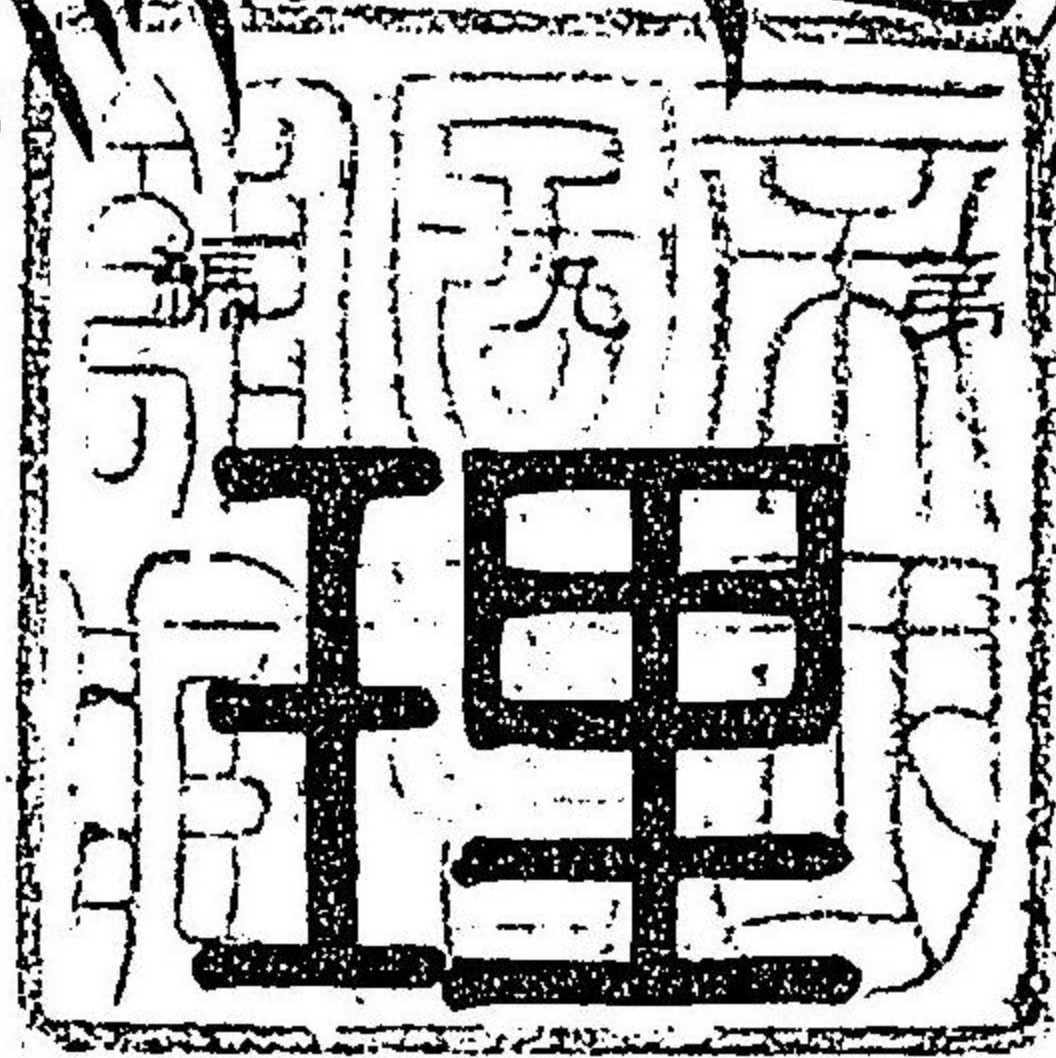


理學博士 本邦先大恩

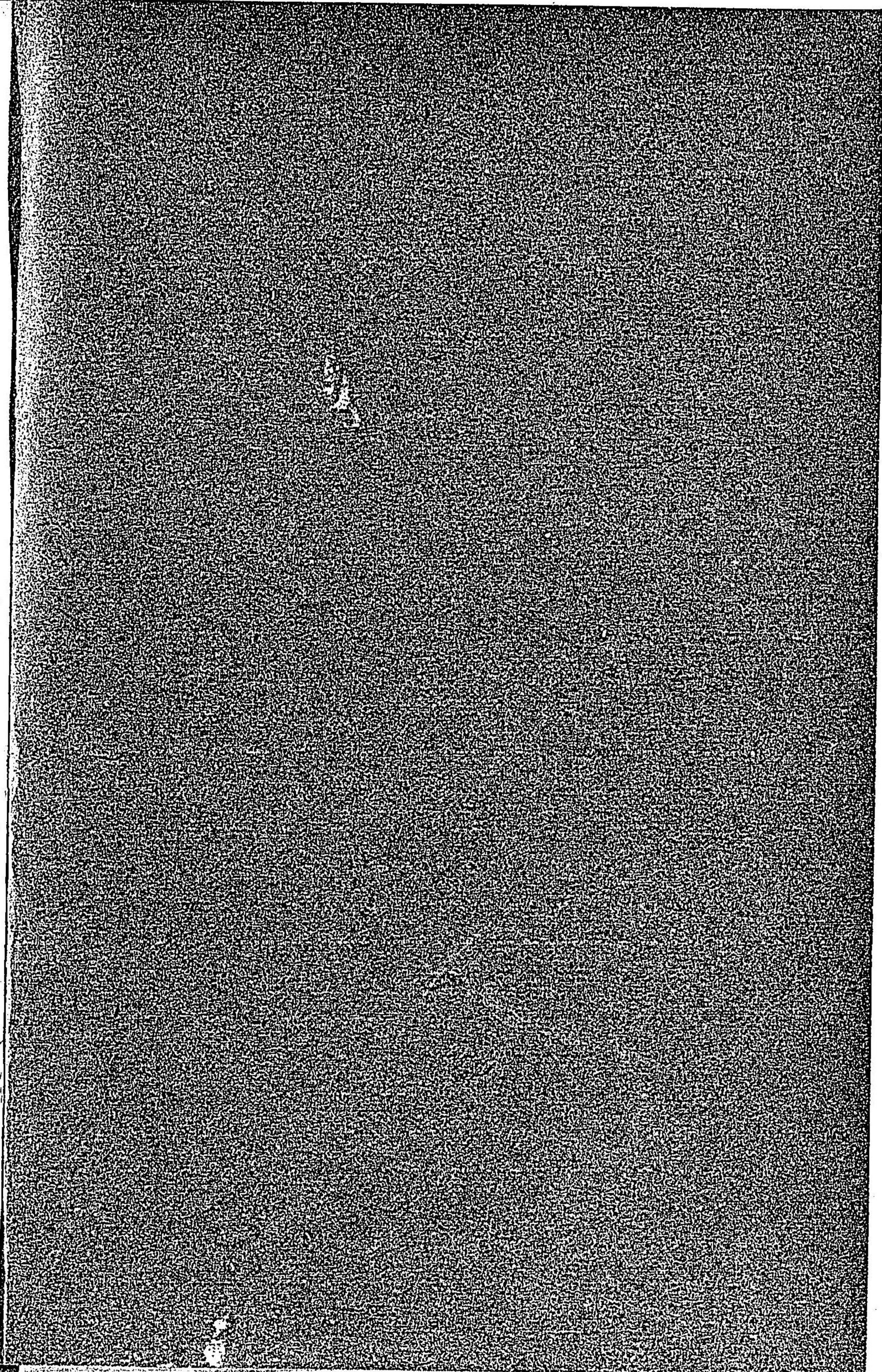


理學博士 本邦先大恩
理學博士 純田蘭苗 講義

心學語話

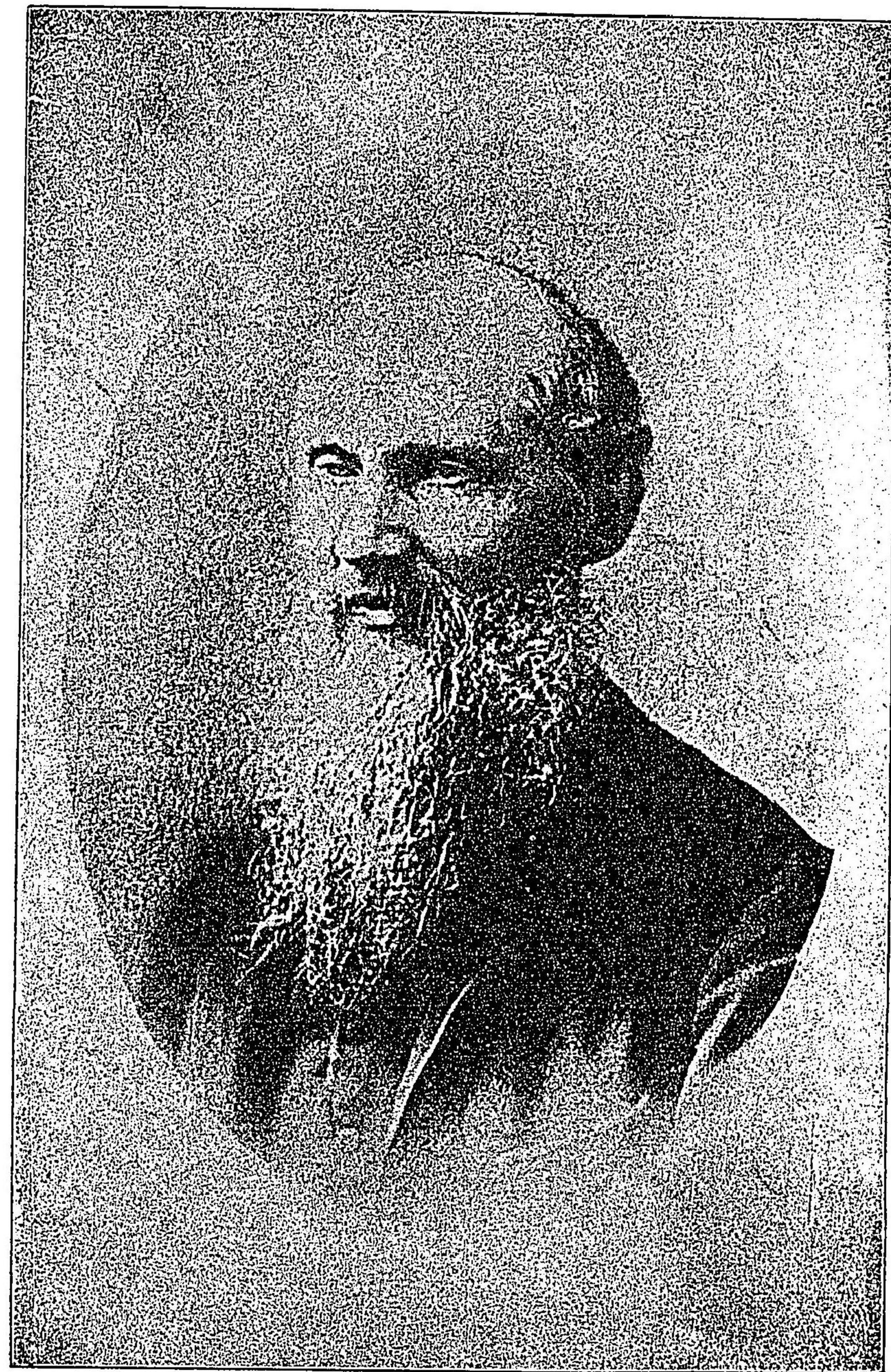
明治
40 4 11
丙寅

東京大學文部省印刷局

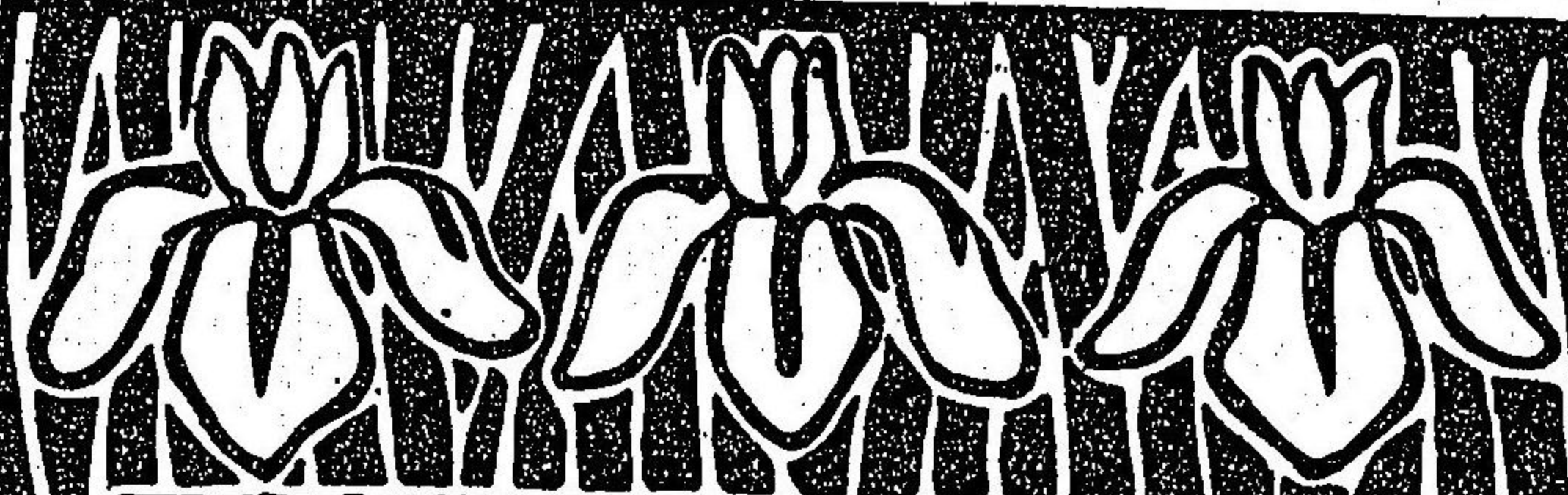




斗 余 の 著 者 像 也
贈 ノ イ タ ル



英 國 理 學 者 之 泰 斗
ケ ル ヴ ァ イ ソ ン 卿



言 趣 の 行 登

此の講話は、たやすく且つ面白い學術書を出して、家庭の讀み物にも、初學の參考書にも、成るやうにしてみたい、老弱男女の方々に、空気が透らば、學術の趣味を味ひて貰ひたい、といふ趣旨を以て、發行するのである。

近來、印刷の方法が、輕便になつた爲めに、圖書の出版が、非常に増した。教科書、小説類の多いことは云ふに及ばぬ、専門を向きの學術書、參考書、雜書等に至るまで、何れも汗牛充棟の多きに達してゐる。然るに、専門家ならぬもの即ち素人が讀んで、其の趣味を味ひ得るといふ種類の學術書は、極めて乏しいやうに思はれる。故に、學術書といへば、素人方には、アルテ分らぬもの、やうに世間では、思つてゐるらしい。然かしながら、これ、疑ひも無く誤解である。高尚なる 術も、其の材料の選び方次第、其の講義の方法次第で、素人方にも、其の大部分がらぬ筈はない。されば、從來の學術書が、通俗でないといふのは、主に、學者に讀ませる目的で書いたか、さしなく、述作の方法に、宜しきを得ぬ點が、有るためであらうと思ふ。

我が出版部は、昔々「中等教育」を發行してゐた時に、専門諸大家に願つて、學術上の通俗講話を其の一部分に掲げて、大なる賞賛を受けた。此の講話の中には、普通學の大部分が含まれてゐる。之を讀むと、普通學の梗概が面白く分かる。斯ういふ種類の書籍は、極めて世に乏しい。之を極めて適當するで有らうと思ふ。これ即ち、一たび「中等教育」に掲げた講話を一括して、此の講話を發行するに至つた所以である。

理化講話目次

(物理の部)

物理学の定義	一
事實と假設	一
實驗	四
說明	五
物質	六
時間	六
基本單位	八
譯語	一〇
物理学用語對譯表	一一

總論の部	一一
力學の部	一一
流體の部	一二
熱學の部	一四
音響學及び波動の部	一六
光學の部	一七
磁氣學の部	一九
電氣學の部	二〇
運動と靜止	二三
運動と靜止	二三
速さと速度	二四
等速運動と不等速運動	二八
力と物質	三一
運動の法則	三一

萬有引力	三七
仕事とエ子ルギー	三九
仕事	三九
エネルギー	四三
簡單なる機械	四七
斜 面	四七
挺 子	四九
滑 車	五〇
物体の狀態附液体空氣	五三
~~~~~	
(化學の部)	
化學の講修法	五九
燐寸の話	六七

酒の話……………八二

### 附録

速度加速度の話……………	理學士	桑木或雄……………一
運動の分解……………	理學士	桑木或雄……………一五
振動……………	理學士	桑木或雄……………二五
電氣の話……………	理學士	友田鎮三……………三三
物理学を學ぶ青年諸子に告ぐ……………	理學博士	長岡半太郎……………四七
電離の説……………	理學博士	大幸勇吉……………五九
如何にして化學を學ぶべきか……………		田中伴吉……………六九
水素……………		田中伴吉……………八六

(以上)

# 物理の部

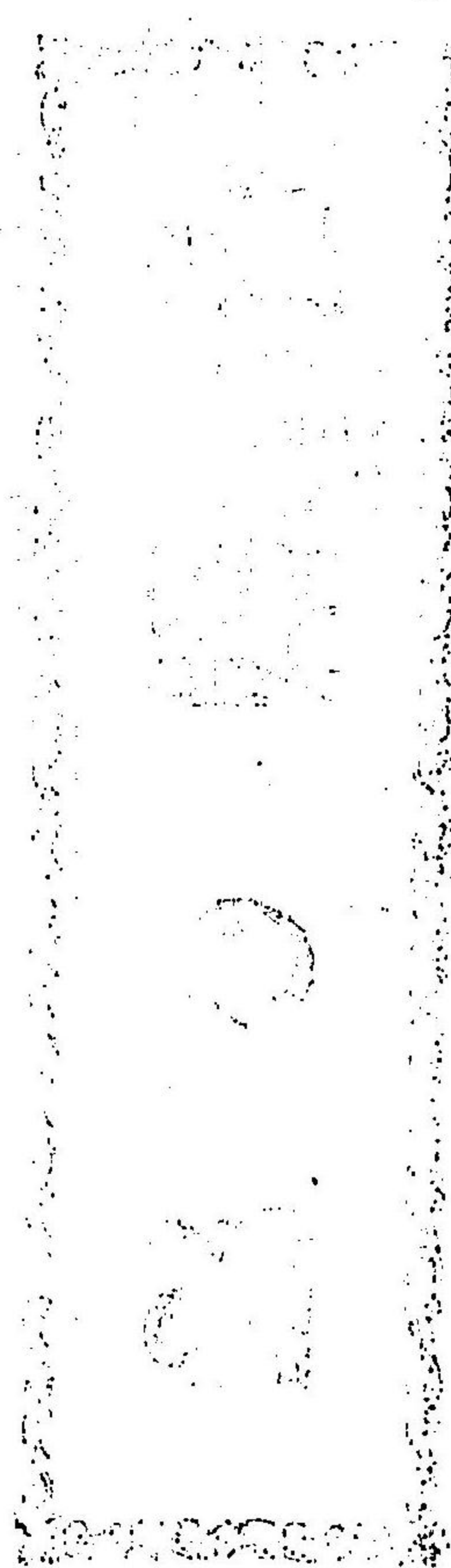
理化講話 (物理の部)

物理学の定義

理學博士 本多光太郎述

物理学の教科書を見ますに第一に掲げてありますのは物理学の定義です。物理学は自然の法則を研究する學問物質に關する學問であると云ふ様に書いてあります。初めに習ふ者には自然の法則が何であるか物質が何であるか一向分かりません。従つて定義の意味を生徒に理解せしむるには後に説明すべきを初めに言はなければなりません。よし如何に教師が骨折つたとて十分此の定義を分からすとは物理学全体を學んだ後でなければ到底出來ません。体裁から言ひますと定義がないと何だか物足らぬ心地がします。併し言つた所が分からぬものは初めだ語の語誦に止まる様になりますから中學及び中學以下の學校の教科書では初めに定義を擧げるのは止めた方がよいと思ひます。

事實と假設





始めて物理学を學ぶものは事實と假説とを混同して困ります。何所までが事實で、何所からが假説であると云ふとの區別が出来ません。又教師にも、此の邊を明瞭に教へるものは少ないと思ひます。吾々が物理學的の法則、原理、定律と云つて居るものは、大抵實驗上確められたる事實です。例へば、アルキメデスの原理、運動の法則、反射及び屈折の法則、オームの定律等の如きです。事實は實驗の範圍内では正しきものであります。然るに、通常學説と稱へらるゝものは、已に知られたる種々の現象を成るべく簡單にして、少數なる假説の下に收容せむが爲めに案出されたるものです。假説より推論して得たる結果が、能く已知の事實を説明し、或は未知の現象をも豫想するを得て始めて始めて學説の價値が出来るのであります。例へば、分子説、光の波動説の如きです。物体は分子と名づくる微小なる部分より成つて、互に相隔離し、烈しき振動を爲しつゝあると云ふのは假説であつて、事實に當たらぬかも知れない。吾々は實際此の分子の模様を見るの手段を知りません。唯だ此の假説によると、物体の性質に關する多くの現象及び熱の性質等を説明するに最も便利であると云ふに過ぎない。又、光はエーテルの横波であると云ふのは、

假説であつて、未だ全く疑ひのないものとは考へられぬ。併し、波動説の推論によると、光に關する諸現象を説明するに最も都合が宜しい。光の廻折、光の偏光等を波動説で説明するとは容易であります。一般に、學説は斯學の進歩と共に變化すべき性質のものであつて、決して一定不變のものではありません。併し、學説も學術の進歩に従つて漸く改良され、遂には事實として學者の疑はない様になるものもあります。例へば、音の波動説の如きです。音は、空氣の縦波であると云ふことは、古希臘の學者が已に唱へて居ました。今日では、其の波動の模様を見る事が出来る様になりました。之を疑ふものはありません。分子説、光の波動説等は、此の有様に到着するまでには、まだ多くの改良を要すると考へます。それゆゑ、事實と假説とを明瞭に區別して教へるが必要だと考へます。又、生徒は、之れに依つて誤解に陥るを免れるであらうと思ひます。吾々が『新撰物理学』に於いて、學説を別にして書いたのも、此の主旨によつたのであります。中學校程度で、物理を教へるには、殊に事實に重きを置いて假説的のことは成るべく避ける方がよいと考へます。事實を教へるには、順序を立て、他の現象との連絡を附けて教へることが必要

實 驗

であると考へます。又生徒も此の邊に能く注意しなければなりません。

物理学は實驗上確められた事實を基礎としますから事實に重きを置かなければなりません。事實は實驗によつて確められるものでありますれば教師は成るべく實驗を示して生徒に確實なる觀念を與へるようにな務めなければなりません。又生徒の方でも十分注意して實驗を観察しなければなりません。又同じ趣意に基づいて物理学で用ゐる定義も成るべく六ヶ敷語を避け實驗上の事實を取つて直ちに定義とするようにしたいと思ひます。凡て自然の現象は色々複雑してゐますから其の原因を探るには直接の關係のない事項は成るべく取り除いて實驗しなければなりません。これが物理学に取つて實驗の必要になる所以です。例へば物体が落ちる場合に就いて云ひますと木片を落とすと金屬を落とすと實際落下の時間に相違があります。落下の時間と質量との關係を見ますに空氣中に於いて實驗しますれば空氣の抵抗を受けます。空氣の抵抗は物体の形によつてちがひますから物質と時間との關係を知るには此の抵抗を除かなければなりません。

說 明

そこで眞空中で實驗する必要が起ります。實際眞空中で實驗した結果は、物体の落下に要する時間が質量に無關係となります。即ちさすれば實驗に依つて一つの事實を知るとを得るのです。

次に物理学に用ゐる説明と云ふ語を説明しなければなりません。如何なる事項でも絶對的に説明し得るものでなく凡そ程度のあるものです。例へば物体が落ちることを説明するに色々方法もありますがニュートンは萬有引力を以て説明しました。即ち宇宙間の諸物体は距離の自乗に逆比例する力で互に引き合ふものであると云ふ假定を置いて之を説明しました。併し何故に二つの物体が互に引き合ふかを説明しません。之を説明するには又別に假定をしなければなりません。ニュートンの説明の學者に信用されるのは單に落体の場合のみでなく地球及び天体の運動潮汐の満干其の他種々の事實が此の一つの假定に依つて説明する事が出来るからです。凡て物理学上の假定は成るべく簡單で其の上少數であつて多數の現象を説明する事が出来るものでなければ價值がありません。吾々が物質

不滅エネルギー不滅を基礎として種々の現象を説明せむと勉むるのも同じ趣意に依るのです。何故に是等の法則が成り立つかは、新しき假定をしなければ説明する事が出来ません。

物 質

通常物理学の教科書に於いて物質と云ふ語を用ゐるとが甚だ頻繁でありますけれども物質は何だと問はれると之に答ふるのは甚だ六ヶ敷いと思ひます。ガリレオ、ニュートン以前には此の語はぼんやりとした意味を持つて居ましたが、ニュートンが運動の法則を述べてから語の意味が一定しました。ニュートンは物質の量を質量と名つけて之を測るに力の作用した結果たる加速度を以てしました。之に依つて見ますと物質の量即ち質量は力學的の者であります。物質の意味がかく一定してあるに拘らず往々物質と云ふ語と物体英語の Substance の意と云ふ語とを同じ意味に用ゐまして物体と云ふべき所にも物質と云ふ語を用ゐます。然し物質物体の二語は區別して用ゐた方が誤解を招くことが少からうと思ひます。

時 間

吾々に分かつてゐる様で分からぬものは時間である。一時間、一秒間といへば誰れも之がどういふを意味するかを知つてゐます。即ち一時間は時計の時針が一回轉の十二分の一を動く時である。又一秒間は秒針が一回轉の六十分の一を動くに要する時であると云ふことが心に浮かびます。併し精細に申しますれば時計によつて一時間の長さ、一秒の長さに多少相違があります。だから、これを正しいものとしてよいか分かりません。然らば通常正しき時間の單位として、何を取るかと云ひますと地球の自轉を利用するより外に、よい手段はありませぬ。まことに時間と云ふものは能く考へれば考へる程六ヶ敷いものになります。種々の方面より考へますのに地球は殆ど一樣なる角速度を以て回轉してゐますから其の時間を基とするのが便利です。地球が一回轉する時間は地球上より恒星を観測して知ることが出来ます。地上より見て、恒星が一點を出て翌日再び同じ點に戻るまでの時間は、地球が一回轉する時間です。之を恒星時の一日と云ひまして、天文に於いて多く用ゐられます。又太陽が一點を出て再び同じ點に戻るまでの時間は地球の公轉の道が楕圓なるが爲め、日によつて多少違ひがあります。之を一

年に平均したものを平均太陽時の一日と云ひます。吾々の普通に用ゐるのは此の時間です。地球の自轉と公轉とを考へますと、恒星時の一日は、平均太陽時の一日よりも少しく短くあつて、恒星時は、平均太陽時よりも一年について丁度一日多くなるとが分かります。

### 基本單位

物理学では種々の量を測らなければなりません。一つの量を測りますには之れと同種の量を單位に取らねばなりません。従つて量の種類があるだけ單位の種類を要する譯です。併し、時、長さ、質量の三つの單位を定めれば、他の單位は之より導き出すとが出来ます。それ故に、此の三單位を基本單位と云ひまして、之れを組み立て、出来る單位を組立單位と申します。次に、基本單位に就いて述べます。時間の單位は、各國皆同一でありまして、通常用ゐる時間は、平均太陽時です。平均太陽時の一日を二十四等分したるものが、一時間で、其六十分の一が一分で、其の又六十分の一が一秒です。長さの單位は、國に依つて違ひます。本邦に於いては、政府に保管されたる白金と

イリヂウムの合金の棒に記されたる二線間の距離を基本として、溫度攝氏の〇・一五度に於ける距離の三十三分の十を一尺と名つけて、之より寸、里、町間等の他の單位を定むるのであります。通常物理、化學で用ゐます長さの單位は佛國の單位であります。即ち、同國の政府に保管されてゐます、我が原器と等しき棒の二線間の距離を基本としまして、溫度攝氏の零度に於ける距離を一メートルと名つけて、之れよりキロメートル、センチメートル等の他の單位を定めます。本邦の原器は佛國のものよりも少し短くありますから、溫度を零度としませんで、〇・一五度として此の補を附けたのであります。質量の單位も、品に依つて違ひます。本邦に於いては、政府に保管されてゐる白金とイリヂウムの合金塊の有する質量を基本として、其の四分の一を一貫と名つけ、之れより他の單位を定めます。佛國の單位は、同政府に保管されてゐる本邦の原器と等しき合金塊の有する質量を基本として、之れを一キログラムと名つけ、之れよりグラム、センチグラム等の單位を定めます。本邦の原器は、佛國の原器と比較しますれば、目方に於て〇・〇〇〇一六九五ほど重くあります。

物理學用語對譯表

總論の部	
Matter	物質
Mean solar day	平均太陽日
Meter	米
Kilo—	千
Centi—	厘
Milli—	毫
Molecule	分子
Motion	運動
Phenomenon	現象
Physics	物理學
Porosity	有孔性
Position	位置
Principle	原則, 原理
Properties of matter	物性
Prototype	原器
Pyknometer	比重壺
Reaction	反作用
Rest	靜止
Scale	物指(スケール)
Screw-gauge	ネジ指
Solid	固體
Specific gravity	比重
Speed	速さ(ハヤサ)
State (of aggregation)	狀態
Theory	理論, 說
Action	作用
Adhesion	附着力
Area	面積
Chemistry	化學
Cohesion	凝集力
Conservation of mass	物質不滅
Correction	補正
Density	密度
Experiment	實驗
Explanation	説明
Fluid	流體
Force	力
Gas	氣體, 瓦斯
Gramme	瓦
Kilo—	千
Centi—	厘
Milli—	毫
Gravity	重力
Hypothesis	假說
Impenetrability	不可入性
Inertia	慣性
Law (physical)	法則, 定律
Length	長さ
Liquid	液體
Mass	質量

中央氣象臺では佛國の單位を表はすに、左に掲ぐる文字を用ゐます。至極便利で  
すから、本講話に於いても之れに習ふことに致します。

長サ	質量
キロメートル	キログラム
メートル	グラム
センチメートル	センチグラム
ミリメートル	ミリグラム
細	進
米	厘
千	瓦

物理學の譯語は、未だ一定しないものが多くありますが、是等は成るべく速かに定めなければなりません。物理學の譯語字彙と云ふべきものは十年前に出版された東京數學物理學會の字彙一つです。此の度の文部省令でも成るべく之に依れと書いてあります。併し此の字彙中にも、今日より見ますれば譯語として、甚だ當を得ないもので改正を要する者がまゝあります。それゆゑ吾々は中等教育の物理書を編纂されたる中村、田丸の兩助教と協議して、先づ三人の用ゐる譯語を一定せむを期しまして、次に掲ぐる術語字彙を編纂しました。譯語は物理學全体に亘りませんで、單に中學程度に必要なもののみを載せました。

Period	週期	Coefficient of	摩擦係數
Position	位置	Kinetic—	運動—
power	工率	Statical—	靜止—
Pressure	壓力	Fulcrum	支點
Principle of virtual displacements.	假設運動の原理	Horse power	馬力 (ホースキ)
Projectile	拋射體	Impulse	力積
Pulley	滑車	Impulsive force	擊力
Fixed—	定—	Inclined plane	斜面
Movable—	動—	Inertia	慣性
Resultant (of forces)	合(力)	Isochronism	等時性
Rigid body	剛體	Knife edge	刃
Rotation	廻轉	Lever	挺子(テコ)
Rough	粗	Mass	質量
Screw	ネジ	Moment	能率
Male—	雄—	Momentum	運動量
Female—	雌—	Motion	運動
Pitch of a—	—の歩み	Circular—	圓—
Simple machines	單一機械	Non-uniform—	不等速—
Smooth	滑	Simple harmonic—	單弦—, 單振動
Speed	速さ(ハヤサ)	Unnorm—	等速—
Spring balance	センマイ秤(バカリ)	Parallelogram	(of forces) (力の)中斜法
Stability	座り(スハリ), 安定度	Particle	質點
Steelyard	桿秤(サテバカリ)	Path	路
Strain	歪(ヒヅミ)	Pendulum	振子
Stress	歪力(フリョク)	Compound—	複—
Tension	張力	Compensated—	補整—
Torsion	振リ(ネダリ)	Equivalent simple—	相當單—
		Simple—	單—

Universal gravitation	萬有引力	Time	時, 時間
Velocity	速度	Unit	單位
Vertical	鉛直	Absolute—	絕對
Viscous body	粘體	C. G. S.—	C. G. S.—
Weight	重さ, 分銅	Gravitational—	重力—

力學の部

Elasticity	彈性	Acceleration	加速度
Limit of—	彈性ノ際限	Action	作用
Elongation	延ビ	Amplitude	振幅
Energy	エネルギー, 勢力	Arm	臂(ウデ)
Conservation of—,	—の不滅	Axis	軸
Dissipation of—,	—の散逸	Balance	天秤
Kinetic—	運動の—	Beam	桿(サホ)
Potential—	位置の—	Center	中心
Equilibrium	釣合(ツリアヒ)	— of gravity	重心
Indifferent—	中立の—	— of inertia	慣性ノ中心
Neutral—	”	— of mass	質量ノ中心
Stable—	安定の—	— of oscillation	振動ノ中心
Unstable—	不安定の—	— of suspension	懸カリノ點
Erg	エルグ	Component—	分—
Falling body	落體	Comp sition (of velocities)	合成
Flexure	撓み	Couple	偶力
Force	力	Displacement	變位
Centrifugal—	遠心—	Dynamics	力學
Centripetal—	求心—	Dyne	ダイン
Point of application		Efficiency	有効率
of a—	着力點	Elastic body	彈性體
Friction	摩擦	Elastic force	彈力

物理講話

Fusion	融解	Boiling point	沸騰點
Governor	調整器	Bolometer	ボロメートル, 抵抗微熱計
Graduation	目盛り	Bulb(of a thermometer)	球(タマ)
Heat	熱	Calorie	カロリー
Heat capacity	熱容量	Calorimeter	熱量計
Humidity	濕度	Celsius's(scale)	攝氏の(度盛)
Hygrometer	濕度計	Centigrade(scale)	..
Hair—	毛髮—	Compensated pendulum	補整振り子
Dry and wet bulb—	乾濕球—	Condenser	凝結器
Latent heat(of vaporization)	潜熱(氣化の)	Conduction	傳導
Liquefaction	液化	Conductor	導體
Mechanical equivalent of heat	熱の仕事當量	Convection	對流
Melting	融解	Critical(temperature)	臨界(溫度)
Melting point	融解點	Dew point	露點
Psychrometer	乾濕球濕度計	Dissolution	溶解
Radiation	輻射	Distillation	蒸溜
Reaumur's(scale)	列氏の(度盛)	Ebullition	沸騰
Regelation	復氷	Evaporation	蒸發
Solidification	凝固	Evolution	發生
Solidifying point	凝固點	Expansion	膨脹
Solution	溶液	Apparent—	見掛の—
Solvent	溶媒	Coefficient of—	—係數
Spheroidal state	球狀態	Cubical—	體—
Specific heat	比熱	Linear—	線—
Steam engine	蒸氣機關	Fahrenheit's (scale)	華氏の(度盛)
Super cooling	過冷却	Fly wheel	ハヅミ車
Super fusion	過融解	Freezing	凝固
		Freezing mixture	寒劑
		Freezing point	凝固點, 氷點(寒 度計の)

物理講話

Weight	分銅, 重さ	Velocity	速度
Wheel-and-Axle	輪軸	Virtual (displacement)	假設(變位)
Work	仕事	Wedge	楔
流體の部			
Partial pressure	部分壓	Absorption	吸收
Piston	活塞	Adsorption	凝着
Pressure	壓力	Air chamber(of a pump)	空氣室
Intensity of—	—の強さ	Aneroid	アネロイド
Total—	全—	Atmosphere	大氣, 氣壓(單 位ノ名)
Pressure-gauge	壓力計	Barometer	晴雨計
Pump	ポンプ	Buoyancy	浮力
Air—	排氣機空氣	Capillary phenomena	毛管現象
Mercurial air—	水銀空氣—	Communicating Vessel	連通器
Force—	押し上げポ ンプ	Cylinder	圓筒
Suction—	吸ひ上げ—	Dialysis	滲透分析法
Pyknometer	比重壺	Diffusion	擴散
Semi-permeable(wall)	半透性(壁)	Efflux	流出
Stop cock	カラン	Floating body	浮體
Surface tension	表面張力	Horizontal plane	水平面
Syphon	サイフォン	Hydraulic press	水壓機
Vacuum	真空	Hydrometer	浮秤 (ウキバカリ)
Vena contracta	縮脈	Level	水準器
		Level surface	水平面
		Manometer	測壓器
		Osmosis	滲透
熱學の部			
Boiling	沸騰	Absorption	吸收

話 講 化 理

Stationary—	定常—	Timber	音色(ネイロ)
Transverse—	横—	Trough	谷
Wave length	波長	Tuning Fork	音叉
Wave front	等相面	Vibration	振動
Wave motion	波動	Vocal chord	聲帶
		Wave	波
		Longitudinal—	縱—

光 學 の 部

Diffused light	散光	Aberration	收差
Dispersion	分散	Chromatic—	色—
Distance of distinct vision	明視ノ距離	Spherical—	球面—
Double refraction	複屈折	Accommodation	調節
Dry plate	乾板(カンパ)	Angle of Incidence	入射角
Emission theory	放射説	Angle of reflection	反射角
Ether	エーテル	Angle of refraction	屈折角
Eye	眼	Axis, Principal axis	軸, 主軸
Normal—	正—	Blue	青
Old sighted—	老—	Camera Obscura	暗箱
Short sighted—	近—	Candle power	燭光
Long sighted—	遠—	Complementary colours	餘色
Eye piece	對眼レンズ	Conjugate foci	共軛點
Fix	定着	Corpuscular theory	微塵説
Fluorescence	螢光	Critical angle	臨界角
Focal distance	焦點距離	Crystalline lens	水晶體
Fraunhofer's dark line	フランホー ル黒線	Dense(optically)	密(光學的)
Green	緑	Develop	現像
		Diffraction	廻折

話 講 化 理

Maximum—	最高—	Super saturation	過飽和
Mercury—	水銀—	Temperature	溫度
Minimum—	最低—	Absolute—	絶對—
Thermopile	熱電堆	Critical—	臨界—
Vaporization	氣化	Thermometer	寒暖計
Vapour	蒸氣	Air—	空氣—
Saturated—	飽和—	Alcohol—	アルコール
—tension	—張力	Differential	示差—

音 響 學 及 び  
波 動 の 部

Noise	噪音	Acoustics	音響學
Overtones	倍音	Beat	唸り
Octave	第八音, 第八度	Consonance	調和
Phase	位相	Crest	山
Pipe	管	Dissonance	不調和
Open pipe	開管	Echo	反響
Closed pipe	閉管	Fifth	第五音, 第五度
Phonograph	蓄音器	Fundamental tone	原音
Pitch	高さ	Harmonics	倍音
Plate	板	Intensity	強サ
Reed	舌(舌)	Interference	干涉
Reflection	反射	Interval	音程
Resonance	共鳴	Loudness	強サ
Rod	棒	Loop	腹
Scale	音階	Melium	媒質
Sonnd	音	Musical Sound	樂音
String	弦	Nodal line	節線
Syren	サイレン	Node	節(フシ)



Absorption—	吸收—	Rare(optically)	疎(光學的)
Bright line—	輝線—	Ray(of light)	光線
Spectrum Analysis	スペクトル分析術	Actinic—	化學線—
Stereoscope	實體眼鏡	Chemical—	化學線—
Telescope	望遠鏡	Dark—	暗線—
Reflecting—	反射—	Heat—	熱線—
Refracting	屈折—	Incident—	入射—
Astronomical—	天體—	Reflected—	反射—
Terrestrial—	地上—	Refracted—	屈折—
Translucent	半透明	Emergent—	出射—
Ultra-violet	紫外	Red	赤
Umbra	本影	Reflection	反射
Undulatory theory	波動說	Regular—	正—
Violet	堇	Irregular—	亂—
Visual angle	視角	Total—	全—
Wave theory	波動說	Refraction	屈折
Yellow	黃	Retina	網膜
		Screen	衝立
		Shadow	影
		Spectroscope	分光器
		Spectrum	スペクトル
		Continuous—	連續—

一九

磁氣學の部

Dip	伏角	Armature	渡し
Ferromagnetic substance	強磁性體	Coercive force	頑性
Horizontal Intensity	水平強力	Declination	方位角
Inclination	伏角	Diamagnetic substance	反磁性體

Mirage	蜃氣樓	Halo	ハロ
Mirror,	鏡	Illumination	照度
Plane—	平面—	Image,	像
Convex—	凸面—	Real—	實—
Concave—	凹面—	Virtual—	虚—
Spherical—	球面—	Index of refraction	屈折率
Negative	陰畫	Indigo	藍
Normal	法線	Infra-red	赤外
Objective	對物レンズ	Intensity of light	光度
Ocular	對眼レンズ	Lens	レンズ
Opaque	不透明	Achromatic—	色消—
Opera glass	双眼鏡	Convex—	凸—
Optical center	光心	Concave—	凹—
Optics	光學	Biconvex—	兩凸—
Orange	橙	Biconcave—	兩凹—
Penumbra	半影	Plano convex—	平凸—
Phosphorescence	磷光	Plano concave—	平凹—
Photography	寫真術	Convexo concave—	凸凹—
Photometer	光度計	Concavo convex—	凹凸—
Polarization	光の偏り	Light	光
Polarized light	偏光	Compound—	複—
Polarizing angle	偏光角	Homogeneous—	單—
Principal focus	焦點	Line of Collimation	視線
Primary colours	原色	Luminous body	發光體
Prism	プリズム	Magic Lantern	幻燈
Projection apparatus	投影器械	Magnifying power	倍率
Rainbow	虹	Medium	媒質
Primary—	第一の—	Microscope(compound)	顯微鏡
Secondary—	第二の—	Microscope(simple)	蟲眼鏡

二八

話 講 化 理

Electrodes	電極	Crookes tube	クルークス管
Electro-chemical equivalent	電氣化學當量	Current	電流
Electroplating	電鍍術	Alternate—	交流—
Electromagnet	電磁石	Direct—	直流—
Electrolysis	電氣分解	Induced—	感應—
Electrolyte	電解物	Thermo-electric—	熱—
Electrometer	電氣計	Dielectric	電媒質、電媒質、 ダイエレクトリック
Electromotive force	動電力	Discharge	放電
Electrophorus	電氣盆	Disruptive—	火花—
Sole	底	Glow—	微光—
Cover	蓋	Brush—	刷毛狀—
Cake	中身(ナカミ)	Discharger	放電叉
Electroscope	驗電器	Dry cell	乾電池
Electrotyping	電鑄術	Dynamo	ダイナモ 發電機
Field magnet	場磁石	Electric bell	電鈴
Galvanometer	電流計	Electric convection	電氣對流
Tangent—	正切—	Electric field	電場
Astatic—	無定位—	Electric machine	起電機
Mirror—	鏡—	Electric motor	電氣發動機
Geisler's tube	ガイスレル管	Electric oscillation	電氣振動
Incandescent lamp	白熱燈	Electric pendulum	電氣振子
Induction	感應	Electric wave	電氣波
Electrostatic—	靜電氣—	Electricity	電氣
Electromagnetic—	電磁氣—	Positive—	陽—
Mutual—	相互—	Negative—	陰—
Self—	自己—	Contact—	接觸—
Influence machine	感應起電機	Atmospheric—	空中—
Insulated wire	絕緣線	Electrify	電氣ヲ起コス
		Electrification	帶電

話 講 化 理

Magnetic storm	磁氣嵐	Induction(magnetic)	感應
Magnetize	付磁スル	Isogonic line	等方位線
Intensity of magnetization	帶磁度	Isoclinic line	等伏線
Magnetism	磁氣	Isodynamic line	等力線
Moment (magnetic)	能率(磁氣)	Lines of force	指力線
Paramagnetic substance	常磁性體	Magnet	磁石
Pole,	極	Bar—	棒—
North—	北—	Horse-shoe—	蹄鐵—
South—	南—	Magnetic equator	磁氣赤道
Terrestrial Magnetism	地磁氣	Magnetic field	磁場
Torsion balance	振り秤	Magnetic meridian	磁氣子午線
		Magnetic needle	磁針
		Magnetic pole	磁極

電 氣 學 の 部

Bolometer	ボロメートル、 抵抗微熱計	Amalgamation	水銀漬
Capacity(electric)	電氣容量	Ammeter(Amperemeter)	
Cathion	カチオン		アンペア計
Cathode	陰極	Ampere	アンペア
Circuit	輪道(ロミチ)	Anion	アニオン
Coherer	コヒーラー	Anode	陽極
Coil	コイル	Arc lamp	弧燈
Induction—	感應—	Armature	アルマチュア
Primary—	第一—	Astatic needle	無定位針
Secondary—	第二—	Battery	電槽
Condenser	蓄電器	Dry—	乾—
Conductor	導體	Secondary—	蓄—
Coulomb	クーロン	Storage—	”

運動と静止

運動と静止

點の位置を定むるには他に據るべき點を求めて之れに對して云ひ表さねばなりませぬ例へて云ひますれば机上の一點の位置は机の一隅より何れの方向に幾何の距離にあると云へば定まります然し精しく申しますれば机の位置を定めなければ従つて點の位置はきまりませぬ即ち机が何所の何邊にあると云ふことを知るの必要であります。よし机が何所の何邊にあるといふことを知つた所で机の地球に對する位置はきまつたもの地球は絶えず太陽の圍りを動いて居りますから宇宙の一點に對する位置はきまりませぬかく押しつめてゆきますれば際限はないのです。吾々は到底絶對的に位置をさめる方法を知るとは出來ない然し又絶對的に位置を知る必要がありません。唯だ他の物体に對する位置を知れば

Resistance box	抵抗箱	Insulator	絶縁體
Secondary product (electrolysis)	副生物	Interrupter	断續器
Series	行	Ion	イオン
Shunt	近路 (ナカミチ)	Junction	継ぎ目
Solenoid	ソレノイド	Leyden jar	ライデン瓶
Spark	火花	Lightning conductor	避雷針, 避雷器
Telegraphy	電信	Microphone	微音器
Telephone	電話	Non-conductor	不導體
Thermopile	熱電堆	Ohm	オーム
Transmitter	發信器, 送話器	Parallel	列
Vacuum tube	真空管	Polarization	分極
Volt	ボルト	Poles	極
Voltaic cell	電池	Positive—	陽—
Voltmeter	ボルタ計	Negative—	陰—
Voltmeter	ボルト計	Electric potential	電位
Wireless telegraphy	無線電信	Proof plane	験し板
X rays	X線	Reciever	受信器, 受話器
		Relay	繼電器
		Resistance	抵抗
		Internal—	内—
		External—	外—

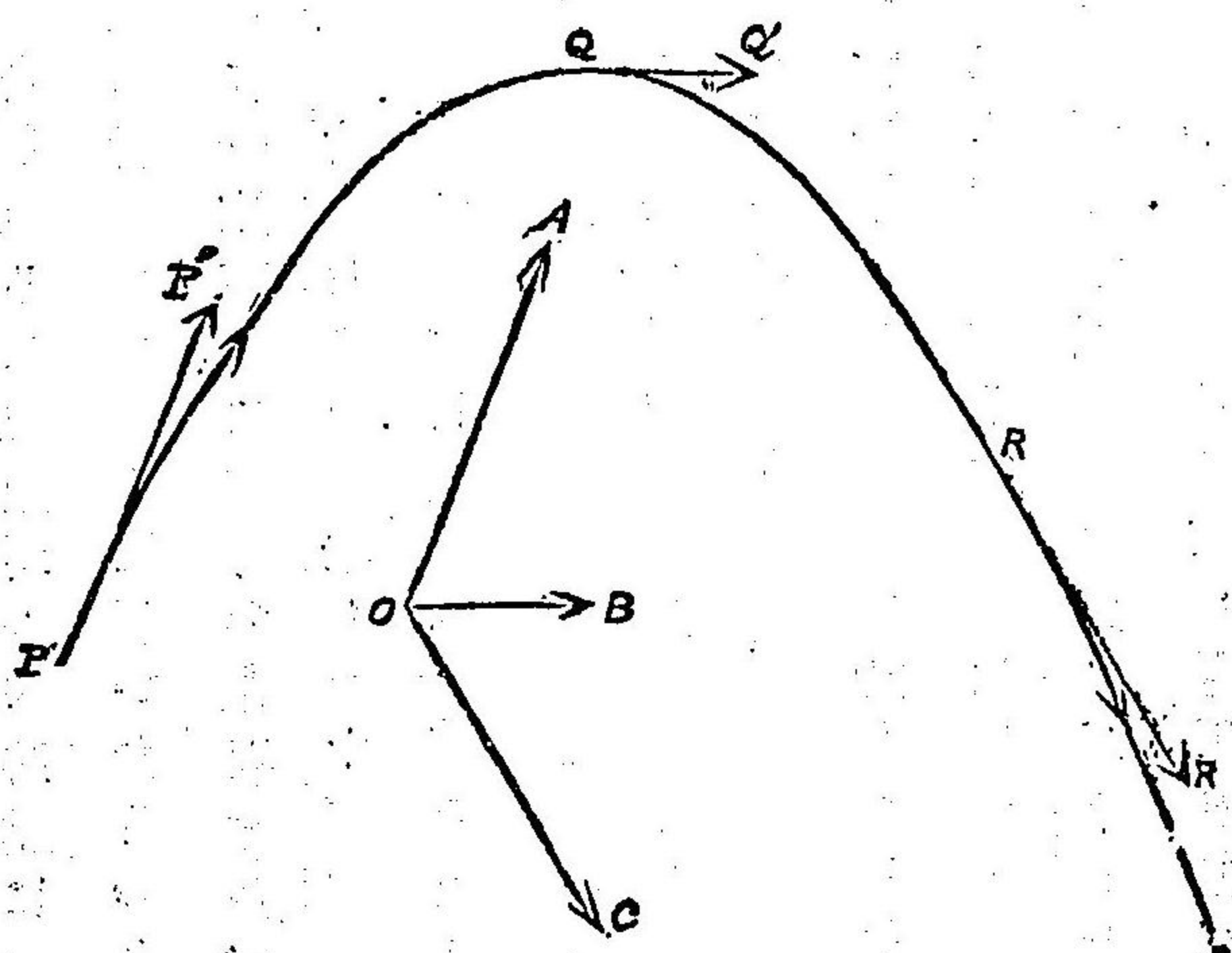
十分です。

物体の運動或は静止と云ひましても同様です。通常或物体が地上の物体に對して其の位置を變じますれば運動すると云ひ變じませんなれば静止すると云ひます。地上に於て或運動をなす物体を宇宙の一點例へば太陽の上より見ますれば運動の模様はまるで違ひます。又地上に静止する物体を太陽より見ますれば決して静止しては居ません。よし、太陽に對して静止する物体も宇宙の他の點に對して静止するとは云へません。かく押しつめてゆきますれば、絶對的の運動及び静止を知るには出來ません。又之れを知る必要はないのです。或物体の他の物体に對する運動及、静止を知れば、吾々の目的は達せられます。故に運動及び静止の定義を次ぎの如く述ぶることが出來ます。甲体が時を經るに隨つて乙体に對して位置を變じますれば、甲体は乙体に對して運動すと云ひ、其の位置を變じませんなれば静止すと云ひます。甲体が乙体に對して静止するをも他の物体に對しては必ずしも静止しません。

速さと速度

競走を見るに競走者が決勝點に着くのには多少遅速があります。此の場合に於て先に着いた者は後に着いたものより走り方が早いと云ひます。即ち速いと云ふのは一定時間に多くの距離を歩むを意味し、遅いと云ふのは同じ時間に僅かの距離を歩むを意味します。汽車が人力車よりも早く、汽船が帆船よりも早いと云ふのも同じ意味です。或物体が一定の時間に進む距離を以て遅速の度を表すと云ふのが出來ます。通常物体が單位時間に進む距離を速さと名つけます。速さを呼ぶには毎秒幾厘、毎分幾尺の如く時の單位と長さの單位とを附け添へなければならぬのであります。

通常吾々の見る運動に於きましては、速さが所によつて變ります。例へば物の落ちるを見まするに地面に近づくに従つて次第に早くなります。又汽車の運動を見るに停車場近傍では速さが小で之れを遠ざかるに従つて次第に大となります。速さが常に變はらない運動に於て一點が七秒時に進みたる距離を、 $s$ とすれば、 $t$ は其の點の速さです。速さが變ずる場合には、 $s/t$ を平均の速さと云ひます。又或時刻の前後に極く短き時間を考へて、其の間の平均の速さを其の時刻に



於ける速さと云ひます。即ち或時刻の速さとは假りに物体が其の時刻より同一の速さで運動するものと考へ次ぎの一秒間に通過すべき距離と見るとが出来ません然し其點は同一の速さで運動しませんから實際一秒間に此の距離を進むと云ふとは出来ません速さが増しつゝある時は之れより長き道を進み速さが減りつゝあるときは之れより短き距離を進みます。物体の運動する道が曲つてゐますときは單に速さを知る丈では運動の様子は分かりません速さを知ると同時に何れの方向に向かつて進みつゝあるかを知らねばならぬ。或時刻に於ける物体の運動する方向と申しますのは其の時刻に於ける位置より運動の道に於ける切線の方向です。なぜと申します

れば點が或時刻に有する位置とすぐ次ぎの時刻に占むべき位置とを結ぶ線は運動の方向を示し同時に曲線への切線となるからです。一點が或時刻に或速さを以て一定の方向に動くと云ふを言ひ表はすに速度といふ語を用ゐる。即ち速度は速さと運動の方向とを合はせ考へたものです。然し普通速さと速度とを區別せずを用ゐます。

ベースボールを見るに投げ上げられた球は圖に示す様な道を書いて進行します。球の速さ及び運動の方向は所によつて異ひます速さは投げ上げられたる點Pより絶頂Q點に至るまでは次第に減却し夫れより以後は次第に増加します又運動の方向はPQR等の諸點に於ては其等の點に引かれた切線PP'QQ'RR'の向きです。故に是等の切線の長さを其の點に於ける速さに比例して取れば之れで各點に於ける速度を表はすことが出来ます是等の直線の長さ及び方向を比較すれば所によりて球の速度が如何に變化するかを知ることが出来ます。是等の速度を比較するに別に一點Oを取つて之れより

PP' QQ' RR' 等に平行して大さの等しき線OA OB OCを引けば一目光然です。是等の諸線

が合して一線となる場合でなければ速度が等しいとは云はれな^らず。  
 次ぎに一點が先づOAなる速度を受け、次いでABなる速度を受くるものとすれば點  
 は一秒時にOよりAに、AよりBに進んでOBなる一つの速度を受くると同一の結  
 果を生じます。又點が二つの速度を同時に受くるも同様です、即ちOAの速度にAB  
 の速度が加はつたものはOBの速度と同じ結果を生じます、此の意味でOBをOA、ABの  
 合速度と云ひ、OA、ABをOBの分速度と云ひます。今一點が初めにOAなる速度を有し  
 一秒の後OBなる速度を有するものとしませば、其の間の速度の變化はABなる線  
 を以て表はすことが出來ます、此の速度の變化即ち單位時間に於ける速度の變化を  
 加速度と云ひます。加速度を云ひ表はすには、時の單位と速度の單位とを述べな  
 ければなりません。例へば一秒に付き毎秒幾糎一分に付き毎秒何糎等の如しで  
 す。

等速運動と不等速運動

速度の常に變じない運動を等速運動と云ひ、變ずる運動を不等速運動と云ひます。  
 通常吾々の目撃し得る運動は皆な不等速運動です、等速運動に於てt秒時に物体

の動ける距離をs糎としますれば、

$$s = vt$$

となります。不等速運動の中で最も簡單なる運動は速度の變ずる割合即ち加速  
 度が一定不變のときです。之れを等加速運動と名つけます、實驗の結果に依りま  
 すと物体の落つるときの運動物体を投げるときの運動の如きは等加速運動で一  
 秒間の速度の變化は、本邦に於ては垂直の方向に約毎秒九八〇糎です、  
 静止せる球を落とす場合を考へますに初めの速度は零で、第一秒時の速度は毎  
 秒九八〇糎で、第二秒時の速度は其の二倍、第三秒時の速度は其の三倍となり、  
 故に九八〇をgにて表はしますれば、第t秒時の速度vは

$$v = gt \dots (1)$$

となります。此の運動に於てt秒時にs糎の距離を進むものとしませば、 $s = \frac{1}{2}gt^2$   
 は其の時間の平均の速度です。又初めの速度が零で、第t秒時の速度がvで速度  
 の増す割合が一定して居ますから平均の速度は $\frac{1}{2}v$ である、故に次ぎの方程式を  
 得ます、

$$s = \frac{1}{2}v = \frac{1}{2}gt, \quad \text{故に} \quad s = \frac{1}{2}gt^2 \dots\dots(1)$$

$$(1) \text{及}(2) \text{式より} \quad t = \frac{v}{g}, \quad s = \frac{1}{2}gt^2$$

$$\therefore 2sg = v^2 \dots\dots(3)$$

若し物体が初めに  $v$  なる速度を有するものとしませれば第  $t$  秒時の速度は、

$$v = v' + gt \dots\dots(4)$$

となります。又  $t$  秒時に進む距離  $s$  程は同じ論法によつて、

$$s = vt + \frac{1}{2}gt^2 \dots\dots(5) \text{ となります。 (四)(五)の二式より次ぎの式を得ます。}$$

$$2sg = v^2 - v'^2 \dots\dots(6)$$

物体を真上に投げ上げます場合には、速度が一秒につき毎秒九八〇程づつ減じますれば(四)(五)(六)の三式は次ぎの如くなります。

$$v = v' - gt, \dots\dots(7) \quad s = vt - \frac{1}{2}gt^2 \dots\dots(8)$$

$$2gs = v'^2 - v^2 \dots\dots(9)$$

以上得たる諸式によつて、落体に關する問題を解くことが出来ます。尤も此の計算に於きましては、空氣の抵抗を考へませんから、實際の場合とは多少違ひます。

## 力と物質

### 運動の法則

手を以て物体を押しますれば、之れを動かすことが出来ます。又既に運動しつつある物体を静止せしむることも出来ます。かような場合には、通常力が物体に働くと申します。色々の現象に就いて考へますに、静止して居る物体が動き始むるか或は運動しつつある物体の運動の有様に變化のあるときは、力が作用してゐると云ふことが出来ます。若し二つの力が静止せる物体に反對の向に働いて此の物体が動きませんならば、是等二力の大きさが互に等しいと云ひます。二つ或は二つ以上の力が静止せる一物体に働いて、其の物体の運動を起こすとなければ、是等の力は互に釣り合ふと申します。釣合に於てある力は、物体の運動の有様を變化させんから、つまり全く力が働かないと同様です。それ故に物体の運動が變化しませ

んれば、其の物体は外より力の作用を受けぬと云ふとが出来ます。ニュートンは此の事實を次ぎの如く述べました。外より力の作用するにあらざれば、静止せる物体は、始終其の位置に静止し、運動しつゝある物体は、等速度で、一直線に進行す。之れを、通常運動の第一則と云ひ、或は慣性の法則とも云ひます。

手を以て諸々の物体を揚げますのに、物体によつて難易があります。此の場合には、是等の物体の有する物質の量が異なると云ひます。物質の量を單に質量とも申します。若し、二物体の各を同じ力で丁度揚げる事が出来れば、此等の物体の質量も互に等しいと云ひます。

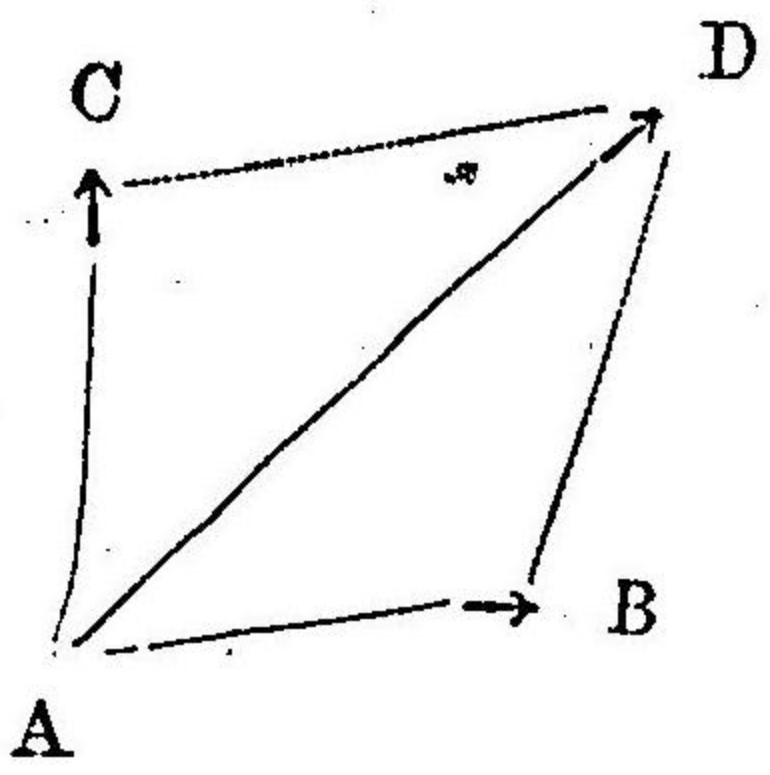
通例攝氏四度の水の一立方糎が有する質量を質量の單位に取りまして、之れを一瓦と名つけます。又、一瓦の物体に一秒間働いて毎秒一糎の速度の變化即ち加速度を生じます力を力の單位としまして、之れを一ダイーンと名つけます。一ダイーンは力の C. G. S. 式單位です。

されば、一瓦の物体に働きて一秒に付き毎秒 a 糎の加速度を生ずる力は a ダイーンで、二瓦の物体に働きて同じ加速度を生ずる力は 2a ダイーンとなります。一般に、m

瓦の物体に働きて一秒時に毎秒 a 糎の加速度を生ずる力 F は ma ダイーンです。即ち、

$$F = ma$$

なる關係を得ます。此の式は物体が始め静止するも又運動しつゝあるも同様に成り立ちます。ニュートンは此の事實を次ぎの如く述べました。或力の作用せるが爲めに物体の受くる加速度は、其の力に正比例し、質量に逆比例す。之れを運動の第二則と申します。



力は方向のある量でありますから、速度の様に一つの直線で表す事が出来ず、扱て一點 A に AB AC なる二力が同時に働きますときは、其の結果は此の二力より成る平行四邊形の對角線 AD にて表はさるゝ一つの力が働くと同じいと云ふとは、實驗上證明せられた事實です。それ故に AD を AB AC の合力と名つけます。合力を求めるには、與へられたる二力より成る平行四邊形の對角線を引けばよい。この事を力の中斜法と名つけます。又



逆に一つの力ADはAB ACの如き二方より成り立つものと考えざるを得ません。かく一つの力を二つ或は二つ以上の力に分けて考ふるを力の分解と云ひAB ACをADの分力と云ひます之れに對して二つ或は二つ以上の力の合力を求むるを力の組合と申します。

次に物体が一定の力の作用を受くるものとしまして其の初とt秒時の速度を毎秒V及びV'としますれば、

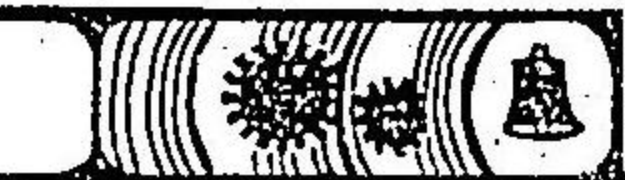
$$a = \frac{V' - V}{t}, \text{ 故に } F = ma = m(V' - V) \cdot t$$

通常物体の有する速度と其の質量との相乗積を運動量と名づけまして速度の方向を運動量の方向とします。之れに依つて物体が一秒時に受くる運動量の變化は物体に働く力に等しいと云ふことが出来ます。

物体を撃つ場合に於きましては力の働く時分が極く短くあつてもかなり速度の變化を生じますれば運動量の變化即ち力と力の働ける時間との相乗積は一定の値を取ります。然るに時間は極く小さくありますれば力は非常に大きくなければなりません。かく非常に大なる力が極く小時間働きますれば、撃力が物体に働

いたと申します。釘を撃ち込み球を打ち上げる等は其の例です。

力の作用する場合に就いて考へますのに力は常に二物体間に作用するものであります。手が物を揚ぐる馬が荷車を引く等吾々の常に目撃する場合に就いて考へますれば明瞭です。又二人で棒の両端より引き合ひ或は押し合ふ場合に就いても同様です。是等の場合を精細に考へますれば力を働かす物体と力の働を受くる物体とを區別することが出来ます。第一例に於きましては力の働を受くるものは揚げらるゝ物体で力を働かすものは手である。又手の方より見ますれば手は物体によりて下方に引かれつゝあります。かう見ますれば力を働かすものは物体で力の働を受くるものは手となります。第二例の馬と荷車とに就いても又第三例の人と人とに就いても同様に吾々の見方によつて何れを力を働かすものとも又力の働を受くるものとも見ることが出来ます。畢竟一物体が他の物体に及ぼす力と申しますので此の兩物体に働く所の相互の作用の一方よりの見方に過ぎないです。實驗上の事實に照らして考へますれば斯く兩物体間に働く力は、大いさ互に相等しく反對の方向に向かふとが分かります。此の事は、二物体が静止



して居ましても、又運動して居ましても、同様に當てはまりません。ニュートンは之れを次ぎの如く述べました。甲の物体が乙の物体に力を及ぼすときは、乙も反対の方向に向かふ所の相等しい力を甲に及ぼす。之れを通常運動の第三則と申します。此の二力の一方を作用と云ひ、他を反作用と申します。

今湖上に大小の二船を浮かべまして、大船より綱を出して小船を引き寄せる場合に就いて、二船の運動を論じます。先づ大船の質量を  $M$ 、小船の質量を  $m$  として、船は初めに静止し、且つ水の摩擦等は無きものと見ます。大船が小船を引く力を  $F$ 、 $t$  秒後に小船の受くる運動量の變化は、

$$Ft = mv$$

となります。茲に  $v$  は小船の得たる速度です。大船が小船を引くと同時に小船は大船を引きますれば、 $t$  秒の後に大船は或速度  $V$  を得ます。第三則によりて作用との大いさは、互に相等しくありますから、

$$Ft = MV$$

となります。故に、

$$mv = MV$$

それ故に、二船の受くる速度は、船の質量に逆比例します。即ち質量の大なる船は、早く動き、質量小なる船は早く動きます。斯く、一般に、二物体間に力が作用して運動を始めますときは、各物体の速度は、其の質量に逆比例します。

### 萬有引力

球を投げ上げますれば、球は遂に地面に向かつて落ち來ります。之れに依つて見ますれば、球は地面に向かふ所の力の作用を受けつゝあるとが分かります。又手を以て物体を挙げましても、此の力の存在を知ることが出来ます。凡て地上にある物体は、多少鉛直に下に向かふ所の力の作用を受けて居ります。此の力を重力と申します。ニュートンは、重力を一般に二物体間に働く所の引力の特別なる場合と考へました。此の引力を萬有引力と申します。ニュートンは、萬有引力の法則を次ぎの如く述べてゐます。一般に、二つの質點間に働く引力は、是等の二點を連結せる直線に沿うて作用し、其の大いさは、兩者の質量の相乗積に、正比例して、其の間の距離の自乗に、逆比例す。通常の物体間の引力は、極く小であり、精密の装置を用ゐなければ、見ることは出来ません。然るに、地球と地球上の物体との引力は、地



球の質量が極く大きくありますから容易に認むる事が出来ず。即ち物體の重さは之れです。又万有引力によりて月が地球の圍りを廻轉すると地球及び他の天體が太陽の周りを廻轉するを説明する事が出来ず。其の他海水の一晝夜に略二回の満干を生ずるとなどは十分に説明せられます。實驗の結果に依りますれば同一の場所では重力は質量に比例します。それ故物體に働く重力は單位質量に働く地球の引力に質量を乗じたるものに等しくなります。單位質量に働く重力を重力の強さと申します。重力の強さは場所により又高さによつて多少變はります。本邦では一瓦に付き約九八〇ダインです。通例便宜上單位質量に作用する重力を力の單位に用ゐまして力の重力單位と申します。一瓦の重さ一貫目の重さ等は重力單位です。之れに對して前に擧げたる力の單位を絕對單位と申します。重力單位と同じ物體を用ゐましても所によりて多少變する不便はあります。實地に便利です。

仕事とエネルギー

仕事

馬が荷車を引いて甲の場所より乙の場所に参りますれば馬が仕事をしたと申します。又荷車は仕事をされたと云つても宜しい。車夫が客を引く場合でも同様です。仕事をするものは車夫で仕事をさるゝものは車と客人です。然し馬であらうが車であらうが車を引張つて居る計りで一寸とも動かんなら仕事をしたとは云はれません。仕事をすると云ふには必ず引張る上に車が或距離を動くことと云ふことが必要であります。物理学で用ゐる仕事と云ふ語も同様です。即ち甲の物体が乙の物体に力を作用せしめて乙が力の方向に或距離を動いたなれば甲が乙に仕事をしたと云ひます。或は力が仕事をしたと云つても宜しいのです。仕事の大小を比較しますには、物体に働く力と力の働ける爲に物体の運動せる距

離との相乗積を以てします。例へば一つの力が或物体に働いて之れを  $n$  尺動かす仕事は一尺動かす仕事の  $n$  倍です。又或力が物体に働いて之れを或距離だけ動かす仕事は其の  $m$  分の一の力が働いて物体を同じ距離だけ動かす仕事の  $m$  倍です。若し、一なる力が或物体に働いて之れを力の方向に一なる距離だけ動かす仕事を單位に取りますれば、 $F$  なる力が働いて  $S$  なる距離を動かすに要する仕事は  $F \cdot S$  單位です。

仕事の單位は通常力の單位と長さの單位とを併記して表します。例へば五貫目尺、八五呎磅、三五千ミリの如のです。又一ダイン糧の仕事はエルグと申します。次に二三の問題を研究しませう。第一に論ずるのは平滑なる水平面に沿うて物体を動かすには仕事を要するか、若し要するなら其の量幾何と云ふ問題です。此の問は二通りに考へるとが出来る。物体が動く速度がどうでもよければ、物体に働く力を  $F$  ダインとして、此の力が働きつゝある間に働く距離を  $S$  糧とすれば、仕事の定義に依つて、 $F \cdot S$  エルグは仕事の量です。然し此の場合には物体が  $S$  糧を動いたあとに或速度を以て居ます。其の速度  $V$  は力の大きさより計算するとが出

來ます。今物体の重量を  $m$  瓦とすれば、此の力の爲めに物体の受くる加速度  $a$  は  $F/m$  です。故に落体の運動を論じた時出した公式(三)を此の場合に應用すれば、

$$v^2 = 2as = \frac{2Fs}{m} \quad \text{或は} \quad Fs = \frac{1}{2}mv^2,$$

$$v = \sqrt{2Fs/m}$$

故に、となりす。此の場合に  $F$  は丁度落体のときの重力と同じ作用をして居ます。次に物体の動かし様が非常にのろくあつて、速度が常に零であると見るとが出来る場合には物体を動かすに仕事はいりません。なぜと申しますれば  $F$  が極く零に近くなければなりませんからです。それで、前記の問題は物体の動く速度の如何に依つてさまざま、即ち物体を非常にのろく動かすには仕事は殆んどいらない。然し或速度を得てもよいならば、之れに相當する仕事がいります。其の仕事の量は別式に依りて見ますれば  $Fms$  です。

次に論じますのは、物体を或高さまで揚ぐるに要する仕事です。此の場合にも前の問題と同じく、物体が力の作用を受くるが爲め、或速度を得る場合と、極のろく動かさるゝ場合とに別けて考へるとが出来ます。今  $F$  ダインの力が働きて力の

働く上に物体の上りたる距離を \$S\$ 糧としますれば、之れに要する仕事は \$W\$ エルグ  
 です。勿論此の場合には \$S\$ 糧を上つたときに、

$$\text{毎秒 } v = \frac{2s(F-mg)}{m}$$

の速度を持って居ます。なぜかと申しますれば、\$F\$ なる力は上の方に向かひ、\$mg\$ なる  
 重力は下の方に向かつて居ますから差引 \$(F-mg)\$ なる力が上に向かつて動くと同  
 じになります。故に前式の \$F\$ の代はりには \$(F-mg)\$ を置けばよいのです。

極のろく上げる場合、即ち \$v\$ が零なる爲めには \$F\$ は \$mg\$ に等しくなければなりません。  
 ン。それで、此の特別なる場合には、仕事は \$mgs\$ ガインとなります。依つて、此の問  
 題を次ぎの如く解釋する事が出来ます。物体を揚ぐるに非常にのろくするなれ  
 ば、之れに要する仕事は \$mgs\$ ガインです。然し若し物体が或速度を得ても宜しけ  
 れば、仕事の量は速度の大小に依つて定まります。前式に依つて見ますれば、

$$v = \frac{2s(F-mg)}{m} \quad \text{或は } W_s = \frac{1}{2}mv^2 + mgs$$

故に、仕事の量は \$\frac{1}{2}mv^2 + mgs\$ ガインであると云ふ事が分かります。勿論之れは物体  
 を \$S\$ 糧の所まで揚げてそこに止めて置くに要する仕事とは違ひます。後に申し

ますが、止めて置くまでに要する仕事は單に \$mgs\$ エルグだけで宜しいのです。又  
 此の仕事は揚ぐる迄の如何にも、方法の如何にも關はりません。

器械が同一の仕事をするにも、早いと遅いとは、經濟上大なる損得があります。それ  
 で通常單位時間に爲す仕事の量を知ることが必要です。器械が單位時間に爲す仕  
 事を器械の工率と申します。通常用ゐる工率の單位を馬力と云ひて、一馬力は英國  
 では毎秒五五〇呎磅の仕事であつて、佛國では毎秒七五其米の仕事です。

エネルギー

地上にある物体を高所に揚げるには、仕事をせなければなりません。かく仕事を  
 されたる物体は、自ら仕事をなすの能を得ます。例へば其の落下を利用して種々  
 の仕事をなさしむる事が出来ます。又、物体を投げる場合の如く、前止する物体を  
 動かすには之れに仕事をしなければなりません。かく、仕事をなされたる物体は  
 其の運動を利用して種々の仕事を爲さしむる事が出来ます。其の他、色々の場合  
 に就いて精細に考へれば、一物体が他より仕事をせらるゝ時は、其の物体は、自ら仕  
 事をする能を増します。此くの如き場合にはエネルギーと名づくる一種の量が、

仕事をすする物体より仕事をさるゝ物体に移るものと考へて此の物体が仕事をす  
る能を増すのは、受けたエネルギーに依るものであると見るとが出来ます。この  
受けたるエネルギーの多少は、此の物体に爲されたる仕事によつて測ります。斯  
く考へますれば仕事をしたる物体は仕事の量に等しいエネルギーを失ひ、仕事を  
された物体は等量のエネルギーを得るとになります。

前に述べた様に、運動しつゝある物体は、運動せざる時よりも多くのエネルギーを  
持ち、高所にある物体は地上にある時よりも多くのエネルギーを持つて居ます。  
又曲げられたる弓、巻かれたるバネの如く、歪を受くる物体は之れを受けざる時よ  
りも多くのエネルギーを以て居ます。かく運動しつゝあるが爲めに有するエネ  
ルギーを運動のエネルギーと申します。又、一物体が他の物体に對して或位置に  
ある爲め、或は歪を受くる爲めに有するエネルギーを、位置のエネルギーと申しま  
す。エネルギーの種類は多いが能く考へて見ると此の二種の外に出でぬ。

次に二つの例を挙げませう。m瓦の物体が毎秒vの速度を以て進行するも  
のとすれば其の運動のエネルギーは、幾許なるかを計算します。今、Fダインの力

を静止せるm瓦の物体に働かして、物体が受くる加速度を一秒に付き毎秒vの速度  
し、毎秒Fの速度を得るまでに物体の運動する距離をSとすれば、

$$F = ma, \quad v = 2as.$$

故に、

$$F \times s = \frac{1}{2}mv^2.$$

故に、静止せるm瓦の物体が毎秒vの速度を得るまでに爲さるべき仕事の量は、  
 $\frac{1}{2}mv^2$  エルグで、之れが物体の有する運動のエネルギーであります。

次に地上よりhの速度の高さにあるm瓦の物体の有する位置のエネルギーは幾何  
なるか。今此の物体がhの速度の高さより落下すると考へれば、地面に達する時刻の  
速度は $\sqrt{2gh}$ とる故、前の問題に依つて其の時刻に於ける運動のエネルギーは

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh \text{ エルグ}$$

に等しくなります。物体は落下する際に仕事をなすとも、爲さるゝともなしと  
見做せば、此のエネルギーは、物体がhの速度の高さに静止して居る時の位置のエネル  
ギーに等しい理です。故に、hの速度の高さに静止して居る物体の有する位置のエネ  
ルギーは  $mgh$  エルグとなります。

一物体の有するエネルギーは物体の状態及び他物体に對する位置のみに依るものであります。それで、物体を地上より或高さに揚げるに早く揚ぐるも遅く揚ぐるも、又如何なる道を通つて揚ぐるも、物体の終はりの状態が同じくば得たるエネルギーは同一です。従つて、揚ぐるに要する仕事の量も亦同一です。

概近物理學者の研究によれば、熱はエネルギーの變態で分子説に依れば、物体分子の振動のエネルギーである。それで、仕事を變じて熱とするとも出来れば、熱を變じて仕事とする事も出来ます。其の他、光、音、電氣、磁氣等の現象に伴ふ、エネルギーのあるとも、容易に認むる事が出来ます。斯く、エネルギーは種々の形となりて現はれ、吾人の周圍に起る現象の爲めに、一態より他態に變じ、變遷極りなきが如く見ゆれど、精細に觀測すれば、其の變遷の間に毫もエネルギーの創生或は消滅する形跡を認むる事は出来ません。此の原則をエネルギー不滅則を名つけて、物質不滅則と並んで、物理學の大原則の一です。物理學は、實に此のエネルギーの變遷を研究する學問であると、一言で述べることが出来ます。

### 簡單なる機械

#### 斜 面

水平面に對して傾いて居る面を斜面と申します。重い物体を高所に揚ぐるに斜面を用ゐる事があります。物体を垂直に或高さまで揚げるに非常に大なる力を要する場合でも、斜面を用ゐますれば、僅かの方で揚げる事が出来ます。

左圖に於て、 $AC$ を水平面の切口とし、 $AB$ を斜面の切口とします。通常 $ABC$ の角を斜面の傾斜角と申します。斜面は極滑かであつて、少しも摩擦がないものと見ますれば、其の上の一点 $P$ にある $m$ 瓦の物体に働く重力は $mg$ ダイーンで、之れを斜面に沿へる方向と垂直なる方向とに分解しますれば、垂

直なる分力は斜面の反作用と釣り合ひまして平行なる分力のみが働いて居ると同様の結果を生じます。此の力の大きさは  $mg \times \frac{BO}{AB}$  であるから傾斜面が小なれば小なる程小さくなります。従つて極僅かなる力で此の物体を支へることが出来て、之れより少しでも大なる力を用ゐますれば揚げられます。

此の如く斜面を用ゐますれば力を利することは出来ませんが、物体を一定の高さまで上げるに要する仕事は直接に揚げるも斜面に沿うて揚げるも同じことでもあります。なぜかと申しますれば、此の物体を靜かに真上に揚げる仕事は  $mg \times BO$  であつて、斜面に沿うて上げる仕事  $mg \times \frac{BO}{AB} \times AB$  即ち  $mg \times BO$  と同一となりますからです。

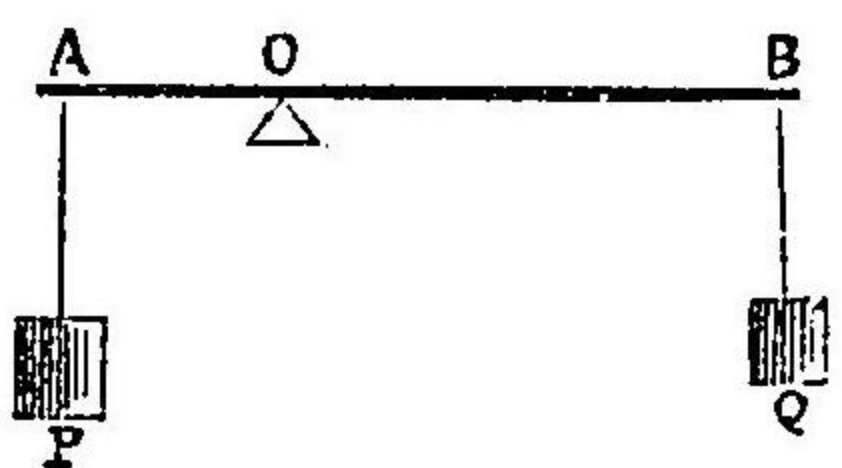
前圖に於きまして  $AO$  は水平でありますから、若し摩擦がありませんなら靜かに物体を  $O$  より  $A$  に持ち來たすには、仕事を要しません。それで同じ位置  $O$  より出で  $A$  に到り、次いで斜面に沿うて  $B$  に到ると  $O$  より直接に  $B$  に到ると同じ仕事の量を要します。従つて  $B$  點まで揚げられた物体の有する位置のエネルギーは揚ぐるに通過する道の如何に關係しないと云ふことが分かります。之れは斜面の場

挺 子

合に於けるエネルギー不滅則の證明となります。

若し平面が十分に滑かでなくて摩擦がありますれば、斜面に沿うて物体を揚ぐるに摩擦に對してする仕事だけ餘計の仕事を要します。然し此の仕事は摩擦によつて生ずる熱のエネルギーに變じますから、エネルギー不滅則に抵觸しません。

挺子は支點と名づけまする一點の周圍に自由に廻轉するとの出来る棒です。分



かり易き爲め挺子に重さなく支點に摩擦なきものと考え、へまして、其の中の二點  $A$  及び  $B$  に  $P$  及び  $Q$  なる重錘を吊し、支點  $O$  に於て支へますれば、 $P$  なる重さは挺子を  $O$  の周りに矢の方向に廻さむとします。又  $Q$  なる重さは挺子を之れと反對の向に廻さむとします。此の二つが互に等しくありますれば、挺子は釣り合ひます。實際の結果に依りますれば、挺子が釣り合ふが爲めには  $P$  と  $OA$  との相乗積が  $Q$  と  $OB$  との相乗積とに等しくなければな



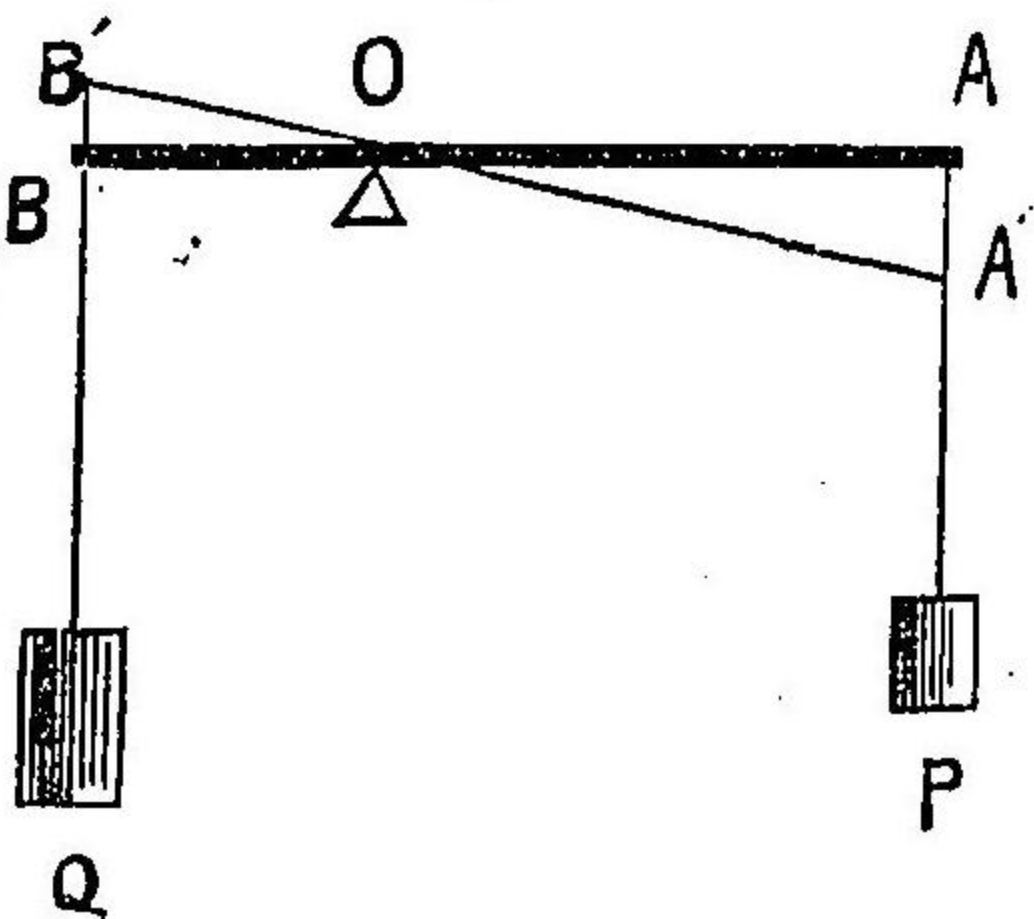
りません。即ちPとQとの比は支點よりの距離に逆比例します。それでOAをOBに比して小さくすれば、小なる力Qで、大なる力Pと釣合はしむることが出来ます。次にA端を小なる距離AA'下げ下げるものとしますれば、BはB'に上がります。

其の爲めにPのする仕事は  $P \times AA'$  でありましてQに爲されたる仕事は  $Q \times OB$  であります。然るに、

$$AA' : BB' = OA : OB, \quad P \times OA = Q \times OB,$$

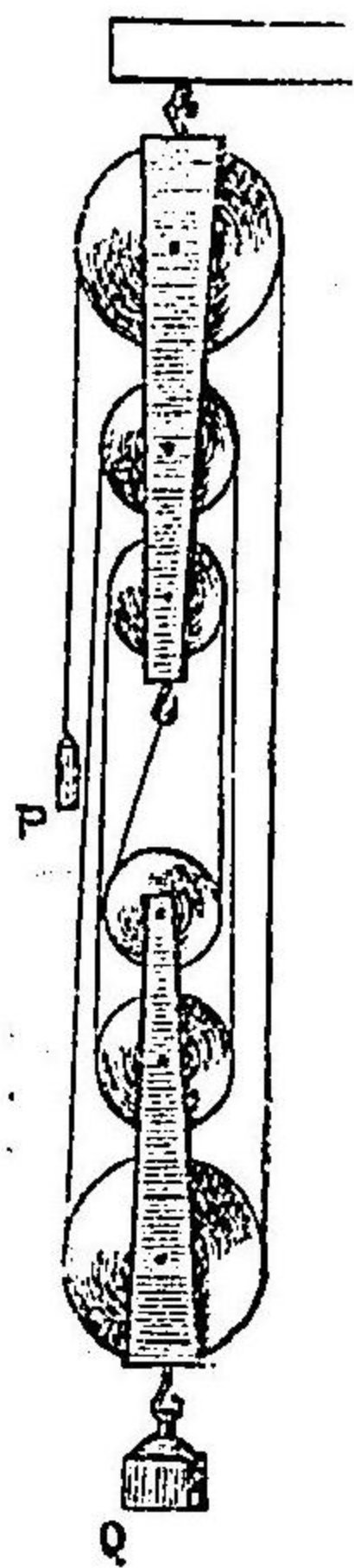
故に  $Q \times BB' = P \times AA'$ 。

即ちPが爲したる仕事はQに爲されたる仕事に等しくなります。此の場合にも力を利するとは出来ませんが、仕事を利するに及び仕事を失ふとは出来ないといふ云ふ即ち挺子の場合にもエネルギー不滅則が正しいと云ふことが分かります。尤も支點に摩擦がありますればPは之れに對して餘計の仕事をしなければなりません。



滑車

滑車の用方に通常二通ある。單に力の方向を變ずるに用ゐる場合と、僅かの力で重き物体を揚げるに用ゐる場合とである。井戸の滑車の如きは、第一の目的に用ゐられて居る。水を汲むに上に引くのは下に引くよりも困難を感じる。これは身体の重さを利用することが出来んからです。それで、滑車を用ゐて力の方向を變へ繩を引き下げて水を汲み上げるのです。第二の目的即ち僅かの力で重き物体を揚げるには、左圖に示すような滑車を用ゐる。此の滑車は動滑車と靜滑車とより成り立つて居る。問題の込み入らぬ爲め、滑車に摩擦及び目方の無いものとして考へて、綱の一端に或重さPを吊るせば、



綱の各部が同じ大いさの張力を受け、それで動滑車に働く力は綱の他端に吊るした重さQと六本の綱が上に引く力とです。六本の綱は各々Pの重さに等しい張力で動滑車を上に引くから、全体で6Pの重さに等しい力で之れを上へ引いて居ります。此の力がQの重さに等しければ、動滑車は釣り合せて居

ります。それで此の装置を用ゐて六倍の重さの物を舉げることが出来ます。然る  $P$  を或距離だけ動かしても  $Q$  は漸く其の六分の一だけ動きます。故に  $P$  のする仕事と  $Q$  に爲さるゝ仕事とは等しくなつて、少しも得失はありません。實際の場合には滑車に磨擦があるから、磨擦に對する餘計の力を  $P$  に加へねば  $6P$  の重さは揚げられぬ。従つて  $Q$  に爲さるゝ仕事は  $P$  のする仕事より小である。以上簡單なる三例に就いて機械を用ゐれば力を利するとは出来るが、仕事を利するとは出来ぬと云ふを示した。斜面、挺子、滑車に限らぬ、如何なる工夫を以て機械を作つても、仕事を利するとは出来ません。若し仕事を利する事が出来ればエネルギーを作る事が出来る事になつて、物理学で信ぜられて居る大原則の一なるエネルギー不滅則を否認する事になります。凡て機械の諸部には多少磨擦があるから之れに對して餘計の仕事をしなければならぬ、此の仕事は磨擦に依つて生ずる熱のエネルギー等に變ずるからエネルギー不滅則には抵触しません。故に機械にする仕事は必ず機械がする仕事より大であります。従つて直接に或仕事をすることは之れを或機械に爲さしむるよりも仕事の浪費を省く事になります。

### 物体の狀態 附液体 空氣

物体の狀態は種々雑多でありまして、木石金屬等の如く一定の形を爲し、一定の容積を有するものもあれば、水油等の如く一定の形とはありませんけれども一定の容積を持つて居るものもあります。又空氣の如く一定の形も一定の容積もなく、唯だ之れを容るゝ器の形狀容積を取るものもあります。第一の部類に屬する物体を固体と云ひ、第二の部類に屬するものを液体と云ひ、第三の部類に屬するものを氣體或は瓦斯体と申します。

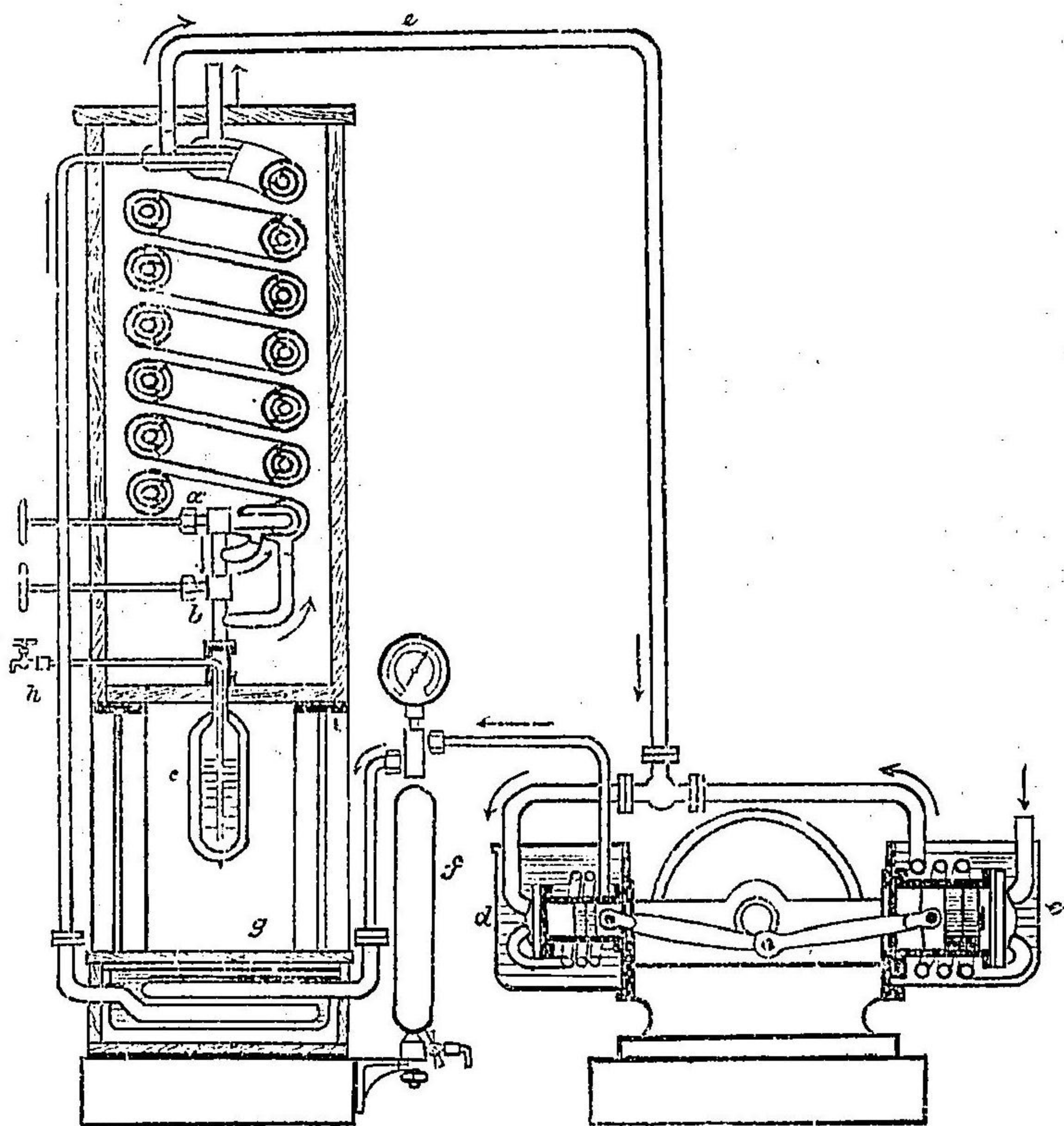
固体の形を變へようとしませれば、之れに力を加へなければなりません。一旦力を加へて其の形を變へますれば、固体は元の形に戻らむと勤めます。此の如き性質を形狀の弾性と申します。又固体の容積を變へようとするにも大なる壓力を要します。壓力の爲めに縮められたる物体は元の容積に戻らむと勤めます。此

の性質を容積の弾性と申します。液体に於ては其の形を變へるのに殆ど力を要しません。又其の形を變へても元の形に戻らうとしない、即ち液体は形状の弾性を持つて居りません。然し其の容積を縮めるには甚だ大なる壓力を要しまして、壓力を取り去れば元の容積に戻ります。即ち容積の弾性を持つて居ります。同様に氣體には形状の弾性はありませんが、容積の弾性はあります。通常氣體、液体、固体を物体の三態と申します。

物体の三態は元々固有のものではありません。重に外部の状況例へば温度、壓力等に依つて一態より他態に變ずることが出來ます。例へば水の如き通常の温度では液体であります。之れを零度以下に冷却すれば固体の氷となり、又百度以上を熱すれば氣體の蒸氣となります。又鐵の如きは通常の温度では固体であります。千六百度以上に熱すれば融けて液体となり、更に之れを熱すれば遂に鐵の蒸氣に變じます。又吾々の眼にも觸れない空氣の如き氣體も適當の方法を用ゐて冷却して零度以下百九十度位にしますれば液体の形となります。更に之れを冷やして零度以下二百三十度位になりますれば遂には固体の空氣が

出來ます。その他水素、酸素、窒素等の所謂永久瓦斯も今日では容易に液化すること、出來れば又固体の形にするとも出來ます。通常の氣壓に於ける液体空氣の沸騰点は甚だ低くありますから寒劑として大いに用ゐられます。一般に高温に於ても化學變化を受けない物体は相當の低温より相當の高温に至る爲めに以上三態の何れの形をも取ります。又炭酸瓦斯の如き氣體は單に壓力を増すのみで通常の温度で液化することが出來ます。

次に附け加へとしてリンデ氏の空氣を液化する器械の事を述べませう。英國の學者トムソン、ジュールの研究に依りますれば、空氣が細孔より流出するときは、多少温度が下ります。其の温度の下降は細孔前後の壓力の差に比例して、其の差一氣壓に付き約1.4度となります。それ故に孔を極小くして孔の前後に於ける壓力の差を大きく保つて置きますれば、一度の流出で何十度の温度を下降せしむることが出來ます。例へば細孔前後の氣壓が二〇〇氣壓と二〇氣壓であり、すれば温度の下降は四十五度位となります。一度流出して冷えた空氣を再び流出せしめ、すれば更に温度の下降を生じます。遂に此の如くしますれば、空氣は次



第々に冷えて遂に零度以下一八〇度位に達して液化します。前圖はリンデ氏の液化器械の全部であります。右にある装置は空氣を壓縮するポンプで蒸氣機關に依つて活塞を動かします。ポンプの圓筒は二個あつて第一の圓筒(c)で壓縮した空氣を更に第二の圓筒(d)で壓縮して左部の装置に送るので

す。左にある装置は壓縮されたる空氣を冷却せしむる所であり、先づポンプより來たる空氣は管fに入りて水蒸氣を奪はれ更に寒劑の爲めに零度以下二〇度位に冷やされたる管gを通りて残れる水蒸氣を奪はれます。かくして能く乾きたる空氣は管を昇りて螺旋形の三重銅管の最も内部を通りて下り、細孔(a)より噴出して冷却します。此の噴出したる空氣は中間の銅管を通りて其の内部の空氣を冷やしつゝ(b)に出で圓筒(e)より來たる空氣を合し圓筒(d)に入りて壓縮せられ元の道を通りてaより噴出して更に冷却します。又aより噴出する空氣の小部分は第二の小孔bより噴出して冷却し最も外部なる銅管を通りて其の内部を冷やしつゝ大氣中に出ます。故にポンプを運轉するに従ひ壓縮されたる空氣の壓力

# 理化講話 (化學の部)

理學博士 池田菊苗述

## 化學の講修法

此の物質の世界に棲み、其の變化の間に處して生を營みつゝある人間に取りて、物質變化の知識が、一般に甚だ重要なものは、論ずるまでもなき事柄にして、此の知識の一大部分を爲せる化學が、普通學の一要素と認めらるゝは、まことに當然の事といふべし。併しなから、いづれの學科に在りても、之れを講修する方法を誤る時は、徒らに時間を費やし、精神を勞するのみにして、其の効果甚だ微々たるものなるが、化學に於て、此の弊殊に甚だしきものあるが如きは、講者の夙に遺憾とする所にして、今諸子の爲めに斯學の一斑を講述せむとする微意も、亦實に此の流弊の幾分を矯正せむと欲するに外ならず。

つらく、思想變遷の跡を考ふるに、學術の未だ充分に發達せざるに當たりては、兎角高遠の理論を重んじ、細微の知識を輕視する傾あり。しかれども、研究次第に其

の歩を進め、學識漸く圓熟するに及べば、空理空論は如何に高尚なるも、如何に精妙なるも、また之れを珍重するものなく、實際に適切なる知識は、如何に微小なるも、萬古不易のものとして貴重せらるゝに至る。物理學、化學、生物學の如き自然學に於ては、第十九世紀の末に及んで此の傾向殊に著るしく、精神上の諸學科に於ても、亦漸く然らむとするものの如し。蓋し、學術の發達は、各個人の心智の啓發と、略々其の順序を同じうするものにて、學術の猶ほ幼稚なるに當たりては、實際に就きて精細なる研究を行ふことなく、甚だ簡單なる學說を立し之れに依りて以て宇宙萬般の現象を解明せむと試み、各個の事物に關する觀察實驗を陋として之れに従事するを屑しとせざりしは、恰も、年少氣銳の人が漫りに無限の失望を懷き、其の企圖を實行するに必要なる手段方法に關して、嘗て精密なる調査と周到なる考慮とを爲すとなく、天下の事手に唾して成るべしと思ひ、日常の業務を賤しむと一般なり。然れども、次第に經驗を積み、思慮漸く熟するに及んでは、さきの計畫の如何に疎漫なりしかを悟り、其の鄙みたる所の却つて如何に貴重すべきかを知るが如く、學術に於ても知識の廣さと深さとを加ふるに隨ひて、愈事物の關係の複雑なるを知り

到底簡單なる學說に由りて、之れを統一解明し得べきに非ざるを覺り、瑣細なる事物に就きては周到なる觀察精密なる實驗を行ふの勞を辭せざるに至るなり。而して、其の結果は甚だ驚歎すべきものあり。琥珀を摩擦すれば、輕き塵を吸引する性を生じ、亞鉛と銅との二片を死蛙の後脚に觸るれば、其の動くを見る。是等は極めて瑣細の現象なれども、是れが研究を擴めたる結果は、終に今日の發達したる電氣學と爲り、實に物理學の一部分として最も興味あるのみならず、其の應用の人生に重要なるは、諸子の既に見聞するところなり。諸子も亦必ず一たびは石鹼球を弄びて其の彩色の美なるを賞したるとあらむ。此の近易なる事柄も、詳細に之れを研究すれば、物理學及び化學に於て頗る重要なる液面張力に關して、少なからぬ知識を得べきのみならず、又光線の性質を討尋するの端緒となるなり。是等は、いづれも物理學上の例なれども、亦以て近易なる現象が、往々自然の奧秘を闡明するの鎖鑰たることを知るべし。化學に於ても、斯くの如き類例極めて多く、諸子の身邊に於て、庖厨に於て、市街に於て、山林原野に於て、到る所に觀察し得べき種々近易の事實にして、少なからざる化學上の知識を興へ得べきもの多し。而して、不充分

ながらも、實際に就きて得たる知識は記憶の容易にして應用の適確なるを彼の紙上に得若しくは單に耳より入りたる知識と同日の談にあらす。故に講者は適當の機會ある毎に、近易なる化學的現象に對して諸子の注意を喚起するを怠らざるべしと雖も、諸子は、居常精密なる觀察を務むるは、自然學を修むるの第一着歩なるを記憶せむとを要す。此の練修は單に知識を増進するに必要なるのみならず、又細心周密の良慣習を養成するに最も効益あるものなり。

然れども、自然に起り來たる現象は、其の周圍の狀況、複雑に過ぎて、攻究に便ならざるを多く、一原因と一結果との關係を明らかならしむると困難なる場合少なからざれば、特に簡單なる狀況の下に、或種の變化を發こさしめて之れを觀察するの必要あり。之れを名つけて實驗といふ。例へば、或る一種の植物は、甘味を呈し、他の植物は、苦しとせむに、植物體は種々なる物質の混集成成する所なれば、其の味の原因を知るを難けれども、若し其の成分を分離して、之れを嘗め試みなば、容易に、此の問題を解決し得べきが如し。實驗は、又既知の事實より論理的に推定したる結果が實際と一致するか否かを檢知するに最も肝要なり。緻密なる測定、精微なる視

察を遂げむと欲せば、器械藥品等の具備せる實驗場を要すると勿論なりと雖も、諸子が極めて簡單なる普通の品物を用ゐて行ひ得べき實驗の種類亦頗る多く。是等は固より多少の時間と手數とを要すと雖も、興味甚だ多くして、諸子の知識を確實ならしむる利益は優に其の勞に報ゆるに足るべし。故に、本講義に於ては、時々諸子が自から行ひ得べき簡易なる實驗を解説すべく、又或場合には、必要なる材料（紙片に附着したる）を供給するをあるべし。諸子が單に是等を利用するに止まらず、更に自ら種々の實驗を案出して之を試みむことを希望す。

或畫家が、人の間に答へて、吾れは腦を以て繪具を混和すと曰ひしは、いづれの場合にも、服膺すべき警語にして、諸子が觀察若しくは實驗を爲すに當たりては、單に物品に由りて之れを行ふものと思ふべからず。又眼、耳、舌、鼻、手を以て之れを行ふものとも思ふべからず。是等は、實驗觀察に必要なると勿論なりと雖も、最も肝要なるは、心智の活動なり。一現象を觀察するに當たりても、其の主要なる部分と否ざるものとを甄別し、且つ、其の相互の關係に注意して之を思索するに非ざれば、決して要領を得べからず。實驗を行ふに際しても、先づ、其の目的を明らかにし、詳細に



順序方法を定めて後着手するに非ざれば、好結果を得ると難く、且つ、其の結果に就きても精密に之れを討尋するにあらざれば、學び得るところ、決して多からざるべし。

既に個々の事實に就きて精確なる知識を得ば、數多同種の事實の要點を一括して一般に之れを記述する定律若くは通則を學ぶべし。此の際には、定律が其の範圍内に於ける各個の事實に適中するに注意するを要す。自然學に於ける定律は、概ね簡單にして明瞭なるものなれば、之れを記憶するを比較的容易にして、多少の練習を経れば、之れを應用することまた難からず。雜多なる個々の事物の知識を統一することなくして、之れを記憶し應用せむとするに比すれば、其の難易繁簡を固より同日の談にわらず。然れども、實際の事物に就きて多少の精確なる知識を有するに非ざれば、定律の眞意義は、終に之れを解するに由なかるべし。且つ、定律は知識を應用する道具に過ぎずして、學問の眞目的は、却つて實際の知識に在れば、其の本末輕重を誤らざるを要す。一現象が或定律の必然の結果なることを認識するを稱して、其の現象の説明といふ。故に説明は、既知の事實と未知の現象との



關係を明らかにするの謂ひにして、智の領域を擴張するものなれば、智力上の趣味極めて多きこと論を俟たず。而して、一組の定律を以て、無數の現象を説明し得る場合には、之れを稱して學說といふ。眞正の學說は、甚だ貴重すべきものにて、學術の精華なりと雖も、確乎たる定律が充分なる説明を與ふるに足らざるに當たり、臆想の見を以て之れを補ふとあり。斯くの如きを稱して假說といふ。假說も適當なるものは、學問の進歩に貢献する所少なからざれば、一概に之れを排斥すべきに非ずと雖も、嚴に眞正なる學說と甄別するを要す。何となれば、一般に信奉せられたる假說が、甚だしき誤謬なりし事は、自然學の歴史上一再に止まらざるところにして、今日の假說も亦、此の類に非ざるを保すべからざればなり。現今の化學に於ても、尙ほ幾多の假說あるは、其の發達の順序に於て、蓋し已むを得ざる所なるべしと雖も、要するに、其の本色にわらず。本講義に於ては、簡單なる學說は、務めて之を詳述すべきも、假說は成るべく用ゐるなからむことを期す。

化學を學修すれば、諸子の身邊に在る幾多の事物と自然界に於ける種々なる現象とに就きて、多少精確なる知識を得るのみならず、農業工業其の他百般の技術の根



六六  
 據の幾分を知るを得て益する所甚だ多かるべし。然れども斯くの如く衆多なる  
 事項に就きて講述せむことは固より講者の豫期する所にあらず。本書に於ける  
 紙数の制限亦之れを許さず。故に系統ある化學の説述は之れを成書に譲り本講  
 義に於ては諸子が學校に於て學び若しくは普通の書籍に就きて講修して尙ほ足  
 らざる所を補はむと企圖するのみ。

燐寸の話

火の人生に必要なるは何の人民に在りても同様なれども未開の民は之れを感ず  
 るを更に切なるを以て火を取るに用ゐる道具の如きも殊に蠻夷の間に貴重せら  
 れ、彼の木錐と木板とより成れる引火具は蒙昧の世の遺習として後世に至るまで  
 も宗教上等に於て大いに尊重せらるゝとあり。此等は單に摩擦に由りて火を發  
 するものにして頗る幼稚なるものなり。燧石、火口硫黄、附木等を使用するも亦  
 古き方法にして歐洲に於ては六百年前既に廣く行はれたるものゝ如し。此の方  
 法は彼の土に於ても未だ全く廢れたるにあらず、野外に於ては尙ほ之れを使用す  
 るもの少なからず。本邦に於ても尙ほ多少使用せらるゝは諸子の知れる所なら  
 び。前世紀の初めに至り、化學の知識大いに進むに及んで更に輕便なる引火具を  
 造り出ださむと試みたるもの少なからず。幾分の成功なきに非ざりしも未だ廣



く世に行はるゝに至らざりしが、黄燐を加へて造れる燐寸は七十年前始めて案出せられ、人之れを便としたるも、尙ほ頗る不安全なるを免れざりしなり。今日一般に使用せらるゝ安全燐寸は、五十餘年前獨乙人ベッチェルの考案に成り、瑞典國に於て始めて盛んに製造し輸出したれば、又、瑞典燐寸の名あり。

本邦に於ても、二十餘年前までは、瑞典國より多量の燐寸を輸入したるが、當時大藏卿たりし大隈伯等の奨励に成れる新燐社に於て始めて精良なる燐寸を造り出だすに及んで、漸く其の輸入を防ぎたるのみならず、此の品の製造は年を逐うて盛大なるを致し、終に今日に於ては多量の輸出を爲すに至れり。今其の統計の概要を舉げむに、神戸名古屋大坂等に於ける製造所の數三百に近く、使役する所の職工男五千人、女一万五千人にして、外に内職を爲せるもの三万人あり。製造高は信憑すべき統計を缺くと雖も、毎年清韓、印度等への輸出額は三十億圓、代價六百万圓なれば、内地に於て消費する額を合算すれば、其の數量の如何に大なるかを推知するに難からず。之れが原料として輸入せらるゝ鹽素酸カリウムの量五十萬圓、赤燐の量二十五萬圓を下らず。燐寸は極めて瑣細の品なれども、其の日用の便と貿易上



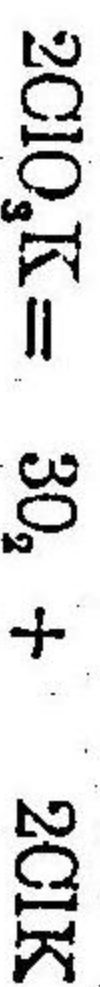
の位地とを顧れば、亦決して輕侮すべからざるものあり。殊に我が製品が東亞の市場より瑞典、獨乙等の製品を驅出したるは、假令主として我が勞働者賃銀の低きに由り技術の優れたるが爲めに非ずとしても、尙ほ頗る人意を強くするに足るものありて、所謂平和の戦争に於ても勝利を收むるの期し難きに非ざる一證とすべし。

燐寸の製造は、重に器械的にして主とする所は多數を同時に製出するに在り。軟なる木材を以て細き方形の枝條を造り、其の一端にパラフィン若くしは硫黄を施したる上に、發火性の混合物を糊にて附着し、燐寸頭と爲す。普通の安全燐寸は、函の兩側若しくは兩側及び背に在る特別の摩擦面を用ゐるに非ざれば、發火するとなし。今其の發火する理由を明らかにせむとならば、燐寸頭の混合物及び摩擦面に施せる混合物が何等の成分を含めるか、又各成分は如何なる性質のものなるかを知らざるべからず。

燐寸頭の混合物は、様々に調合せられ、其の成分の種類割合も一定せず。然れども、可燃性の物質と酸素を供給する物質との二者を含める點に於ては、孰れも一致

せり。酸素供給劑として最も普通に使用せらるゝは鹽素酸カリウム(俗に鹽酸加里又は鹽劑と稱す)なり。此の物は白色若くは無色の結晶體にして水に溶け易く之れを炭火上に投ずれば急劇の燃燒突燃を誘起し紫色の煙を擧ぐ。今一函の燐寸を鹹り其の頭を湯に浸し浸出液を濾過して之れを蒸發し濃厚と爲れるものを冷却すれば板狀の結晶を生ずるを見るべし。是れ即ち鹽素酸カリウムにして之れを炭火上に投ずれば其の然るを確知すべし。

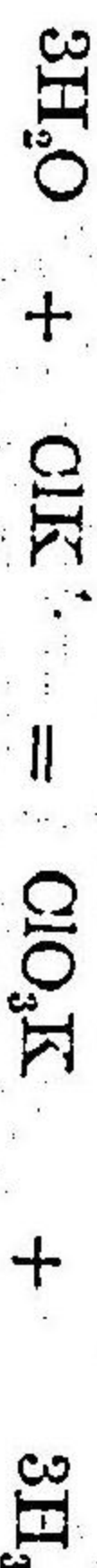
鹽素酸カリウムは鹽素、酸素、カリウムの三元素より成り、之れを熱すれば其の多量に(四割弱)含める酸素を放出して、鹽化カリウム(鹽素とカリウムとの化合物)を殘留す。



鹽素酸カリウム 鹽素 鹽素酸カリウム

工業上に於て多量に鹽素酸カリウムを製する方法は二様あるも、歸する所は同一にして鹽化カリウムをして酸素を攝取して鹽素酸カリウムに變ぜしむるに在り。水に電流を通ずれば分解して酸素と水素とを生ずるは、諸子の既に知らるゝ所な

らむ。鹽化カリウムの濃溶液(少しくアルカリ性の)に電流を通ずれば鹽素酸カリウムの結晶を生じ水素を發出す。此の反應は實際頗る複雑なるものなれども、其の結果は左の方程式に示すが如し。



水 鹽化カリウム 鹽素酸カリウム 水素

水より水素を去りたるものは酸素なれば、此の結果は、酸素が鹽化カリウムと化合して鹽素酸カリウムを生じたるに外ならず。右の方法に由り、電流を用ゐて鹽素酸カリウムを製造すること、近來次第に盛隆に赴き、舊來の方法は遠からずして終に全く廢するに至るならむ。斯くの如くならば、鹽素酸カリウムの製造法は、之れを熱して酸素を放出せしむる變化と正しく相反對せりといふを得べし。

總べて物の燃燒するに當たつては、酸素を要し、其の供給多量にして濃厚なれば、燃燒愈熾なるは、純酸素中に於ける燃燒の旺盛なるに徴して知るべし。鹽素酸カリウムが分解するに當たつては、多量に濃厚なる酸素を出だすを以て、炭火等之れに逢へば突燃の現象を呈すべきは、看易き理なり。殊に、鹽素酸カリウムは多數の物

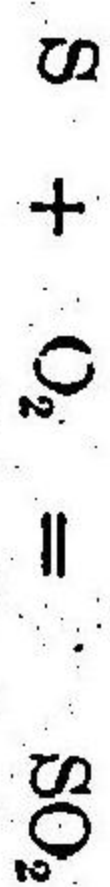
質と相反したる性質を有し分解して酸素を放出するに當たつて、却つて熱を發するが故に、酸素を供給すると同時に温度を上昇せしむる益あり。

燐寸頭に於ける酸素供給劑として鹽素酸カリウムの外に二酸化マンガ(俗に黑色酸化マンガ)又は單に滿俺(マンガン)と稱す鉛丹(酸化鉛)の一種等を用ゐるとあり。是等の物質も強熱すれば酸素を放出する性あるも其の重なる効用は鹽素酸カリウムの分解を促進するにあるべし。單に鹽素酸カリウムのみを熱して酸素を製取せむとすれば、頗る高き温度を要するも、之れに二酸化マンガ、鉛丹等の粉末を混ずれば比較的、低き温度に於て盛んに酸素を發出するなり。左れば燐寸頭に於ける此等物質の働は發火を容易ならしむるに在り。二酸化マンガの粉末は濃褐色を有し鉛丹は赤色を呈するが故に燐寸頭の色に由りて其の存在を徴知すべし。然れども特に顔料を加へて其の頭に綠色等を附したるもの往々是れあり。

燐寸頭に於ける可燃質は硫黄を最も普通とす。前に説きたる如く湯を以て充分鹽素酸カリウムを浸出したる後殘留する物質を乾して之れを炭火上に投すれば青色の焰を擧げて熾え、噓を催すべき臭氣を發するを以て硫黄の存在するを知る

べし。且つ鹽素酸カリウムの充分に除去せられたらむには其の燃燒靜かにして決して燐寸の發火の如き突燃の現象を呈するとなかるべし。

硫黄は多く火山地方に産出するものにして、本邦の如き其の産額頗る大なり。元來黄色の結晶體なれども其の粉末は殆んど白色を呈せり。之れを熱して百二十度に至れば融解して黄色の液となり、更に其の温度を昇せば、次第に濃褐色に變じ終に四百四十四度に至れば沸騰す。然れども、沸點已下の温度に於ても少なからざる蒸氣を發出するを以て容易に引火し、焰を擧げて燃ゆるなり。硫黄は一種の元素にして其の燃燒は酸素と化合(即酸化)する現象に外ならず。而して生ずる所の氣體は無水亞硫酸と稱し、無色にして窒息性の惡臭を有するものなり。



硫黄 酸素 無水亞硫酸

往時は燐寸頭の可燃質として多く硫化アンチモン、硫アンチモン、鑛を用ゐたれども、今は其の用殆んど廢れり。此の物は本邦に於ては蒼白色の金屬光を有する美麗なる柱狀結晶として産出するも、其の粉末は黑色を呈するが故に、燐寸頭に之れ

を含む時は容易に検知し得べし。是等の外種々の可燃質を加ふるとあるも一々記述するに遑あらず。又粘土等の如く全く燃焼に關係なき成分を加ふることあり。之れを要するに普通の燐寸頭に於ては酸素供給質は塩素酸カリウムにして可燃質は硫黄なりといふを得べく、其の突燃の過劇なるを避くる爲めに粘土の如きものを多少加へあるものと思はゞ大差なかるべし。

次に講究を要するは摩擦面に塗布せる混合物なるが、是れには起燃質と摩擦物とを其の主成物とせり。起燃質とは燃焼を喚起する物質に附したる假の名稱にして、其の最も普通に用ゐらるゝは赤燐なり。又摩擦を多からしむる爲めに用ゐらるゝは硝子粉を普通とす。

燐も亦一種の元素にして黄燐赤燐の別あり。燐酸カルシウム等の燐酸鹽として自然に存在し頗る重要なるものなり。即ち有脊椎動物の骨體に半燐酸カルシウムより成り、神経系、血液筋肉等にも亦燐酸化化合物を含み、植物に於ても種子其の他生活機能の盛んなる部分には、みな多少燐酸化化合物あり。故に、燐が生活の現象に必要な元素なるは殆んど疑を容れず、燐酸カルシウムは燐灰石等の礦物の主要成分にして、燐は主として是等の礦物及び獸骨を燒きて造れる骨灰より製取せらる。

分にして燐は主として是等の礦物及び獸骨を燒きて造れる骨灰より製取せらる。現今盛んに行はるゝ方法は、是等の原料重に燐酸カルシウムより成れるを炭素と共に電氣爐に於て強熱して燐を遊離せしむるに在り。(酸素は酸化炭素となりカルシウムは炭化カルシウムと爲るなり。而して燐は蒸氣と爲りて發出し來たるが故に、之れを冷却すれば、無色の液體と爲り、更に凝固して蠟の如き固體と爲る。斯くの如くして製したる純粹の燐は、元來無色なれども光線等の作用に由り、少しく變化して黄色を呈するを常とす。是れ黄燐の名ある所以なり。

黄燐は最も酸化し易き物質にして、之れを空氣中に置けば、稍蘇の如き臭氣を放ちつゝ、徐々に燃焼し、之を開所に置けば青き燐光を發す。是れ燐の名ある所以にして、最も興味なる事實なり。殊に此の際併發する物理的及び化學的現象は、種々複雑し居りて、現今に於ても尙ほ研究されつゝ、ありて充分之れを闡明し得ば、一大發明の端緒たるべしと信ぜらる。温度少しく昇れば、燐は忽ち發火して盛んに燃焼して白色の煙を擧ぐ、此の白色の物質は即ち無水燐酸にして、之れを水に投ずればやがて燐酸に變するなり。黄燐は發火し易きものなれば、指頭を以て之れを取扱

ふべからず。其の貯藏にも特別の注意を要す。黄燐は又劇烈なる毒物にして少量を内服すれば以て命を絶つに足るのみならず、居常之れを取扱ふ職工などに恐るべき慢性中毒症を惹起するとあり。左れば摺付木の製造にも燐の使用を避けむと希望する人少なからず。數年前瑞典國に於て無燐摺付木の考案を賞を懸けて募りたるをあるが、未だ其の結果如何を知らず。今日までの成績に徴すれば、燐を用ゐずして容易に發火すべき輕便なる摺付木の製造は、未だ成功せざるもの如し。

然れども、有毒にして發火の危険ある黄燐は、其の儘安全燐寸の製造に供せらるゝに非ざれば、普通の燐寸を使用するに當つて、諸子は、少しも懸念する要なし。黄燐を密閉したる鐵器に容れ、二百五十度乃至三百度に熱すれば、次第に變化して赤色の物質と爲る。是れ即ち赤燐にして、黄燐の如く自然に發火することなく、毒性なれば、頗る安全なる物質なり。黄燐が通常の温度に於て既に感知すべき程蒸氣を發出するに反し、赤燐は三百度已下に於ては著しく蒸氣を出だすとなし。燐の蒸氣は其の黄燐より發すると赤燐よりするとを問はず、全く同一にして甚だ酸

化し易きものなれば、黄燐の低温度に於ても燃焼し易く、赤燐の燃焼し難きは主として發出する蒸氣の多少に由れると殆んど疑を容れず。然れども三百度已上に達すれば、赤燐も亦頗る濃厚なる蒸氣を發するが故に、容易に發火すべし。四百度已上に至れば、赤燐は多量の蒸氣を發出す、而も其の蒸氣を冷却すれば凝集して黄燐に變ず。斯くの如くなれば、二種の燐は互に變化し得るものにして、其の同一元素なるとは、燃焼の果成物が同じく無水燐酸なるを以て愈明白なり。赤燐の常温に於て發する蒸氣の量は、甚だ微にして、檢知し難しと雖も、決して絶無なるにあらず。左れば、長き歲月を経れば、赤燐も亦次第に酸化すべし。唯だ其の進行甚だ遅々たるが故に、通常之れを空氣中に於て變化せざるものと認むるも、差支なきなり。斯くの如き例は甚だ多く、絶對に不變なる物質を求むるは、却つて困難なるべし。

燐寸函の摩擦面に塗布せる混合物が燐を有するとは、之れを削り取りて炭火上に投ずれば、特異なる青綠色の燐を擧げ、白き煙を放ちて燃ゆるを以て知るべし。又摩擦面が通常褐黑色を呈するは、二酸化マンガンの粉末を混有するが爲めにして

此の物は、幾分か摩擦を助くる外、前に説きたる如き効能あるなり。  
 燐寸頭及び摩擦面の諸成分及び主なる成分の性質は、上文に於て既に其の要領を述べたりたれば、進んで發火の理由を説くべし。燐寸頭を以て摩擦面を一擦すれば、後者に塗布せる混合物の一小部分は、燐寸頭の一點に附着すべく、且つ摩擦熱は此の一點に集まるが故に、其の温度上昇し、赤燐は發火するに足る程の蒸氣を發すべく、一旦燐の發火するれば、其の量は甚だ微なるも、尙ほ鹽素酸カリウムの分解を促し、硫黄に燃焼を傳ふべし。而して、赤燐と共に摩擦面より燐寸頭に移りたる二酸化マンガンも、亦之れを幫助すべし。且つ、硫黄の燃焼及び鹽素酸カリウムの分解は、共に熱を發するが故に、燐寸頭の一點に於て燃焼の始まるれば、瞬時に全球に傳播すべきを明らかなり。又、枝條の燐寸頭に接する部分には、燃え易き硫黄若しくはパラフン(石臘)の施しあるを以て、燃焼は容易に枝條に傳はるなり。普通の安全燐寸の外に、尙ほ種々なる燐寸あり。木製の細き枝條にては、燃焼の時、間短くして特別の目的には不適當なるが故に、絲心にパラフンを付けたるものを以て、之れに代ふるとあり。若し此の一事のみならば、價の不廉なるを除きては、

別に非難すべき點なきも、此の種の燐寸には、其の頭に黄燐を加へたるもの多きは、甚だ好ましからざる事柄なり。燐寸頭に黄燐を加ふれば、特別の摩擦面を要するをなく、壁壘を問はず、如何なる粗糙面にて一擦すれば、發火するを以て甚だ便利なるが如しと雖も、其の實、何等特別の益あるにあらず。何となれば、摩擦面は常に函の外面に之を設くるを得ればなり。其の甚だ發火し易きは、實に危険の極にして、若し之を疊等の如く燃焼し易き物體の上に遺棄し、偶然の摩擦若くは打撃に由りて火を發せむか、其の災測るべからざるものあらむ。又是等の燐寸に於ては、特に青赤等鮮明なる顔料を以て、其の頭は着色しあるが故に、頑是なる小兒は之れを弄ぶを喜び、之れを口に入れて、黄燐の劇毒に中たる處多し。是れ、黄燐製の燐寸多く行はるゝ英國等にては、度々ありたる事なり。唯だ一個の燐寸頭に含める黄燐は比較的少量なれば、死に到ると稀なりと雖も、尙ほ頗る戒懼すべき事柄なり。且つ之れを製作するに當たつて、職工の冒すべき危険が安全燐寸製造の場合に比して、如何に多きかを思へば、黄燐製の燐寸は大いに排斥せざるべからず。其の他耐風燐寸と稱し、喫烟者が戶外に於て賞用するものあり。其の製法一ならずと雖も

八〇  
 枝條に藥品を施し、其の燃焼を盛んにして、以て風の爲めに吹き消されざらしむるに過ぎず。  
 燐寸は、至つて瑣細の物なれども、其の作用を充分に説明せむとすれば頗る複雑にして多岐に亘るを免れず、上文に於ては唯だ其の大要を説けるのみ。

酒の話

日本全國に産出する所の米四千餘萬石の内四百餘萬石は清酒醸造の目的に使用せられ、是れより造り出す清酒は五百萬石、其の税額は六拾萬圓以上の額に上ぼるものでありますから、經濟の方面より看るも清酒は甚だ重要なものである。尙ほ社會上衛生上の利害等を論ずれば、關する所至つて大なるものであります。然れば、是等の事柄に關聯しただけでも、酒は如何にして造らるゝか、如何なる成分を有するか、又其の生理的の働きは如何なるものであるかと云ふことの、大要を心得置くことは無用のことではありますまい。況して醸造の學理は動植物の生理の一般に應用せらるゝものでありまして、純粹なる自然學的智識としても重要なものであります。

先づ酒の原料たる米より説き始めますれば、此の物は外の穀類と同じように動植



物の成長に必要な養分を具へて居りますものであれば、化学上種々なる物質の混合したものであります。此等成分の中最も大切なる者は澱粉であつて之れに次ぐものは蛋白質脂肪及び鹽類であります。澱粉は炭水酸の三元素より成る有機物でありまして極細かな粒をなして居ります。而して其の形は植物に由りて異なりませんが、米に於ては極細かな多角形をなして居ります。その儘では之れを水に投ずるも殆んど何等の變化をもなすことなく器の底に沈むのみであります。が之れを煮ますれば多量の水分を吸収して澱粉粒は破裂し、其の内容物は半流動狀となつて出て参ります。葛湯の出来あがるのは此の變化によるのであります。米を煮又は蒸す場合にも澱粉は同様の變化をなすのであります。斯くの如く水を吸収したる澱粉は尙ほ眞實に溶解すると云ふのではありませんが之れがために種々なる化学作用を受けることが非常にたやすくなります。例へば食物としては大に消化し易くなるわけでありまして、澱粉は米の主成分であつてその量は殆んど其の七割以上に達して居ります。澱粉に亞いで大切な成分は蛋白質類であります。炭水酸室の四元素のほかに微量の硫黄を含み生物の營養には必須の

ものであります。その米中に於ける分量は一割内外に過ぎません。脂肪は米中には極少量でありますから茲には省略致します。次に米中に含有せらるゝ鹽類は磷酸鹽カリウム鹽などが肝要なるものであります。その量は米の重量百分の二三に過ぎないのであります。是等も又植物の營養には缺くべからざるものであります。

酒を造るには先づ麴を造らねばなりません。麴は普通の微と同種類のものでもあります。細微なる緑色の胚子即ち種を生じます。此の種一つまみを蒸米に混合して暖かなる場所例へば麴室の内に入れ置きますれば、此の胚子より菌糸を生じまして、全く米粒を包み之れを連続するに至ります。此くの如くなつたものは、即ち普通の麴であります。麴が甘き味を有することは諸君の既に知らるゝ所でありませうが、之れは麴菌の作用によつて米中の澱粉が糖類に變化するからであります。此の變化は次ぎの如き式にてあらはすことができます。



澱粉 + 水 = 葡萄糖

此くの如く水の添加に由りて物質の變化するを加水分解と稱へまして頗る普通の現象でありますが、生理上に於いては極めて重要な化學變化であります。口中及び腸内に於ける澱粉の消化の如きも加水分解に由るのであります。又種々なる蛋白質等の腸胃内に於ける消化も亦同様の變化に因るのであります。諸麴は如何にして澱粉を加水分解し得るかと尋ねるに菌糸は此の作用を營むために、一種の有力なる物質を分泌するのであります。此の物質は理學博士高峰讓吉君が主として發見せられたる所でありまして、タカチアスターゼと稱へて居ります。此の物は麴菌より製せられ一種の藥品として販賣せられて居ります。淡黄色の水に解け易き粉末であります。澱粉百々を水に煮て之れに一匁のタカチアスターゼを加へますれば須臾にして盡く糖化します。されどタカチアスターゼの作用は之れにて竭きたのではありません。更に新らしき澱粉を加ふれば之れをも糖化するのであります。或化學者の實驗によりますれば一匁のチアスターゼは能く十萬量の澱粉を糖類に變ずると云ふことであります。さればチアスターゼは此の加水分解作用の爲めに消費せらるゝものにあらざして單に此の變

化を促す媒となるに過ぎないのであります。恰も鹽素酸カリウムの分解を促す爲めに用ゐたる二酸化マンガンの如きと同じうするものであります。一種の觸媒と認めねばなりません。斯くの如く炭、水、酸窒の四元素より成れる有機化合物にして此くの如き接觸作用を呈する物質を總稱して酵素又はエンチムと稱へます。即ち麴菌の働きは一種のエンチムの作用によるのであります。此の類のエンチムは外にも種々あります。萌芽せる大麥中に存するものをチアスターゼと稱し最初に發見されたるエンチムであります。此の酵素も澱粉を糖化しますが普通の飴は其の成生物であります。蒸米と麴とを水に攪拌すれば米中の澱粉は次第に糖化せらるゝと同時に他の變化を生じて此の混合液より汽泡を生ずるに至ります。之れは液中に酵母菌が生育して醱酵作用を呈するからであります。酵母菌は極めて細微なる圓形乃至楕圓形の單細胞植物であります。其の大きさは之れを三千連ねて僅かに一寸の長さとなす程であります。酒のかすは主に酵母菌より成ると見ても差支ないものであります。其の集合物は諸君の尻に知らるゝ品物の一つであります。酵母

は醗液中に於て葡萄糖を分解してアルコールと炭酸とを生じます。



醗菌 = アムローマ + 澱水炭酸

酵母は如何にして分解作用を呈し得るかと尋ねるに、一種の酵素の働きによるものでありまして、此の酵素を名づけてチマーゼと稱へます。酵母菌を砂と共に攪りつぶして之れを懸搾して得たる液よりこの酵素を製し取ることが出来ます。麴菌及び酵母の作用は何れも酵素に依るが如く、動植物の体内に於ける化學變化の大部分は又皆種々なる酵素の作用に依つて行はるゝものでありまして、接觸作用は生活現象に取りて最も大切なる事柄であります。

醗酵の終はりたる濁醪を搾りて製したる清酒は重量一割二三分の酒精と少量の酸類グリセリン糊精等を含み、其餘即ち八割強は水分であります。右の酸類等はその量微なるのみならず、特別の生理作用なきものであります。酒の人体に對する作用は主として酒精にあらねばなりません。酒精は前に掲げたる醗酵の化學式に徴して明らかであるが如く、炭、水、酸の三元素より成る有機化合物であり

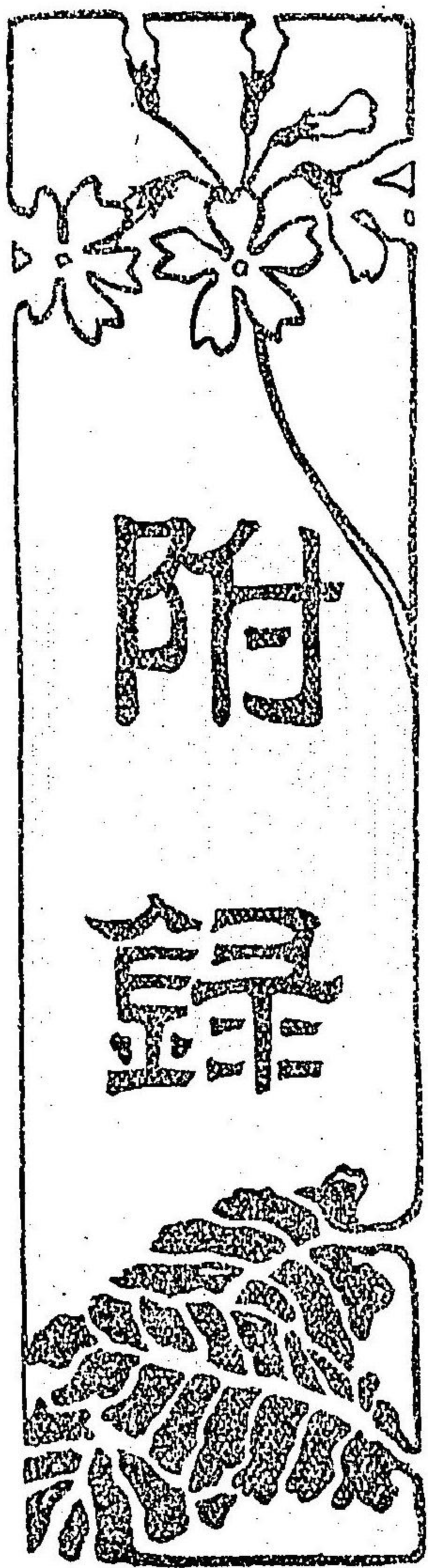
まして無色透明の液を爲し芳烈の香氣を有し攝氏七十八度に於いて沸騰する物であります。濃厚なる酒精は其の生理作用極めて強きものであります。通常清酒に於ける如く稀薄なる酒精は如何なる作用を呈するかと尋ねるに、之れを三種に分かつとが出来ます。第一は其の神経系に對する働きであります。蛙などの神経は之れを身軀より取り出だしたる後も随分長い間其の反應を失はぬものです。之れをアルコールの蒸氣中に置けば暫時にして其の働きを失ひます。併し新鮮なる空氣中に出だし置けば再び電氣其の他の刺激に反應する様になります。然ればアルコールは暫時神経を痲痺する作用あるとは明らかです。少しく酒に酔ひたる人が平常に比して言語動作大いに活潑の度を加ふるは吾人が屢目撃する所でありますが、之れは神経の作用が鋭敏となりたるためならずして、或部分の働きを意識に由て禁遏し、節制する作用が消失したる爲めでありませう。併しながら酒精は神経の反應を鈍らして疲勞寒暑等の感覺をも減少するものであります。強ひて疲勞を繼續し或は寒暑に堪へて行軍する等の場合には有益なともありませう。又酒精が疲勞したる筋肉の働を回復し之れをして幾分か長

き時間労働に堪へしむると云ふことは、生活体より取り放したる筋肉の實驗によりて確められたる事柄でありますれば、労働者がある場合に酒類を飲用することは、單に疲勞を忘るゝに止まらず幾分か筋肉の働きを盛んにすることがありませう。

酒精は又体内に於て血液中に燃焼して多量の熱を發するものゆゑ或る點までは澱粉、砂糖等の營養品と其の効果を同じうするものと見ねばならぬ。併し其の營養品としての效能を其の價ひに比較すれば酒精は甚だ不廉なるものなることは勿論であります。只だ酒精は血液内に於ける凡ての化學變化を幾分かつゝ妨げるものと信じられて居ります。従つて体内諸組織及び脂肪の消磨をも幾分か減小するものでありませう。酒類を常に用ゆる人が肥満し易きは其の爲めでありませう。

酒類を濫用する害は特に茲に説述する必要を認めません。併し穀類を用ゐる換はりに甘薯、馬鈴薯等を原料として醸造したる酒精中にはフーゼル油即ちアミルアルコール、プロピルアルコール等を含有すると多く是等は殊に有害なる成分な

れば工業等に之れを用するは素より妨げないが此等の有害物を多く含有する酒類を常用する害は殊に大なるものであるから、充分注意せねばなりません。



附

錄

## 附 錄

### 速度 加速度の話

理 學 士 桑 木 彥 雄 述

力學は運動現象の學問なり。こゝに例を運動會にとり此の學問構成の由來のあらましを示さむとす。

先づ運動を考ふるにはそこに運動する者なくばならず。蓋し「我れ考ふ故に我れ在り」と云ふが如し。運動する者として力學に考ふる者は物質なり。幾何學的或る表面にて限られたる一部分の物質之れを物体と呼び。力學は物体の運動現象の學問なり。此の物体の中にはベースボールの球も、ボートの櫂も、或は車或は船又は木の葉花瓣、降る雨、吹く風、或は鳥獸、月も地球も、凡て自然界の者にして、其の運動即ち其の位置の移り行きを目撃し得られ、又目撃し得らるべしと類を以て推し得べき者皆其の中に含められざるはなし。是等は物の運動現象を觀て通有の

二  
 状況を考へ出だし力學なる學問は成り立つ。然も此の學問の中には是等物体の運動として考へて充分に説き得るものより外は論ぜず。例へば熱き空氣の上昇すると云ふ現象に於いては、上昇は一の運動現象なれども、熱なる状態は單に運動として目撃し得べからず。されど此の現象を残りなく力學にて論ずる能はざるべきなり。然るに前に擧げたる舟車雨滴の類を一々に吟味せば皆所謂唯々移動のみの現象を呈するはあらず、之れに伴ひて或は化學的變化あるもあるべし、或は電氣磁氣の現象を起こすもあるべし、有機的現象を示すものに至りては又一層の複雑を見るべからむ。然も力學に云ふ物体は唯だ移動のみ爲し、移動をなすの外何の變化をも表はさずと云ふなり。實は他の變化なしとせずんば移動と云ふものが既に確實ならざるべし。他の變化ありとせば異なりし時に二つの異なりし場所にあるものが同じ物なるを云ふ能はざるが故なり。されど自然界の物体は微細に吟味せば時の移り場所の變はりし時に、時間空間の外に變化あるが通常なりとせば、力學に云ふ物体は自然界の所謂物の凡てを含みて、然も何れにも同じからず。是れ一の抽象的學問なり。されど力學のみが特に抽象的なりと見做さ

るべきにあらず、學問と云ふ學問は皆抽象ならざるなし。例へば人身生理學に云ふ人は誰某にもあらず、彼某にもあらず、而して誰某も彼某も人身生理學の對象の中に屬し、是等の人の生理を研究して人身生理學あるが如し。今運動會を見物して、運動をなす一の物体として人体を考ふれば、是れ亦力學中の一研究題目なり。此の運動を最も完全に、然かも最も簡單に記すには如何にすべきかを學ばむとす。最初に觀察すべきは運動場裡人体を假りたる空間の一場所精密に云へば其の中の一點が時と共に其の位置を移し變へるを、即ち單に幾何學的空間と時間との關係にて、是れ特に運動學と云はるゝものなり。先づプログラムに「スタートの競争」と云ふものあり。スタートの所に競争者立てり。合圖あるまでは動き出さず、その位置を變ぜず、之れを力學にて静止にありと云ふ。併し今是の人々は全く静止不動なりやと云ふに大いに然らず。地球の外より見れば此の人々は地球と運動を共にしつゝあるなり。却つて東より西に駆け出しつゝ、太陽を常に同じ方向に見る様にせば、先づ地球自轉の運動より免れ去るを得べし。是れによりて觀れば先づ静止と云ひ運動と云ふは比較的の言

葉なるを知るに足らむ。以下凡て地球に對して移動せざる時、之れを靜止にありと云はむ。

百メートルの競争は合圖の後此の距離を最も先きに走りかふすることを競ふ者一着の名は是れたけの距離を最も短き時間にて走りたる場合に得らるゝなり。而して一着の人は速いと云はれ、後着の人は前着の人に比して遅しと云はる、之れを少しく言ひ換ふれば、前者は速い度合が大に、後者はそれが小なるものなり。速き度合、之れを約めて速度と呼はむ。既に大小を比し得らる、次きの一步は之れを數學的の量と見做すに在るなり。同じ距離を走りたる時間の短き時に速度大なりと云はれ、長き時に小なりと云はるゝを以て見れば、先づ時間に反比例する量と云ふべし。精密に云はば速度を表はす數と時間を表はす數とが互に反比例する者なり。以後常に上の如く云ひて語を省く。又一着の人が決勝線に入りたる時に、他の人は未だ之れに達せざるなり。されば一着の人が百メートルを歩きし同じ時間に於いて、他の人は百メートルに足らざるを何メートルかを歩きしものなり。一時間に二里半歩む人は二里歩む人より速しと云はる。速度は距離に正比

例すと云ふを得べし。

乃ち時間に反比例し距離に正比例する一の量を考へ得たり。速度は距離と時間との外に之れに關係するものあらざるが故、今例へば百メートルを十二五秒。十二七秒。十三秒にて走りし人々ありしとせば、

$$\frac{100 \text{ メートル}}{12.5 \text{ 秒}} = \frac{100}{12.5}, \quad \frac{100}{12.7}, \quad \frac{100}{13}$$

是等の比を以て直ちに此の人々の此の競争に於ける速度と稱すべし。六個の林檎を三人に平分する時は、一人の分は $\frac{6}{3}$ にて二個を得らるゝ如く、

$$\frac{100}{12.5} = 8$$

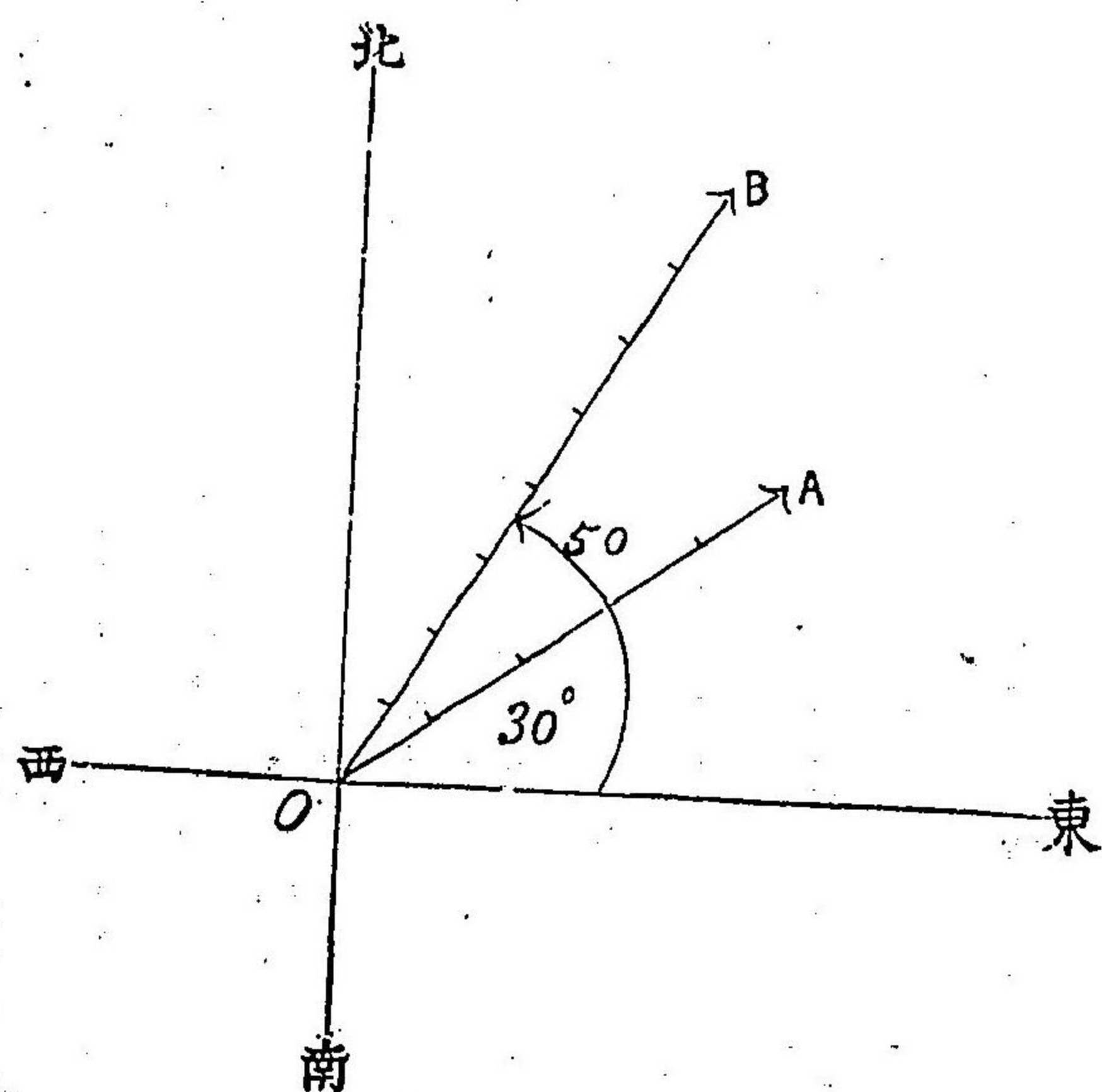
よりして第一者は平均毎一秒に八メートル走りしと云ふを考へ得べし。速度は比を以て定義せらるゝ故、之れを毎半秒四メートルと云ふも同じとにて、實際百メートルにて足を止めたりとも、毎分四百八十秒なる速度と稱するも何の妨もなきなり。是れは名稱のとなり。是れとは全く別の事なれど、若し實際に運動の距離と時間との割合が一秒に八メートル行き、二秒に十六メートル、半秒に四メートル、十分一秒に十分八メートルを行くと云ふ如く、此の運動の間に於いて何れの所



にても時間を任意に大小にしたるとき、これに相當して距離が大小になる割合、即ち先きの如き分數の値が凡て同じなりし時は、此の運動は、一樣なる運動なりと云はる。速度を表はす數が運動の間に於いて不變なるなり。

一樣なる運動にては等しき時間に等しき距離を行く。二倍の距離を行く時間は二倍なり。例へば工合良き時計の針の先きを見るべし、又滑らかなる氷の上に石をたらしたる者も一樣なる運動に略近し。(細かく云へば時計の針は皆人の知る如く、不連続に動く氷面と石との間に、所謂摩擦あり空氣の抵抗あり此の事は次章に述べべし)地球の自轉に於いて地球に固定せる點は一樣なる運動をなす。地球が其の軸のまはりと同じ角度だけ廻るは常に同じ時間を以てせり。否實に吾人の時を測る標準は是れに外ならず。恒星日、太陽日の稱は是れより出でしなり。

運動の道の長さ、と時間との關係を述べたれど、例へば時計の針の先きの運動と氷上の石の運動とを考ふるに共に一樣なる運動に屬し、或は其の速度を表はす數も同じなるを得べし。然も一は圓き道を行き、一は直線の道を行く。之れを區別して考ふることを學ばざるべからざるべし。先づ簡單なるものより始め、直線の



道を行くとするも、夫れが西へ向かつて行くと、南へ向かふとは異なるべし。されば運動の方向を記載するを要するなり。先きに導きたる速度なる量をして數値

のみならず、方向を有する量と見做さしめ、運動の方向を以て速度の方向と定む。

或る時刻の後、速度不變なりと云はば、速度の方向不變なりとのとと、速度の大きさ不變なりとのとの二つを云ひ、表はせる者にて、夫れより後の運動の方向變はらず、即ち直線の道を行きてなほ運動が一樣なりと云ふなり。

速度を圖に表はさむとするに、東三十度北毎秒五メートルの速度

と、東五十度北毎秒八メートルの速度とはOA OBの二線によりて之れを代表せしめ得べし。二線の方向は二速度の方向の相互の關係を示し、二線の長さは二速度の大きさの割合を表はし居れり。

八

切て百メートル競争より進みて長距離競争となり、二百、四百乃至千メートルとなれば短距離競争にては判然見分け難き一現象あり。千メートルのならば一廻二廻は比較的急がず、終はりの一廻に急馳をなすと云ひ、隅田河のボートレースにて舊石碑から大へび一杯云ふあり。此くの如き時は初めの一分に經過したる距離と終はりの一分に經過したる距離とは等しからざるべし。斯くの如き場合には初めの一分の間に於ける速度も、終はりの一分に於ける速度とは異なりし値を有せるなり。又一分の間に於いても初めの一秒と終はりの一秒とに於いて經過の距離が異なれば、二つの時に於ける速度が異なれり。或る時刻に於いての速度と云ふ觀念を是れより生ずるなり。其の時刻を中に挟みて前後若干の時間と、其の時間に經過したる距離との割合を造り、其の時間を益小くすれば、其の比は益精密に——若し爾か云ふべくんば——其の時刻に於いての速度を云ひ表はすべき

なり。元來運動は時間を考へずして考へ得べからず。單に一時刻に於いての運動と云ふは無意味なり。或る時刻に於いての速度と云ふは一の略語にして、其の時刻の近邊に於いての速度と云ふとなり。其の近邊と云ふ範圍を一分にするよりは一秒にする方、一秒にするよりは十分一秒にする方が、其の時刻と云ふ字が活るなり。夫れのみならず、次ぎの事あり、或る時刻に於いての位置を與へらるれば、一物体が其の時刻に於いて空間内に占むる場所を知り得べし、而して知り得る所は夫れのみ。されど之れに加へて其の時刻に於いての速度を知るときは、次ぎの若しくは前の時刻に於いての物体の位置を知り得るなり。此の次ぎの時刻なるものが何秒後のものなるか、秒の何分一の後者なるかが、此の時刻の近邊として取りたる範圍の廣狹に關係し、此の時刻に極めて近き次ぎの時刻に於いての位置は、其の範圍を極めて狭く取りたるものにあらざれば、精密に過らざるを得ざるべし。此くの如き時刻に於いての速度を知るときは、實地の問題としては困難にして、或は不可能なるべきが、思考の上にては想像するに難からざるべし。

九

又直線の道を行くときは、運動の方向は其の直線の方向是れ即ち速度の方向なり。

或る時刻に於いての運動の方向は前と同じく、次ぎの時刻に於いて占むる位置に  
 関係し、次ぎの時刻を限りなく近く取れば速度の度外ばいに大ならざる限り、其の位置  
 なる者も限りなく近かるべく、此の二つの近き位置を連ぬる方向が運動の方向な  
 り。即ち速度の方向なり。切線きせんの定義を知れる人は直ちに曲線きせんの道を行くもの  
 は其の一点に於いての速度の方向は其の點にての其の曲線の切線の方向なるを  
 解するに難からざるべし。其の切線にて前方と後方とあるべし。次ぎに占むべ  
 き位置のある方を前方と云はば便利なるべく、速度の方向は、乃ち切線上前方なる  
 語に於いて全く定めらるべきなり。  
 扱て此くの如くして或る時刻に於いての速度なる語の意味も明らかになり、大いさも  
 方向も共に判然けんぜんし來たりたるならむ。今一の運動に於いて此くの如く定められ  
 たる速度が全時間中不變ならざりしときは、加速度ありと稱す。位置いちの變移へんしの割  
 合を速度にて表はすと同様に、加速度と云ふは速度の變化の時間に對する割合を  
 云ひ表はすものなり。  
 運動状態どうたうたいは加速度によりて始めて最も簡單に表はさるゝなり。蓋し各瞬間かくしゆんかんに於

ける位置を知れば、物体運動の道行は悉く知るを得。運動の記載きざいの完全くわんぜんは是れの  
 みにて充分なり。されど等しき時間に等しき移動をなす場合には是れが速度な  
 る一の量りやうにて全体を完全に表はすべく、然も一々に位置と時間とを對比たいひして與ふ  
 るものよりは簡單なり。速度が變はり行く時、それが等しき時間に等しき速度の  
 變化を爲す如き場合には、加速度なる一の量によりて完全に、且つ簡單に全運動を  
 表はし得べきなり。  
 等しき時間に等しき速度の變化をなす運動を等加速運動とうかそくどうどうと云ふ。  
 等しき速度の變化と云ふは如何なるとなるか。先づ速度は之れを表はす數値すうちと  
 方向とを有す。數値に變化あれば速度不變ならず、方向に變化あれば速度不變な  
 らず、數値方向共に變化あれば固より同斷どうだんなり。而して方向の變化に就いては今  
 暫らく之れを考へず、單に數値のみの變化ある時に就いて論ぜむ。然れば方向變  
 はらずとするが故、是れ一の直線運動なり。直線運動にして等加速運動なるもの  
 は落体らくたいの運動に於いて殆んど實現じつげんするものなり。落下する物体としては成る  
 べく表面の小にして、然も空氣よりは相應おたがひに重く磁氣熱等じきねつとうの影響を成るべく避く

るとせば、アトードの装置等によりて示す落下物体の時間と距離との割合は次ぎの如し。

距離	0	s	4s	9s	16s	.....
時間	0	t	2t	3t	4t	.....

速度不変なれば距離と時間と正比例して増加するとは既に知る所なり。今此の場合にては距離は時間の平方に正比例せり。t秒の間にs距離行きたりとしてtsを以て代数記號とせば次ぎの方程式あり。

$$s = kt^2$$

kは比例の常數なり。tとsとの相應じて變はるるに關係せぬものなり。今t秒の間にs'行きたり、t'秒の間にs''行きたりとせば、

$$s' = kt'^2, \quad s'' = kt''^2$$

$$\frac{s'' - s'}{t'' - t'} = k(t'' + t')$$

t' - t''秒の間にs' - s''距離行きたるを知るが故其の比は此の間の速度を與ふるものなり。t'とt''とが極めて近き時刻なりとし、共に之れをtなる時刻と呼ば、t時刻

に於いての速度は2ktにて表はさるべし。2kは常數なり、之れをgなる一字にて代へむ。然ればt秒時間に經過したる距離s並にt時刻に於いての速度vは、

$$s = \frac{1}{2}gt^2$$

$$v = gt$$

なる二式によりて完全に云ひ表はさるゝなり。t秒に於いての速度v、t'秒に於いてv'とせば、

$$v = gt, \quad v' = gt'$$

$$\frac{v' - v}{t' - t} = g$$

v' - vとは何ぞ。是れ即ち此の場合に於いての速度の變化なり。方向の變はりなきが故數値の變はりにのみ着目せば充分なり。t' - tは此の變はりに要せし時間なり。此くの如き割合を名づけて此の時間に於ける加速度と稱し、此の場合に於いてgなる一の常數に等しと云ふはt' - tの取り方の如何に無干係に同値を與ふると云ふとなり。此くの如く直線運動にて距離が時間の自乗に正比例するときは速度は時間に正比例して變はり、加速度は不變なり(自乗、正比例等の語が唯だ數の上に

係はるべく、茲に云ふは略語なると既に述べたるが如し。之れを逆に直線運動にて速度零より始まり不変の加速度ある運動をなすものは経過の距離が之れに要せし時間の自乗に正比例するを知り得べきなり。距離時間に正比例せば加速度零なり。

直線運動にて距離と時間との關係右の如くならざれば加速度は時間の移り行き、場所の變はりにて不變なる値を有せざるなり。

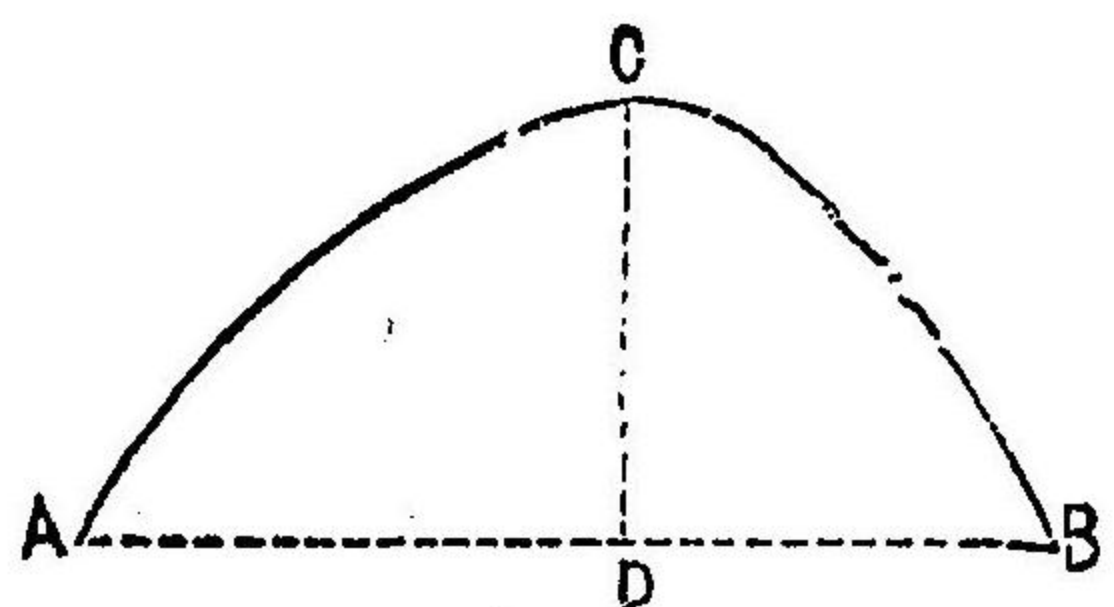
直線ならざる道を行く運動は其の速さ即ち速度の大いさの不變なると否とに論なく加速度あり。其の如何なるものなるかを明らかにする爲め次回には先づ運動の分解合成の事を云ふべし。

### 運動の分解

理 學 士 桑 木 彥 雄 述

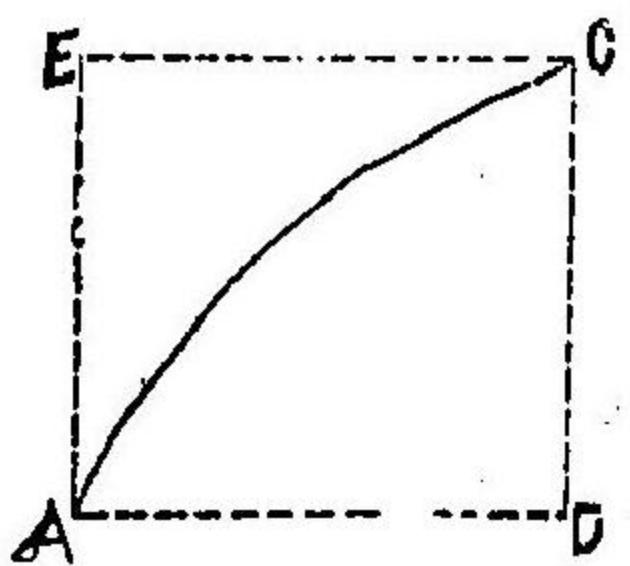
運動の分解とは一ツの運動を例へば水平と垂直との向きに分解するが如きにて合成とはまた水平の運動と垂直の運動との合成したるものを考ふるが如きなり。然れども元來同じ時間に同じ物体は二つの場所を占むる能はず。されば一ツの物体の運動の道は唯だ一つあるのみ。分運動や合運動に如何なる意味あるかと云ふに先づ彼の高飛幅飛の競技を見ずや。或は二メートルの高さを飛びたりと云ひ、或は三メートルの幅を飛び越えたりと云ふ。二メートルや三メートルは是等の場合に於いて運動者経過の距離を夫れく垂直に測りたると、水平に測りたるとに外ならず。換言せば高飛は垂直分運動の距離の長さを競ふもの、幅飛は水平分運動の距離の長さを競ふものなり。

鉛投げ砲丸投げ、グリケット球投げも同じ意味に解せらるべし。



是等の場合に於いて運動の道は凡て目撃せらるゝが如く或る曲線なり。例へばACBの運動の道にてCDが高さとなりABが幅となる。ACに就いて云へばその水平線上の幅はADなり。AよりDに水平に行きDよりCに垂直に至ると云ふとACの曲線の道を行くと云ふとはAよりCに至ると云ふ始と終との位置のみを考ふれば兩者に差別ならず。今AEを垂直にCDに等しき長さに取りECを水平にADに等しく取ればAEを經ECを過ぎてAよりCに至るべく此の時には初め垂直に後に水平に進むもの故前とは順序逆なり。

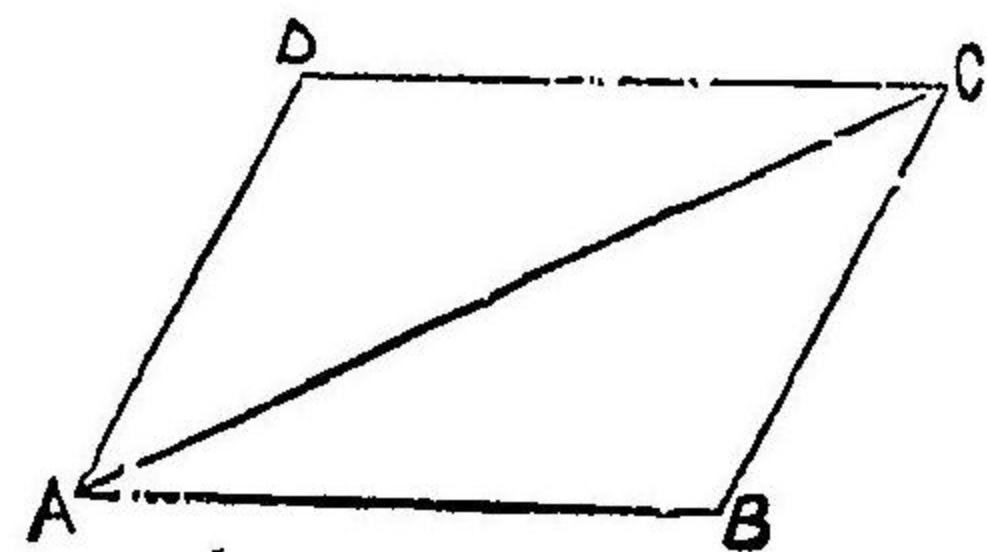
是れは事の序に書き記したるにて又後に用ゐるをあるべし。吾人は先づ分運動なるものが運動會場に競技として既に意義を有するを知れり。然も一ツの物体が同時に一ツ以上の運動をなすと云ふとに疑を存せしなり。されど尙ほ仔細に



考ふれば一物体が一運動をなすと云ふは如何なるをぞ。そが静止にあらざると云ふとなり。静止とは如何なるをならむ。先きに云へり吾人の知る所は唯だ比較的静止のみと。汽車に乗り坐して所謂一瞬に千里を行く時風呂敷包が旅客の背に止まりて旅行する時人は汽車に對して静止せり風呂敷包は旅客に對して静止せり。然れども共に地球に對しては動くなり。手と足を動かさず運動會に所謂運動には當たらざるべけれど位置を變ふれば静止に非ず静止にあらざれば力学に於いて之れを運動にありと稱す。人は靜坐せり然も汽車が東京より大坂に至れば人もまた東京より大坂に至りしなり。是れは人の汽車に對する静止と汽車の地球に對する運動とを合はせて人の地球に對する運動を知りしものなり。人が車中にて動きつゝありしならば如何。例へば汽車が新橋より品川に至る間に車内にて右の椅子より左の椅子に轉じたりとせば地球に對しては此の間に人は新橋ステーションの右側より品川ステーションの左側まで移動したるなり。此の斜運動は人が

實際地球に對しなしたるものなれども人は先づ車内の運動を自覺し得べく、それ

と汽車中の一員としての地球上の運動と是れが同時に行はれて先きの斜運動を結果せしものと考へらるべし。斜運動が合運動にして他二者は分運動なり。



同時に二ツの運動を有すとのとは比較的運動の考よりせば新しき事にもあらざるべし。而して二ツのものに均しき一ツのものを求むると、即ち合運動を求むるとは上來の記述中にも稍、表はしたる如く ABCD を平均四邊形とせば AB AD が方向と大いさにて二分運動を表せば AC は合運動を方向と大いさに於いて前全様に表象せるものなり。

是れ所謂移動の平行邊形と稱する一の原則なり。經驗的事實を基とす。

其の如何に經驗的事實に據るか云ふに、是れ二ツの運動が同時に存在する時に夫れの大いさ方向が互に他のものの有無に關係せずと云ふとなり。此の事を演繹的に證明し得るものならず、或は之れを運動の相互獨立の原則と云ふ。

三なる數と二なる數とを加ふと云ふ時、若し同時に二があるため三が二五となるが如きをなしと云ふが、即ち相互獨立の謂ひにして、此の結果として是れには五なる數を得るなり。此の和は數學に於いては約束の上に成り立つと云ひ、同様のことを力學にては自然界の經驗の上に成り立つと云ふ。學問夫々の立脚地の異なればなり。

二ツ以上の和は容易に類推し得べし。差のとも亦容易に解し得らるべし。前圖にて AC より AB を引き去りたれば AD となるべし。

直線運動にて考へしと同じ筋道を踐まば速度加速度の和と差とのとも類推するに難からざるべし。

斯くして知り得るは速度の方向が變はりたる時二ツの速度の差を如何にして求むべきかなり。此の差を時間に對し割合を考ふれば、即ち加速度の大いさと方向とが如何にして曲線の道より尋ね得らるべきかを知るに苦心はあらざるべし。

先づ原理上の困難は以上につきて稍、刈除するを得べし。此の上は之れを數學の記號に託して計算を行ひ自然現象の記載をなすべきなり。先づ簡單なる一例

をとり球投げの曲線を記載せむ。

観察によれば地球表面にての運動者には凡て垂直に毎秒毎秒凡そ九百八十七センチメートルの加速度あり。(極と赤道とにて略二百分の一の差ありとす)今水平面と $\alpha$ の角度をなして $V$ の速度にて投げ上げたりとせば前の如く之れを垂直と水平との運動に分解して考ふれば球投げの運動は水平分運動は等速運動となるべし、其の速さは $V \cos \alpha$ なり。加速度の大いさを $g$ とせば垂直分運動なる不等速運動の速度は $t$ 時刻に於いて $V \sin \alpha - gt$ にてあらはさるべし。即ち出發後 $t$ 秒に於いては球は出發点よりの水平距離  $V \cos \alpha \cdot t$  垂直距離  $V \sin \alpha \cdot t - \frac{1}{2}gt^2$  にして最も高く上がりし時は垂直分速度零なる時にして其の時の $t$ は

$$t = V \sin \alpha / g$$

投げたると同じ水平線上に來たりし時は垂直距離零となりし時にて其の時間は

$$2V \sin \alpha / g$$

之れを  $V \cos \alpha \cdot t$  の  $t$  に置き換ふれば水平に行きし距離

$$V^2 \sin 2\alpha / g$$

を得べし。此の距離が球投げ、楯投げなどに測る長さなり。初めに投げ出す時に與ふる速度を二倍にせば、之れは四倍になるべく三倍にせば九倍になるべし。尙ほまた $\alpha$ が入り込み居る故投げ出す時の傾角を變ふれば同じ初速にても異なりし長さを得べし。正弦は九十度の角にて極大の値を得、即ち四十五度の傾角にて投げ出せば最も遠方に達すべきことを知るなり。

斯くして球の畫く道は一種の簡單なる曲線にて圓楕圓等も同じく所謂二次曲線なるものに屬し、之れを拋物線と稱す。拋物の畫く線と云ふものが其の曲線の特色となりしものなり、鼠の色を鼠色、狐の色を狐色と云ふと同様なり。其の形は實際物を投げたてその影像が眼に留むる位置の連續的軌跡を見て知りぬべし。噴水より出づる水粒など大方此の形を保つ。幾何的に畫き出だしたる拋物線は圖の如し。

されどなほ精細に自然界に拋物の畫く曲線を見れば完全に此の所謂拋物線をなすものならず。多少次圖の如き形になり居れるを見るなり。是れは先きに云へる $g$ なる加速度の外に水平の方向にも加速度あり、所謂空氣の摩擦抵抗などの存す





二三  
 るが故にして射撃術には重要なると  
 故特に彈道なる名の下に研究せらる。  
 又砲臺より放つものの如き遠距離に  
 まて達せしむるものには地球の廻轉  
 の影響も考へざるべからず。  
 兎も角是等には實驗の事實の確實な  
 るものあらば、凡て速度の和法加速  
 の和法の原理にて他の影響を算出し  
 得べく、また其の分運動を知れば合運  
 動の實際のもの一致するをよりし  
 て速度の和法等の過たざるを知る  
 べきもわり。  
 扱て先きに一言断り置きしが其の後  
 不精確に言葉を重ね來たりし一事の

り。そは今運動せる者の大いさを考へしか否かなり。余は先きに「嚴密に云へば  
 其の一點」と云ひき。競争の際には瓜先き、スタートの線を踐み越え居るを許さず。  
 足決勝線に入らざれば着番に入らず。幅飛びにても踏み切りの尖點より先きの  
 踵の跡までを測る運動者の部分を區別せるなり。されど其の長さの測り方もセ  
 ンチメートルの分數まで嚴密に調ぶるに至ればテープを持ちつゝ甚だ惑はざる  
 を得ざるべし。通常左様の細かき所を勘定に入れず計算に四捨五入と云ふとあ  
 るが如し。此の道理にて例へば小石塊を投げ飛ばしたるものゝ如きは其の道を  
 先きに云ひたる曲線即ち幅のなき線にて殆ど完全に之れを表はし得べし。地球  
 が太陽を周る運動を論ずるには太陽よりの距離に比し地球は其の大いさを勘定  
 に入るゝを要せざるなり。斯くの如き時は地球を一の點と見なして運動を記載  
 し得なむ。是れ所謂質點なり。點と云ふは其の大いさの上のみにして其の他の  
 事柄にては數學的點とは全く基本の考を異にせり。  
 物体を甚だ細かき部分に別かち其の各部分の運動を考ふれば夫れは質點と  
 見なし得べく夫等が同じ時に皆平行に等しく移動をなせば物体を平行移動をな

すと云ふ。

然らざれば物体内に比較的移動あるなり。廻轉か變形となり、變形には「ずり」と膨脹とあり。變形なしとなす物体を剛体と云ひ、變形あるを彈性体と云ふ。以上の如きは力學中運動學の最も初歩なるものを示しくものなれど、然も根本的問題は既に是等の中に提起せられつゝあるものなり。運動會の譬喩幸にして讀者の理解を早からしめしか否か。

振 動

理 學 士 桑 木 彥 雄 述

大凡そ物其の平を得ざれば則ち鳴ると云へり。艸木は風之れを撓むれば鳴り、金石は之れを蹶つあれば鳴ると。然れども、鳴ると云はずして振ると云は、亦一層大なる眞理なりと。嘗て之れを某先生に聞きぬ。物平を得ざれば振動し而して鳴つて振らざるものなきも、振つて鳴らざるものあればなり。平とは釣合なり、力の釣合なり、然かも是れには安定なる釣合を意味す。

數多の力が一質點に作用し、其の結果が或位置に於いて恰も零に等しからば、是等の力は互に釣合にありと稱す。此の位置を此の質點の釣合の位置と云ふ。合力が零ならば質點の加速度零なり。或時刻に於いて質點が此の位置に静止せば、釣合の状態の失はれざる限り、此の位置に静止するなり。廣がりある物体に於ては、移動と廻轉と彈性的變形とをなさざる時にそが静止にありと呼び、此の静止

を保續し得る様なる力の組み合わせは互に釣合をなす力なり。是等の釣合に在りて静止せる質點並に物体の機械的エネルギーを考ふるに運動しつゝあらざるが故に運動のエネルギーは零なり即ち其のエネルギーの全量は位置のエネルギーなり。此の釣合より少しく揺がしエネルギーの變遷の情況如何を見るに運動と云ひ静止と云ふは比較的言語なるを既に前號に述べたり標準は場合により或は地球にとり或は空間に瀰漫せるエネルギーにとる先づ物体を釣合の位置より動かすため他より仕事を加へたれば物体のエネルギーは増加せり。然れども其の後仕事を加へられずまた其の物体が他へ仕事をなさざればエネルギーは此の増加ありたるまゝにて其の後變化なし。唯だく運動のエネルギーと位置のエネルギーとが相消長するのみにして其の總和を常に不變に保つ。此の消長の有様に就ても種々のものを想像し得べし。先づ釣合の位置を去りたる時に位置のエネルギー其の値を變ぜざる場合あるべし(第一の場合)。又或方向に動かせば其れが増し之れと反對なる方向に動かせば減すと云ふとあるべし(第二の場合)。或は此の二つの方向に於て共に減すと云ふとあり(第三の場合)。或は共に増すと云ふ

とあり(第四の場合)。但し何れも變化を連續的に微を積んで起る者とす。而して位置のエネルギー變はらざれば運動のエネルギーも變はらざり位置のエネルギー減せば運動のが増し速度大となり位置のエネルギー増せば運動のが減じ速度小となるべし。前の四個の場合にて第一の場合には水平面上に球を轉じたる者の如し。摩擦等の影響なければ一旦得たる速度に變化なし。隨處釣合の位置たるなり。第二の場合には重量あるものを手にて支へたるが如きにして投げ上げれば其の速度は漸々減すべく落下せば増加すべし。第三の場合には位置のエネルギーが其の位置にて極大の値を有せし者にして何方にするも速度大となり益釣合の位置を遠かる。頭重き物体の僅かに推せば轉倒するが如きは其の例なり。之れを不安定なる釣合と云ふ。

第四の場合には位置のエネルギーが極小の値を占めしものなり。糸にて吊り下げられたる錘の如し。之れを水平に推せば糸を半徑とせる圓道を錘は上がるなり。然れば其の位置のエネルギーは増加し従つて速度は減ず。或る限りに至れば速度遂に零となるべし。然れども其の場所が釣合の位置ならざるため力の作

用によりて其の得る速度は釣合の位置の方向に向かひ運動のエネルギーが増し初  
 むるため位置のエネルギーは減じて釣合の位置に至れば極小の値を有するに至  
 り速度は最大となり加速度は零なり惰性によりなは運動を継続し再び速度の減  
 小し零に至るに及び其の方向を變ず。斯くの如く釣合の位置を右より過ぎ左よ  
 り歸り左右に運動して或る定限を越ゆるをなし。即ち釣合の位置に於いて位置  
 のエネルギー極小の値を有すれば物体は安定なる釣合にあり。此の位置を中心  
 として振動をなす。  
 物体の振動をなすや、先づ認むべきは其の振幅と周期となり。振幅とは釣合の位  
 置より移動の極端(即ち速度の零となる)ところまでの距離なり。周期とは一回往  
 復の時間なり。  
 振幅周期の如何なる數的干係を有するかは振動の場合により種々の差別あり。  
 振動の最も簡單なるは所謂單一弦運動をなすものなり。一直線上の運動にして  
 釣合の位置よりの移動の距離が時間の正弦函數を以て表はされ、加速度が此の距  
 離に正比例し其の方向常に釣合の位置たる一定點に向かへるものを云ふ。

振子の振幅小なれば重力の分力は恰も錘の此移動距離に正比例し、また棒を撓め  
 弦を弾き板を打つて起こす所謂彈性的振動にありては其の歪は彈力に正比例し  
 各部分單一弦運動をなす。此の振動を受けて自ら振動する空氣の分子も亦夫れ  
 單一弦運動をなすものなり。

單一弦運動にありては振動の周期は振幅の大小に無干係なり。三百年前ガリレ  
 イは或る寺院の吊りランプの動搖を見て其の振幅小なれば速度小に、振幅大なれ  
 ば速度大に恰かも一往復の時間が相均しく、振幅の大小に干係せざるに着目せり。  
 是れ即ち振子運動の等時性なり。然れども振幅既に小ならざれば單一弦運動を  
 なさず、振幅の大小も周期の大小に影響すべし。單振子と稱し、重さなき糸にて大  
 さなき錘を吊り下げたる者の振幅小にして單一弦運動と見なさるゝ時は、其の周  
 期は錘の品質や質量の大小に關せず、唯だ糸の長さの平方根に正比例し、重力の強  
 さの平方根に逆比例す。重力の強さは地球面上に於いて均一ならざるが故に同  
 じ振子の振動の周期は地球の各處に於いて均しからざるを知るべく、又一の場所  
 に於いて糸の長さを四倍にせば周期は二倍となるを見るべし。例へば絃にあり

ては其の緊張力を大にせば周期小に其の質量大なれば周期大に絃長ければまた周期大なり。凡て物体は其の形容状態によりて自己固有の振動周期を有するなり。周期とは前にも云へる如く一回往復の時間なり。されば單位の時間に振動する回数も周期の反數を以て表はすべく之れを振動數と稱す。振動体の發する音の高低は振動數の大小によりて定まるなり。

單一弦運動にありては振動のエネルギーは振幅の平方に正比例す。此の故に振動体の音の強弱は振動体の振幅に關係す。

同一質點が許多の單一弦運動を同時に受くるときは其の合成の運動をなすべし。結果或は靜止に歸するをあり或は又他の單一弦運動となるをあり又其の壽く曲線の具さに複雑を極むるあり。其の連續は振動の形を定め吾人が音色の差別として感ずるは畢竟空氣分子の振動の形の異なるによる。

水其の靜平を擾亂せらるゝや波をあぐ。此の時一起一伏進み行くものあるが如きを認むべし。然も水の各微分子は其の釣合の位置の附近にありて動搖するのみ。進み行くが如く見ゆる者は振動の状態なり。形なり。水の一部に於いて單

一弦運動若しくは其他の振動状態にある時凝集力の影響する所之れを順次に水の他の部分に傳へて同じ状態を繰り回はさしむるなり。此の形の傳播に速度と云ふものを考へ得べけむ。また振動の位相を同じくせる最近二點の距離を波長と稱す。振動の周期と傳播の速度と波長とは何れか二つを知れば残りの一つは算出し得べし。

水の起こす波につき水の重さにより動搖するは重力波と稱す。唯だ表面のみの細波は水面の毛管作用に由れるものなり。

地震の場合に於いては吾人は自ら土地家屋の震動を目撃す。之れを各處に於いての調査と比較すれば此の震動が一種の波として傳播し來たれるものなるを知るべし。

光がエーテルの振動なりと云ひ電氣また振動すと云ふが如きは以上の如く其の振動を直ちに目に訴ふるを能はざるべきか振動として同一轍に論ぜらるゝ諸性質を具備するものあればなり。是れが波長傳播速度等皆測るを得。

一秒振りの振子が時計に附せらるゝものあり。振動の一端より他端まで行く時

間が一秒なるもの故周期は二秒なり。空中にて音の傳播速度は毎秒三百三十一メートルを出入するを大ならず。樂音として耳に聞き得る音の振動数は略三十と四千との間にあり。音の強さに就いては空氣分子の振幅一ミリメートルの十分一の位なるものをも聞き取り得べし。光波の速度は毎秒三十万キロメートル黄色D線の波長は凡そ一万分六ミリメートルなり。振動のエネルギー消耗せざれば振子の振動は長へに繰り回さるべし。然れども空氣との摩擦振子の物質の粘性等はエネルギーを消失せしめ、振幅を益小に遂に振子をして止むに至らしむべし。

### 電氣の話

理 學 士 友 田 鎮 三 述

二國の文明は其の國に於いて婦人の重んぜらるゝ程度を以て知る事が出来ることはエマーソンの言葉であります。此の論の當否は暫らく措きましても一國の物質上の進歩は慥かに其の國に於ける電氣の應用の程度を以て計る事が出来ます。實に國にしても都にしても進歩して居る處ほど電氣の應用が盛んであつて、電信、電話、電氣燈、電氣鐵道、是等は皆進歩の程度を計る尺度であります。電氣を應用して製造業を盛んにし電氣を以て危険を防ぎ便利を得むを勉むるは、今日文明國の戦々競々唯だ後れざらむを欲して居る所であります。電氣は何故に斯くの如く偉大なる効果を呈するでありませうか。夫れは電氣特有の性質に基づくのであります。即ち電氣は唯だ一種の働きを爲すのみならず

更に幾多の重要な働きを呈するからであります。諺にも君子器ならずとか又は象の鼻は大なる樹の木をも引き抜き又小き針をも拾ひ上げると云ひます通り、電氣の働きは唯だ一つに限つて居る譯でなく色々の効果を呈するからであります。御覧なさい、一條の電線が通じて居りますれば夫から電氣を引いて何百馬力と云ふ大原動機を運轉するとも出来、幾千個と云ふ電燈を點すると云ふ様な大變な仕事も出来ます。併しながら又之れを引いて鐵瓶の湯を沸かすとも出来、裁縫の燒鑊を温めるとも出来、又之れを以て鍍金をするとも出来、X光線を發するとも出来る、と云ふ様な譯で、誠に多くの貴重なる作用を呈するのであります。既に知られて居る電氣の働を述べる丈でも容易でありませぬが、今後とても色々の新作用が發見される事でありませう。誠に電氣は研究すればする程不思議なる働きを顯はして吾々にどれ程便利を與へるか分かりませぬ。之れを仰げば愈、高く之れを鑽れば愈、堅しと云ふべきでありませう。いで此の作用の大略を説明致しませう。

電氣の働きを申す前に先づ電氣の本性を御話せねばなりません。併しながら諸

君が電氣は如何なる者ぞと御尋ねになるならば、曰はく云ひ難しとでも申さねばなりません。目之れを見る可からず、手之れを捕ふる能はず、而して能く宇宙万物の中に存在すとも申しませうか。箇様に云へば孟子の所謂浩然の氣と同じ様でありませぬ。中々其の様な漠然たる者でありませぬ。又相當の方法を以てすれば其の分量を精確に計る事も出来ます。然らば電氣は空氣や水素の様な者であるかと問はるゝ方もあるか知れませぬ。成程空氣や水素は極めて軽く極めて稀薄な者でありませう、併し夫れは分子と分子との間が擴がつて居るからで之れを液化すれば水と同じ様な者になり、之れを凝結せしむれば鐵や硝子なぞと餘り遠はぬ固い者になります、即ち通常水素や酸素が軽いつか稀薄なとか云ふのは其の分子と分子との間が擴がつて居るからで、其の分子や原子其の物が至微至小と云ふ譯ではありませぬ。電氣に至つては即ちさうでありませぬ。其の組織が眞に微細で其の電氣の原子とも云ふべき者は普通物質の原子に比して話にならぬ程小さい者であります。固より普通物質の原子と雖も微細な者で英國の理學家の泰斗ケルビン卿の譬を引きて云へば縫針の尖から一滴の水を落とす其の

一滴を地球程に廓大したと思へば其の中にある原子は林檎程の大いさであると思ふ位であります。今此の小さい原子を更に博物館の建物の程に廓大したと思へば其の中にある電氣の原子は丁度粟粒位に當たると云ふとであります。兎も角も電氣は極めて微細な者で、とても普通の秤で其の目形を計り得る様な者でありませぬ併しながら此の細かい電氣が普通の物体の中に常にある程度に充ちて居るのであります。丁度空氣が家の中に充ちて居り血が身体の中に充ちて居る様な者であります。血が身体の中に平均に行き亘つて居れば何事もありませんが若しもある局部が平常よりも多くの血を帯びる様になれば逆上させて目が眩むとか充血して焔衝するとか云ふ様になります。之れに反して血が少なくなれば貧血して氣が遠くなるとか冷えて感覺を失ふとか云ふ様になります。通常の物体に於いても亦此の通りで、物体の中に電氣が一定の程度にあれば何事も無いが、どうかして例へば摩擦するとか炙るとか化學作用に由ると云ふ様な事で電氣が多くなつて來れば所謂電氣的の現象を呈します。即ち物体が電氣を以て逆上させて居ると云つても宜しい。吾々は此の時に陽電氣が起つたと稱す

るのであります。併しながら一つの處に電氣の多い處が出來れば外にどこぞ電氣の少ない處が出來ねばならぬ即ち電氣的に貧血した物体も出來る譯であります。斯くの如き物体には陰電氣が起つたと稱するのであります。此の理を以て考ふれば陽電氣の起ると云ふは電氣が幾分か多くなつたとで陰電氣の起ると云ふとは電氣が幾分か少なくなつたとであると考えて宜しいのであります。又陽電氣が起ると云ふとがあれば必ず陰電氣が同時に起ると其の分量も互に等しいとも分かります。電氣を起す方法はいくらもあります、即ち二の異物体を摩擦するとか其の合はせ目を炙るとか又は其間に化學作用が起るとかすれば、一方には陽電氣を起し他方には陰電氣を起すのであります。地球上に於いて一ヶ所に空氣の濃厚な處所謂高氣壓の場所が出來、他の處に稀薄な處所謂低氣壓の箇所が出來ればいつでも高氣壓の場所から低氣壓の處に向かつて空氣が流動致します、即ち風を起すのであります。電氣に於いても亦其の通りで電氣的に高氣壓の處即ち陽電氣の起つて居る處から電氣的に低氣壓の處即ち陰電氣の起つて居る處に向



三六

かつて電氣が流動するのであります。諸君地球上にとればど多くの空氣があつても夫れが動かなければ何の働きも致しませぬ、唯だ其の動いて風となつて吹く時にこそ船をも動かす風車をも回し又樹を抜き家を倒すのであります。電氣も亦其の通りで如何に多くの電氣が溜まつて居つても夫れが動かなければ何の作用も顯はしませぬ、唯だ其の動いて流るゝ時にのみ前申した様な働きを生ずるのであります。落雷が損害を興ふるも天より下へ流れる時であります、電氣燈の光るのも電信も電話も皆電氣の流れる時の効果であります。

電氣の流れるを電流が通ずるとも申します。電流と云へば河流とか潮流とか云ふ者を聯想しますが中々其様な緩慢な者でありませぬ。電氣の流れる速さは空飛ぶ鳥よりも速く音の傳はるよりも速く實に一秒間に地球を七回りすると云ふ光の速さに匹敵する位であります。之れを鐵砲玉の速さに比べても尙ほ二万倍位になります。電氣と云ふ者は極めて微細な者でありますが此の大速度を以て突進するのでありますから其の働きは尠小ならぬのであります。夫れ故に電線の通ずる路が充分に廣ければ即ち電流を通ずる針金が太ければ何事もありません。

せぬが若し夫れが狭ければ即ち針金が細い時は中々の騒動が起こります。即ち針金の分子が非常の震盪を受けて茲に著しく熱を發生致します。しかも銀や銅は左程のともありませんが細い鐵や白金になりますと非常に熱を發生して遂に焼けて白くなるか熔けて落ちる様になります。大砲を發射し水雷を爆發し鐵山にて火藥を使用する時などは多くは白金又は鐵の細線を熱灼して點火するのであります。

電燈の原理も亦上に述べた所に外なりません。彼の明々たる光を放つ以所は全く電氣が非常の度に於いて物体の分子を振動せしむるからであります。夫れ故に電氣が電燈に来る迄は成るべく電氣の通り易い針金所謂抵抗の少ない者を用ゐねばならぬのであります。之れに反して電燈の光る部分は可成電氣の通り悪い所謂抵抗の多い者を用ゐるとが必要であります。此の目的で電燈の光る處へは昔は白金の様な熔け難い細い線を用ゐましたが、エヂソン氏の發明以來炭素の線を用ゐる事になりました。炭素と云へば至極燃え易い者でありますが、夫れは空氣中の酸素があるからで若し酸素のない處であれば中々熔けませぬ、恐らく世

四〇

界中の一番熔け悪い者でありませう。又炭素の細い線と云ふは何を用ゐるかと思へば昔は竹を割つて提灯の骨の様にして之を蒸焼きにした者を用ゐましたが今は藥品を以て綿を處分し細い線を作り之れを炭化して用ゐます之れを茄子形の硝子球の中に封入して中の空気を悉く抜き去つて之れに電流を通ずるのであります。是れが通常商店などに多く用ゐられて居る白熱電燈であります。白熱電燈程簡單で巧妙な器械はありませぬ。石油のランプではさへも齒車で心を上下する仕掛やら空気の流通を能くする装置などあつて中々複雑なものであります。然るに電燈では單に一個の硝子の球に二本の針金を突き通し其の端に只だ一條の細い炭素の線を附着したる丈で、蠟燭十本乃至十六本に相當する光を放つとは不思議な位であります。實に今日の電燈は改良の餘地を有せぬ位に思はれました。併しながら人間の慾には限りがありませぬ器械は左程簡單でなくとも成る丈少しの電流を以て成るべく多くの光を放つ者を工夫しまして色々の發明がありました。其の中でヤルンスト氏の電燈と申すものが一番良いでありませう。此の電燈では、イットリウムニ、エンピウムニ、ヂルコニツなど云ふ元素の酸

四一

化物を光らせるのであります。普通の電燈に比して同じ光を出すに電流が半分もいりませぬ。只だ前申した品物が稍不廉なものと壽命が短いのが缺點であります。白熱電燈は通例五燭乃至五十燭の間の者が多く行はれます。夫れより強き光を得度い時には孤狀燈を用ひます。此の種の電燈に於きましては石炭を蒸し焼きにして作つた所の炭素の二本の棒の間に火花を發せしむる仕掛であります。其の炭の棒の端が強烈なる光を放つので通常千燭内外の者が用ゐられますが太い棒と大なる電流とを用ゐて二万燭位のもの點せらるゝとは珍らしくありませぬ。電燈と瓦斯燈とはどちらがよいかと云ふ問は往々耳にする所であります。今日の有様では經濟上より考ふれば瓦斯の方が幾分か優つて居るかも知れませぬ。併しながら便利な事と清潔な事に於いて電氣は瓦斯に優つて居るかと思はれます。今後追々新式の電燈が發明されて僅少の電流で強烈なる光を放つ様になつたならば電燈は經濟の點に於いても曾だに瓦斯のみならず石油にも優るに至るかも知れませぬ。

電流は又煉金製糖の上に偉大なる應用があります。其の最も著しき一例は「アルミニウム」製造であります。「アルミニウム」は銀よりも高價であつたのですが電流の應用以來一斤六七十錢に下落したではありませぬか。「アセチリン」瓦斯を發生する炭化石灰、金剛砂よりも堅い「カーボランダム」や苛性曹達、漂泊粉などに至る迄電流の力を籍りて始めて精品を廉價に作り得るものは指を屈するに暇ない位であります。

併しながら上に述べた所は未だ以て電流の眞價を發揮する以所でありませぬ。電氣特殊の性質は勢力を遠距離に送達するにあります。電氣は之れを發生する土地に於いて使用すれば莫大なる効果を顯はすのみならず之れを引いて數十町數十里の外に送るも尙ほ同じく目覺ましき働きを顯はします。電話や電信に就いて之れを見るも如何に巧みに勢力が送達せらるゝかが分かります。電機機電話機の原理や發達を述べる事は愉快なことであります。夫れは他日に譲りまして今は電流を以て動力を送達するに就て御話致しませう。

機關車の發明を以て其の名を世界に知られたるステフエンソンが嘗て進行して

居る鐵道列車を指して友人を顧みて誰れが彼の列車を運轉して居るのであるかと尋ねたことがあります。夫れは無論機關師が之れを動かして居るのであります。併しながらステフエンソンの尋ねた所はそんな事でない事は明らかであります。友人も其の意の何處にあるかを判じ兼ねて黙つて居ましたがステフエンソン自ら之れに答へて「あれは太陽が動かして居るのである」と云つたことがあります。實に太陽より來たつた所の光と熱とが幾万年の昔に於いて我が地球上に鬱蒼たる樹木を繁茂せしめ其の樹木が地に埋もれて蒸し焼きとなつたものが即ち今日の石炭であります。汽車にまれ汽船にまれ其の他多くの工場の蒸氣器械は皆其の動力を此の石炭に仰ぐのであります。是を以て之れを觀れば石炭は實に太陽から來た所の勢力の貯金庫の如き者であつて石炭を産出する國が富強に成り行くは偶然の事でありませぬ。

併しながら石炭は山に産する者で之れを使用する工場の近傍へ天から降つて來る者でありませぬ。さうして山から工場迄之れを運ぶのは容易な事ではありませぬ。若し夫れ石炭を運ぶに人の肩を用ゐましたならば石炭の價は非常に高く

なつて其の効用も十の八九を減ずるでありませう。之れを運ぶに馬背を以てしても尙ほ其の効能が半減するでありませう。運輸機關の巨人と呼ばるゝ鐵道列車に由つて之れを運びましても尙ほ幾分の損失を免れませぬ。何となれば石炭を運ぶにも矢張機關車に於いて石炭を燃焼せねばならぬからであります。其の外に石炭を列車に運び又列車から問屋を経て工場に運ぶ費用も餘り少なくないのであります。

荷車や鐵道に由つて石炭を運ぶ内は眞に經濟的に運ぶとが出来ないと思はれます。最も經濟的に石炭を運ぶのは其の生産地に於いて之れを焚き捨てるに於いてであります。無論只だ之れを焚き捨てては何にもなりません。蒸氣の竈の中で焚くのであります其の時に生じた蒸氣を以て發電機を運轉せしめ石炭中に含蓄されて居る勢力を電氣の勢力に變ずるのであります。之れを望む處に導きて其處に電動機を運轉せしむれば恰も其處に石炭を燃焼して得ると同じ動力を得るのであります。通常石炭の運輸に於いて吾々の望む所は石炭其の物に非ずして石炭の中に含蓄されて居る勢力であります苟も勢力をして残りなく送達す

る事が出来れば必ずしも其の容器迄をも難儀して送る必要はないのであります。勢力を送らむとして石炭を送るは猶ほ樟腦を送るが爲めに桶を送るが如きものでありませう。

電氣に由つて動力を輸送するとは恐らくは最も大仕掛の電氣の應用でありませう。併しながら今日の有様に於いては未だ完全無欠の域に達して居りませぬ。夫れ故に近い處に於いては大いに之れを賞用して居りますけれども數十里數百里の遠きに於いては今尙ほ石炭を送るに鐵道を便とする時代であります。

石炭の勢力を送るに鐵道電氣孰れか便なるかは暫らく之れを措きましても茲に電流に由らざれば送達する事の出来ぬ勢力があります。即ち山間僻陬の地に於ける所の瀑布又は急流の大勢力であります。水の勢力は水車に由つて之れを動力に變ずる事が出来ませう。併しながら此の動力を齒車仕掛を以て數里又は數十里の外に傳へるとは六ヶ敷くあります。又鐵道に由つて山間の水を持ち運ぶとも出来ませぬ。又假令之れを運んだ所で何の役にも立ちませぬ。唯だ此の大勢力は電氣の力に由つて送達利用せらるゝのであります。近年水力を以て電氣を起

こし之れを都會の地へ引いて工業上の原動力とせむとする計畫は頻々として起こつて参りました。近い處は數里を出でぬ者もありますが、遠い處は二百哩の外に送達して居る處もあります。誠に世界の進歩は浸々として停止する處を知らぬ有様であります。電信、電話、電燈、電鐵、是れ皆近年の發明であります。僅かに一本の針金で東京から長崎まで通信が出来ること云つて感嘆して居つた間に一本の針金もなしに歐羅巴から亞米利加迄無線電信を通ずる様になりました。是れを思ひ彼れを思はば誰れか今後の偉大なる進歩を疑ふ者がありません。普通電信より無線電信が發達しました如く、普通電燈より無線電燈が出來針金なしに電車が鐵道の上に動き陸に電氣を起こせば海に船が駛する様になる事も遠い事ではなからうと信ずる位であります。

### 物理学を學ぶ青年諸子に告ぐ

理學博士 長岡半太郎述

物理学を修むる目的は自然の現象を考察して、一方に於いては人智を啓發し、他方に於いては之れを應用して工業の關鍵を爲り、以て人間の幸福を増進するに在るは、爰に喋々説明するの必要なしと雖も、世人動もすれば其の研究の吟域狹隘にして徒らに理窟に拘束せられ、或は無益の試験に沈醉する如く思惟するものなきに非ず、而して是等の人は、又今日は蒸氣の世の中より、電氣の世界なり、杯唱ふるもの有るも、其の蒸氣を支配し、電氣を使啖する方法は、物理学の研鑽を積み、漸く解化し來たり、現時の盛觀を呈したるを知らず、實に工業の大部分を生みしは物理学なり。我が邦外國と交通互市してより、既に四十四餘年、國歩屢々其の比を見ず、工業も亦歐米諸國と馳駢する勢ひ有り、表面喜ぶべしと雖も、其の裏面を視るに憂ふべきもの有り、何となれば國運の進ひ多くは輸入的に進めるなり、摸倣的に進めるなり、謂

は油を水に流したるが如く其の表面は燦爛五彩を顯はすと雖も其の淺薄なる譬ふるに物なし。毎年巡察留學として歐米に遊ぶもの幾百千人彼れの長ずるところを取つて我が短を補ふ固より可也然れども此の擧たる只だ美しき花草を購ひ來たるに似て種子を吾が園に蒔き之れを繁殖せしむるとは大いに趣を殊にせり。何となれば學問と工業とは常に彼れが既に得たる結果を採集し來たりて之れを我れに移し我れに獨特の種子無きを以て其の一旦凋落する時は復た之れを彼れに仰がざる能はず若し歐米と駢馳するの域に達せば彼れをして我れに取らしむると恰かも今日我が彼れに取るが如くならしめ以て彼我互に均しく相待つる形勢に進まざるべからず。而して此くの如く國家の隆運を期せしむべき工業藝術の種子を蒔き卵を孵化せしむるには科學の發展を促さざるべからざるは識者を俟たずして明らかなるところなり。予は今特に關係最も大なる物理學の研究に就き讀者の一顧を煩はさむと欲す。

自然の規則を詳かにせざれば人は之れを使役する能はざる猶ほ馬を御する如く一度び熱は如何なる方則に従ふか電氣は如何なる規則に依つて支配せらるるか

を知れば蒸氣に轡し電氣に鞭つ何の難きことかあらむ。汽車に駕して風の如く駛り電信に依つて一瞬時に世界に通信し非常の勞働を要するものは蒸氣に其の仕事を託するを得べく或は飛瀑激流の勢を驅りて電流に轉じ夜猶晝の如くならしめ古の豪華を極めたる帝王が夢裡にも浮かばざりし贅澤も常人の恣にすることを得るは自然の行動を覺得したる効果にして人は其の初め自然の奴隸たるに過ぎざりしも其の蘊奥を闡明したる曉は之れに羈縻して牛馬の如くならしむるに至りたるなり。畢竟自然を詳かにするものは強く之れを知らざるものゝ弱きは必然の勢ひなり。

科學の研究は其の應用に先だたざるべからず。之れを植物に譬ふるに科學は根株にして應用は其の枝葉花實なり根の能く舒びたるものは其の枝葉も亦滋蔓し其の繁茂せる状態は一目瞭然たりと雖も根は土之れを覆ひ遂に人に知られず然れども枝葉花實は根と共に消長するを以て根を養ふを第一着の主眼となし科學の原理は其の應用に先だちて深究せざるを得ざるなり。而して原理と應用と相待ち開明の進歩するは勿論なりと雖も世人の目に觸れ手に接するところは概ね

五〇  
 枝葉花實にありて原理は單に學者間の智識に限られ遂に埋没して光輝を放たざるの嘆あり。故に電話電信、X光線、無線電信等、近時世界の耳目を聳動しつゝある發明の淵源に至りては、世人は空漠たる想像を描くに過ぎず、是れ等の人が物理學者を咎むるに、其の理論に沈淪し、兒戯に類する試験に耽溺するを以てするも、固より怪しむに足らざるなり。予は物理學全般に涉りて類例を擧ぐるに、追なきを以て、電氣に關する智識が如何なる暗黒裏に萌芽し、二千餘年の久しきを経て漸く實を結び、今日將に世界を電氣化せむとするの勢あるに至りたるを明らかにせむとす。

古昔周公は指南車を造り、希臘の哲人は琥珀を摩擦して其の不思議に細塵を吸ふの能あるを知りたるも、其の理由を探究せずして、只だ其の物の本性と做し、爾來人の注意を惹かざること二千二百年、ギルベルトに至り、磁石并に一二電氣試験を爲せしが、其の後百五十年を経て、摩擦電氣の試験は次第に行はるゝに至り、ライデン壘の發見あり、避雷針の効能を明らかにするありて、稍々活氣を帯び來たりたるも、單に不思議の一として致究せられたるに過ぎず、クーロムに至り、其の互に斥引

する力を討究し、續いてヴォルタ(一八〇〇年)が不斷電流を通ずる装置を得るや、數年ならずして其の化學作用を生ずるを發見せる者有り、之れを利用して電燈を點ずるを工夫せしもの有り、オエルステッド(一八二〇年)は始めて電流の磁氣作用を發見して、其の流を支配する規則はオームの見出すところとなり、電流相互の作用はアムペアの推理に因つて略々完成せり、然れども今日電氣學の骨髄となり、電氣工學の根柢となるべき現象は、ファラデー(一八三一年)の磁氣作用を以て電流を生ずるの發見に起因して、此の電氣探家(電氣學家)が推理に基づく種々の觀念は、マックスウェルの手に始めて推歩、打算、毫釐の差なきを確かむるを得たるのみならず、其の想像せる光は蓋し電磁振動なるべしとの假説は、益々其の證左を得て、遂にヘルツ(一八八七年)に至り、見事に實驗上其の議論を明確にせり、續いて近年に至り、放射能(放射能)の發見に伴ひ、電子論は又大いに斯學に變遷を來たさむとするの傾向あり。

オエルステッド、ファラデーの發見ありて、初めて之れを電信に應用し、其の商利少ながらざるを以て、其の發達は極めて迅速なりしなり。然れども感應電流の應用は、發見後三十餘年の後になりて、ダイナモ、エレクトロモトル等世界の面目を一新するの

器械現はれ續いて遠方に勢力を分配するの企圖も成効し、電話は通信器として少なからざる便利を都市に與へ、ヘルツの電磁波發見ありて、幾何ならず無線電信の行はるゝあり、又電流を以て化學作用を生ずる種々の應用を生じ、轉じてX光線の發明あり、放射能の發見ありて、原子の剖分すべきを説くものあるに至れり。之れを要するに、此くの如く人類の幸福便益を與ふる方法が續々進發して已まざるは、フラーデー、マックスウェルが始めて電磁の關源を明らかにし、其の之れを支配する法則を探索したるに起因す、故に現時開明の車に電氣を羈絆し、峻々停まることを知らざるは、主として電磁學に其の身を殉したる二學者の功績に歸すべきのみ惜しむらくは、二千五百年前の先哲を起して今日の電氣界を一覽せしめざるを、又憾むらくは本邦人にして殉學心、フラーデー、マックスウェルの如きもの出でて、自然の樞機を探り、之れを工業藝術に應用するの種子を蒔き、根株を蕃殖して、以て國家の盛を致さざるを。

物理學の研究範圍は、至大より至細に亘り、宇宙の萬象を端倪して、之れを簡單なる系統に總合するを以て目的とす、爰に何を以て至大とし、何を以て至細となさむか、

二千餘年前に何以知毫末之足以定至細之倪、又何以分天地之足以窮至大之域、(莊子秋水篇)と問うたる支那人あり、今日毫末必ずしも至細ならず、地球必ずしも至大ならざるは、童子と雖も能く知るところなり。晴夜仰いで天を望むに、燦爛たる諸星の光輝は、那邊より來たるか、糠を篩ひ粟を撒きたる如き銀漢の奥は、那邊に擴がるか、望遠鏡は、獨り銀漢に充積する星團に限らず、星霧の如きは、今日數萬有るを示し、鏡の其の精に精を加ふるに從ひ、此の如き恒星星霧の雨集せる模様、繁雜を來たし、其の幾千百萬なるを知らず、而して爛々たる星の光は、斯体を何時に發したるか、光は一秒七万一千里の速度を有するを以て、一日駛るところ六十六億里、一年にして地球を廻周する二億三千六百万回なるを知るべし、大陽系に屬する遊星彗星は、指示すべき程の數あるに過ぎず。望遠鏡内に顯はるゝ無數の星點は、各、大陽の如きものにて、其の光は、近きも地球に達するに數年を要し、其の數十百年を要するを以て最も遠きものとなし、難きを見れば、宇宙の大なる地球を以て準尺とし、之れを測斷するの容易ならざるを見る。是等の遠大なる諸星の行動は、星學者の研究に屬すといへども、其の研究に資すべき望遠鏡は、如何に變遷し來たりたるか、又諸星





の構造を闡明するに用ゐるスペクトルスコープは如何なる學理より發見されたるかを考ふれば、物理學は其の枝葉として星學を胚胎したりと云ふも不可なかるべし。

毫釐の差は幾万億里の違ひを來すべき遼遠なる諸恒星は、單に光點として望遠鏡に顯はるゝと雖も、其の如何なる物質より構成せらるゝかを地球より判斷するを得るに至れるは實に稀有の發見といふべし。今より四十四年前キルヒホッフ氏は日光を稜形玻璃に通じて之れを分析し、黄色の部に黒線を認めしが、偶然鹽を含む酒精燈を其の間に置きしに、同所に光線の輝くを見て、其の互に相符合するを確かめ、其の理由如何と化學教授ブンセン氏と相諮り、遂に種々の實驗理論等を重ねたる後、其の全く放射吸收作用に基因するを確かめたり。素人より此の試験を臆察すれば、全く何の益にたつやら、物好きな人間との批評あるべきも、此の無味なる實驗が種子となり、遂に諸元素に固有なる光線の研究創まり、其の結果諸恒星の光線を分析して、其の何元素を含むやを知り、併せて其の氣態にあるか、爆發したる状態にあるか、或は又大陽系に對し、如何なる速度を以て互に相距り、或は互に相近づき



つゝあるかの檢索に従事するの運びに至れり。宇宙の茫漠端倪すべからざる如きも不圖したる試験に果實を生じ、遂に星の光に因みて其の變遷を推測するを得るに至れり。

客星の出没は支那歴史に散見するところなるが、吾人は此くの如き場合に一昨年遭遇せしとあり。一等星に均しき光輝を放つ客星は、ペルセイ宿に現はれ、爾來光度減殺殆んど消滅すと雖も、其の出現したる時の模様は、其の光の分析に依り如何なる状態にあるか、吾人は暗室内の實驗に對照して其の概略を推定するを得るも亦愉快ならずや。

又此の遠大なる宇宙間に遊離せる諸星の状態様々なるに、星霧と稱するものあることは誰れも知るところなるが、一望模糊として雲霧の如しと雖も、望遠鏡の精を加ふるに従がひ雲霧は次第に本態を現はし、粉を散らしたる如き星の集合せるもの有り、又未だ諸星に分離せずして、其の大いさ太陽系に數百千倍もあるべき氣體の結集せるものなるべきを分光學上推定するを得るも、亦實に簡單なる机上の試験より推理攻究し、之れを地球以外の現象に敷衍したるものにして、其の如何に宇

宙の觀念を與ふるに必要なるかを知るを得べし、至大は今日斯くの如しと雖も、後日益々其の境域の擴張さるべきは論を俟たざるところなり。至細を論ずるものは顯微鏡を以て始めて識別し得る、アミーバ若しくは微菌を以て至小の極限となす者あらむ、然れども千倍の鏡を以て蚤の大きさに見ゆる微菌中には、少なくとも數百万の原子あるは疑ひもなきを以て、氣體論より推及したる結果、水素の原子貳拾億個を一例にする時は、漸く壹寸の長さには達するを得べし。數年前迄は、原子は決して剖分すべからざるものとしたりを以て、宇宙間之れより小なるものはなかるべしと論じたるもの無きにあらずと雖も、近時ラヂウムの如き放射能ある物質の攷究より、吾人の至小に關する知識は更に一步を進め、水素原子の壹千分の一位なる物質の集合して原子を構造し、嘗て剖分すべからずとなせるものも亦更に分かれて大速度を有する電子の結集するものなるを詳かにするを得たるは、物理學の一新時期を作らむとする者なり、此くの如き至小の檢索を進むるは容易なる事業にあらず、最早顯微鏡杯は毫も役にたゞざる細さなれば如何なる手段にて之れを吟味するを得るかを繹ぬる人あらむ、又此くの如き至細な

るものを求めて何の益に立つかと尋ぬる人もあらむが、之れに答ふるは至つて容易なり。

放射能は主として陰電子の作用なるを以て其の寫眞作用あり、或は磷光を刺激し、或は電離性質を帯ぶる等の諸性質に因りて之れを討究するを得べく、又其の應用に至りては、吾人の棲息する地球に石炭を燃やし盡くし、他に簡便にエネルギーを得るの道無き時は、動もすれば原子に蓄積する多大のエネルギーを使用するの方便も出來得べく、又原子の剖分すべきを明らかにするを以て、丹砂を化して金と爲すべしとの囈語も、全く聞き流しにならざるかと思考せらる。若し百尺竿頭一步を進め、原子の構造を左右する方法發見せらるゝに至らば、世界の開化は一新時期に入るべし、今や放射能の發見は、其の門扉に達して未だ之れを開くもの無きの觀あり、自今物理學を修むるもの、開拓すべき荒野は此の邊に在りて、其の豊富なる固より疑ひを容れず、其の他熱なり、電氣なり、音なり、物性なり、蘊奥を探るべきもの枚擧に遑あらず。自然の現象は多面多貌にして、物理學の研究範圍は前に述ぶる如く至大より至小に達し、自然の行爲を探りて、之れを人間の幸福に利用する

の途を開き、一生を献げて其の研究に従事するに足るは論を俟たずと雖も、儒教に久しく懐惱せる本邦人は治國平天下にあらざれば男子の職分にあらざる如く考ふるもの多からむ。然れども夫の模倣的輸入的學問工藝に安んずるは識者の取るところにあらず、工藝の種子を蒔き、根株を養ふの目的を以て、殉學心を煥發し、以て新學の研鑽に従事する人才輩出せむことは、予が括目佇立して待つところなり。

電離の説

理學博士 大 幸 勇 吉 述

私は今回電離の説に就いて、少しく御話を致さうと思ひます。此の説は種々の學說と關係が深いので之れを稍詳しく説かむには自然是等の學說をも話さねばならず。然しそれは茲處でもとも出来ることでありませぬから、只だ電離説はどんなものであるかといふことを極ざつと御話致すことに止めて置きます。酸素より三十二倍軽い一種の氣體を假りに想像して標準の氣體と致し之れを單位として測定したる種々の氣體の比重を其々その氣體の分子量と稱へます。氣體とならない物質に就いても種々の方法で其の分子量となすべき量を定めることが出来るものもあります。而して一の元素の種々の化合物の一分子量中に含まれて居る其の最小量を其の原子量と申します。分子量原子量といふ語は右に述べた様な實際に測定すべき量をあらはした者であります。然し物質は分子より成りたち、又分子は原子の聚合せるものであるといふ所謂分子説、原子説は化學

上まことに便利で且つ有益なるものでありますけれども一の假説に過ぎないの  
 であります。確定したる事實と想うてはなりません。前に申した分子量原子量  
 といふ語は勿論此の假説より出たものには相違ありませんが前申した様な意義  
 のものであります。假説と事實とを混同せられぬ様に希望致します。  
 一の物質を液体に溶解して其の溶液の性質より其の溶けたる物質の分子量を定  
 みることも出来ます。アルコール蔗糖乳糖尿素等の如きものを水に溶かして其  
 の分子量を測りますと之れを氣體に變ずる等の他の方法で測つた分子量と同一  
 の量を得ます。然し鹽酸硫酸硝酸銀硫酸銅等の如き其の水溶液に電流を通して  
 之れを分解し得る者は之れを水に溶かして其の分子量を測りますと此の物等が  
 有つて居ると見られぬ程に小さい分子量を得るのであります。例へば鹽化水素  
 の分子量は氣體比重より三六四五八なれども之れを水に溶かすときは則ち鹽酸  
 に就いては溶けたる物質の分子量は其の半より僅に大なる位であります。然る  
 に鹽素の原子量は三五四五水素の原子量は一〇〇八で鹽素と水素と化合する以  
 上は其の生じたる物の分子量は三六四五八より小なることは出来ぬ譯でありま

す。故に斯様なることは是れまでの學説のみではとても説明がつかせぬ。そ  
 こで西曆千八百八十七年(明治二十年)スエデン國の學者アルレニウス氏が一の假  
 説を出して之れが説明を致しました。是れが即ち私が今回御話致さむと思ふ所  
 の電離の説であります。此の説の出でました當時には世間の學者の中には中々  
 やかましい反對もありましたが今日となりましては學者間に一般に之れを承認  
 して化學上の説明に之れを利用致す様になりました。  
 今鹽化水素の水溶液即ち鹽酸を例にとつて電離説を述べますれば此の水溶液に  
 於いては溶けたものの多分は鹽素と水素とに分離して居ると見るのであります。  
 水素は無色の氣體で水に只だ僅に混ざるもので、鹽素は黄綠色の氣體で水に溶け  
 ては之れに黄色を與へるものであるから、斯様なるものが鹽酸中にあるとはとて  
 も考へられぬとあります。アルレニウス氏の説では斯くの如く分かれて居る  
 水素や鹽素は各多量の電氣を持つて居るといふのであります。従つて通常の水  
 素や鹽素と異なることは少しも不思議ではありません。是等の分離したる各部分  
 をイオンと稱へまして、其の一方即ち今の例では水素は陽電氣を持つて居ります

ので之れを陽イオンと稱へ他の方即ち今の例で鹽素は陰電氣を持つて居りますので之れを陰イオンと稱へます。是等のイオンは多量の電氣を持つて居りますれど、一の溶液中にては陰電氣の量と陽電氣の量と同量だけある様にイオンが出來ますから、溶液の外へは其の電氣は少しもあらはれませぬ。

物質の中で水に溶かしますと、多少イオンに分かれますもの、即ち電離を致しますものは酸類、鹽基類、或は鹽類と稱へる化合物に屬する者に限ります。又、斯様な化合物に限り之れを融解し、或は水に溶かして電流で分解することが出来るのであり、ますから、是等の化合物を電解物と稱へます。今、電解物の電離のことに就いて少しく述べる前に二三の化學上の語の意味を説明し置くことが必要であります。

物質の瓦分子といふことは瓦を單位として其の物質の分子量をあらはしたるもので、例へば鹽化水素の分子量は三六・四五八なれば其の瓦分子とは其三六・四五八瓦を意味するのであります。溶液の濃度といふことは其の容積一リットル中なる溶質の瓦分子の數をいふので、例へば鹽酸の一リットル中に鹽化水素七二・九一六瓦

あるならば其の濃度は二なりといふ様なものであります。又、溶液の稀釋度といふことは其の溶質の一瓦分子を含む溶液の容積を、リットルを單位としてあらはしたもので、例へば一の鹽化水素溶液の稀釋度二・五なりといはば其の溶液の二・五リットル中に鹽化水素の一瓦分子即ち三六・四五八瓦存在すといふことを意味するのであります。

電解物が水溶液に於いて電離する度は、物質によつて大差があります。又、同一の物質でも溶液の濃度及び温度によつて其の電離の度を異にし、濃度の小なる程即ち稀釋度の大なる程電離の度が多いのであります。一物質の電離の度と申すは溶液中に溶けて居る其の全量を一と見まして其の電離せる部分の割合をあらはしたるもので、例へば溶けて居る量の八割が電離して居れば電離の度は〇・八といふのであります。電解物の種類と其の電離度との關係をざつと申せば酸類及び鹽基類は其の性質によつて電離度に甚だ大なる相違があります。例へば鹽酸や硝酸では濃度一の溶液に於いて既に其の八割以上も電離しますれども、醋酸では濃度が其の五百分の一位に薄い溶液でも尙ほ一割も電離せぬといふ有様であり

六四

ます。鹽基に就きましても水酸化カリウム(苛性加里水酸化ナトリウム(苛性曹達)などは鹽酸や硝酸に比すべき程に電離いたし、アムモニアは醋酸に比較すべき程僅に電離致すものであります。然し、酸と鹽基との中和によつて生ずる鹽類では、其の酸や鹽基の性質に關係なく其の多くのものは大いに電離するものであります。但し之れには少々取り除けにすべきものもあるを知らねばなりません。一の物質の溶液の濃度と其の電離度との關係は學者の研究で左の式であらはずことの出来るものと分かりました。

$$\frac{1-\alpha}{V} = \left(\frac{\alpha}{V}\right)^2 \text{ 即ち } KV(1-\alpha) = \alpha^2$$

Vは溶液の稀釋度 $\alpha$ は電離度を表はし、Kは一定の温度に於いては溶液の濃度に關せない一の恒數であります。右の關係を詞であらはしますれば、一の電解物の水溶液では、電離せぬ部分の濃度と陰陽兩イオンの濃度の積とは一定の比をなすものであるといふことになるのであります。勿論右の式は、電解物の一分子が陰陽の兩イオン一個宛を生ずる最も簡單なる場合を取つたものでありまして、複雜なる場合の關係は茲處に省略せざるを得ません。

今醋酸及びアムモニアの水溶液を取つて右の關係を證明いたします。

醋酸		アムモニア	
稀釋度	電離度	稀釋度	電離度
八	0.0119	八	0.0135
一六	0.0167	一六	0.0188
三二	0.0238	三二	0.0265
六四	0.0333	六四	0.0376
一二八	0.0468	一二八	0.0533
二五六	0.0656	二五六	0.0754

右の表に於いて電離度は或る實驗法によつて測定したもので、此の電離度と稀釋度とを用ゐ前記の式で計算した恒數はKの行にあります。而して稀釋度はかく大いに變じてても右の式にて恒數を得ますから、右の式は能く證明されたるものと見て宜しいのであります。

電解物の水溶液に於て生ずる化學反應の多くはイオンの反應でありますから、同一のイオンを含んで居る溶液は、他に如何なるものを含んで居ても同一の反應を呈する次第であります。鹽酸、硝酸、醋酸、酒石酸等の如き酸類に屬する化合物は、皆

水素の化合物で、是等を水に溶かしますと何れも多少の水素イオンを生ずるものであります。酸類にリトマスの青色液を加へて赤色に變ずるのは、酸類に共通なる水素イオンの作用でありますから、溶液中に含まるゝ他の物質は何んであつても關係がないのであります。されば酸性反應といふことは水素イオンの反應に他ならぬのであります。又水酸化カリウム溶液、石灰水、アムモニア水などの、リトマスの赤色液を青色に變ずるのは、即ちアルカリ性反應を呈するのは、水素及び酸素より成る水酸イオンの反應であります。水も一の電解物で陽性の水素イオンと陰性の水素イオンとに電離を致しますが、其の電離度は非常に小さいものでありますから、通常の場合には之れを無視致して宜しい。即ち水素イオンと水酸イオンとは一の溶液中に相並んで成り立つことが出来ぬと見るべきであります。されば酸性反應の溶液と、アルカリ性の溶液とを適當の割合に交ぜますと水素イオンと水酸イオンとは水を作つて無くなります。即ち溶液は中性反應を呈する様になるのであります。されば化學上に數生する中和の現象は、水素イオンと水酸イオンとを相消滅せしむる反應に他ならぬのであります。

尙ほ少し例を挙げませうに、鹽化ナトリウム、鹽化鐵、鹽化バリウム等の鹽化物は、其の水溶液に於いて鹽素イオンを生ずるによつて、是等の水溶液は此のイオンに就いては皆同一の反應を示します。例へば硝酸銀溶液の如き銀イオンを含むものを鹽化物の溶液に加へますと、銀イオンと鹽素イオンとは相化合して殆んど水に溶けない鹽化銀を生じますから、溶液に白い沈澱を生じます。是れは鹽素イオンと銀イオンとさへあらば生ずるものでありますから、其の他にどんな物があつてもなくても關係せぬのであります。然し硝酸銀の溶液中へアムモニア水を加へますと、銀イオンとアムモニアとより複雑なる組成のイオンを生じて、銀イオンが無くなりますから、斯様な溶液に鹽化物の溶液を加へても鹽化銀の白い沈澱は生じませぬ。また鹽素酸カリウムは鹽素を含む化合物でありますけれども、其の水溶液に於いてはカリウムイオンと鹽素及び酸素より成る鹽素酸イオンとが、あるので鹽素イオンが少しも無いから、此の溶液に硝酸銀溶液を加へても、少しも沈澱は出来ませぬ。然し固体の鹽素酸カリウムを熱して酸素を發生せしめ、すると鹽化カリウムとなり、之れを水に溶かしますと、今度は硝酸銀溶液で鹽化

銀の白い沈澱を生じます。  
 電離説は化學上まことに重要な説で其の關係する所中々ひろく種々有益で且つ面白いことも尙ほ澤山ありますけれどもあまり長くなりましますから今回はこれだけに止めて置きます。

如何にして化學を學ふべきか

田 中 伴 吉 述

茲に化學のお話を致す前に一言お断りをしておきたいとございます。其れは別のことではありません、多くの人の弊とする所は、化學の實驗をしますと手品興行でも見る様に思ひ、ただ一時の興を助くる爲めのものと誤解して其の現象の由つて來たる所を研究することの少ないのでございます。のみならず毎日自ら其の現象を見て居ても更に氣が附かずに居る者もでございます、實に不思議ではありませんか。例へば、蠟燭の燃えることや火鉢の中で火の燃えることなどは誰れも毎日の様に見て居ることであるが、さてなぜ蠟燭が燃ゆるか火がおこるかと尋ねらるゝと其の答に窮するものが多いと思ひます。此等は餘り其の事に慣れ過ぎて居て當然のものと見なし少しも氣附かずに居るからでございます。世の中には能く怪談などがございまして夫れ幽靈が出たとか、光り玉が出たとか謂つて其の



際非常に驚くが後で能く調べて見た所が詰まらぬものゝ爲めに膽を潰したといふ滑稽なことが新聞紙上に出て居ります。これは結局滅多にないことだから人の注意を惹き従つて人の話頭にのぼるものでございませう。そこで化學を學びますには實驗と觀察とが必要でございませうが云ふまでもなく何でも極端に走つては其の目的を達することが出来ません。例へば何でも理論が必要だと云つて、どんなことでも理屈のみを並べるは餘り感服したことでございませぬ、なぜなれば餘り理論に走ると多くは實地に疎くなり易いものでございませぬ。だから理論では間違ひのない様に感じて、愈々實地と云ふことになる。と一向行けなくなつて却つて其の理論の間違つて居ることを知つたと云ふことが能くある話でございませぬ。又實驗をするには經驗が甚だ必要でございませぬ。一度の實驗で甘く行かなくとも幾度の後には能く成功することがまゝあります。又化學は實驗を土臺とする學問ですから、私は先づ數度の實驗を致しまして能く之れを觀察し、それから其の由つて來たる所の理論を研究する様にするのは最も自然の順序と思ひます。

尙ほ又人によりますと化學は實に六ヶ敷い、どうしてもわたまに入らぬと云つて愈々試験前になると徹夜して矢鱈に誦誦し試験場に於いては問題には構はず出まかせに答案を附するものが多くある様でございませぬ。成る程化學は六ヶ敷い學問には相違ないが順序正しく學んで實驗と觀察とを精密に致し其の上理論を學べば自然と腦に入るものでございませぬ。平素實驗を観るときに手品を見るときの様な積もりで居ずに能く觀察し十分記憶致しますれば試験の前夜徹夜などせずとも十分なる成績を得ることが出来ませう。又化學の符號が六ヶ敷い、化學方程式が困難だと云ふ人もありますが、此等も一度に覺の様とするから骨が折れるのです。其れよりは常々心懸けて置いて絶えず少しづつ復習すれば知らず識らずの間に腦に入るものでございませぬ。實驗と理論とは恰も車の兩輪の如きもので一方がなくては車をやる事が出来ません。又如何様に兩輪があつても精密なる觀察や經驗がなくては車を破壊する恐れがございませぬ。此等は化學を研究する人の最も注意すべきことだと思ひます。

化學は如何なる効用ある學問なるか

化學を學びますには實驗と觀察とが必要でございます。従つて緻密に物を觀察する習慣を作ることが出来るのみならず、廣く實業界の基礎となつて居ります。今其の一つ二つを挙げれば、工業ではセメント、磁器、玻璃、石鹼、紙、染料、漂白、靛皮、醸造、爆發藥、鍍金、寫眞、燃料など、農業では土壌の成分を調べ、適當の肥料を作るとか云ふと、きに役に立つのです。藥學では殆んど化學を基礎としない者はございませぬし、醫學では藥學を基礎となし、生物體の組織、分泌等までも化學の力を籍り調査致して、始めて解つたといふ様なこともございます。殊に微菌の様なものには化學の力を籍りなければ撲滅することが出来ぬものと思ひます。今日尙ほ肺病、ペストなどの恐るべき微菌を殺すことの出来ない理由は、醫者は多くは化學を解せず、化學者は亦醫を解せずと云ふ様なことが、其の研究の十分ならざる原因でありませう。從來瘰癧に於ける治療法なども、切斷しなければ治療出来ぬので、可憐の少女を疵物にして仕舞ひました。が、此の頃では切解せず、容易に全治する特功藥が發見さ

れました。

輓近歐洲各國の富強になりましたのは、其の實化學によるといふてもよい位です。殊に獨逸の如きは、非常な資本を化學者に與へて研究させ、其の發見を利用して大いに富國の基を開いたのでございます。近き例を取りますれば、インヂゴ、即ち藍は能く人の知つて居るものであるが、此の藍は近頃までは人工では出来なかつたが、其の人造法が獨逸で發見されました。から藍の主生産地たる印度に大恐慌を來たし、英人が酷い目にあひました。此の頃又樟腦も人工で出来る様になつたと云ふ話ですが、此等は日本人の最も注目せねばならぬことでございませう。又人造絹絲の製方も獨逸で非常に進歩して、一見天然物と區別するに苦しむ様になつて來たとは、大阪博覽會の出品を見ても知れて居ります。愈々生絲が人工で出来る様になると、我が國も亦大打撃を蒙ることは明瞭でございませう。製紙業の如きも非常に發達致して、木材より紙になるまでには殆んど半時間もかゝらぬといふと、でございます。染料では獨逸のバーネット會社は非常に廣大のもので、我が横濱にも支店がございませう。年々本國より技師を派遣し、我が國の有

志のものに其の染め方を傳へ其の販路の擴張に汲々たることは吾人の目撃する所でございます。

七四

鍍金方なども非常に改良せられ、今日の場合では金銀、ニッケルはいふに及ばず眞鍮洋銀等の合金メッキまで任意に出来る様になつて居ります。

寫眞は未だ天然の色を寫すことが出来なくとも三色寫眞の如きは大いに進歩したるもので天然色の通りに寫すとの出来る様なものも直ちに出来ませう。

茲に一寸お注意までに申しおきたいことは、日本の今日の工業品の粗雑なることでございます。漆器のごときは古來日本の名産の一でございますが、近頃は濫造粗製のもののみになりましたから熱帯地方を通過する際に破損するやうでございます。殊に西洋では暖爐を用いますから、熱の爲めに毀損するといふことです。

が、此等は化學的研究が淺いから起る所の弊だと思ひます。獨逸では其の事實を看破し漆器を製造するに日本の製造品を模倣し繪畫の様なものまでも日本風にして亞米利加へ澤山に賣り込むやうですが、之れが爲めですか我が國の漆器の販路が全く閉鎖せられ今日では大分困つて居るのであります。

私の考へまするには日本人は非常に模倣力に富んで居て如何なる珍奇の物品でも一度渡來すれば直ぐに似たものを造りますが、一として精巧を極むるものはありません。これはなぜかと申しますれば、其の實力即ち化學の智識の缺乏して居るからだと思ひます。若し日本人に化學の素養が十分にあるならば、西洋人でも決して恐るゝには及びません。

磁器の如きも日本には随分善良のものもありません。九谷焼、七寶焼、有田焼などは世界各国の賞讃する所であるけれども此等はいづれも高價であつて普く用ゐられませんが、従つて其の製造高も僅かですが、化學の力を十分に使用したならば尙ほ廉價にして一層善良なるものを澤山に作る事が出来る様になりませう。又化學實驗室で用ゐる蒸發皿の様なものも日本で出来たものは弱くて役に立ちません。私は裝飾物も必要だと思ひますが、今少し實用的のものを造つて貰ひたいと思ひます。玻璃器は日本ではまた十分に製造されません、殊に玻璃板の様ものは舶來品によるより外に仕方がありません。

石鹼は日本でも多く製造されますが、いづれも粗雑のものが多く、殊に露店で賣つ

七五

て居る石鹸は一個一錢もかゝらないものがあります。此等はいづれも其の中に不正品を入れるのであつて一度水に入るゝとどんぐ減つたり髪などを洗ふと却つて垢がついたり顔を洗へば苛くて皮膚を損する様なことがあります。これでは石鹸も何もあつたものではありませぬ。注意すべきことと思ひます。農業に於いては最も化学を必要と思ひます。かの肥料のごときは從來経験によつてのみやつて居たものであるが今日に至りては最早経験のみではだめです是非化学の力を籍りなければ甚だ不経済だと思ひます。以上枚舉した所は只だ其の一斑に過ぎませぬ。實に化学の應用甚だ廣く従つて其の効の大なることは非常のものでございます。けれども化学を研究するには數學と物理とが甚だ入用であることは忘れてはなりません。例へば一の爆烈彈が發見せられたりとしても若し之れに適應する器具がなければ其の用をなすことが出来ません。此等は數學と物理との力を籍りて造るのでございます。そこで私は以上舉ぐる所の効を收むる様なる即ち極めて實用的なる化学の概要をお話し致さうと思ひます。

蠟燭と石油との燃焼

今蠟燭に點火すれば燃焼しランプに點火しても同一の現象を起こします。そこで永く此の現象を繼續すれば終に蠟燭も石油も次第に減つて行きます。それなら實際此の蠟燭が消滅したか石油が消滅したかといふとそれは一の疑問でせう。此の事實は云ふまでもなく化学的變化の起つたものであつて決して蠟燭も消滅せず石油も消滅しないのでたゞ吾人の目に見えない物質となつて他に逃散したばかりである。

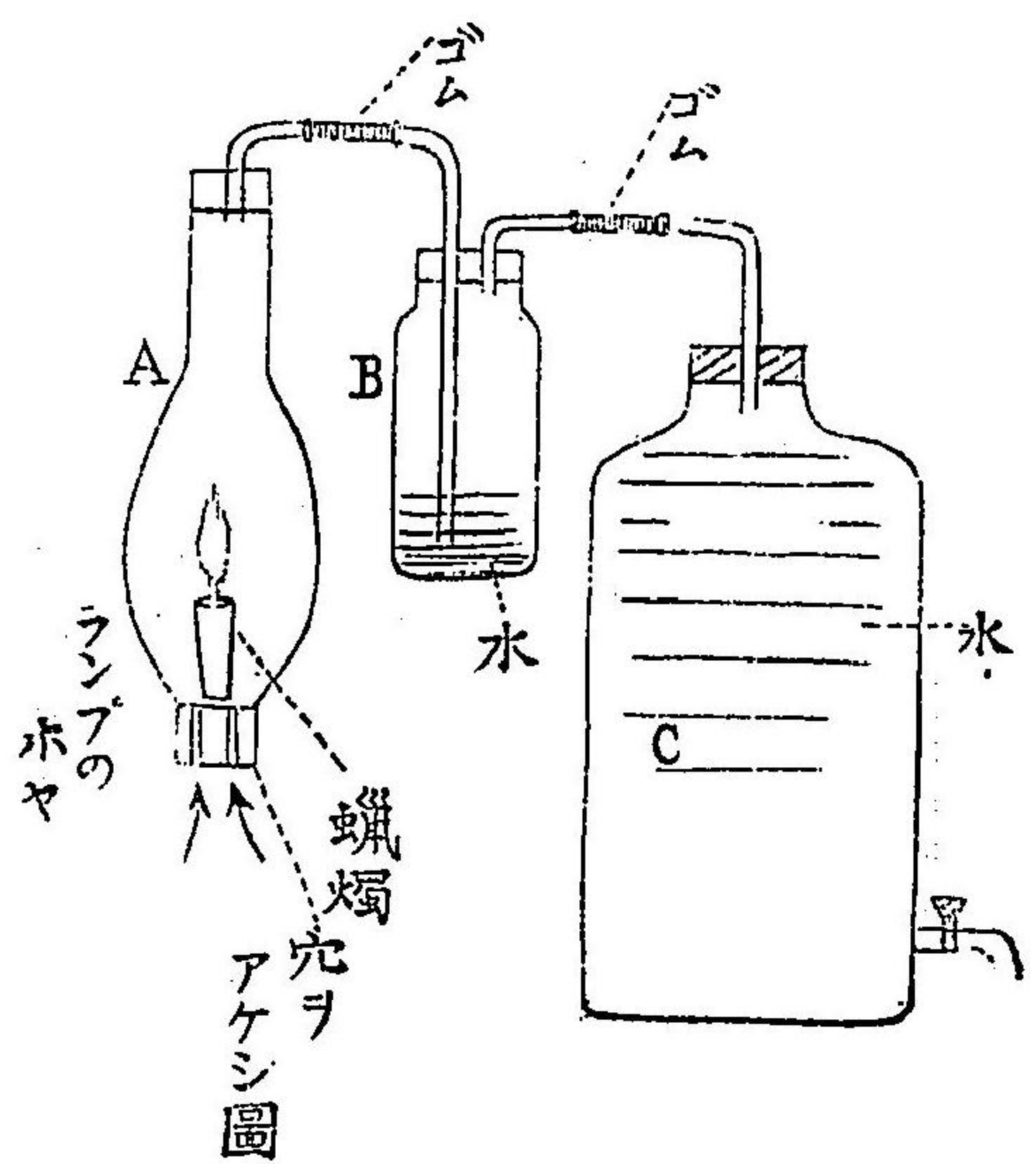
今細末の過マンガン酸カリウム(過マンガン酸カリ若しくは過マンガン酸ポタシウムとも云ふ)の少量を試験管に取りアルコールランプで其の管底を熱しますれば一種の瓦斯が發散致します。そこでマッチに點火し之れを急に消し其の餘燼の未だ消滅せぬものを其の試験管の口に近づけ其の發散する瓦斯に觸れしめると再び點火致します。又蠟燭に點火し之れを消し其の餘燼の未だ消滅しないものを觸れしめても同様に點火するのである。斯様な働きを有する一種の瓦斯を酸

素と申します。此の酸素は空気中には多量に存在するもので最初に蠟燭が燃えたりランプが点るも全く空気中に酸素があるからであることは明瞭でありませう。

少許の粒状亜鉛(亜鉛はトタンのことで粒状亜鉛は亜鉛を熔融せしめ水中に滴下し冷やしたるもの)を試験管に取り之れに少許の水を入れ次ぎに少量の硫酸を加ふれば大いに熱を發して一種の瓦斯を發散します。之れに火を點すれば管口に於いて青色の燐を放ちて燃焼し同時に水が出來ます。此の瓦斯は所謂水素であつて空氣中の酸素と結び付きまして水を生成したのであります。此くのごとき作用を化合と名づけます。蠟燭か石油の燃えるのも其の中にあるものが空氣中の酸素と化合するからであります。又蠟燭に點火し其の燐に冷えたる磁器を觸れしむると黒斑の附くことは吾人の知る所であるがこれは炭素であつて平素使用する炭と同じものであります。

蠟燭に點火し、そこで冷えたるコップを以て其の燐の上部を覆ひ、暫らくたつて之れを取り去りコップの内部を檢すれば水滴が附いて居るのが知れませう。是れ

第 一 圖



蠟燭の燃えるときに水を生ずるとの證據であつて其の蠟燭のうちの水素が空氣中の酸素と化合して水を造つたからです。又上の圖に示すがごとく多くの穴を

ある。それで其の燃焼した際に生じたものがB内の石灰水を通過し忽ち白濁を

有する木栓をとり其の上の蠟燭を立て之れをAのホヤの下端に嵌め其の上端を玻璃管にてBなる瓶につなぎ、それから又玻璃管を出してCなる瓶の上部につなぐのです。そこで瓶内には石灰水を入れCなる瓶にて水を入れ置くのである。今蠟燭に點火しランプのホヤの中に入れ同時にCなる瓶の下端の口を開けば水が流れ出るから空氣はホヤの下端より矢で示す様に侵入し燃焼を保持するので

生ずるから蠟燭の燃焼するときには炭素が空気中の酸素と化合して炭酸瓦斯と云ふものを生じ此のものが石灰と化合して炭酸石灰が出来たからである。今其の概要を挙げれば次ぎの様です。

第一、蠟燭及び石油は水素と炭素とを含有す。

第二、水素は酸素と化合して水を生じ、炭素は酸素と化合して炭酸瓦斯を生ずるものなれば、蠟燭及び石油の燃焼するときにも水と炭酸瓦斯とを生ずるものとす。

尙ほ此等の事實を確むる爲めにこれより酸素水素等の研究を致しませう。

### 酸 素

酸素は通常の温度では無色無臭の瓦斯である。其の空気中にあることは其の中で蠟燭の燃焼するを見ても知ることが出来ます。之れを製する方法は澤山あります。左に其の簡單なるものを書きませう。

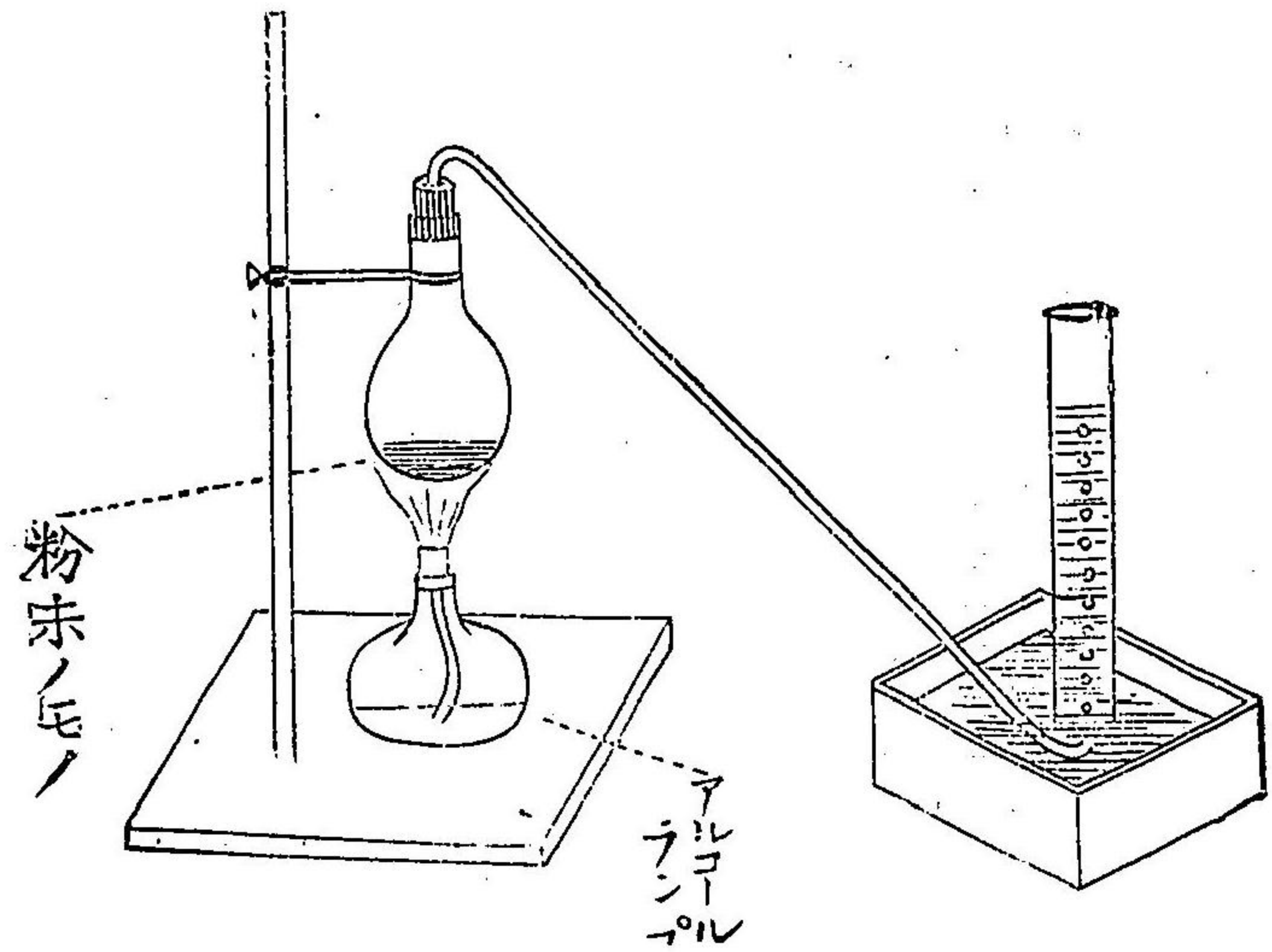
第一、赤色酸化水銀(赤色酸化汞とも云ふ)を細き硬質の試験管に取り強く管の底

を熱すれば、酸素は發散するから管の口に餘燼の消滅しないものを附けると直ぐに燃え出します。又試験管の側面を見ると水銀の小粒が附いて居ることが解ります。筒様に赤色酸化水銀が分かれて酸素と水銀との異なる物質となる様に一つの物が分かれて他の二種以上のものとなることを分解すると云ふのです。又試験管の底を熱するにアルコールランプでは火熱が弱いからロシヤランプを使ふと甘く行きます。其のロシヤランプと云ふのは矢張り内部にアルコールを入れて置いて之れを熱し其のアルコール蒸氣を細い口から噴き出させて之れに火を附けるのである。だから火が中々強くて玻璃管などを曲げるにも之れを使ふとよいのです。

第二、鹽素酸カリウム(鹽酸カリ若しくは鹽素酸ポタシウムとも云ふ)に過酸化マンガンを混じ熱すれば、酸素は容易に發散するものである。此の方法は酸素を採る法の中で一等簡便である。

約二百五十立方糎の容積を有するフラスコを取り、之れに鹽素酸カリウムと過酸化マンガンとの混合物を入れ、其の口に上圖に示す様な玻璃管を有する木栓を嵌

第 二 圖



八二

め、それから其の玻璃管の他端を水槽中に水を入れて倒まに立てある集気筒の下へ持つて来るのである。さてアルコールランプに火を付けフラスコの底を熱すれば酸素は出て来て管を傳へて行つて集気筒内の水と入り換はり其の中に集まります。それで酸素が一杯になつたらば之れを水中より取り出し其の口に蓋(蓋には豚の脂にワセリンを混ぜたものを塗つて置くのです)をして酸素が逃げて行かぬ様にするのである。此の場合に用ゐる過酸化マンガンは十分乾かすことが必要である。なぜなれば此のも

八三

のは常に濕氣を含んで居るから實驗して居る中に其の水の爲めにフラスコを破損する恐れがあるからです。さて之れを乾かすには蒸發皿に入れ砂皿の上のせて攪拌しながら熱するのである。それで攪拌するには玻璃杆の先きの熔けて滑かになつた攪拌棒と云ふものを使用するとよいのです。是れから酸素はどんな性質を持つて居るかをお話し致します。酸素を入れた約そ二立の容積あるフラスコを取り別に燃焼匙に燐を入れ火を附けたものを入ると化合して烈しき光を放ち目がさらさら致します。燐は又酸素と化合する力が強いから常に水中へ入れて貯へて置くのです。それゆゑに之れを切るにも水中でやるのです。扱それから水の中より出し吸取紙(濾紙にてもよし)にて手に觸れない様に其の水を拭ひ取りそこで燃焼匙に入れるのです。若し水が附いて居るときは其の水が飛び散つて危険であります。又前に申した燃焼匙とは太き針金の一端に匙を附けて其の上部に蓋のあるので之れを集気筒内に入れると自然と集気筒に蓋が出来るようになつて居るのである。

燐は酸素と化合して此の際白色の烟即ち無水磷酸(五酸化燐とも云ふ)を生ずるも

のである。其のフラスコ内に少量の火を入れると其の白色の無水燐酸は水に溶解致します。其の溶けたる水を指尖きにつけて嘗めて見ると酸味があります。これは謂ゆる燐酸と云ふものが出来たからです。酸素と燐との化合する實驗は空氣中にある酸素を使つても簡易に出来ます。今、燐の小片を前の様にして乾かし之を試験管に入れ更に少量の硫化炭素を加ふれば燐は直ぐに硫化炭素に溶解致します。此の溶液を手に觸れない様に注意して紙の上へあけ其れに一面に塗るのである。暫らくすると硫化炭素は發散するから燐のみ紙の上に残り、其の燐が空氣中の酸素と化合して直ぐに燃え出して紙片を燃焼せしむるのである。又燃焼匙に硫黄を入れ之れに火を附け之れを酸素を集めたる集氣筒の中に入れば硫黄は美麗なる青藍色の烟を發して燃えます。即ち此の時は硫黄が酸素と化合して無水亞硫酸(二酸化硫黄とも云ふ)を造つたのであります。此の無水亞硫酸は刺激性を有し水に溶かすと酸い味のするものであります。細き鋼鐵を螺旋狀に捲き、絲でもつて其の一端に木片を附け之れに火をつけて酸素を集めたる集氣筒内に入れば、鐵は火花を放つて燃えます。それから此の時

には磁性酸化鐵なるものが出来たのです。木炭の皮を針金の一端に結び附け之れに火をつけて酸素瓦斯中に入れば、激々云ひながら火花を出して燃えます。それから其の中へ石灰水を入れるれば白く濁ります。是れは木炭が燃焼して炭酸瓦斯を生じ其の炭酸瓦斯が石灰と化合し炭酸石灰が出来たのであります。酸素が他の物と化合するを酸化すると云ひ、其の際出来たものを酸化物と云ふのである。



# 水素

田中伴吉述

## 理 化 講 話

子供の玩具として彼等に歓迎せられ居るかの風船玉てふものは諸君も其の昔の興味を實驗せられて今も尙ほ記憶し居らるゝでありませう。さて子供は何故に斯くばかり此の風船玉を歓迎するのか。又玩具屋が如何なる動機に依つて考案致したのか。聊か疑問として研究するの趣味も價値も十分あらうと存じます。私は此の二つの疑問を化學の上より解釋して、

第一疑問即ち子供は何故に此の風船玉を歓迎しますかと申すに、ソレハ子供が本題に掲げました水素と云ふものを大層好きであるからだと思はれます。是れは甚だ無鐵砲な斷定のように聞かえますが、更に一步を進めて此の風船玉の物質とか構造とかを一々吟味致せば明瞭になることで、所謂風船玉のソトガハはゴムで其の中には水素を充満せしめて拵へたものであります。ソコで此の水素といふものは空氣に比べると餘程軽い物質でありますから、フワリ〜と氣中に浮遊す

## 理 化 講 話

るのであります。此の軽いと云ふ性質が働いて、ソレガ子供を喜ばせるので有りますませう。言葉を替へて申さば、水素の性質の作用が子供に歓迎せられたのでありますから、私は子供は水素が好きであると斷定したのであります。水素は實驗の上で如何にも軽いことは明瞭致しましたが、今學者の調べに基づいて之れを數の上に表示すと更に驚くべきものであります。即ち攝氏の溫度零度の時壓力七百六十ミリメートルに於いて單位水素一リットルの重さは僅かに〇、〇八九九グラムに過ぎませんが、空氣の重さは實に一四、四三グラムほど有ります。新聞紙の傳ふる所に依れば、梅ヶ谷は其の体重四十貫ばかり有るそうですが、今梅ヶ谷の重さを空氣の重さとすれば、水素の重さは、生れて僅か一年位の赤ん坊(体重二貫)の重さに過ぎません。

第二疑問の方は甚だ簡単な答辯で、即ち玩具屋が子供の嗜好に投じて、水素を玩具の上に巧みに應用したのでありませう。言葉を換へて申せば、世の文明に伴うて、化學の利用を斯かる微細の所まであて箱めたのであります。

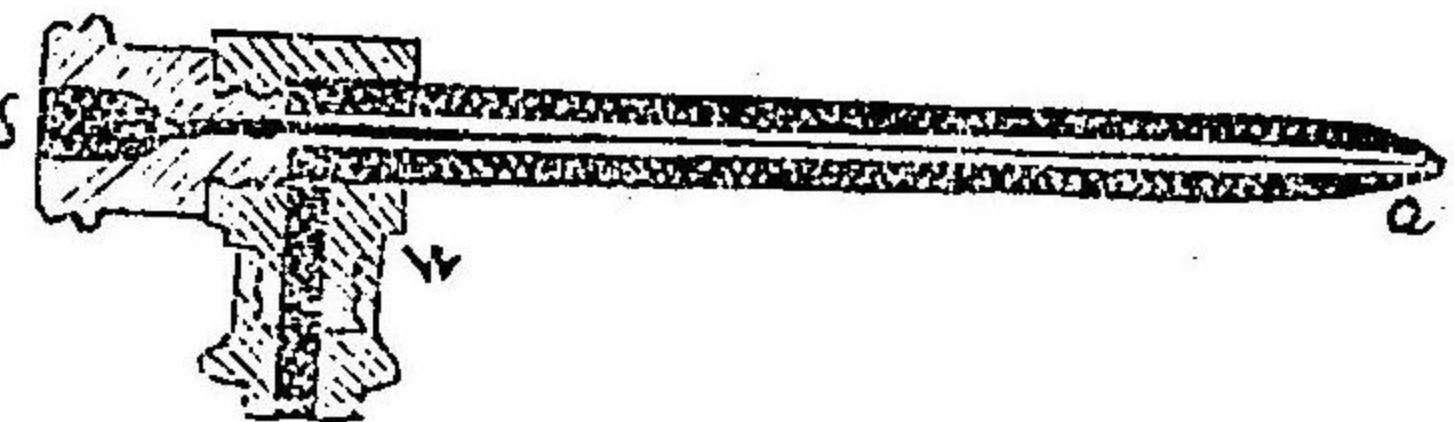
これで諸君は、水素の性質の軽いと云ふことは、正に氷解せられたことと考へます

が水素の性質は只だ軽いといふだけでは十分の解釋になりません。されば水素は、此の外にまだ如何なる性質を有するかと云ふに、曰はく、色も臭も形もない。又酸素と異つて多くは他の金屬と結び付いて居らぬ。又この水素に火を點すれば、直様酸素と結び付いて青藍色の燐を放つて燃え出す。ソコで水素と酸素とが化合する際には、非常の熱を發生して水を拵へ出します。序に此の水素が酸素と結び附いて燃える働きを應用して、帝國ホテルの廣間の電氣燈よりも、歌舞伎座の棧上の電氣燈よりも、ソレハ、くすさまじい光を取ることが出來ます。此の強度の光を發する燈をドラモンド燈と申します。

ドラモンド燈

ドラモンド燈とは、圖に示すような仕掛で、其の全体は鐵を以て拵へ、二重の管が一方に於いて鈍く尖り、その所で内管と外管との口が一緒になり、他方の口の口からは酸素を送り、その口からは水素を送るのであります。今酸素と水素とを送り、その所で點火すれば直ちに化合して、燃え出します。其の時石灰石をその所より少し隔て、燃え出した光を受けると、前申したような非常な光りを現はすのであり

第 三 圖



ます。倍てかよふような強力ちからの光は實際如何なる所に使ふのかと申すに、彼の幻燈や、活動寫眞などに應用されて從來使用して居るランプ燈や電燈に比べて一段映像をハッキリ現出致させます。以上は水素の性質に就いて、其のあらましを説明したもので有りますが、更に之れを括約して個條書きにいたせば、

水素の性質

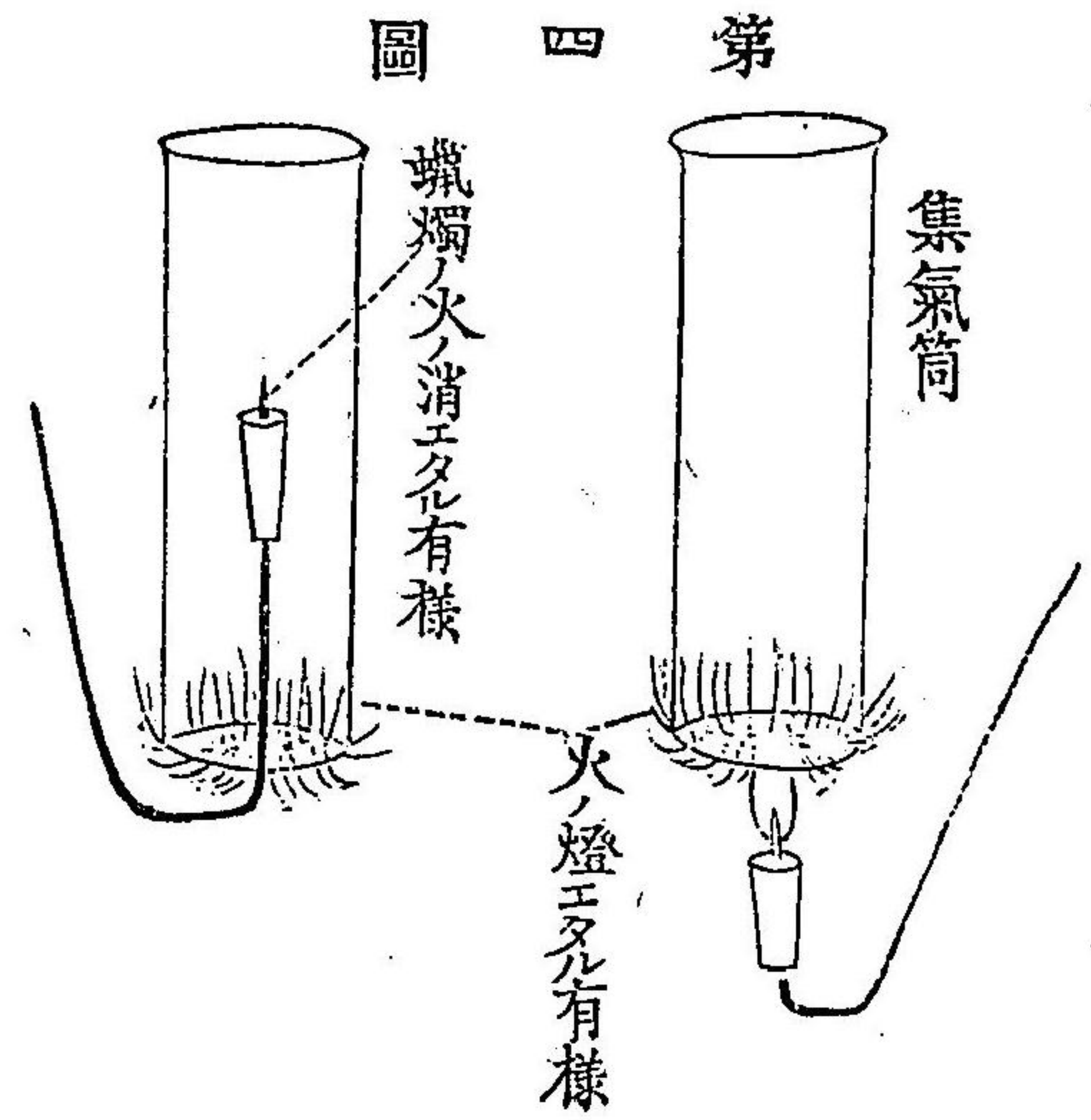
- 一、空氣より遙かに軽い瓦斯体なること。
- 二、無色無臭の瓦斯体なること。
- 三、水素と金屬との化合物は少なきこと。
- 四、酸素と化合する時は燃ゆること。

こゝに一言御注意を申し置きますが、此の水素は單獨の場合では決して燃ゆるものではありませぬ。今圖の如くガラス管に水素を満て燐燭を其の下口の端にやるときは、忽ちガラス管の下口の周圍に火が燃え立ちます。處が其の蠟燭をづつ

と管の上方に押し入れるや否や蠟燭の火は忽ち消え失せませす。ソコデ再び、蠟燭を下口の端に下るせは又々蠟燭に点火致します。之れを度々繰り回すと蠟燭の

九〇

集氣筒



諸君は既に水素とはドンナものであるかと云ふことを了解されたであらうが更に此の水素と云ふものはドンナ所に存在して居るものか、夫の風船玉の水素は何處から捉まへて來たのかと、疑問の點が次第に殖えて參るでありませう。

水素の所在と其の製方

石油のまだ精製せられず自然のまゝで地中から湧き出るものの石腦油なること

は諸君が嘗て地理書に於いて學ばれたこととありますが、此の石腦油の在る場所には一種の瓦斯を發します。越後の國は名高い石腦油の産地ですが此の地中に細い棒などで孔を穿つと中より一種の瓦斯が出で來て之れに火を付けると能く燃ゆるのであります。昔は此の地方の人が細い竹竿などに此の瓦斯を導いてランプの代用に致したさうであります。そこで此の石腦油から出で來る瓦斯には色々のものが交つて居ますが、其の一部分に水素も交つて居るので之れを燃やすとランプの代用になるのであります。斯様に水素が他の瓦斯と化合せず交つて居る場合、即ち物理的に存在せる場合を遊離して居ると申します。サテ水素は斯く地上に遊離して居りますが、學問の力を藉りて之れを拵へると甚だ手輕に出來て其の上貯へ置いて任意に使用することが出来るから、之れより水素の製方を二ツ三ツ申し述べませう。

一、トタン即ち亞鉛を溶かしてボチボチと水中に滴らすときは粒なりの亞鉛が出來ます。此の粒狀亞鉛を圖のごとくフラスコの中に入れ、少々水を加へて後、更に漏斗から硫酸を少し加へて御覽なさい。見る間にはげしい熱



を發して一種の瓦斯を發散致します。其のとき此の瓦斯を集氣筒中に導いて之れに火を點すると青い色の燐が燃え立つ、此の燃える瓦斯こそ即ち水素であります。

試験を行ふ時の注意

此の際不馴れの實驗者などは、水素が開始めると物好きにも直ちに火を附けようとするものが有りますが、それは甚だ危険なことで、忽ちフラスコを破壊するような珍事が出来たします。ソレデ此のフラスコの中の空氣が悉くなくなるのを待つて後に點火しなくてはなりません。

二長さ三尺五六寸直径七八分の鐵管を探り其の中に鐵屑を適宜に入れ其の兩口をキユルクで塞ぎキユルクには、各硝子管を箝め置き、一方はゴム管をつないで(其の先きには亦硝子管をはめ置く)水蒸氣を送り入るゝに供へ、他方も亦ゴム管をつないで(其の先にも硝子管をはめ置く)水素を導き出すに供へる。ソコデ此の鐵管の眞中を爐に横だへ、眞赤になるほど熱して後、一方のゴム管から水蒸氣を通ずれば茲に水素を生じて、他方のゴム管より發散いたします。備て此の水素



をば水槽の中に導いて、集氣筒に集め思ふまゝに使ふのであります。

集氣筒と申すのは、ガラス管の一方を塞いたもので細長い筆立のようなもので八百立方センチメートル、即ち四合ばかりの容積のもので、水素でも酸素でも其の外如何なる瓦斯でも拵へた後、澤山集め置く道具であります。水槽とは、通常トマンの四角な箱であります、水を入れることが出来て實驗の上に差支ないものなれば何でも宜しいのであります。

三装置

1. 長さ六七分口径二三分位のガラス管の一方を鈍く尖らせて塞いだもの。
2. 右のガラス管にナトリウムを充たす。
3. 此のナトリウムを水槽の中に倒まに押し入れ、其の上を集氣筒を以ておはふ。
4. かように準備整はば、徐ろにナトリウムを入れたガラス管を上に向けると、茲に水素を生ずるのである。

水素の生ずる説明