırlamalı, giriştiğimiz araştırmayı tamamlayıncaya dek evrenin geri kalanını göz ardı etmeliyiz. Buna göre, fizik biliminde ilk adım bildirimlerimizin konusu yaptığımız özdeşsel dizgeyi açık olarak tanımlamaktır. Bu dizge herhangi bir karmaşa derecesinde olabilir. Tek bir özdeşsel parçacıktan, sonlu büyüklükte bir cisimden, ya da herhangi bir sayıda böyle cisimden oluşabilir, ve giderek bütün özdeşsel evreni kapsayacak denli genişletilebilir.

3. İçselin Ve Dışsalın Tanımı

Bu dizgenin bir parçası ve bir başkası arasındaki tüm ilişkilere ya da eylemlere *içsel* ilişkiler ya da eylemler denir.

Dizgenin bütünü ya da herhangi bir parçası ile dizgede içerilmeyen cisimler arasındaki ilişkilere *dışsal* ilişkiler ya da eylemler denir. Bunları ancak dizgenin kendisini etkiledikleri düzeye dek inceler, ve dışsal cisimler üzerindeki etkilerini irdeleme dışı bırakırız. Dizgede içerilmeyen cisimler arasındaki ilişki ve eylemler irdeleme dışında bırakılacaktır. Onları dizgemizin bu başka cisimleri de kapsamasını sağlamaksızın araştıramayız.

4. Betilenimin Tanımı

Özdeşsel bir dizge parçalarının görelî konumu açısından irdelendiğinde, görelî konumların toparlanmasına dizgenin *betilenimi* denir.

Dizgenin verili bir kıpıdaki betileniminin bir bilgisi dizgenin her noktasının konumunun o kıpıdaki her başka nokta açısından bir bilgisini imler.

5. Çizgeler

Özdeşsel dizgelerin betilenimi modellerde, planlarda ya da çizgelerde temsil edilebilir. Model ya da çizgenin özdeşsel dizgeyi yalnızca biçimde andırması gerekir, zorunlu olarak başka herhangi bir bakımdan değil.

2. Definition of a Material System

In all scientific procedure we begin by marking out a certain region or subject as the field of our investigations. To this we must confine our attention, leaving the rest of the universe out of account till we have completed the investigation in which we are engaged. In physical science, therefore, the first step is to define clearly the material system which we make the subject of our statements. This system may be of any degree of complexity. It may be a single material particle, a body of finite size, or any number of such bodies, and it may even be extended so as to include the whole material universe.

3. Definition of Internal and External

All relations or actions between one part of this system and another are called Internal relations or actions.

Those between the whole or any part of the system and bodies not included in the system are called External relations or actions. These we study only so far as they affect the system itself, leaving their effect on external bodies out of consideration. Relations and actions between bodies not included in the system are to be left out of consideration. We cannot investigate them except by making our system include these other bodies.

4. Definition of Configuration

When a material system is considered with respect to the relative position of its parts, the assemblage of relative positions is called the Configuration of the system.

A knowledge of the configuration of the system at a given instant implies a knowledge of the position of every point of the system with respect to every other point at that instant.

5. Diagrams

The configuration of material systems may be represented in models, plans, or diagrams. The model or diagram is supposed to resemble the material system only in form, not necessarily in any other respect.

A plan or a map represents on paper in two dimensions what may really be in three dimensions, and can only be completely represented by a model. We shall use the term Diagram to signify any geometrical figure, whether plane or not, by means of which we study the properties of a material system. Thus, when we speak of the configuration of a system, the image which we form in our minds is that of a diagram, which completely represents the configuration, but which has none of the other properties of the material system. Besides diagrams of configuration we may have diagrams of velocity, of stress, etc., which do not represent the form of the system, but by means of which its relative velocities or its internal forces may be studied.

6. A Material Particle

A body so small that, *for the purposes of our investigation*, the distances between its different parts may be neglected, is called a material particle.

Thus in certain astronomical investigations the planets, and even the sun, may be regarded each as a material particle, because the difference of the actions of different parts of these bodies does not come under our notice. But we cannot treat them as material particles when we investigate their rotation. Even an atom, when we consider it as capable of rotation, must be regarded as consisting of many material particles.

The diagram of a material particle is of course a mathematical point, which has no configuration.

7. Relative Position of Two Material Particles

The diagram of two material particles consists of two points, as, for instance, A and B .

The position of B relative to A is indicated by the direction and length of the straight line $\overline{AB}$ drawn from A to B . If you start from A and travel in the direction indicated by the line $\overline{AB}$ and for a distance equal to the length of that line, you

Bir plan ya da harita gerçekte üç boyutta olabileni ve ancak bir model tarafından tam olarak temsil edilebileni kağıt üzerinde iki boyutta temsil eder. Çizge terimini özdeksel bir dizgenin özelliklerini incelememizi sağlayan ve düzlem olabilen ya da olmayabilen herhangi bir geometrik betiyi belirtmek için kullanacağız. Böylece, bir dizgenin betileniminden söz ettiğimiz zaman, kafamızda oluşturduğumuz imge bir çizgenin imgesidir ki betilenimi tam olarak temsil eder, ama özdeksel dizgenin başka özelliklerinden hiç birini taşımaz. Betilenim çizgelerinin yanısıra hız, gerginlik vb. çizgeleri de olabilir ki, bunlar dizgenin biçimini temsil etmeseler de, görelî hızlarının ya da iç kuvvetlerinin incelenmesini sağlayabilirler.

6. Bir Özdeksel Parçacık

İncelememizin amaçları için, değişik parçaları arasındaki uzaklıkları gözardı edilebilecek denli küçük olan bir cisme bir *özdeksel parçacık* denir.

Böylece belli gökbilimsel araştırmalarda gezegenlerin ve giderek güneşin bile her biri bir özdeksel parçacık olarak görülebilir, çünkü bu cisimlerin değişik parçalarının eylemleri arasındaki ayrımı dikkate almayız. Ama çevrimlerini araştırırken onları özdeksel parçacıklar olarak ele alamayız. Giderek bir atom bile, onu çevrime yetenekli olarak düşündüğümüzde, birçok özdeksel parçacıktan oluşuyor olarak görülmelidir.

Bir özdeksel parçacık çizgesi hiç kuşkusuz hiçbir betilenimi olmayan matematiksel bir noktadır.

7. İki Özdeksel Parçacığın Görelî Konumu

İki özdeksel parçacığın çizgesi örneğin A ve B gibi iki noktadan oluşur.

B 'nin A ile görelî konumu A 'dan B 'ye çizilen $\overline{AB}$ doğru çizgisinin yön ve uzunluğu tarafından belirtilir. Eğer A 'dan başlar ve $\overline{AB}$ çizgisi tarafından belirtilen yönde ve o çizginin uzunluğuna eşit bir uzaklıkta giderseniz, B 'yi

elde edersiniz. Bu yön ve uzaklık $\overline{AB}$ 'ye koşut ve eşit olan $\overline{ab}$ gibi herhangi bir başka çizgi tarafından eşit ölçüde iyi olarak belirtilebilir. A 'nın B açısından konumu B 'den A 'ya çizilen $\overline{BA}$ çizgisinin, ya da $\overline{BA}$ 'ya eşit ve koşut $\overline{ba}$ çizgisinin yön ve uzunluğu tarafından belirtilir.

Açıktır ki $\overline{BA} = -\overline{AB}$.

Bir çizgiyi uçlarında harfler yoluyla adlandırma harflerin sırası her zaman çizginin çiziliş sırasındır.

8. Vektörler*

Geometride $\overline{AB}$ anlatımı yalnızca bir çizginin adıdır. Burada çizginin çizilmesi işlemini, iz bırakan bir noktayı belli bir yönde belli bir uzaklık boyunca ilerletme işlemini belirtir. Bir işlemi belirttiği için, $\overline{AB}$ 'ye bir *vektör* denir, ve işlem tam olarak aktarımın yön ve uzaklığı tarafından tanımlanır. Vektörün *kökeni* de denilen başlangıç noktası herhangi bir yerde olabilir.

Sonlu bir doğru çizgiyi tanımlamak için yön ve uzunluğunu olduğu gibi kökenini de bildir-meliyiz. Bununla birlikte, koşut olan (ve aynı parçaları doğru çizilen) ve aynı büyüklükte olan tüm vektörler eşit olarak görülür.

Örneğin bir hız ya da kuvvet gibi belli bir yönü ve belli bir büyüklüğü olan her nicelik bir vektör olarak alınabilir ve yönü vektöre koşut olan ve uzunluğu belirli bir ölçüğe göre vektörün büyüklüğünü temsil eden doğru bir çizgi yoluyla bir çizgede belirtilebilir.

9. Üç Parçacıklı Dizge

Sonra bir üç parçacık dizgesini irdeleyelim.

Betilenimi A, B, C gibi üç noktadan oluşan bir çizge tarafından temsil edilir.

B 'nin A açısından konumu $\overline{AB}$ vektörü tarafından, ve C 'nin B açısından konumu $\overline{BC}$ vektörü tarafından belirtilir.

will get to B . This direction and distance may be indicated equally well by any other line, such as $\overline{ab}$, which is parallel and equal to $\overline{AB}$. The position of A with respect to B is indicated by the direction and length of the line $\overline{BA}$, drawn from B to A , or the line $\overline{ba}$, equal and parallel to $\overline{BA}$.

It is evident that $\overline{BA} = -\overline{AB}$.

In naming a line by the letters at its extremities, the order of the letters is always that in which the line is to be drawn.

8. Vectors

The expression $\overline{AB}$, in geometry, is merely the name of a line. Here it indicates the operation by which the line is drawn, that of carrying a tracing point in a certain direction for a certain distance. As indicating an operation, $\overline{AB}$ is called a Vector, and the operation is completely defined by the direction and distance of the transference. The starting point, which is called the Origin of the vector, may be anywhere.

To define a finite straight line we must state its origin as well as its direction and length. All vectors, however, are regarded as equal which are parallel (and drawn towards the same parts) and of the same magnitude.

Any quantity, such, for instance, as a velocity or a force*, which has a definite direction and a definite magnitude may be treated as a vector, and may be indicated in a diagram by a straight line whose direction is parallel to the vector, and whose length represents, according to a determinate scale, the magnitude of the vector.

9. System of Three Particles

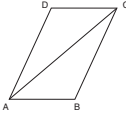
Let us next consider a system of three particles.

Its configuration is represented by a diagram of three points, A, B, C .

The position of B with respect to A is indicated by the vector $\overline{AB}$, and that of C with respect to B by the vector $\overline{BC}$.

*[Özdek ve Devim'de Maxwell vektör simgesini harfler üzerine yerleştiren bir doğru çizgi ile gösterir.]

Fig. 1



It is manifest that from these data, when A is known, we can find B and then C , so that

the configuration of the three points is completely determined.

The position of C with respect to A is indicated by the vector $\overrightarrow{AC}$, and by the last remark the value of $\overrightarrow{AC}$ must be deducible from those of $\overrightarrow{AB}$ and $\overrightarrow{BC}$.

The result of the operation $\overrightarrow{AC}$ is to carry the tracing point from A to C . But the result is the same if the tracing point is carried first from A to B and then from B to C , and this is the sum of the operations $\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC}$.

10. Addition of Vectors

Hence the rule for the addition of vectors may be stated thus: From any point as origin draw the successive vectors in series, so that each vector begins at the end of the preceding one. The straight line from the origin to the extremity of the series represents the vector which is the sum of the vectors.

The order of addition is indifferent, for if we write $\overrightarrow{BC} + \overrightarrow{AB}$, the operation indicated may be performed by drawing $\overrightarrow{AD}$ parallel and equal to $\overrightarrow{BC}$, and then joining $\overrightarrow{DC}$, which, by Euclid, I, 33, is parallel and equal to $\overrightarrow{AB}$, so that by these two operations we arrive at the point C in whichever order we perform them.

The same is true for any number of vectors, take them in what order we please.

11. Subtraction of One Vector From Another

To express the position of C with respect to B in terms of the positions of B and C with respect to A , we observe that we can get from B to C either by passing along the straight line $\overrightarrow{BC}$ or by passing from B to A and then from A to C . Hence

$\overrightarrow{BC} = \overrightarrow{AC} + \overrightarrow{BA}$
 $= \overrightarrow{AC} + \overrightarrow{BA}$ since the order of addition is indifferent
 $= \overrightarrow{AC} - \overrightarrow{AB}$ since $\overrightarrow{AB}$ is equal and opposite to $\overrightarrow{BA}$. Or the

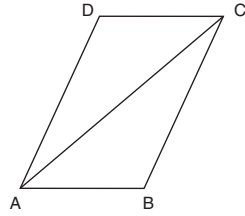
Açıktır ki bu verilerden A bilindiği zaman B' yi ve sonra C' yi bulabiliriz, ve öyle ki üç noktanın betilenimi tam olarak belirlenir.

C' nin A açısından konumu $\overrightarrow{AC}$ vektörü tarafından belirtilir, ve

bu son açıklamaya göre $\overrightarrow{AC}$ 'nin değeri $\overrightarrow{AB}$ ve $\overrightarrow{BC}$ 'nin değerlerinden çıkarsanabilir olmalıdır.

$\overrightarrow{AC}$ işleminin sonucu çizim noktasını A 'dan C 'ye taşımaktadır. Ama sonuç çizim noktasının ilkin A 'dan B 'ye ve sonra B 'den C 'ye götürülmesi durumunda olan ile aynıdır, ve bu $\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC}$ işlemlerinin toplamıdır.

Beti 1



10. Vektörlerin Toplaması

Bu nedenle vektörlerin toplamı için kural şöyle bildirilebilir: Köken olarak herhangi bir noktadan ardışık vektörleri bir dizi içinde çizin, öyle ki her bir vektör öncekinin sonunda başlasın. Dizin kökeninden ucuna doğru giden çizgi vektörlerin toplamı olan vektörü temsil eder.

Toplamanın sırası ilgisizdir; çünkü eğer $\overrightarrow{BC} + \overrightarrow{AB}$ yazarsak, belirtilen işlem $\overrightarrow{BC}$ 'ye koşut ve eşit $\overrightarrow{AD}$ 'yi çizerek ve sonra $\overrightarrow{DC}$ 'yi birleştirerek yerine getirilebilir, ki bu, Euklides, I, 33'e göre, $\overrightarrow{AB}$ 'ye koşut ve eşittir, öyle ki bu iki işlem yoluyla, onları hangi sıra içinde yerine getirirsek getirelim, C noktasına varırız.

Vektörleri hangi sıra içinde alırsak alalım, aynı şey her sayıda vektör için doğrudur.

11. Bir Vektörün Bir Başkasından Çıkarması

C 'nin B açısından konumunu A açısından B ve C 'nin konumlarının terimlerinde anlatmak için, B 'den C 'ye ya $\overrightarrow{BC}$ doğru çizgisi boyunca geçerek ya da B 'den A 'ya ve sonra A 'dan C 'ye geçerek ulaşabileceğimizi görürüz. Bu nedenle

$\overrightarrow{BC} = \overrightarrow{BA} + \overrightarrow{AC}$
 $= \overrightarrow{AC} + \overrightarrow{BA}$ çünkü toplama sırası ayırdır.
 $= \overrightarrow{AC} - \overrightarrow{AB}$ çünkü $\overrightarrow{AB}$ $\overrightarrow{BA}$ 'ya eşit ve karşıtıdır. Ya da C 'nin B açısından konumunu anlatan

$\overline{BC}$ vektörü B 'nin vektörünün C 'nin vektöründen çıkarılması yoluyla bulunur, çünkü bu vektörler herhangi bir ortak A kökeninden sırasıyla B ve C 'ye çizilmişlerdir.

12. Vektörlerin Kökeni

Özdeksel bir dizgeye ait olan herhangi bir sayıda parçacığın konumları belli bir noktadan bu parçacıkların her birine çizilen vektörler aracılığıyla tanımlanabilir. Bu noktaya vektörlerin kökeni, ya da daha kısa olarak, köken denir.

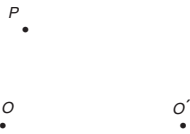
Bu vektörler dizgesi bütün dizgenin betilenimini belirler; çünkü eğer bir B noktasının herhangi bir başka A noktası açısından konumunu bilmeyi istersek, bu $\overline{OA}$ ve $\overline{OB}$ vektörlerinden

$$\overline{AB} = \overline{OB} - \overline{OA}$$

denklemleri yoluyla bulunabilir. Köken olarak herhangi bir noktayı seçebiliriz, ve şimdilik şu değil de bu noktayı seçmemiz için hiçbir neden yoktur. Dizgenin betilenimi — başka bir deyişle, parçalarının birbirleri açısından konumları — köken olarak hangi nokta seçilirse seçilsin aynı kalır. Bununla birlikte, birçok araştırma kökenin uygun bir seçimi ile kolaylaşır.

13. İki Dizgenin Görelî Konumu

Beti 2



Eğer her biri kendi kökeni olan iki ayrı dizgenin betilenimleri bilinirse, ve sonra eğer bu iki dizgeyi diyelim ki iki dizgeden birincisi ile aynı kökeni olan daha büyük bir dizgenin içerisine almayı istersek, ikinci dizgenin kökeninin konumunu birincinin konumu açısından saptamalı, ve ikinci dizgede birincideki çizgilere koşut çizgiler çizebilmeliyiz.

Sonra, Konu 9'a göre, ikinci dizgedeki bir P noktasının O birinci kökeni açısından konumu, o noktanın O' ikinci kökeni açısından $\overline{OP}$

vektör $\overline{BC}$, which expresses the position of C with respect to B , is found by subtracting the vector of B from the vector of C , these vectors being drawn to B and C respectively from any common origin A .

12. Origin of Vectors

The positions of any number of particles belonging to a material system may be defined by means of the vectors drawn to each of these particles from some one point. This point is called the origin of the vectors, or, more briefly, the Origin.

This system of vectors determines the configuration of the whole system; for if we wish to know the position of any point B with respect to any other point A , it may be found from the vectors $\overline{OA}$ and $\overline{OB}$ by the equation $\overline{AB} = \overline{OB} - \overline{OA}$.

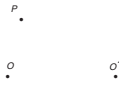
We may choose any point whatever for the origin, and there is for the present no reason why we should choose one point rather than another. The configuration of the system that is to say, the position of its parts with respect to each other remains the same, whatever point be chosen as origin. Many inquiries, however, are simplified by a proper selection of the origin.

13. Relative Position of Two Systems

If the configurations of two different systems are known, each system having its own origin, and if we then wish to include both systems in a larger system, having, say, the same origin as the first of the two systems, we must ascertain the position of the origin of the second system with respect to that of the first, and we must be able to draw lines in the second system parallel to those in the first.

Then by Article 9 the position of a point P of the second system, with respect to the first origin, O , is represented by the sum of the vector $\overline{OP}$ of that point with respect to

Fig. 2



the second origin, O' , and the vector $\overrightarrow{OO'}$ of the second origin, O' , with respect to the first, O .

14. Three Data For the Comparison of Two Systems

We have an instance of this formation of a large system out of two or more smaller systems, when two neighbouring nations, having each surveyed and mapped its own territory, agree to connect their surveys so as to include both countries in one system. For this purpose three things are necessary.

1st. A comparison of the origin selected by the one country with that selected by the other.

2nd. A comparison of the directions of reference used in the two countries.

3rd. A comparison of the standards of length used in the two countries.

1. In civilised countries latitude is always reckoned from the equator, but longitude is reckoned from an arbitrary point, as Greenwich or Paris. Therefore, to make the map of Britain fit that of France, we must ascertain the difference of longitude between the Observatory of Greenwich and that of Paris.

2. When a survey has been made without astronomical instruments, the directions of reference have sometimes been those given by the magnetic compass. This was, I believe, the case in the original surveys of some of the West India islands. The results of this survey, though giving correctly the local configuration of the island, could not be made to fit properly into a general map of the world till the deviation of the magnet from the true north at the time of the survey was ascertained.

3. To compare the survey of France with that of Britain, the metre, which is the French standard of length, must be compared with the yard, which is the British standard of length.

The yard is defined by Act of Parliament 18 and 19 Viet. c. 72, July 30, 1855, which enacts "that the straight line or distance between the centres of the transverse lines in the two gold plugs in the bronze bar deposited in the office of the Exchequer shall be

vektörünün, ve O' ikinci kökeninin O birinci kökeni açısından $\overrightarrow{OO'}$ vektörünün toplamı tarafından temsil edilir.

14. İki Dizgenin Karşılaştırması İçin Üç Veri

İki ya da daha çok sayıda küçük dizgeden büyük bir dizgenin bu oluşumunun bir örneğini her biri kendi arazisini ölçüp haritalayan iki komşu ulus ölçümleri her iki ülkeyi tek bir dizgede kapsamak üzere bağıntılamada anlaştıkları zaman buluruz. Bu amaç için üç şey zorunludur.

1. Bir ülke tarafından seçilen kökenin öteki tarafından seçilen ile bir karşılaştırması.

2. İki ülkede kullanılan gönderme yönlerinin bir karşılaştırması.

3. İki ülkede kullanılan uzunluk ölçünlerinin bir karşılaştırması.

1. Uygur ülkelerde enlem her zaman ekvator'dan, ama boylam Greenwich ya da Paris gibi keyfi bir noktadan hesaplanır. Öyleyse, İngiltere'nin Fransa'nınkine uyan bir haritasını yapmak için Greenwich Gözlemevi ve Paris Gözlemevi arasındaki boylam ayrımını saptamalıyız.

2. Bir ölçüm gökbilimsel aletler olmaksızın yapıldığında, gönderme yönleri kimi zaman manyetik pusula tarafından verilen yönler olmuştur. Batı Hint adalarının kimilerinin ilk ölçümlerinde durum sanırım bu idi. Bu ölçümün sonuçları, gerçi adaların yerel betilenimini doğru olarak verse de, mıknaatısın ölçüm zamanında asıl kuzeyden sapması saptanuncaya dek yeryüzünün genel bir haritasına doğru olarak uyduurulmadı.

3. Fransa'nın ölçümünü İngiltere'ninki ile karşılaştırmak için, Fransız uzunluk ölçüsü olan metre İngiliz uzunluk ölçünü olan yarda ile karşılaştırılmalıdır.

Yarda 30 Temmuz 1855 Parlamento Kararı 18 ve 19 Vict. c. 72 tarafından tanımlanır ve yürürlüğe girer: "Hazine dairesinde saklanan bronz çubuktaki iki altın tapadaki enine çizgilerin özekleri arasındaki doğru çizgi ya da uzaklık 62°

Fahrenheitta asıl ölçün olacak, ve eğer yitirse, eşlemleri ile değiştirilecektir.”

Metre yetkesini 1795'te Fransa Cumhuriyeti'nin bir yasasından alır. Borda tarafından yapılan ve eriyen buz sıcaklığında olan belli bir platin çubuğun uçları arasındaki uzaklık olarak tanımlanır. Yüzbaşı Clerk'in ölçümleri tarafından metrenin 39,37043 İngiliz parmağı uzunluğunda olduğu bulunmuştur.

15. Uzak İdeasi

Şimdi bir özdeksel dizgenin betilenimi açısından dikkat edilecek şeylerin çoğu üzerinden geçtik. Bununla birlikte, geriye konunun metafiziği ile bağlantılı ve fizik üzerinde çok önemli bir ağırlığı olan birkaç nokta kaldı.

Çeşitli betilenimleri tümünü içeren tek bir dizgeye bileştirme yöntemini betimledik. Bu yolda kollarımızı uzatarak araştırabileceğimiz küçük bölgeye, yürüyerek ya da taşınarak ulaşabileceğimiz daha uzak bölgeleri ekleriz. Bunlara başkalarının raporları yoluyla öğrenebileceklerimizi, ve konumlarını ancak bir hesaplama yoluyla saptadığımız girilemez bölgeleri ekleriz, ta ki sonunda, yerlerden birine ötekenden girilebilir olsun ya da olmasın, her yerin başka her yer açısından belirli bir konumu olduğunu anlayıncaya dek.

Böylece yeryüzünün yüzeyinde yapılan ölçümlerden yeryüzünün bilinen nesneler ile görelî özeğinin konumunu çıkarsarız, ve yeryüzünün hacmindaki kilometre küplerin sayısını yeryüzünün özeğinde, ya da kabuğunun doğrudan araştırabileceğimiz o ince katmanının altındaki bir başka yerde neyin varolabileceğine ilişkin herhangi bir hipotezden bütünüyle bağımsız olarak hesaplarız.

16. Descartes'ın Yanılgısı

O zaman diyebiliriz ki, bir şey ve bir başkası arasındaki uzaklık aralarındaki herhangi bir özdeksel şey üzerine bağımlı değildir — ki Descartes şu sözlerinde bunu ileri sürüyor görünür (*Felsefenin İlkeleri*, II. 18): Boş bir

the genuine standard yard at 62 Fahrenheit, and if lost, it shall be replaced by means of its copies.”

The metre derives its authority from a law of the French Republic in 1795. It is defined to be the distance between the ends of a certain rod of platinum made by Borda, the rod being at the temperature of melting ice. It has been found by the measurements of Captain Clarke that the metre is equal to 39.37043 British inches.

15. On the Idea of Space

We have now gone through most of the things to be attended to with respect to the configuration of a material system. There remain, however, a few points relating to the metaphysics of the subject, which have a very important bearing on physics.

We have described the method of combining several configurations into one system which includes them all. In this way we add to the small region which we can explore by stretching our limbs the more distant regions which we can reach by walking or by being carried. To these we add those of which we learn by the reports of others, and those inaccessible regions whose positions we ascertain only by a process of calculation, till at last we recognise that every place has a definite position with respect to every other place, whether the one place is accessible from the other or not.

Thus from measurements made on the earth's surface we deduce the position of the centre of the earth relative to known objects, and we calculate the number of cubic miles in the earth's volume quite independently of any hypothesis as to what may exist at the centre of the earth, or in any other place beneath that thin layer of the crust of the earth which alone we can directly explore.

16. Error of Descartes

It appears, then, that the distance between one thing and another does not depend on any material thing between them, as Descartes seems to assert when he says (*Princip. Phil.*, II. 18) that if that which is