

最新

中學教科書

磁

學

國立北京大學工學院圖書館

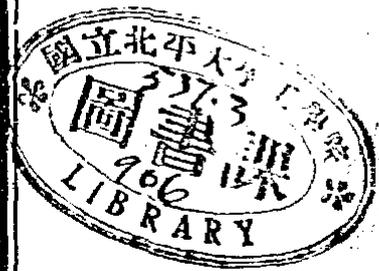
登記號 405580

# 新扇

書 綵 鼓 贊 中

# 磁

# 扇



*Commercial Press New Text Book Series.*

# ELEMENTARY TREATISE ON PHYSICS.

*For the use of Colleges and Schools.*

**Part VIII. Magnetism.**

**COMPILED**

BY

WU KWANG KIEN.

FIRST EDITION.

SHANGHAI:

*Printed and Published by the COMMERCIAL PRESS.*

1905.

物理學第八卷磁學目次

第一章 磁性

第二章 賦磁法

第三章 磁力例

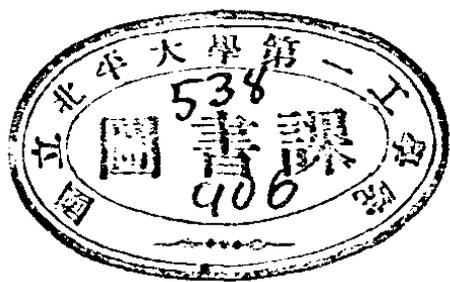
第四章 地磁

第五章 鋼鐵磁性

第六章 磁性物

凡八十九節

附課題







# 第一章 磁性

## 第一節

吸鐵之物曰磁。其吸鐵之力曰磁力。天生之物。磁性最著者曰磁鐵。又曰磁石。又曰天生磁。即鐵三養四。以小亞細亞所產者為最多。

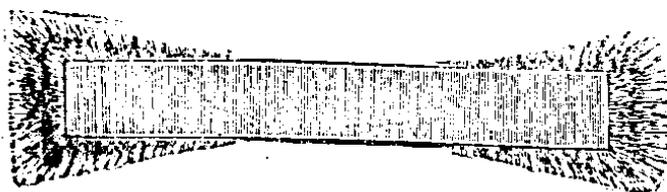
人力所造者曰人造磁。其吸力比天生磁更大。其形式不等。有作馬蹄形者。有作長條者。亦有細小如針者。如羅盤之針是也。後文所論者。均人造磁。

造磁。曰簡言之

第二節 兩極 ○試懸軟鐵線一條。持磁向近之。則鐵線為所吸。而吸力不等。以磁之兩端為最大。離極漸遠則漸小。至於中央則無吸力。

試驗第一圖 ○試置磁於鐵屑中。則兩端有鐵屑黏於其上。離兩端漸遠。則漸少。及至中央。則無所黏。磁之兩端曰兩極。其不吸鐵之處曰中立線。又曰中立面。凡磁。不問其為人造磁。抑為

第一圖



天生磁。均有兩極與中立線。以此試驗而論。磁之兩端。吸鐵之性相同。無以辨別。然試懸而驗之。使磁得以在地平面轉動。如第二圖。則有一端指向南方。試動之。使搖擺。及其停止。則復指南方。是兩端之性不同。故須有名以別之。俗謂指南之端曰南極。指北之端曰北極。格物家則謂磁針之南極曰藍極。北極曰紅極。格物所用之磁。均著以紅藍兩色。以別兩極。其無色以別之者則在北極刻一線南極則無線

第三節 推吸 二 ○試以線懸磁針。紅極為呬。藍極為乙。持一磁針向近之。為紅極甲

為藍極乙 若以甲近呬。則相推而不相吸。若以甲近

乙。則相吸。再倒置驗之。則乙與呬相吸。乙與乙

相推。故得一例曰。同色之極相推。異色之極相

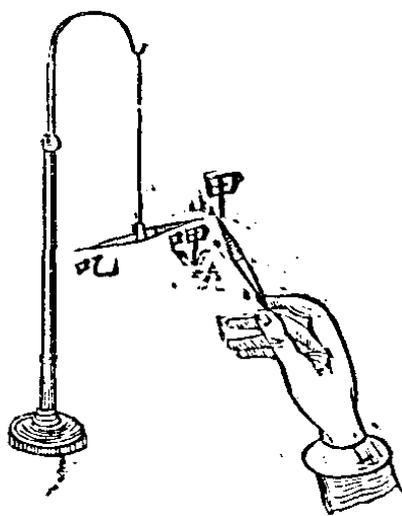
吸。

磁針所以南指之故。可得而解說之。設地球之

北極。有一藍極。地球之南極。有一紅極。則磁針

之藍極。為地球之紅極所吸。必向南。其磁針之紅極。為地球之藍極所吸。則向北。

第 二 圖



證之以考驗。則地球固一最大之天生磁也。此觀圖三不過借以解說而已果如

第四節 斷磁 圖三 ○以上所論磁之兩端推吸之性各自不同。而其中央則無磁

性。若中斷之人必以為每端各仍存其或吸或推之性。而

中斷處則無推吸之力矣。施諸試驗而後知其不然。試以

一磁 圖四 紅極為甲。藍極為乙。

而中斷之。分為兩節。其斷處

為丙。驗得一節之甲。仍為紅

極。其斷處為藍極如乙。其一

節之乙。仍為藍極。斷處為紅

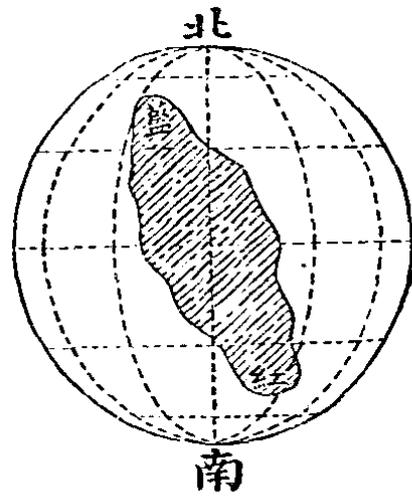
極。如甲。每節復有中立線。如

丙。試再斷其一節而驗之。復然。甲仍為紅極。斷處又變為

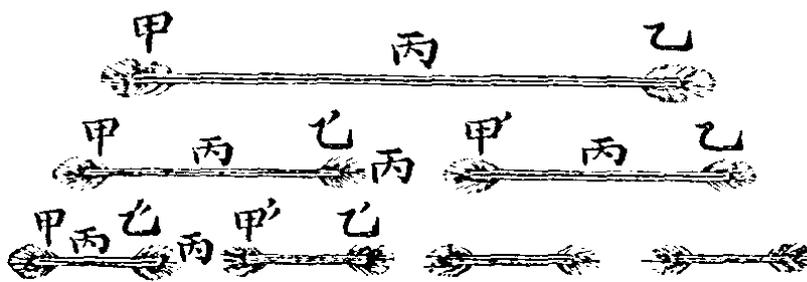
藍極。其中央復為中立線。如甲乙等是也。不獨此也。斷磁

之近中央者如甲乙。其吸力且與近端之斷磁甲乙相等。由此觀之。若斷之再斷。

第三圖



第四圖



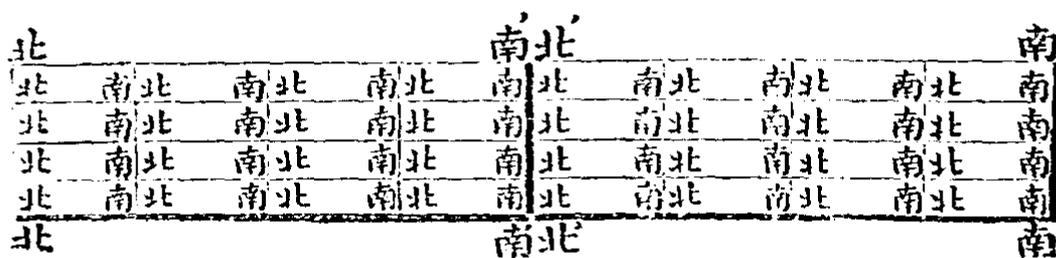
以至分爲微塵。其每微塵仍有兩極。仍有磁性。故曰。每微塵自爲一磁。如圖五。且可見獨極之磁。爲無有之事。然以平常試驗而論。磁長五十倍於徑者。則兩極相去遠。若近此一極。則此極之力顯。而彼極不顯。則可當作獨極。

### 磁性設解

第五節 昔人嘗謂磁性爲一種散質所致。此說爲不可通。近人設解較圓。今先以試驗明之。

試驗第二〇 試銼磁鋼取屑。盛以玻璃管。以磁驗之。則玻璃管與常鐵無異。無兩極之分。若持近一大力之磁。而搖動玻璃管。則此管立變爲磁。又有一法。正持此管。與垂線平行。而撞其一端於磁之藍極上。先墊布以免破碎。則管亦變爲磁。下端爲紅極。上端爲藍極。試復搖動玻璃管。或倒出鋼屑而攪亂之。然後復入於管。則鋼屑之序亂。而失其極性。

圖 五 第



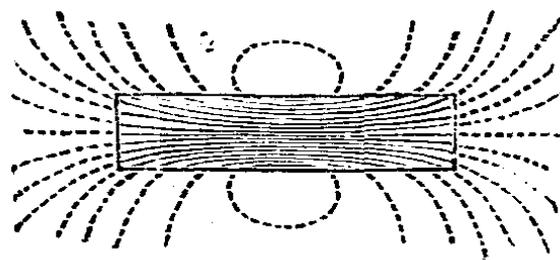
第六節 試驗第三〇以玻璃筒一。兩端蓋以玻璃片。中盛以水。而泡以鐵三養四屑。筒外繞以電線。若搖動此筒。向光視之。則闇濁不甚透光。若過電繞筒。則屑得磁性。而位置有序。向光視之。不復如前之闇濁矣。蓋至是而鐵三養四之屑。略為轉動。使其長軸。與筒軸平行。阻光較少於前也。

總而言之。鋼鐵之未受磁力者。其微塵雜亂。有如第六圖。一受磁力。則微塵按序排列。其向有如第七圖。以鋼鐵條而論。其受磁之處不盡均。故微塵之向不盡直。觀圖中各線。惟在中者為直線。漸近四邊。則漸曲矣。

第六圖



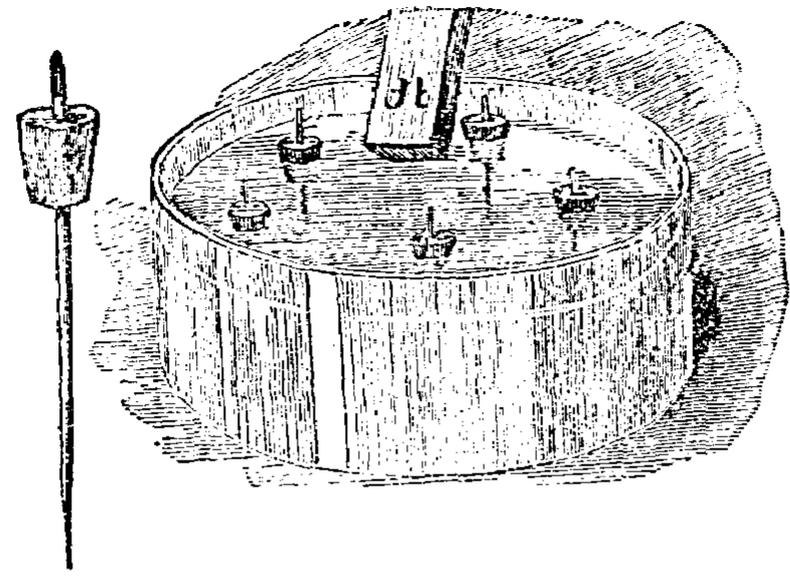
第七圖



### 磁點部署

第七節 試驗第四〇欲顯磁條推吸之理。宜用梅氏浮針法。以粗磁針穿軟木塞。使浮水直立。北極在下。南極在上。如第八圖。設持大磁條之北極以近之。則浮針為所吸。排列甚整。其排列形式。視針數而變。如第九圖。圖中二針。三針。四針者。

第 八 圖

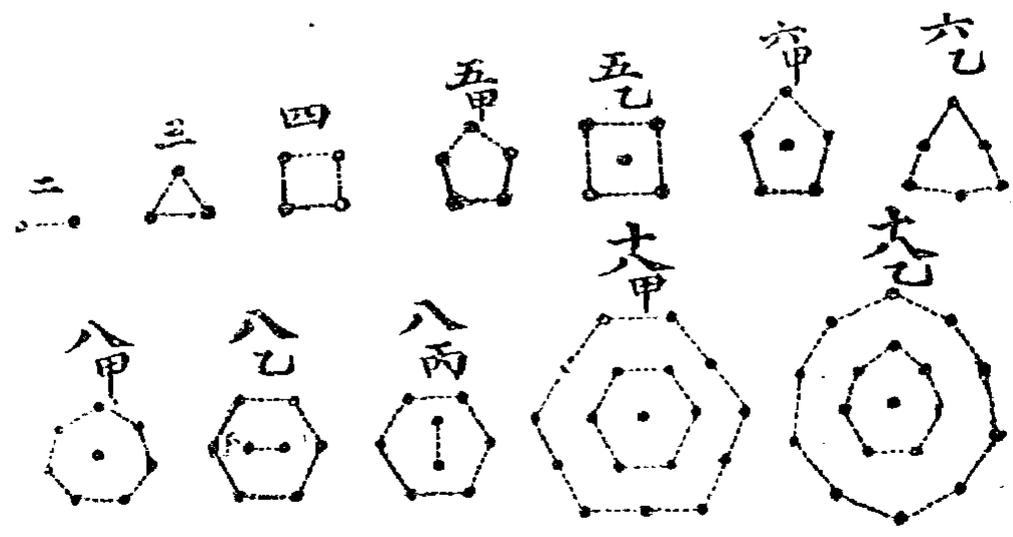


搖動之。則變其式。後變之式。比前較穩。

各一式。五針。六針。十八針者。各一式。八針者三

式。式既不同。而其勢亦有穩與不穩之別。如五針之二式。則甲穩於乙。八針三式。甲穩於乙。乙又穩於丙。凡針數之多者。排列既有定式。若略一

第 九 圖



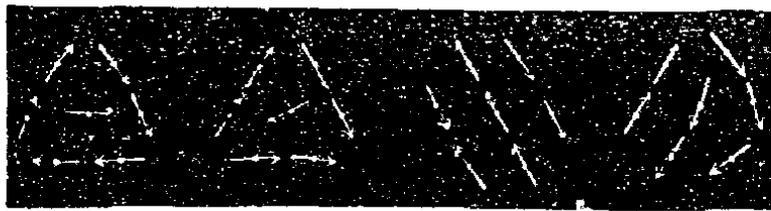
梅氏之法。不獨可以顯推吸。且可解微點部署不同則生變象之故。物之有磁性而形不齊者。亦得以此法求其極之所在。

第八節 伊氏磁性設解○伊氏設解。以有磁性之物。其微點各爲一磁條。各具紅藍磁性。其未受外磁力時。微點自爲部署。極與極。各安於其位。嘗以小磁針七枚。支其中點而試驗之。

七針部署。共得若干式。而穩定之式。祇得其四。如第十圖。又試以多數磁針。俟其形式既定。而以磁力動之。試得磁針部署情狀。可分三層。一。外磁力若小。則各磁針轉一小角。二。若加以一定之外磁力。則各磁針之形式不穩。中有多針。轉一大角。居位大異從前。然各針所居之向。卽力線之向。惟有數針則否。三。此後雖大加磁力。亦不能改其形式。惟能牽針。使其向再略趨合於力線之向而已。以上三層。與曲線法所試得者同。

參觀第七  
十三節

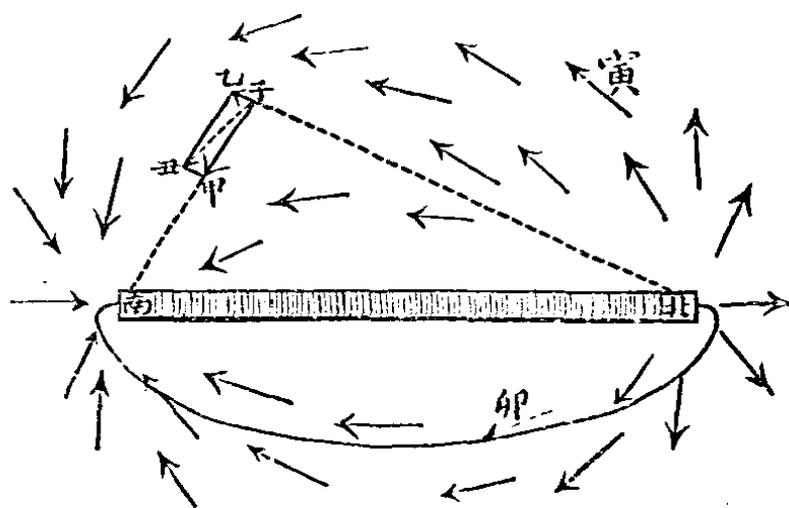
第十圖

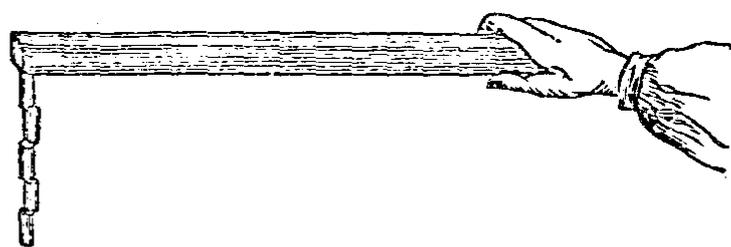


第九節 磁力界○設置磁於一處。凡其磁力所及之地曰磁力界。若置磁極於

界內。則受力而動。若置小磁針於界內。則針受磁  
 力。而所指有一定之方向。並地之磁在內設以南北為  
 磁條。一圖十而置一短小磁針於子。子之一端極紅為  
 北所推。其彼端為南所吸。設以子乙代推力。子甲  
 代吸力。則合力為子丑。其向亦為磁針之向。若置  
 磁針於寅卯各點。則針向如圖。試接連矢向。而畫  
 一線。則得曲線如南卯北。曰磁力線。七參觀第其在  
 磁力界之內。磁力各處不同。近極為最大。漸遠則  
 漸小。是故欲言界內某點之力。須指明其部位。  
 第十節 感磁二圖十○試置鐵條於磁力界內。則  
 鐵立變為磁。是名感磁。若離去磁力界。則立失其所感受之磁性。盛有然時不感磁之  
 多寡。視方向而異。其與力線平行者感多。否則感少。而以與極切者為最大。試以  
 磁條之極。吸鐵釘。釘則黏於其上。此釘之下端。復可吸一釘。以至數釘。及磁力已

圖 一 十 第





微。則不復能吸矣。蓋鐵釘切近磁條之一極。即得感磁。而亦變為磁。以下之各釘亦然。設吸釘磁條之端為紅極。則第一釘之上端為藍極。下端為紅極。餘釘亦然。若將釘取下。則立失磁性。

鐵屑之所以黏於磁極者。亦因感磁之故。其鐵屑直豎如怒髮者。則因各屑同名之極相推之故。

磁力異狀。○設以力大之磁條。持向力小之磁條。使紅極與紅極相對。則小紅極為大紅極所推。若兩極甚近。則小紅極反為所吸。一若與磁力第一例相反也者。今解其所以然之故。蓋小磁近大磁。則感受磁性。今小磁所向近者為大磁之紅極。故小磁所感而得者為反對之磁。感磁既多。則蓋過其所原有之磁。故為大磁所吸。此並非罕見之事。學者於試驗時。須常留意也。

第十一節 試驗第五 三 十 ○試以磁條之北極。吸一鐵鑰。而以另一磁條之南

極。漸加於第一條北極之上。南北兩極漸近。則吸鑰之力漸小。及兩極同在一處。則無力。而鑰墜地。故兩同名同力之極同在一處。則無磁力界。

第十二節 力線圖 ○試蓋紙於磁條之上。而灑以鐵屑。則感磁而變爲磁。屑各異向。屑與屑銜接而成曲線。卽前所謂力線也。長條磁鐵。其力線如第十四圖。馬蹄磁之力線。如第十五圖。

圖 四 十 第

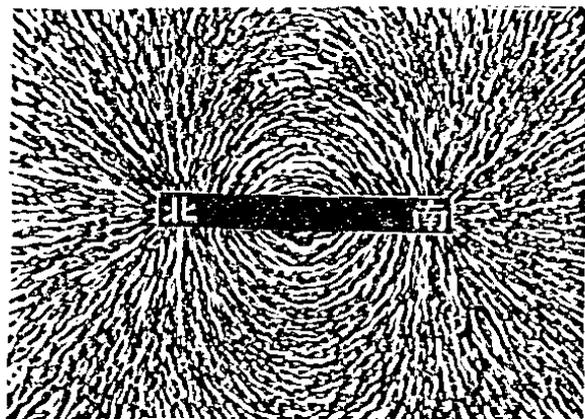


圖 五 十 第

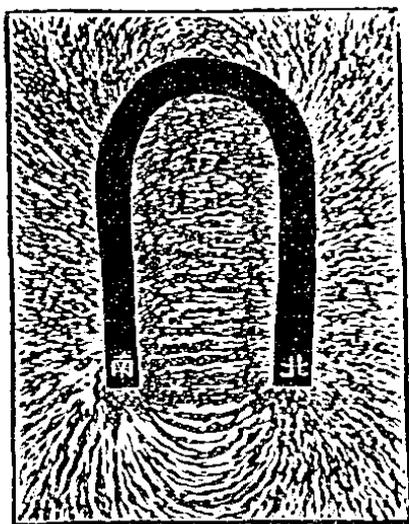
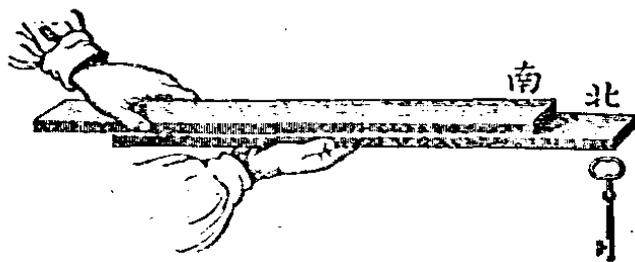


圖 三 十 第

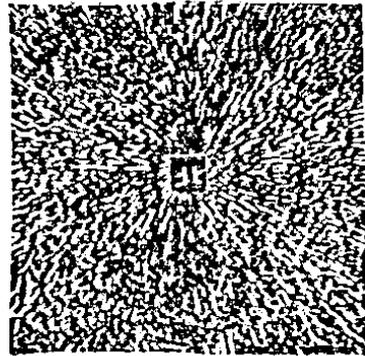


單極之力  
線如第十  
六圖。異名兩極之力線。如第十七圖。同名兩極之力線。如第十八圖。以上各圖。可設法裱之。其法。先加蠟於紙。然後灑鐵屑。以指敵紙。使鐵屑位

置成圖。乃以熱鐵板離紙熨之。蠟乾而鐵屑不移動。若磁條有兩庶極者參閱第十七節其力線如第十九圖。第十三節 凡算力線與算光線略同。光照於物。其光線之多寡。視其所照之面。在磁力界內亦然。某點指部位而言。磁力之大小。亦與經過載該點之正交面力線之數為正比。

平均磁力界。凡在界內。力線平行。而疏密相等之處。曰平均磁力界。如馬蹄磁之間。與離極甚遠之處。皆可作為平均磁力界。螺旋線見電磁學

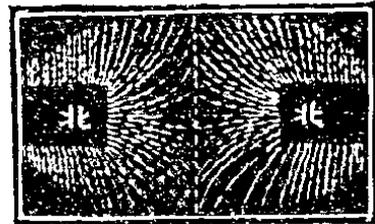
圖六十第



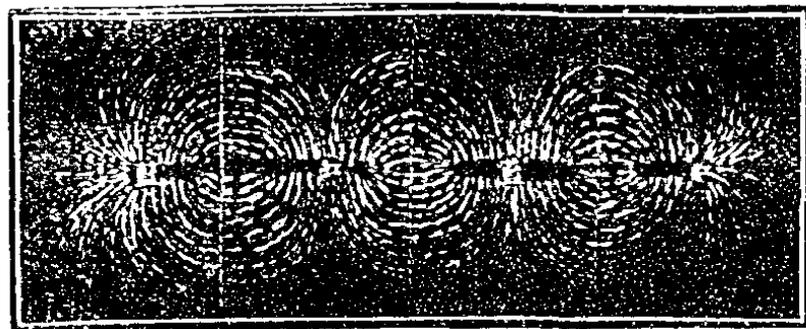
圖七十第



圖八十第



圖九十第



紅極勢所欲行之向。謂之力線向。平常稱謂。皆謂力線出於紅極。而入於藍極。然力線並不起於一極。而止於彼極。實則一線相接。觀第七圖可知矣。若論甚長而窄之磁條。其力線可當作自此極出。自彼極入。其磁條長寬相差不遠者。其力線有自中段而出入。不盡從兩端也。七圖力線在磁條之中央皆平行。餘處則否。

## 第二章 賦磁法

第十四節 凡鐵入於磁力界。則立變為磁。然磁性不能久。離界則立失。若製鋼為磁者。其磁性則常存。其法如下。

一。單磨法。○平置一鋼條。而以大力磁條之一極置鋼條上。磨之。自此端以至彼端。提起。復置於第一端。推行至第二端。如是者數次。不改其向。則鋼條永變為磁。磁條之端。與鋼條第二端異名。惟磁力頗弱。祇合於製小磁條之用。亦有以藍極磨鋼條之一端。而以紅極磨其彼端者。則鋼條亦變為磁。而力仍弱。

第十五節 二。兩磁分磨法。十圖○平放鋼條。斜倚兩磁條於鋼條中點。近磁條相

異極異名須同時推磁條向兩端分行而磨之。及其兩端。則回行。而同歸於中。乃易鋼條之反面。而如法施之。則亦成磁。其兩極之名如圖。

若平置鋼條於南北向。而斜倚兩磁條。以  
北極指北。如第二十圖。第二十一圖。復以  
磁條兩片置於鋼條之下。以爲之墊。其北  
極亦向北。乃分磨如上法。則製成之磁條  
爲最勻。

第十六節 三。兩磁同磨法○此與上法

略同。置異名之兩極於鋼條之中。隔兩極之間須以木牢執兩磁。

使之同行先向左端。復使之同行至右端。又同行歸左端。如是者若干次。而止於中。兩端受磨之數須相等。則鋼條亦變爲磁。馬蹄磁兩極相近。便於此法之用。用以上三法製磁者。磨擦六七次之後。鋼條受磁已足。雖多磨之無益也。然新受

圖 十 二 第

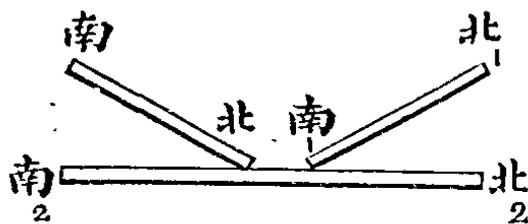
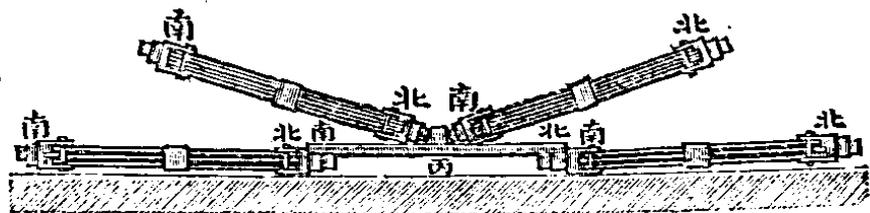


圖 一 十 二 第



磁性之時。其磁力較大。其後則略減。然減定則永存而不失。以軟鐵而論。雖不能永存其所受之磁性。然亦未嘗不留存少許也。

第十七節 以上所論第二第三法。均以異名之極磨鋼條。設以同名之極磨之。則鋼條受磁之後。得有三極。試磨者為兩紅極。則鋼條之兩端為藍極。中央為紅極。其第三極曰庶極。磁條之有兩庶極者。以鐵屑驗之。其力線如第十九圖。

第十八節 四。電磁○製磁之法。最妙莫如用電。若欲賦磁於鋼條者。先以軟鐵

或玻璃作圓筒。而繞銅線於

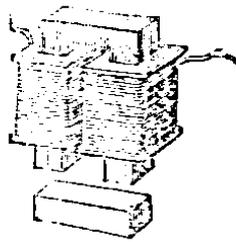
其上。線之兩端接電瓶。乃置

鋼條於筒中。電路一通。電過

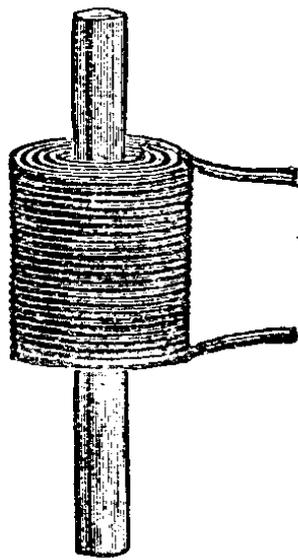
銅線。則筒之內外四圍皆為

磁力界。鋼變為磁。乃斷電路。俄而復接之。如是者數次。則鋼條永變為磁。而磁力極大。有所謂電磁者。則以銅線繞軟鐵如第二十二圖。第二十三圖。若有電過銅線。則軟鐵立變為磁。若無電過。則又立失其磁性。

圖二十二第



圖三十二第



第十九節 五。借地磁法○若無磁條。又無電瓶。而欲製

鋼爲磁者。則有借地磁之法。試執鋼條。置磁經圈之內。過即

地球之經線

以向北之端在下。而以木槌擊之。則鋼條之得

磁性。可以小磁針驗之。故凡在赤道以北之地。直鋼柱之

下端變爲紅極。上端爲藍極。其在赤道以南者則反是。

鋼線之置在磁經圈內者。若受扭轉之力。亦得有磁性。如

第二十四圖。

第二十節 磁堆○疊數磁以成一磁。曰

磁堆。形如第二十五圖。第二十六圖。設一

堆之內。共有叫塊磁條。成堆之後。則磁力

不及叫倍單磁之力。而過於以叫塊打成

一片之磁力。凡製磁堆。宜使各塊相離而

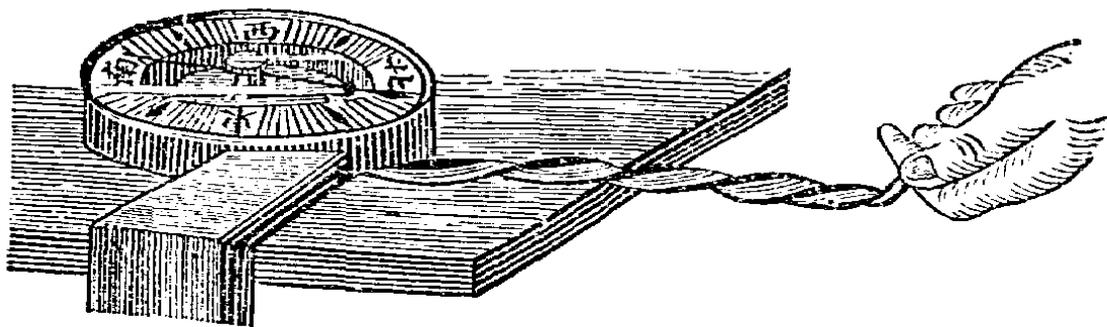
不相切。其在外之數塊宜略短。居中者宜

圖六十二第

圖五十二第



圖 四 十 二 第



略長。如第二十六圖。

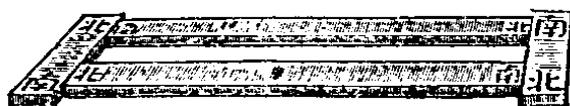
凡疊單塊磁條成堆者。拆散而驗之。則單塊磁力。不及其未為堆之時。嘗驗得六塊相等之磁條。疊而為堆。其未成堆時。每條能吸重十八基勞格朗。及既成堆。祇共吸重六十四。而非一百零八。復拆而驗之。則每條祇能吸重九基勞格朗。竟失其吸重力之半。若以六條打成一片而驗之。則吸重且不及六十四基勞格朗矣。

第二十一節 磁門 ○鋼條之既受磁者。若無以護之。則漸失其磁。護磁之物曰磁門。以軟鐵為之。如第二十七圖之庚辛是。磁門凡兩塊。各置於磁條之一端。與極相切。因感磁之故。庚辛各變為磁。其庚辛之極。與磁條之極異名。故能制磁。不使散失。其質則鐵。不制位使亂若磁條相離者。所用之磁門如第二十八圖。

第二十七圖



第二十八圖



第二十二節 懸重力十圖九二 ○磁條所能懸最大之重。謂之懸重力。試之之法。以

馬蹄磁一枚。置磁門於兩極。懸桶於下。漸入以沙或法碼。至桶墜為度。所得之重。即懸重力。其算式如下。

此為經驗算式非按理論推算而得者

$$W = \frac{M^2}{L} \times \frac{M^2}{L}$$

踵者。磁條之重。叩者。隨鋼質與賦磁法而

變。重者即所懸之重。按式推算。設有甲乙

同質同法所製之磁條兩枚。甲重一千安士。乙重八安士。則得其所懸之重相比之數如下。

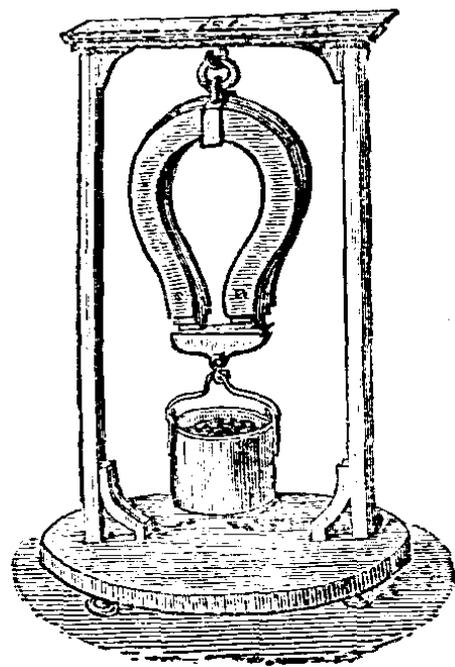
$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{M_1^2 \times M_1^2}{M_2^2 \times M_2^2} = \frac{1000^2}{8^2} = \frac{10^2}{2^2} = \frac{100}{4} = 25$$

可見甲磁重於乙磁。雖一百二十五倍。而其懸重之力。不過大二十五倍。

第二十三節 懸重之力。視磁條之形與其磁積而變。磁積與懸重之力以同重

之磁而論。馬蹄磁懸重力三四倍於直條磁。磁條之磁力相等者。則長條之懸重

第二十九圖



力。大於短條。其圓端者。又大於方端者。磁之懸重。有不可解之理。設置磁門而懸重。若所懸之重。已至極度。一加重則墜。若於懸重至極度之時。先不加重。置之一旁。明日再加重。則不復墜。又置之不動。明日復加重。則仍不墜。如是者若干次。驗得其所懸之重。遠過於第一次所謂極度之重。若將重取下。而復懸之。則此末次所能懸之重。與初時無大異。電磁之大力者。可得每方寸二百三十磅。鋼磁之懸重力較小。不過每方寸四十磅。馬鐵磁重一磅者。可懸重二十五磅。

第二十四節 受磁之變 ○鐵條受磁後。伸長七十二萬分之一。鎳條受磁之後。則縮短。若鐵條受極大之磁力。則亦縮。若賦磁於鐵時。鐵爲重物所牽。則受磁之後。縮短更甚。足見賦磁爲改變微塵部位之證。又無論賦磁或奪磁之時。聞條內有響可辨。發爲金聲。此亦改變微塵部位之一證。又試以鐵條一枚。先賦以磁。隨即奪之。賦奪相繼。爲之甚速。則生熱。一若微塵之轉動。有內阻力也者。試以已經扭轉之鐵線。其受磁時。勢欲反扭。參觀第七十八節

第二十五節 奪磁法 ○磁條之常受撞擊者。則失其磁。磁條之燒至發紅白光

者。全失其磁。總而言之。受熱則減磁性。受冷則加。燒紅之生鐵無磁性。雖以磁引之。不爲所吸也。淨鐵至熱度八百七十度。鎳之在三百二十度。與鈷之在一千一百二十度者皆然。錳之在負二十度者則有磁性。故格物家謂凡金類皆有磁性。惟須冷之至其度耳。

### 第三章 磁力例

第二十六節 磁極○以上論磁極。祇言其大概。而未定其位。試取磁條一枚。持一紅極近之。自中立點起。至磁條之紅極爲止。其相推之力。逐漸加大。又試置一紅極於離磁條若干遠之處。則磁條紅半段之各點。與其外之紅極互推。其力不等。若從在外之紅極。至磁條紅半段之各點。畫無數直線。而截線之長。以代互推之力。則依力學法。可得此無數分力之合力。此合力線與磁條軸線相交之點曰紅極。求藍極之法亦如之。然以此法求兩極。亦無定位。故須設爲在外之紅極。離磁條之遠爲無限。則互推之力。其向皆平行。此與求重心略同此無限若干平行力之心。則謂之磁極。

以平常磁條而論。磁極之位。約在離端十二分條長之一。若磁條之長比其徑。在三百倍以上者。其兩極即可作為在條之兩端。其過兩極之直線。即磁軸。

第二十七節 磁力例兩條。

一。同名之極相推。異名之極相吸。

二。其推吸之力。與其極之磁積相乘為正比。與其所離之遠自乘反比。

兩點以論

離極遠相

第二例專指磁點與磁點言。若磁極頗長。或有面積者。則不確。

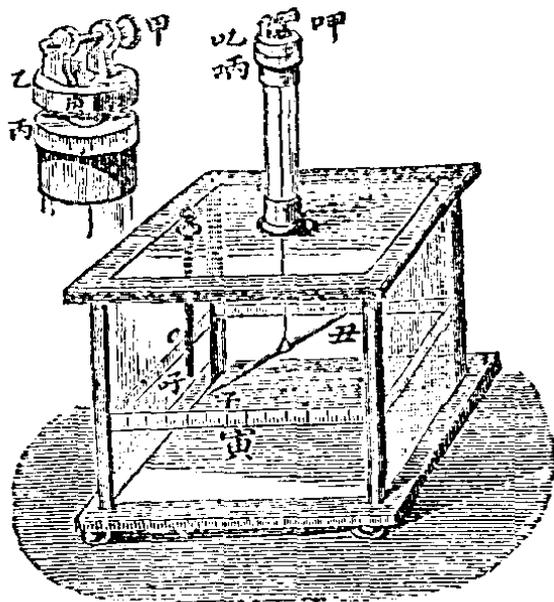
驗極力例有數法。分列於下。

第二十八節 扭力表 圖三 ○此器以細線

扭轉之力。量推吸之力。其製如圖。外為玻璃罩。面上有玻璃管。管頂有螺絲頭。另有分圖。

乙丙同為圓餅。丙不能動。其周分三百六十度。乙則能動。其外周刻有一線。庚乙

圖 十 三 第



若轉動。則有丙以紀其角度。乙上有兩柱。橫穿兩柱。則有螺絲甲。以銀線一條。繞甲而懸一磁針。如子丑。分國之甲乙丙即玻璃罩之四面有度數尺如寅。以紀磁針所轉之度。

驗磁力例之法。先將乙餅之庚點。正對於丙餅之無度。繼將銀線與罩邊度數尺之起點度即無同置地磁經圈之內。隨將磁針取出。易以相同之銅針。繼將螺絲頭轉移。使銅針指無度。取出銅針。易以磁針。則此時磁針適在地磁經圈。而銀線無扭力。

先求地磁力。○轉動乙餅。以略加扭力於銀線。俄而磁針不動。驗得乙轉三十五度。磁針轉一度。即謂地磁力等於扭轉銀線三十五度之力。反言之。則謂磁針每轉一度。等於銀線扭轉三十五度。

求磁條之力。○既得地磁力。乃以一磁條。豎近磁針。使同名之極相推。設磁針被推轉二十四度。今算各力所轉度數。  
一。銀線扭轉之力合  $24$  度。

二。地磁力扭轉合  $24 \times 35$  度。

三。同名兩極相推之力。

因針不動。故得相推之力 =  $24 + 24 \times 35 = 864$  度。試迴轉乙餅。使磁條

轉十二度。求得乙餅凡轉八周。此次各力所轉度數如下。

一。銀線扭轉磁針之力。合  $12$  度。

二。銀線扭轉八周之力。合  $8 \times 360$  度。

三。地磁力。合  $12 \times 35$  度。

四。同名兩極相推之力。

故得相推之力。合  $12 + 8 \times 360 + 12 \times 35 = 3312$  度。合前後兩次觀之。

第一次。兩極相離二十四度。相推之力合  $864$  度。第二次。兩極相離十二度。相

推之力合  $3312$  度。兩力相比。約如一之與四比。足證磁力例第二條。

然以上推算。以角度量兩極相距之遠。代即以弧又以角度量地磁力。之應以角度又

推算時。祇計兩同名極相推之力。而未算異名極相吸之力。有此三差。足見惟磁

點與磁點相推吸。然後盡合於第二例。施諸磁針。則不能盡合矣。

第二十九節 擺動法 圖一三〇 磁針受地磁力而擺與鐘擺之受地心吸力而擺

動。其理正同。 參觀力學第六十四節 其以擺動法驗磁力

例者。分兩起。如下。

一。磁針獨受地磁力之擺動。試得每分鐘擺十五次。

二。直豎二尺長之磁條。北極向下。與磁針之藍極相近。

磁條須置地經圈內 試得相距四寸。磁針每分鐘擺四十一次。

相距八寸。每分鐘擺二十四次。

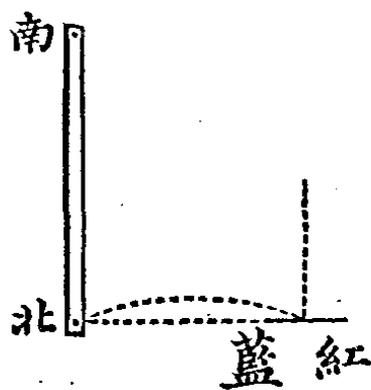
按擺動理。凡物於若干時內。 或一分一秒 擺動之次數自乘。與其所受之力為正比。

設以地代地平磁力。以甲<sup>1</sup> 甲<sup>2</sup> 代第一第二次磁條之力。

$$\text{則得} \quad \frac{15^2}{41^2} = \frac{15^2}{41^2}$$

$$\frac{15^2}{24^2} = \frac{15^2}{24^2}$$

第三十三圖



從上兩式得  $\mu_1 \mu_2 \mu_3 = \mu_1 \mu_2 \mu_3$

其磁條南極與磁針藍極相推之力未算在內。故所得之數亦未盡確。例驗磁有力

第三法 第七節

第三十節 擺動法之用甚廣。茲將其用法分列於下。

求磁條上各點之力。十圖三○磁條推吸之力隨各點之部位而變。以近端處為最

大。中點則無力。得以圖顯之。其法直立磁條。北上而

南下。另以一小磁針。當其祇受地磁力時。使之擺動。

而紀其數。動設三每分乃置磁針於磁條之旁。復使擺

動。設其擺動之數為每分十四次。乃移磁針使稍下。復使擺動。設為每分十二次。

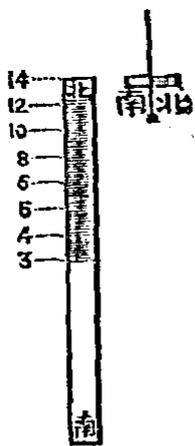
復移稍下而得十次。如是者若干次。凡所移下之遠近相等。以至中點為止。此時

磁針只擺三次。只有地磁條之力

則得在第一點時。磁力與  $14^2 - 3^2$  即 187 為正比。

在第二點時。磁力與  $12^2 - 3^2$  即 135 為正比。

第三十二圖



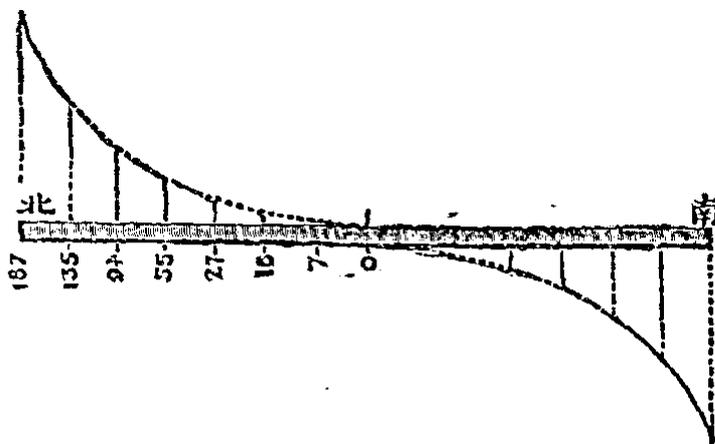
在第三點時。磁力與  $10^2 - 3^2$  卽 91 爲正比。  
 在第四點時。磁力與  $8^2 - 3^2$  卽 55 爲正比。  
 餘可類推。

設以北南代磁條。於第一。二。三。四。等點之上。作直線。而以 187 135 91 55 等數代其長。連直線之末。則得一曲線。如第三十三圖。觀此曲線。則磁條上各點之力。其大小不同之處。一望瞭然。且知磁條之極。所卽過合處力並不在其兩端矣。

第三十一節 擺動法亦可用以比較地面各處磁力。其法。先在甲處。使磁針擺動。設爲每分鐘擺卍次。隨移針於乙處。試得每分鐘擺吃次。則該兩處磁力相比。卽如卍<sup>2</sup>與吃<sup>2</sup>相比。

第三十二節 設問 ○設以線平懸一小磁針。在其下相離甚遠之處。平置一磁

第三十三圖



條。初時。磁條紅極向南。驗得磁針每分鐘擺十四次。其後移動磁條。使其紅極向北。驗得磁針每分鐘擺八次。設去磁條。而使磁針所受者。惟有地磁。問每分鐘擺若干次。

設以地代地磁平力。甲代磁條力。振為所求之擺動次數。定為定數。

則得  $\frac{H}{M} = \frac{H'}{M'} \times \frac{M'^2}{M^2}$

惟紅極向南時。界力  $= (H + M)$  故  $(H + M) = \frac{H}{M} \times 14^2$

其紅極向北時。界力  $= (H - M)$  故  $(H - M) = \frac{H}{M} \times 8^2$

從上兩式。求得  $H = 130$  定

故  $\frac{H}{M} \times M^2 = 130 \times$  定得  $M = \sqrt{130} = 11.4$

### 量磁力

第三十三節 磁積么匿○磁極推吸之力。有大有小。故須以法量之。設有兩極相推。或相吸一極之磁積為茲<sup>1</sup>。一極之積為茲<sup>2</sup>。相距之遠為巨。按磁力例。則得

式如下。磁積么匿○磁極推吸之力。通例相類。故以磁力積二字代極力。

$$力 = 定 \times \frac{茲_1 \times 茲_2}{巨^2}$$

設以巨爲一生脫。力爲一代晤。而兩極磁積適相等。而稱之爲一。則得

$$1 \text{ (代晤)} = 定 \times \frac{1 \times 1}{1} = 定$$

$$\text{故算式可作 } 力 = \frac{茲_1 \times 茲_2}{巨^2}$$

因得磁積么匿之界說曰。若有兩同名相等之磁極。相距一生脫。而相推之力爲一代晤者。則每極之磁積。卽爲磁積么匿。參觀力學第十四節凡量磁積。均以此起算。謂之一么匿。若有他極。其磁積二三四倍於此者。則稱其磁積爲二三四么匿。若有一極。其磁積爲茲<sub>1</sub>么匿。與磁積么匿相距一生脫。則此兩極相推之力爲茲<sub>1</sub>代晤。餘可類推。

磁矩○設有一磁條。其兩極磁積相等。各爲茲么匿。其兩極相距之數爲乙。則  $茲 \times 乙$  謂之磁矩。蓋茲與乙。均不易得。故獨算其相乘之數。

第三十四節 力線○設有長磁針一條。其遠極離近極為甚遠。以至於遠極之磁性無效。可顯於近極附近之地。則近極可當作一獨極。設此近極之磁積為茲。則從此極而由之力線。佈滿四周。疎密均勻。成一磁力界。其離極處生脫之處。界

力等於

$\frac{4\pi}{3}$

惟前章所論。以一方生脫。正垂面所載力線之數為磁界力。從

此可得自極射出力線之數。其法如下。

設以庚代此數。

設磁極居於渾圓之心。其圓徑為車。磁積為茲。

則得渾圓皮積

$$= 4 \times \pi \times \text{車}^2$$

按計方生脫

惟自極射出力線總數 = 庚。

故得每方生脫所容力線之數

$$= \frac{\text{庚}}{4 \times \pi \times \text{車}^2}$$

惟此數即磁界力。

故得

$$\frac{\text{庚}}{4 \times \pi \times \text{車}^2} = \text{茲}$$

是  $F = 4 \pi \frac{m^2}{r^2} = 12.6 \frac{m^2}{r^2}$

若所論之極。其磁積為一。則射出之力線之數。  $= 12.6 ( = 4 \pi )$

設謂磁界之內。某處之界力為午。即謂置一么匿磁積於該處。其被推吸或推之  
力。等於午代晤。亦可謂該處橫面一方生脫。載力線午條。

第三十五節 第一法。求短磁條之磁界力。<sup>十四三</sup> ○設以南北為一短磁條。中字

代其中點。<sup>2乙</sup>為條長。茲為每極之磁積。辰為磁力界內之一點。

辰中兩點相距之遠為巨。設在辰點置一紅極。其磁積為茲。設

辰點在磁條之軸線上。如第三十四圖。

則得北極與紅極相推之力  $= \frac{m \times m'}{(a-b)^2}$

南極與紅極相吸之力  $= \frac{m \times m'}{(a+b)^2}$

故合力  $= \frac{m \times m'}{(a-b)^2} - \frac{m \times m'}{(a+b)^2}$

第三十四圖



$$\frac{4 \times \mathcal{H} \times \mathcal{L}}{(\mathcal{H}^2 - \mathcal{L}^2)^2} \times \mathcal{L}' \times \mathcal{L}'$$

以矢字代

$$2\mathcal{L} \times \mathcal{L}'$$

矩即磁

則得合力

$$\frac{2 \times \mathcal{L}' \times \mathcal{L} \times \mathcal{H}}{(\mathcal{H}^2 - \mathcal{L}^2)^2}$$

其合力之向。則自北趨辰。

因磁條甚短。乙比巨為甚小之數。故乙可棄置不論。

則得合力

$$= \frac{2 \times \mathcal{L}' \times \mathcal{L}}{\mathcal{H}^3}$$

若在辰之極。其磁積等於一。即茲 = 1 則所得之合力

$$= \frac{2 \times \mathcal{L}'}{\mathcal{H}}$$

故曰在辰之磁界力。

$$= \frac{2 \times \mathcal{L}'}{\mathcal{H}^3}$$

若磁條之長。不能棄置不論者。則得在辰之磁界力。

$$= \frac{2 \times \mathcal{L}' \times \mathcal{H}}{(\mathcal{H}^2 - \mathcal{L}^2)^2}$$

此為第一法。又曰直放法。

第三十六節 第二法。設辰點在磁條中點之正交線上。如第三十五圖。

則得北極與紅極相推之力。  

$$= \frac{\text{磁} \times \text{磁}'}{(\text{北辰})^2} = \frac{\text{磁} \times \text{磁}'}{\text{甲}^2 + \text{乙}^2}$$
  
 其向為北辰。

南極與紅極相吸之力。  

$$= \frac{\text{磁} \times \text{磁}'}{\text{甲}^2 + \text{乙}^2}$$
  
 其向為辰南。

故得合力。  

$$= \frac{2 \times \text{磁} \times \text{磁}'}{\text{甲}^2 + \text{乙}^2} \times \text{餘弦角}$$
  
 其向為辰寅。

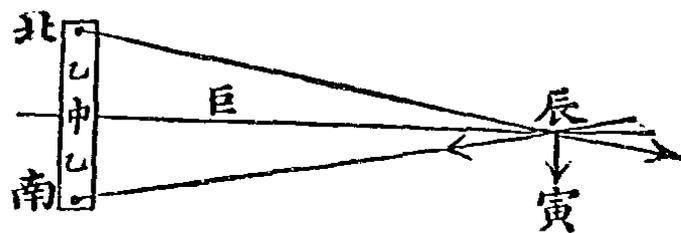
故合力。  

$$= \frac{2 \times \text{磁} \times \text{磁}'}{\text{甲}^2 + \text{乙}^2} \times \frac{\text{乙}}{\sqrt{\text{甲}^2 + \text{乙}^2}} = \frac{\text{磁} \times \text{磁}'}{(\text{甲}^2 + \text{乙}^2)^{\frac{3}{2}}}$$

設磁條為甚短。則乙可棄置。因得在辰之合力。  

$$= \frac{\text{磁} \times \text{磁}'}{\text{甲}^3}$$
  
 其向與磁條之軸平行。

第三十五圖



其向與磁

若在辰之極。其磁積為一。即  $\frac{1}{1}$  則所得合力。  $\frac{1}{1}$  是即界力。

故在辰之磁界力。 =  $\frac{1}{1}$

此為第二法。又曰橫放法。

故在一短磁之磁力界而論。其磁界力。與其離磁條中點之遠近三乘為反比。若其相離之遠近相同者。其在軸線者之界力。倍於在正交線者。

第三十七節 第三法。又曰單極法。十圖六三○其法。在辰點置小磁極。設為北南為

磁條。其向正垂。辰北同在一地平面。辰與

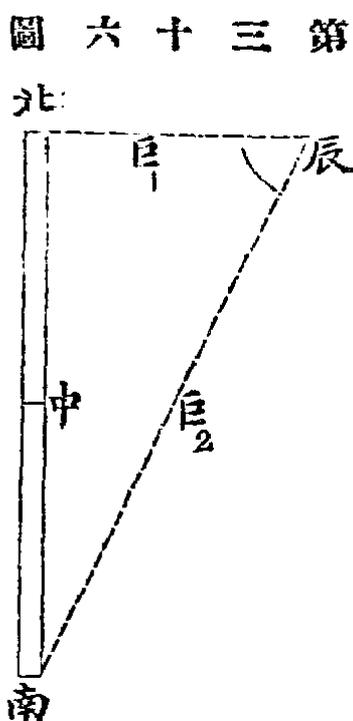
北相離之遠為巨<sup>1</sup>。辰與南相離之遠為

巨<sup>2</sup>。磁條之長為長。中即磁條之中點。茲

為磁條一極之磁積。茲為在辰小磁極之

磁積。

試算在地平面推吸之力。則得



辰北相推之力。 ||  $\frac{\text{磁} \times \text{磁}}{H_1^2}$

辰南相吸之力。 ||  $\frac{\text{磁} \times \text{磁}}{H_2^2}$  × 餘弦北辰南角。

||  $\frac{\text{磁} \times \text{磁}}{H_2^2}$  ×  $\frac{H_1}{H_2}$

故合力。 ||  $\frac{\text{磁} \times \text{磁}}{H_1^2} - \frac{\text{磁} \times \text{磁}}{H_2^2}$

若在辰之磁積等於一。則得界力 ||  $\frac{\text{磁} \times \text{磁}}{H_1^2} - \frac{\text{磁} \times \text{磁}}{H_2^2}$

以人字代界力。以矢字代  $\frac{\text{磁} \times \text{磁}}{H_1^2}$

則得 人 ||  $\frac{\text{磁} \times \text{磁}}{H_2^2} \left\{ \frac{1}{H_1^2} - \frac{H_1}{H_2} \right\} = \text{矢數} \left\{ \frac{1}{H_1^2} - \frac{H_1}{H_2} \right\}$

此法。磁條受地磁力。須另設法以抵之。故罕用以求界力及比較磁矩。惟求磁濃率。則宜用之。八下第七十第六節

第三十八節 磁矩之比較

七十一 ○設以矢矢<sup>1</sup>為兩磁之磁矩。地為地平面之地磁界力。人為磁條界力。以子丑為磁針。其長為乙。磁積為茲。設直置第一磁條。使其軸過磁針之中點<sup>參</sup>。此磁針同在兩磁力界內。同時並受兩力。

其受於地者。 || 茲 × 茲

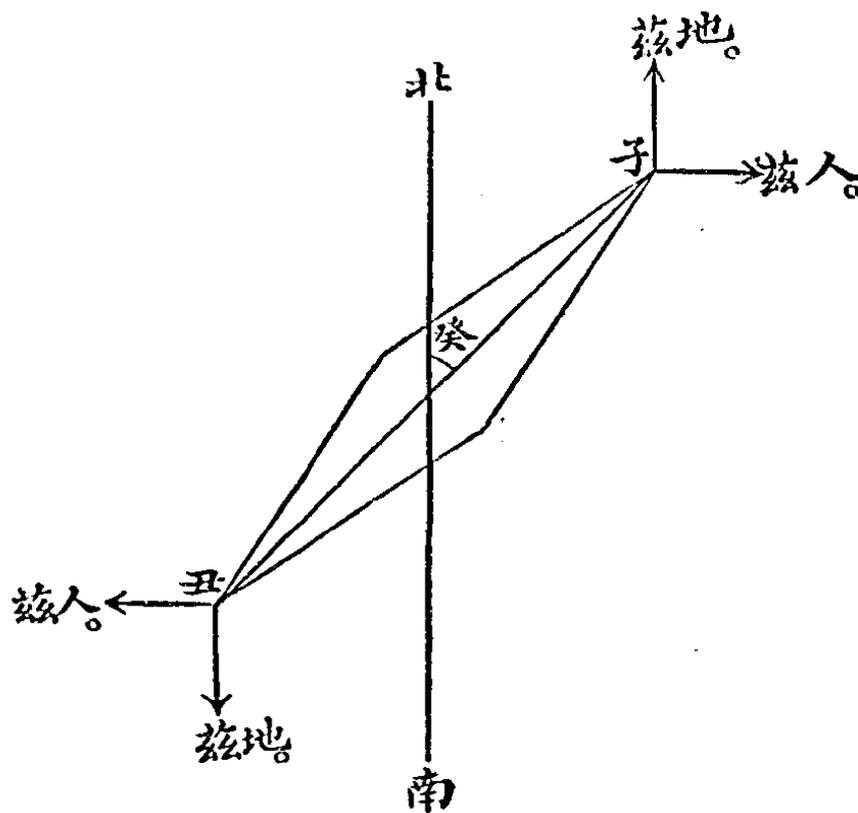
其受於磁條者。 || 乙 × 乙

又磁針所受之力為對力。<sup>參</sup>

三十一節 其勢使磁針旋轉一角。以癸代此角。

磁針受地對力。其轉角力 || 茲 × 茲 × 乙 × 正弦癸

第三十七圖



其所受磁條對力之轉角力。  $\gamma \times \delta \times \epsilon \times \zeta$   
 然磁針不動。故轉角力必相等。

故  $\text{地} \times \text{茲} \times \text{乙} \times \text{正弦癸} = \text{人} \times \text{茲} \times \text{乙} \times \text{餘弦癸}$

故  $\text{人} = \text{地} \times \text{正切癸}$

惟  $\text{人} = \frac{2 \times \text{矢}}{\text{巨}^3}$

故  $\frac{2 \times \text{矢}}{\text{巨}^3} = \text{地} \times \text{正切癸}$

故  $\frac{\text{矢}}{\text{地}} = \frac{1}{2} \text{巨}^3 \times \text{正切癸}$

設將第二磁。如式置近磁針。使磁針所轉之角不變。而以相距之遠為  $\text{巨}_1$ 。

則得  $\frac{\text{矢}_1}{\text{地}} = \frac{1}{2} \text{巨}_1^3 \times \text{正切癸}$

故得  $\frac{\text{矢}_1}{\text{矢}} = \frac{\text{巨}_1^3}{\text{巨}^3}$

以上用直放法。設橫置磁條於磁針之旁。十五圖第三 如上節之第二法。

則得  $\frac{M}{H} = \frac{M'}{H'}$  正切矣

其矢矢<sup>1</sup> 相比之數與用第一法所得者同。

第三十九節 比較磁矩。尚有兩法。一則同時置兩磁條於磁針之兩旁。如第一

法。以磁針不轉為度。則得  $\frac{M}{H} = \frac{M'}{H'}$  巨與巨<sup>1</sup> 即兩磁條離磁針之距。

又有一法。則用扭力表。先懸一磁條。使線無扭角。隨轉螺絲頭。使磁針轉一角度。

設螺絲頭轉呬度。磁針轉子度。則扭力與  $(\frac{M}{H} - \frac{M'}{H'})$  為正比。地磁轉角力

與  $\frac{M}{H} \times \frac{M'}{H'}$  取出第一磁條。易以第二磁條。隨轉螺絲頭。使磁針所轉

之角。與第一次同。設螺絲頭所轉者為呬<sup>1</sup> 度。則扭力與  $(\frac{M}{H} - \frac{M'}{H'})$  為正比。

而地磁轉角力  $\frac{M}{H} \times \frac{M'}{H'}$  故得  $\frac{M}{H} = \frac{M'}{H'}$   $(\frac{M}{H} - \frac{M'}{H'})$

以上皆比較磁矩之法。其求磁矩本數之法。見下第六十一節。

第四十節 磁力表圖三十九 磁力表用以比較磁矩。其製如圖。以尺一條。中置磁針。圍以圓表。刻有角度。與圖同 設用第一法以比較磁矩。則置尺於東西向。如第三十八圖。則得

$$M = \frac{1}{2} H_0 \times \text{正切} \alpha$$

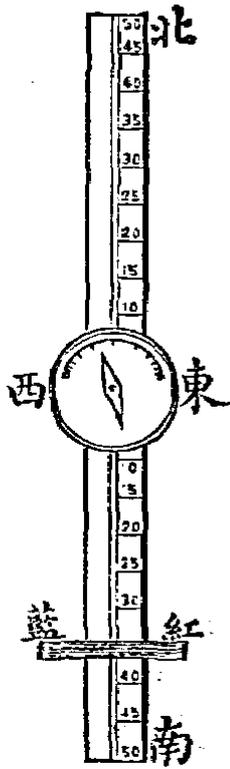
設用第二法。則置尺於南北向。如第三十九圖。則得

$$M = H_0 \times \text{正切} \alpha$$

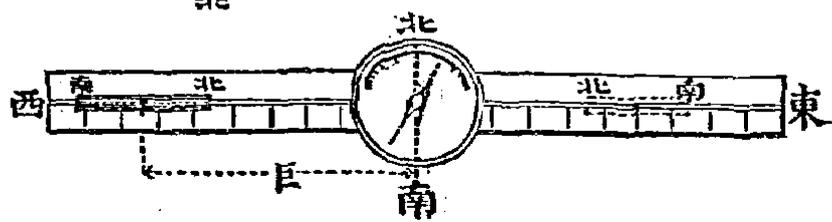
巨即磁條中點離磁針中點遠近之數。以尺量之。癸即磁針所轉角度。以圓表量之。

第四十一節 長針磁力表圖四〇 以短磁針一條。而黏一極輕極長之針於其上。為以之 長針所指之處。刻有度數。惟不刻角度之數。而刻角度正切之數。以便演算。

第三十九圖

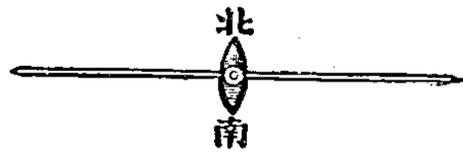


第三十八圖

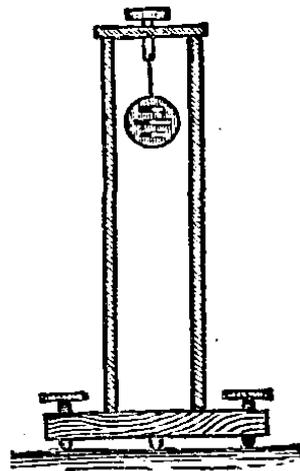


第四十二節 磁力鏡十四○此器以一小圓鏡背黏小磁針若干條。以絲線懸之。置於玻璃罩內。鏡前置燈。燈光照於鏡。迴射於刻有度數之表尺上。以量磁針所轉之角度。以上三器皆曰

圖十四第



圖一十四第



表磁力

第四十三節 歌斯驗磁力例法。○上文求磁界力皆先以自乘反比之例作準。今設為先不知有此例。而以  $\frac{M}{r^2}$  試之。甲者或整或零。或奇或偶。為不知之數。試以第一第二法驗之。則得

$$M = \frac{M \times M}{M + 1} \quad \text{此用第一法。}$$

$$M = \frac{M}{M + 1} \quad \text{此用第二法。}$$

是直放者之力。甲倍於橫放者。

兼用第三十三節所得之式。則得

直放時。

$$\frac{W}{\sin \theta} = \frac{H_{甲+1}}{\sin \theta} \times \text{正切} \theta$$

又

$$\frac{W}{\cos \theta} = H_{甲+1} \times \text{正切} \theta$$

因得

$$\frac{\text{正切} \theta}{\cos \theta} = \sin \theta$$

此是推算而得。若施諸試驗。則得

$$\sin \theta \approx \theta$$

可見磁力例第二條之確。此法

證例。遠勝於第二十八第二十九節之法。

### 第四章 地磁

第四十四節 磁針之向。○試以線懸一磁針甲乙。或以銅針支其中點。如第四十二圖。任其擺動。則不久而停。其針則一端指近南。一端指近北。而不指正南正北。若再使之擺動。其停時方向不改。若移針於他處。亦復如此。故以地為一極大

之磁。其兩極部位。與地球兩極相差不甚遠。其中立線與赤道亦幾同在一處。

試驗第六〇以線懸磁針。或以物支其中點。磁針只能

在地平面擺動。若以兩銅針夾承之。則磁針能上下動。

停時針則下指。與地平成一角度。六在英國則成其紅極

向下。此角度謂之下角。

前章嘗論磁條之力線。不獨從兩端而出。亦有從兩極與中點之間而出者。而地

磁亦然。故磁針之在地磁界內。而有自由之動者。其所在之方向。必在地磁力線

之內。或與之平行。故知在英國境內。地磁力線與地平成角約六十七度。而紅極

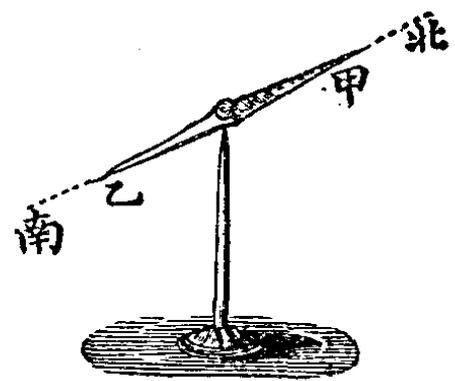
向下。

第四十五節 設以呬代磁針平向。十四四呬代為下向。

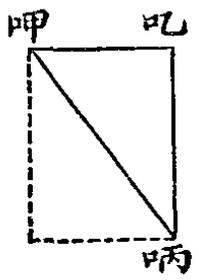
以呬代之長代界力。則按平行斜方合方法。呬代即總界

力之在地平面之分力。或按磁稱地力呬代即在正垂面之分力。呬代即下角。

圖三十四第



圖四十四第



若試於一室之內。其磁針之向不變。可知地磁力線皆平行而不變。其磁界為均勻之界。設若分地磁總力線為二。一與地平平行。一與正垂面平行。則同在一室。其平面磁界與正垂面磁界。皆為均勻無變之界。

第四十六節 是故凡在一處。欲知其處之地磁力者。須知三事。一曰平向。即指

北之二曰下向。即下角三曰磁力。

地經圈。即過地球兩極之大弧。磁經圈。即過兩磁極之大弧。若以一處論。其過該處之地經圈與磁經圈不盡相合。此兩圈相交。所成之角。即磁針離正角曰平向。又

曰磁向。若磁針所指偏於東。則曰偏東若干度。偏西者曰偏西若干度。

以近數年而論。在歐洲非洲。磁針偏西。其在亞洲與南北美洲之大半。則偏東。惟

同在一地。其所偏之度亦常變。其變有三種。曰紀變。曰歲變。曰日變。

第四十七節 紀變○其變甚慢。越若干年而變一周。曰紀變。以倫敦論。其紀變

如下表。

年分

平向

又曰偏度

年分

下向

1580	11度	17分	偏東	1580	71度	50分
1634	4	5	同			
1657	0	0	同	1676	73	30
1672	2	30	偏西			
1700	9	40	同			
1720	13	0	同	1720	74	42
1760	19	30	同	1780	72	8
1790	23	39	同			
1800	24	36	同	1800	70	35
1820	24	11	同			
1831	24	0	同			
1865	20	34	同			
1880	18	33	同	1880	67	40
1901	16	24	同	1901	67	9

第四十八節 歲變○歲變。則視地繞日之行動。以英國論。其地磁總力。以夏至之月為最大。春分之月為最小。其在南半球則反是。其變甚小。不過十餘分。下向亦有歲變。其在英國。夏季之下向。小於餘季。

第四十九節 日變○以偏度論。自午前七點鐘起。磁針向西行。至午後一點鐘止。此後磁針回轉而向東行。至晚十點鐘止。此後則不動。若至夏季。則夜半而磁針向西行。午前七點鐘又回轉。惟所轉之角甚小。扯平計算。不及十分。夏令最大。不過二十五分。冬令最小。不過五分。然此扯平計算之十分。亦有其最大最小之時。每十一年為最大之期。凡遇日變最大之年。日中黑子最多。

近地球兩極之處。常視電霞。參看電學每當發現之時。所有地面各處磁針方向。同時

變動。改其常態。其變無常而為數甚微格物家稱為磁風。電霞又名北曉

第五十節 地磁常變。故平向。下向。磁力亦變。今將近三十七年倫敦之克由測候臺所驗得各數。列表於下。

年分

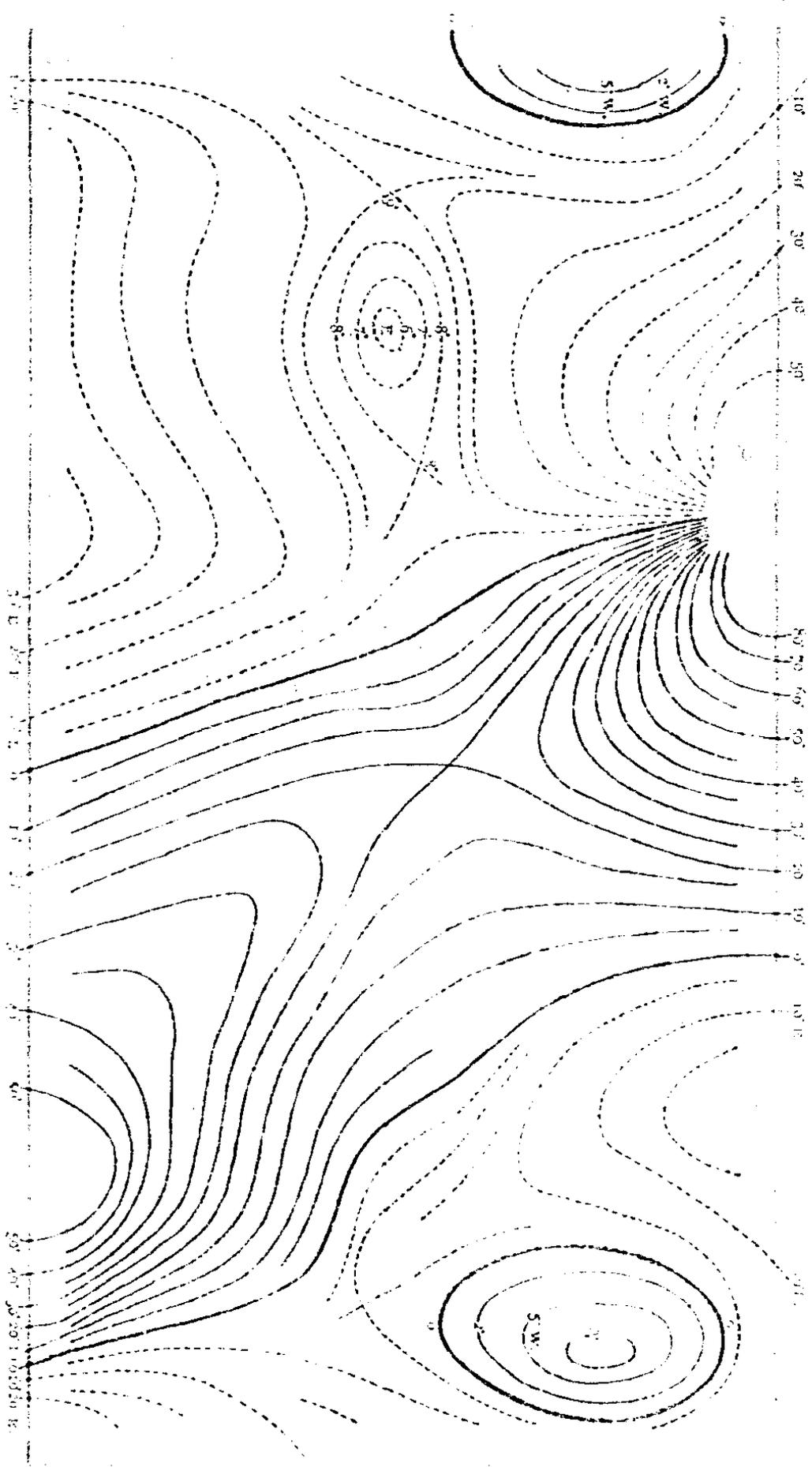
平向

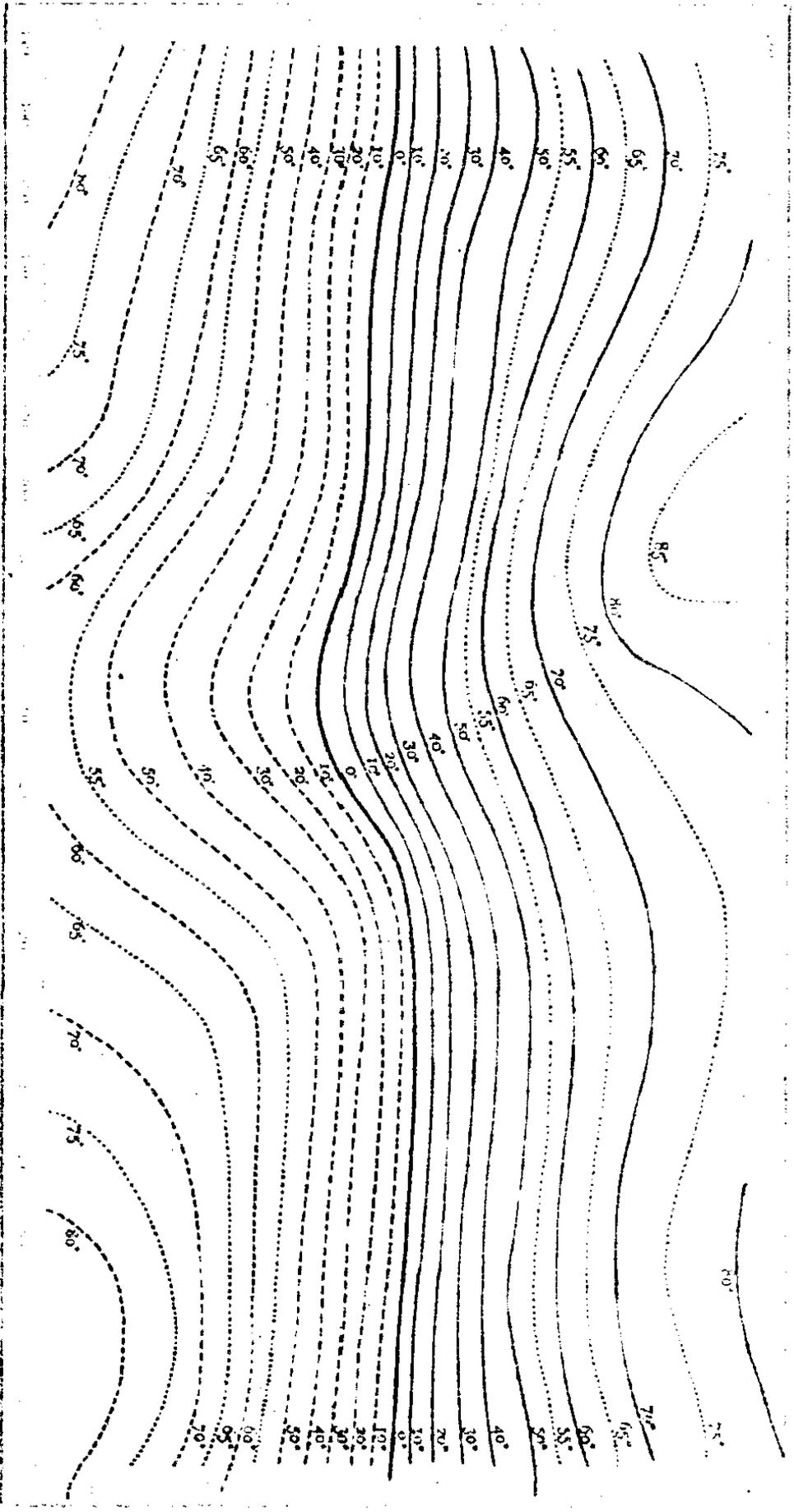
下向

磁力  
地面平

1865	20度	59分	68度	7分	0.1765
1875	19	41	67	48	0.1791
1880	18	59	67	42	0.1797
1885	18	26	67	38	0.1806
1890	17	51	67	33	0.1817
1895	17	17	67	24	0.1828
1898	17	1	67	17	0.1836
1900	16	53	67	11	0.1843
1901	16	48	67	9	0.1846

第五十一節 偏向圖 十四 地面上之磁向雖各不同。然亦有磁針指正北之處。若以線連其處。則得無偏線。如圖中之粗紅線是。此線過南北美洲。中穿西印度羣島。北過北冰圈。南過南冰圈。入東半球。過澳斯大利亞之西。西北過印度洋與阿刺伯之東。入歐洲。復至北冰圈。而成一周。凡在此線之處。磁針皆指正北。其在美洲無偏線之東。與歐亞無偏線之西。磁針則偏西。其餘各處。磁針則偏東。惟在





圖五拾四

東亞。則另有一圈。西過中國。東過日本。此圈亦爲無偏線。線上各處。磁針皆指正北。而圈內各地。磁針則偏西。

凡偏東偏西之處。有同其偏度者。若以線連之。則得等偏線。圖中細紅線。皆偏西之等偏線。虛紅線。皆偏東之等偏線。線上附注所偏之度。

第五十二節 下角圖 十四 五十四 ○在地面上。不獨磁針所指之向。各處不同。即磁針

在正垂面之下角。亦各處不同。在北半球。則北端下指。在南半球。則南端下指。其下指之角度。以在兩極爲最大。近赤道爲最小。其下角最大之處。爲九十度。其地在西經九十六度四十三分。北緯七十度。此即北磁極。其南磁極則未至其地。人跡所至。則在東經極南之地。一百六十八度。南緯七十六度。該處下角爲八十八度三十七分。離南磁極爲不遠矣。嘗有推算南磁極所在者。推得是年 百指三十一 南磁極。應在東經一百五十四度。南緯七十五度半。

以線連地面上無下角之處。曰地磁赤道。如圖中之粗紅線是。此線與赤道相交。凡兩處。一在大西洋。一在太平洋。此兩點之部位漸移。由東而至西。

凡下角相等之地。以線連之。曰等角線。其在北半球者。以細紅線繪之。其下角在五十度以上者。則每十度之間。以虛紅線代之。其在南半球者。則用粗虛線。五十度以上。以細虛線間之。每線附注其下角之度。

第五十三節 偏度羅經 十四六 ○此用以求磁針偏度。呬吃為磁針。有尖銅柱以

支之。針之所指。周圍分為度數。

是為羅經。其外有兩柱。承一遠

鏡。得在正垂面而上下轉動。遠

鏡連柱。復能左右動。其所動之

角。則有外周庚寅所刻之度以

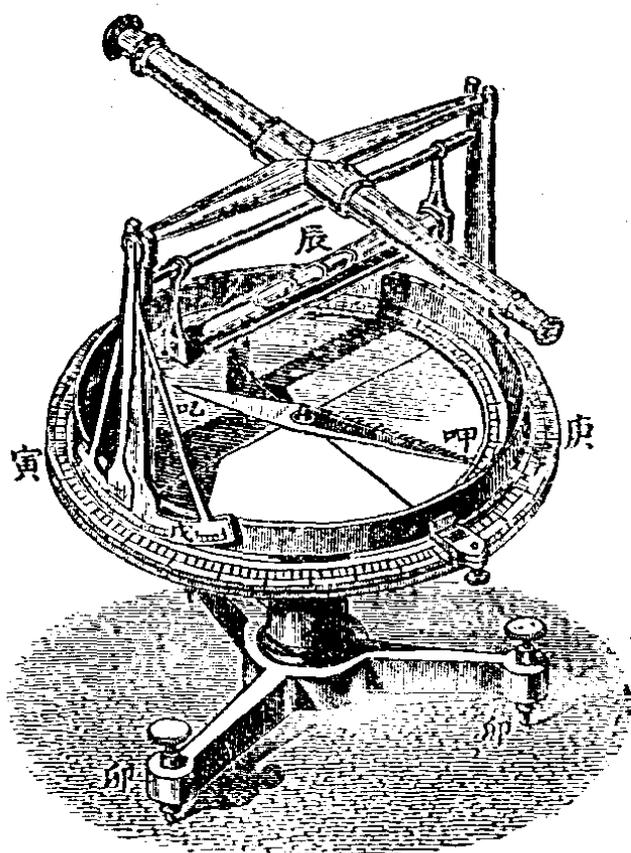
量之。遠鏡上下動之角。則有戊

以量之。求偏度之法。先轉螺絲

卯卯。使水平管辰之空處居中

點。乃求正北。於太陽過子午線時求之或用他天線

第四十六圖

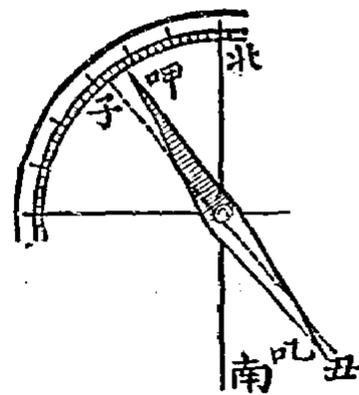


亦法可法 乃移動遠鏡。使向正北。從庚寅以得磁針與子午線相交之角。是即偏度。

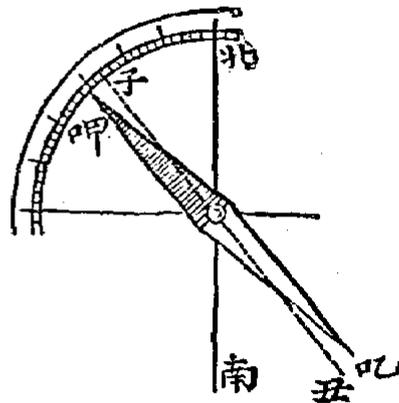
第五十四節 器差 ○惟磁軸未必盡與針軸相合。故有軸差。欲免此差。須互置磁針。其法。先以尖銅柱支磁針之下面。而求其偏度。隨以銅柱支磁針之上面。而求其偏度。折中而得者。即真偏度。無軸差。試觀第四十七圖。呬為針軸。子丑為磁軸。南北即南北線。又曰子午線按針所指。則北呬為偏度。其實真偏度為北子。試調置磁針。以上面為下面。則針指之度為北呬。圖八十四真度為北子。故第一次針指偏度太小。第二次針指偏度太大。而所差之數相等。故軸差若甚微者。折中之數。即為真偏度。

第五十五節 航海羅經 圖九十五 ○全器之形。如第四十九圖。剖面如第五十圖。

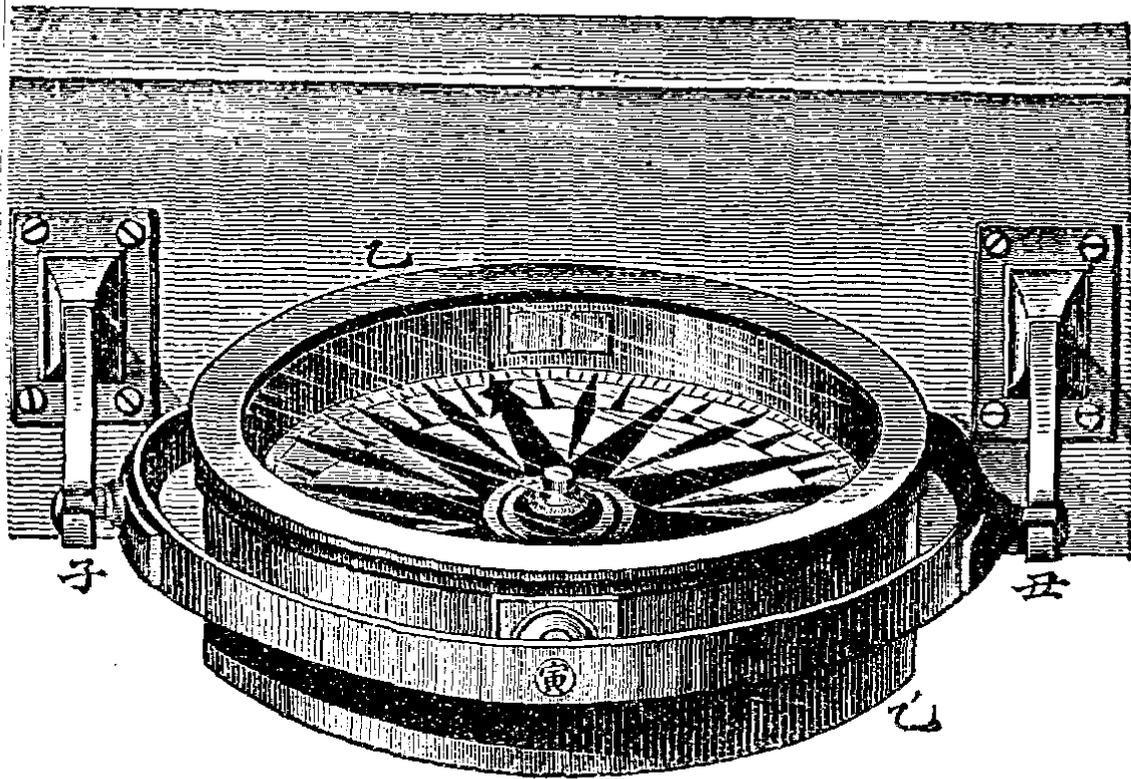
圖七十四第



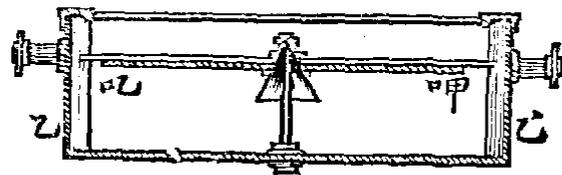
圖八十四第



第 四 十 九 圖



第 五 十 圖



乙乙爲羅盤。有四活鈕子丑寅等以架之。使船簸動時。羅盤仍不失其平正。甲乙爲磁針。如第五十圖。中點鑲瑪瑙。支以尖柱。針上有圓塊。分三十二向。指北之向。作五角形。此種羅經有兩弊。一則中點鑲瑪瑙。頗傷磁性。二則磁軸無定向。欲去此兩弊。莫如以兩長方磁條。置羅盤心之左右。距心相

等。而磁條相平行。其盤須以銅爲之。其分度之圓塊須輕。近日新式航海羅經。創自愷爾文。盤心左右。各置小磁針四條。最長者約八生脫。短者五生脫。以絲線寅寅等連之。懸於分度圓塊之邊。五觀第十

一其分度之圓塊。以鉛作環。如子丑。上黏紙圈分三十二向。有絲線三十二條。自邊聚於居中之銅帽。內鑲寶石。支以銅針。其尖以鉞爲之。分度塊連磁針。重不逾半安士。

第五十六節 下角儀 十圖二五 ○用以量磁針下角。

其製如圖。最下有三足架。其上有圓柱。可以旋轉。柱上有銅圈兩。刻有角度。圈上有長方架甲。中置水平管可。甲上復有兩柱。承一正垂圈丙。亦刻有角度。圈心則置磁針。能在正垂面而轉。

量下角之法。先轉長方架甲。以磁針上下直指。與地平作正交爲度。如是。則過針

圖 一 十 五 第

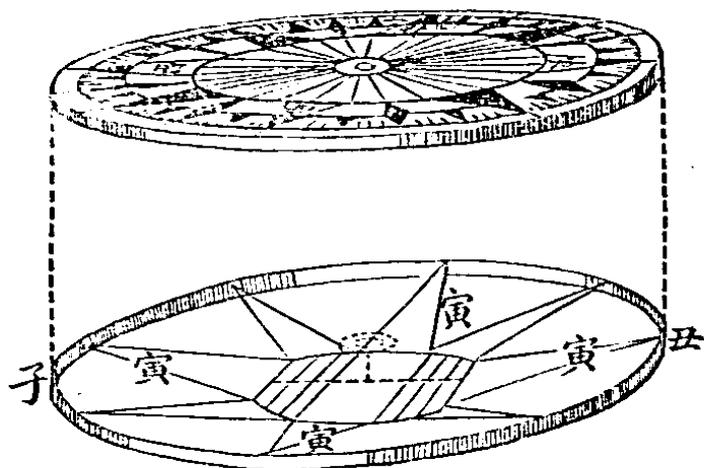
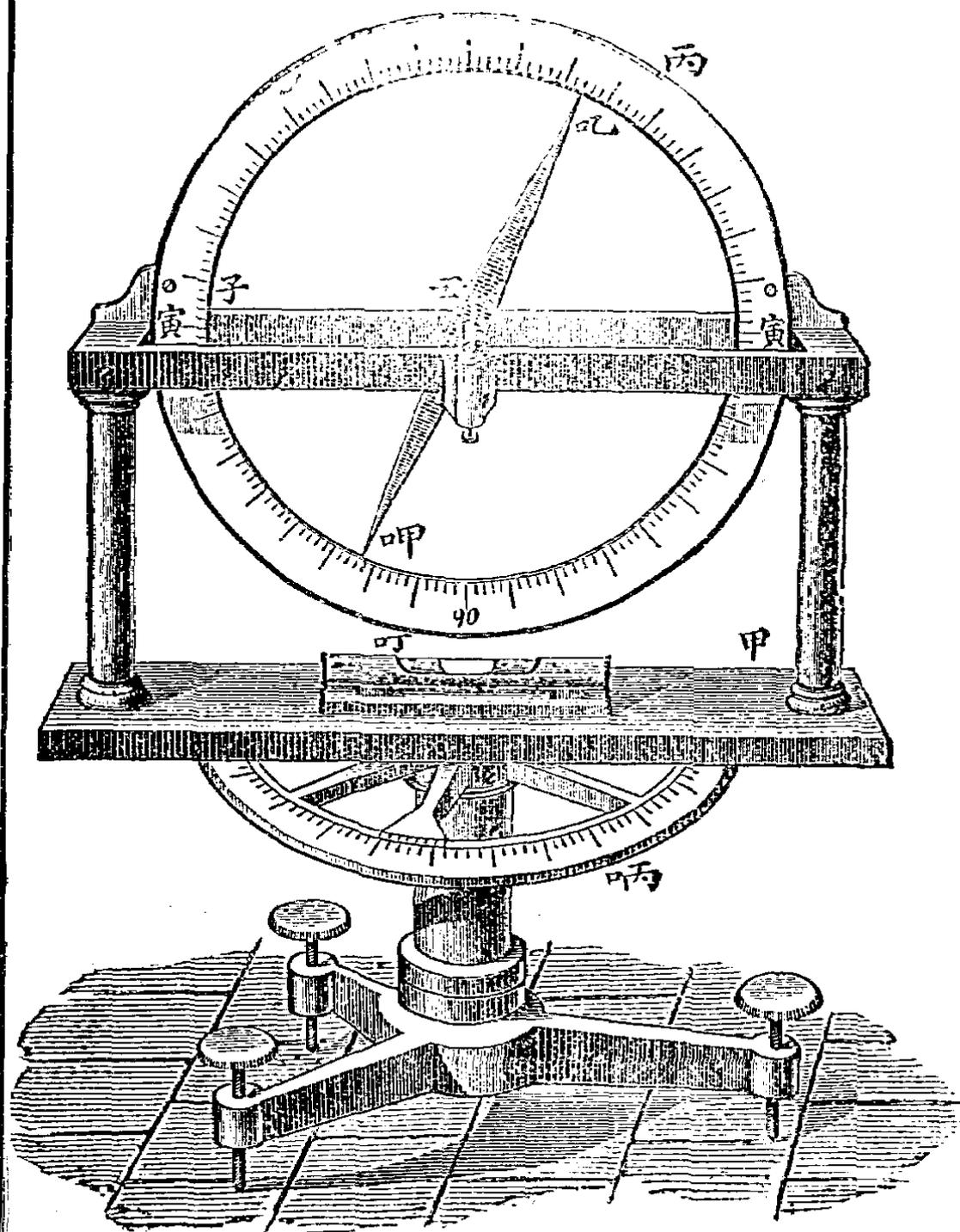


圖 二 十 五 第



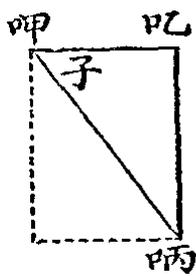
之正垂面與磁經線作九十度。復轉長方架。俟與呬圈作九十度爲止。則此時磁針在磁經線。其磁針所指之度。如子丑呬。卽下角。

第五十七節 器差○以此器量下角者。須免器差。方得真度。而器差有三。一。則磁軸或與針軸不脗合。須以調置法補救之。二。則針之重心或不在承針之處。則須互易其極。如第一次測驗。以呬爲在下之極。則以法盡奪其磁。而復賦之磁。以呬端爲在下之極。則折中第一第二兩次測得之角。以爲真度。三。丙圈之起點線。卽圖中之寅寅。或不與地平平行。則第一次測驗。宜以圈而向東。第二次則向西。第五十八節 地磁力○地磁之力。隨地而略變。若欲比較兩地之磁力。須知磁針下指時搖動之次數。惟此法難得其準。故以磁針平指時搖動次數求之。

設以呬呬爲磁針下指之向。以呬呬之長代其總力。<sup>十圖三五呬</sup>  
 呬代在地平面之分力與其向。則呬呬代在正垂面之分力  
 與其向。呬呬<sub>代以子</sub>卽下角以寅代總力。<sub>兩即呬</sub>

則得在地平面之分力。<sub>代之午</sub> 卽 呬 × 餘弦子

圖三十五第



設在第一地。其磁針平指時。每分鐘擺動次數。〓 昨。同此磁針。移至第二地。其平指時每分鐘擺動次數。〓 味。又以午未代第一第二處地平面分

力則得  $\frac{午}{未} = \frac{昨^2}{味^2}$  觀上節第三十一

惟  $午 = 寅 \times 餘弦子$   $未 = 寅' \times 餘弦子'$

故得  $\frac{寅 \times 餘弦子}{寅' \times 餘弦子'} = \frac{昨^2}{味^2}$  故  $\frac{寅}{寅'} = \frac{昨^2}{味^2 \times 餘弦子'}$

第五十九節 以地面而論。地磁總力近地磁赤道為最小。近兩磁極為最大。正不

極在兩 總力最大之處曰磁限。其在北半球者兩處。一在北美洲西經九十四度。北

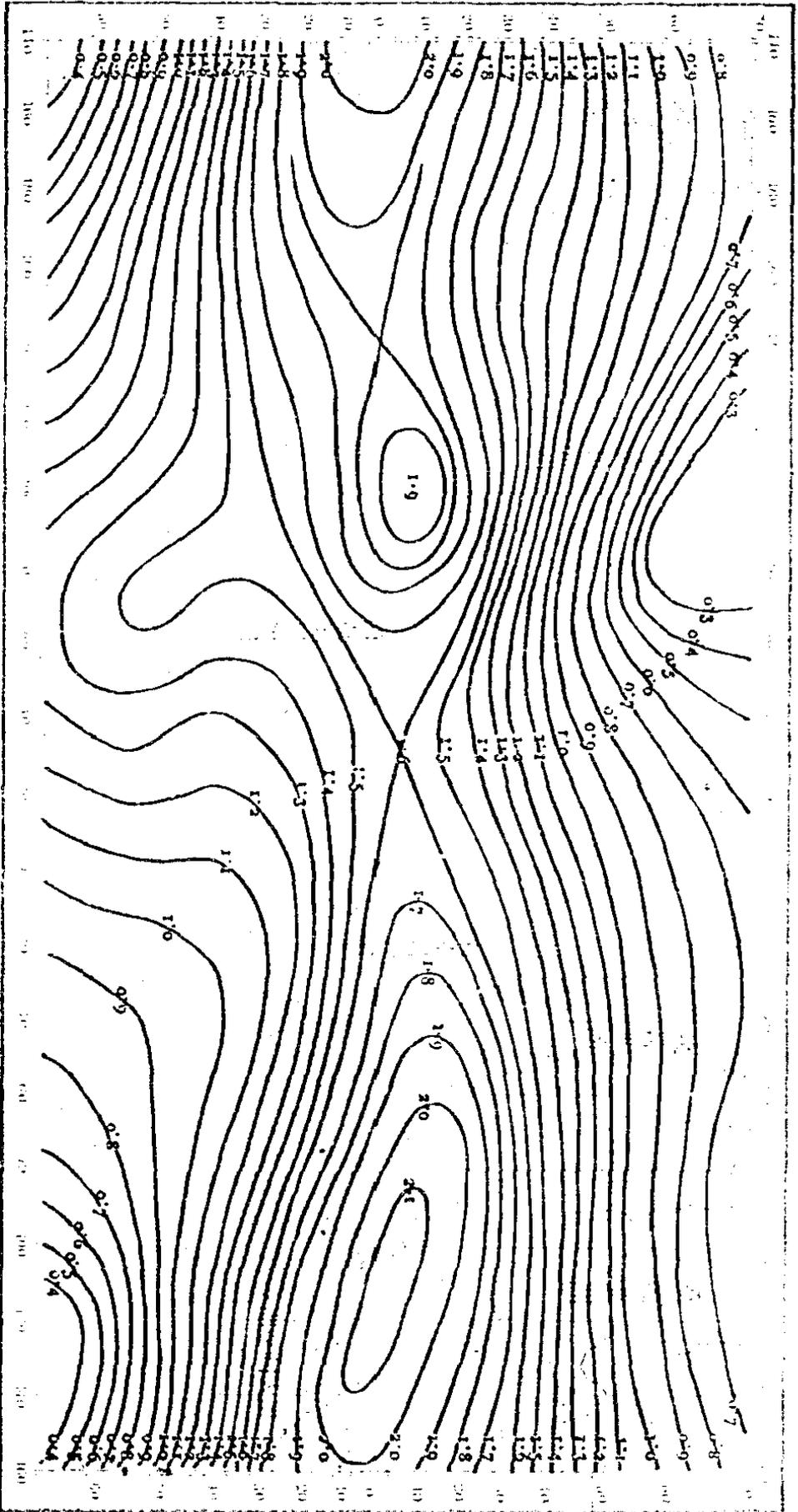
緯五十四度。一在西比利亞。東經一百十五度。北緯六十六度。其在南半球者。亦

當有兩處。離南磁極不遠。

第六十節 等平力線 十四五 ○以線連地面上地磁平力之相等者。曰等平力線。

以近赤道處為最大。過此以往。或南或北。皆漸小。設在英國南邊起算。以1代其平力。則般鳥島周圍之平力為  $\frac{1}{2}$ 。在東半球者。以此為最大。美洲巴拿瑪之

Fig. 10. 1. 2. 3. 4.



西。有一圈。凡在圈上之地平力爲  $r \cdot \theta$ 。在西半球者。以此爲最大。澳大利亞與其南之地。地磁平力之變最速。

第六十一節 平力本數。○以上量平力。祇得其互相比較之數。而未得其實在本數。今以算法求之。共分兩起。

一。擺動法。○以線懸磁條。俟線無扭力時。使之擺動。設以時字。代每擺復一往所須之時。則得下式。

$$T = 2\pi \times \sqrt{\frac{I}{M \times H}}$$

丁者。周徑相比之數。地者。地磁之平力。矢者。磁條之磁矩。方者。質方。凡在一線物

積而謂之軸試分該物爲無數微點。再從微點畫正交線於軸上。則每微點之積乘距之軸之線。自乘。則得一數。一點一點。無數微點。則爲無限數。此無以微點之總數。謂之質方。隨物之形。與其軸而變。大。又名頑固力矩。

設所用爲圓磁條。則  $I = \frac{1}{2} \times \left\{ \frac{1}{12} + \frac{1}{4} \left( \frac{M}{H} \right)^2 \right\}$

土者。磁條之質積。按格乙者。條長。車者。條輻。

設所用為長方磁條。則  $方 = 卅 \times \left\{ \frac{乙^2 + 丙^2}{12} \right\}$   
 土。乙。與上同。丙者。條之寬。

二。角度法。○以直放法。或橫放法。求磁條牽轉磁針之角度。十級上節三

則得  $\frac{矢}{地} = \frac{1}{2} H^3 \text{正切癸}$

又從擺動法。得  $地 \times 矢 = \frac{4\pi^2 \times 方}{時^2}$

從上兩式。推得  $地 = \frac{2\pi}{時} \sqrt{\frac{2 \times 方}{H^3 \text{正切癸}}}$

$矢 = \frac{\pi}{時} \sqrt{2 \times H^3 \times 方 \text{正切癸}}$

若以橫放法。求磁條牽轉小磁針之角度則得。

$\frac{矢}{地} = H^3 \times \text{正切癸}$

故得 地  $\frac{2\pi}{\text{時}} \sqrt{\frac{f}{g^2 \times \text{正切}^2}}$  即平方本數。

$$f = \frac{2\pi}{\text{時}} \sqrt{g^2 \times \text{方} \times \text{正切}^2} \quad \text{即磁矩本數。}$$

一千九百零二年。依照上法。在英國格林尼次。測得  $g = 0.185$  即謂。假如有  
 一磁極。極紅其磁積為一。受該處之平磁力。則其勢將向北平行。一秒鐘之後。將得  
 速率每秒可行  $0.185$  生脫。其總力則  $= 0.477$

### 羅經差

第六十二節 鐵船之羅經差 ○上文嘗論。輾鐵之直立日久者。或常受槌擊者。  
 則變而為磁。近年戰艦。以鐵作甲。或用鋼板。屢受槌擊。及製造成船。則此船已變  
 為一磁條。而磁性常住不失。其兩極之部位。則視製船時之方向。若船頭向北。則  
 船頭得紅磁。其尾得藍磁。船之上半截為藍磁。其下為紅磁。此指在北半  
 第六十三節 半周差 十五五 ○船既變為一大磁條。則船上之羅經所指之向不  
 準。是生鐵差。設有一船。其船頭為藍極。船尾為紅極。則船向北行駛時。羅經無鐵

差。若船向東轉。則羅經之紅極爲船頭之藍極所吸。牽之向東。船漸向東。其差漸大。船向正東。其差最大。從東轉南。則漸小。以至船向正南。又復無差。故船向自北至南。計轉半周。則鐵差偏東。自南至北。又轉半周。則鐵差偏西。鐵差有如是者。謂之半周差。

欲觀半周差之變。設於羅經之前。置大磁一條。如藍紅。

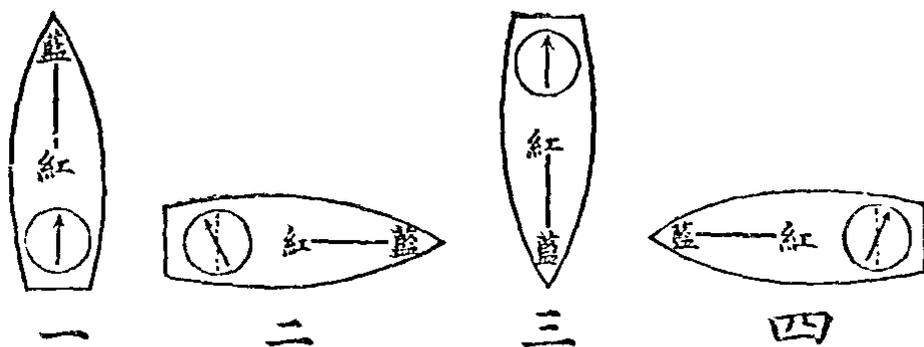
十五圖 船頭向南或向北時。三圖 一中之羅經無差。船頭向東。五圖

二之 羅經磁針之紅極。爲大磁之紅極所推。故偏向西。船頭向西時。四圖 磁針爲大磁所推如前。則偏東。過半周而變其偏差之向。

補救半周差之法。以硬鋼磁條若干。置於羅經之下。布置合法。使磁條之力。足抵船磁之力。

第六十四節 船上直立之鋼鐵柱及煙囪之類。亦感受地磁而得暫磁性。每柱

第五十五圖

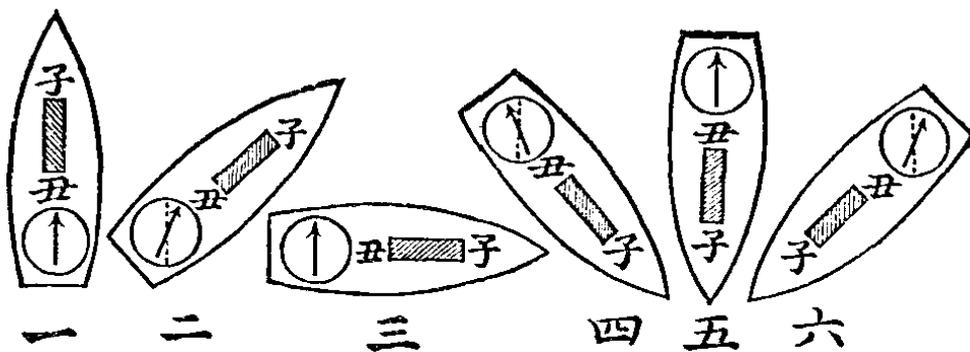


之下端得紅磁。上端得藍磁。其差與半周差同。半周偏東。半周偏西。補救之法。以  
 輭鐵條置於羅經之前。或置其後。其端與羅經之磁針平。  
 以差之多寡。定條之長短。此種鐵差。隨其地之下角之正  
 切而變。在地磁赤道上則無差。

上文所論。製船時鋼鐵所得者。為常住磁性。其實不盡然。  
 蓋第一次行駛若干時之後。受風濤之衝擊。汽機之震動。  
 則略失其所得之磁性。惟存留者。則有常住磁性。

第六十五節 象限差 ○<sub>十圖</sub> 六五 船之鋼鐵板。不獨有常住  
 磁性。且有感受地磁而得之暫磁性。設以船上之平板而  
 論。<sub>子圖</sub> 丑<sub>中之</sub> 其向北之端。得紅磁性。向南者得藍磁性。故羅  
 經因是亦有鐵差。船頭向正東。<sub>之圖</sub> 三<sub>中</sub> 正西。<sub>之圖</sub> 無 正南。<sub>之圖</sub> 五<sub>中</sub> 正  
 北。<sub>之圖</sub> 一<sub>中</sub> 時則無差。其向東北。<sub>之圖</sub> 二<sub>中</sub> 東南。<sub>之圖</sub> 四<sub>中</sub> 西南。<sub>之圖</sub> 六<sub>中</sub> 西  
 北。<sub>之圖</sub> 無 時。鐵差最大。假使船向在東北之間。其鐵差偏東。則

圖 六 十 五 第



在東南之間。鐵差偏西。在西南之間。鐵差復偏東。在西北之間。則又偏西。每過四分周之一。象限一即變其差之偏向。故曰象限差。補救之法。以大鐵球二枚。分置於羅經之左右。

### 第五章 鋼鐵之磁性

第六十五節 設置磁條於一處。則環繞其上下四方。皆有力線。是生磁界。若置玻璃條銅條等物於磁界之內。則力線並不改變。與未置該物時同。若置軟鐵條於界內則不然。其過鐵條之力線加多。而磁界爲之大改。其向與前不同。一若鐵條吸取力線而收束之者然。此鐵之異性。謂之吸收性。

試設喻以解之。設有河水。其中流有水草。因而阻水之流。若去其水草。則水流較易。而旁流勢常趨易。故亦湊向中流。故置玻璃於磁界。與置草於中流無異。及易置軟鐵。則同去草。力線羣趨。集於鐵條。自南極入。自北極出。蓋鐵條內之微塵。受磁力而轉動。排列整齊。故力線易過。

第六十六節 試驗第七圖七五○試置一厚軟鐵圈。或鐵筒近於磁條之端。磁界內

之力線如圖。力線湊集。入於鐵圈。復出於外。而不入圈內空地。試置小磁針於此。則不為圈外磁力所動。若易以銅圈。或玻璃圈。則與無圈同。磁針仍受磁條所推吸。是故欲保磁針。不使受外來磁力者。則以鐵圈或鐵筒圍之。謂之磁帷。

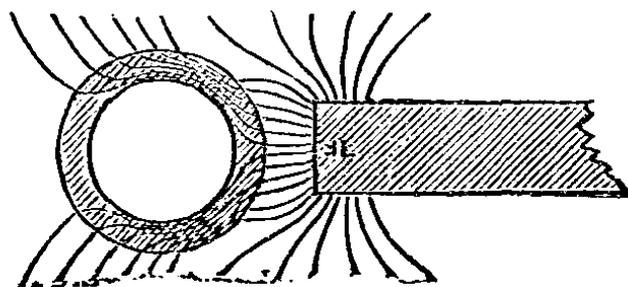
第六十七節 收磁率 ○設置鐵條於磁界內。則有若干力線經過該鐵。設剖面一方生脫之地。過力線甲條。又設為無鐵條時。該處之界力為人。即每方生脫之剖面。有力線人條。則  $\frac{\text{甲}}{\text{人}}$  謂之收磁率。以辰字代之。甲則謂之感生線數。又

曰磁溜密率。而  $\frac{\text{甲}}{\text{人}} = \frac{\text{甲}}{\text{人}}$

設有磁條。其磁力能於空氣內。每方生脫。生力線五十條。若置鐵於其處。則過鐵之力線。加至每方生脫一千零六十二條。則得  $\frac{\text{甲}}{\text{人}} = \frac{16062}{50} = 321$  故

曰。鐵之收磁性。大於空氣三百二十一倍。凡有磁性之物。其收磁率大於一。其無

第五十七圖



磁性之物。如真空。天氣。絲。棉。銅。之類。其收磁率等於一。其反磁性之物。則小於一。第六十八節 磁濃率。○鐵條之在磁界內者。既變為磁。力線自藍極入。自紅極出。而其磁矩有一定之數。若以鐵條之體函分之。則得每么匿體函之磁矩。謂之磁濃率。以乙字代之。設以矢字代鐵條之磁矩。函為鐵條之體函。按立方體計

$$\text{則 } \gamma = \frac{M}{V}$$

愛氏嘗算得。假使地球全體皆為鐵。則其磁濃率應大一萬七千六百倍。

第六十九節 染磁率。○設以面字代鐵條之剖面。以長字代其長。設兩極在兩端。其磁積各等於茲。則得  $M = \sigma \times \text{面} = \sigma \times \text{長} \times \text{函}$

$$\text{故 } \gamma = \frac{M}{V} = \frac{\sigma \times \text{面}}{\text{長} \times \text{函}} \quad \text{故磁濃率。亦等於每么匿剖面之磁積。}$$

惟磁濃率亦隨物質與界力而變。設界力為人。則得  $\gamma = \frac{M}{V} = \frac{\sigma \times \text{面}}{\text{長} \times \text{函}}$

卯者。  $\gamma = \frac{M}{V}$  隨物質而變。謂之染磁率。

第七十節 收磁率與染磁率有相關之理。今求之如下。

因鐵條在磁界內。於界內等其兩極之磁積各等於茲。每么匿剖面之磁積爲乙。

故得所從出之力線之數等於  $4\pi \times \text{乙}$  參觀第三十四節

故得界力所生力線之數與鐵條感磁而生力線之數共等於  $\mu + 4\pi \times \text{乙}$

故  $\mu = \mu + 4\pi \text{乙} \dots \dots \dots (1)$

惟  $\mu = \mu \times \mu$  而  $\text{乙} = \mu \times \mu$

故  $\mu = 1 + 4\pi \mu$

是故既知辰則可得卯。若知卯亦可得辰。

第七十一節 上文第一式可寫作  $\mu = \mu + 4\pi \times \mu \times \mu \dots \dots \dots (2)$

從第一式又得  $(\mu - \mu) = 4\pi \times \text{乙} = 4\pi \times \mu \times \mu \dots \dots \dots (3)$

可見人若加增甲亦隨之而增。無有定限。觀第二式惟將至飽滿度則卯變小而

$(\mu - \mu)$  隨之故乙則有定限。觀第三式以熟鐵論  $(\mu - \mu)$  最大之數爲

21360。生鐵之數爲 15580。鎳之數爲 5660。

第七十二節 伊氏實測○伊氏嘗實測軟鐵之甲乙辰卯各數。其法。先用第三十七。三十八。兩節之法。求磁濃率乙。如下。

$$\text{人} = \frac{\text{矢}}{\text{長}} \left\{ \frac{1}{\mu_1^2} - \frac{\mu_1}{\mu_2^3} \right\}$$

而 人 = 地正切癸

$$\text{故 矢} = \frac{\text{地} \times \text{正切癸} \times \text{長}}{\left\{ \frac{1}{\mu_1^2} - \frac{\mu_1}{\mu_2^3} \right\}}$$

$$\text{惟 乙} = \frac{\text{矢}}{\text{函}}$$

$$\text{故 乙} = \frac{\text{地} \times \text{正切癸} \times \text{長}}{\text{函} \left\{ \frac{1}{\mu_1^2} - \frac{\mu_1}{\mu_2^3} \right\}}$$

既知人與乙。則得卯。卯 =  $\frac{\text{乙}}{\text{人}}$

從已知之人與乙。又可得甲。甲 = 人 + 4卯乙

既得人與甲。又可得辰。則  $\text{甲} = \text{人}$

今將伊氏實測所得各數列表於下。

人	乙	卯 = $\frac{\text{乙}}{\text{人}}$	甲 = $(\text{人} + 4\text{乙})$	辰 = $\frac{\text{甲}}{\text{人}}$
.32	3	9	40	120
.84	13	15	170	200
1.37	33	24	420	310
2.14	93	43	1170	550
2.67	295	110	3710	1390
3.24	581	179	7300	2250
3.89	793	204	9970	2560
4.50	926	206	11640	2590
5.17	1009	195	12680	2450
6.20	1086	175	13640	2200

7.94	1155	145	14510	1830
9.57	1192	122	14980	1530
11.57	1212	105	15230	1320
15.06	1238	82	15570	1030
19.76	1255	64	15780	800
21.70	1262	58	15870	730

第七十三節 甲人曲線圖 十圖八五 ○欲觀軟鐵之磁性。須以伊氏所得甲與人之數。作曲線以發明之。試從圖中之○作起點。作縱橫線。橫線以代賦磁之力。即人縱線代感生線數。即甲。則得曲線如圖。可見軟鐵之受磁性。可分三層。一。初起時。曲線頗直。故賦磁之力小。則感磁亦小。相為正比。二。及賦磁之力略大。從二么匿至五么匿。橫線至庚 縱線至壬而感磁驟大。三。自此以後。雖賦磁之力加大。而感磁之加增甚小。曲線幾與橫線平行。軟鐵受磁。至此已甚近其飽滿之度。若曲線竟與橫線平行。則軟鐵至飽滿之度。其收磁率即等於一。伊氏加磁力至二萬么匿。驗

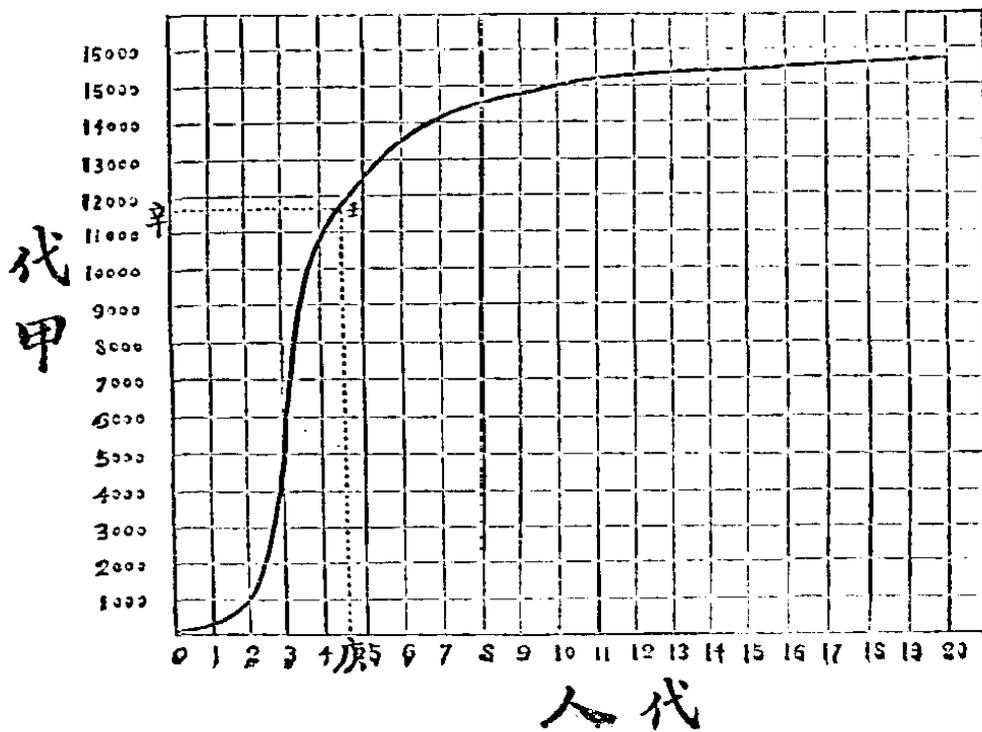
得收磁率 112 軟鐵受磁性之三

變與伊氏之解相合。參觀第八節

以伊氏法。驗得熟鐵得感磁。所生力線之數。不逾每方生脫二萬條。生鐵則不過一萬二千條。若用極大磁力。則熟鐵可至四萬五千條。且有至六萬條者。錳鋼之力線甚少。不過三十條。

第七十四節 近日格物家。嘗實測各物之受磁性。作曲線以發明之。如第五十九圖。第一線即第五十八圖之線。第二線為生鐵。第三線為鈷。第四線為鎳。

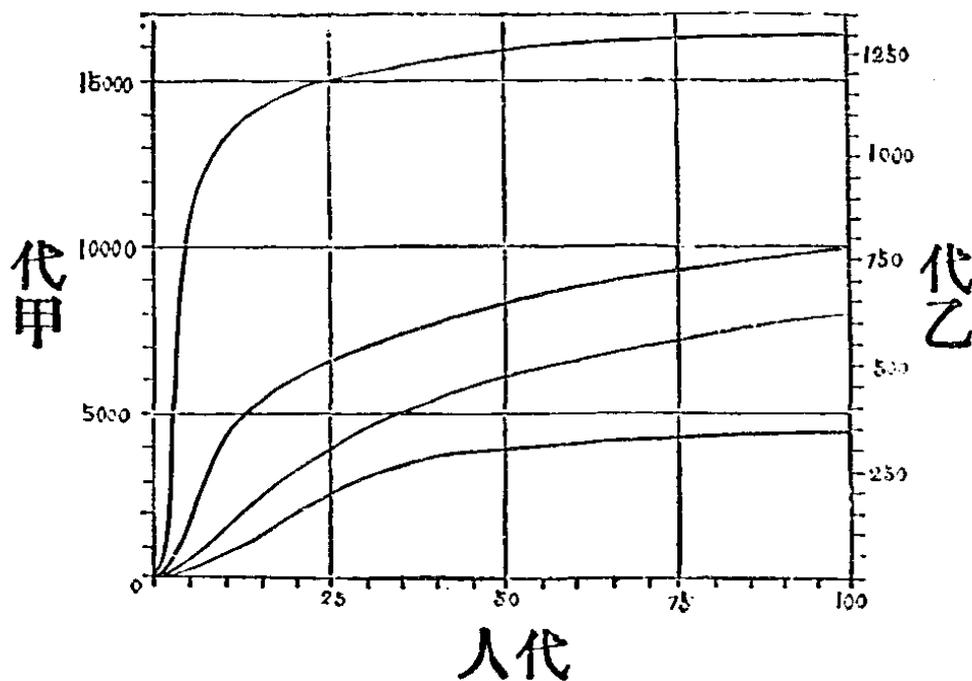
圖 八 十 五 第



乙人曲線圖○因  $\mu \propto \frac{1}{r^2}$  而人比乙為甚小。故可作甲與乙為正比。故甲人圖可作乙人圖。所差無幾。第十頁第九圖 第七十五節 畢氏嘗以熟鐵為試驗。測得各數。列表於下。學者宜以縱橫線之法。畫一曲線。以證磁性三變。

人	卯	乙	辰	甲
3.9	151	587	1899.1	7390
10.3	89.1	918	1121.4	11550
40.	30.7	1226	386.4	15460
115.	11.9	1370	150.7	17330
208	7.0	1452	88.8	18470
427	3.5	1504	45.3	19330
585	2.6	1530	33.9	19820

圖 九 十 五 第



第七十六節 凝滯十圖六 ○設有一鐵條。漸受磁力。而變為磁。以其所受之力人

與所得之磁甲。如第七十節之法畫之。得曲線。如圖中之心子。直線代人設至子

時。逐漸減其外加之磁力。以奪其磁。則所得之曲線。應與心子同。而施諸試驗。則

不然。若從子起。漸減磁力。以至於無。則所得之

曲線。如子寅。奪磁時之甲。線即直大於賦磁時。故

奪磁至於丑。其時並無外加之磁力。而鐵條仍

有力線。可見鐵條所已得之磁。並未全失也。若

欲盡奪其磁。則須加反對磁力。及至於寅。而鐵

條始盡失其磁。若再加反對磁力。以至與先前賦磁時所加之力等。賦磁至子時所加磁力為

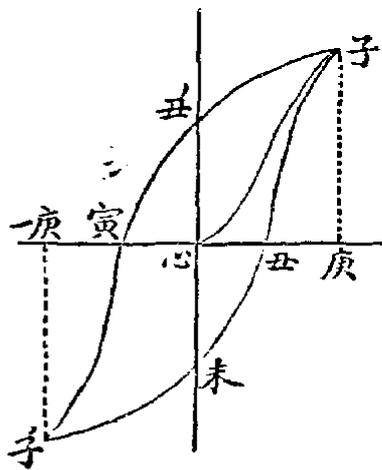
加反對力為則得子點。漸減此反對力。以至於無。則得未點。至是則加正對

磁力。復至於子。而一周遍。所得之圖曰人甲循環圖。又曰凝滯圖。曲線所圍之面

積。如子丑寅子未丑子。即賦磁奪磁一周間所失之能。是故同一外加磁力。而鐵

條受磁之度不同。故賦磁於鐵。不獨須審其現在情形。尤須審其以前之情形也。

第十六圖



外加之磁力既去。而鐵仍有力線。如圖中之心丑。則謂之磁滯。另加反對磁力。使鐵盡失其力線。如圖中之心寅。則謂之磁凝。合而言之。則謂之有凝滯。若賦磁時。使鐵條震動。則凝滯可減。

第七十七節 人甲循環圖。視物質而變。斐氏嘗以實測。得第六十一。第六十二。第六十三等三圖。第六十一圖。曲線最陡。是賦磁小而感磁大。此宜作代那模磁塊用。第六十二圖。面積小。故耗功亦小。宜用於換向電機。第六十三圖。心甲。甚大。凝滯亦大。用作磁條。則有常住性。

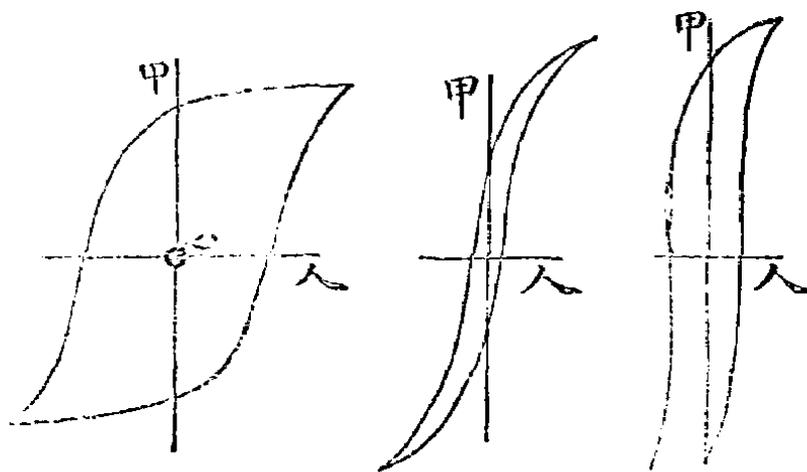
第七十八節 若以一軟鐵條。賦磁奪磁。相繼甚速。則鐵條之熱度加。蓋所失之能。變而為熱也。其甚者。一周之間。每立方生脫之軟鐵。失能至一萬五千爾格。力觀

學第十節 是名滯率。今求鐵條失能而加之熱度。

圖三十六第

圖二十六第

圖一十六第



因一熱么匿  $= 4.2 \times 10^7$  爾格。爾格即熱學第一

而鐵密率  $= 7.8$  熱量  $= 0.11$

故每立方生脫之鐵。受熱  $= 7.8 \times 0.11 = 0.858$

失能  $= 15,000$  爾格。  $= \frac{15000}{4.2 \times 10^7}$  熱么匿。

設以天爲所求之熱度。則得  $0.858 \times \text{天} = \frac{15000}{4.2 \times 10^7}$

故所加熱度天  $= \frac{15,000}{4.2 \times 10^7 \times 0.858} = .00041$  度。參觀熱學第八節

## 第六章 磁性物

第七十九節 物之爲磁所吸者。除鐵之外。鎳。鈷。錳之類。亦有磁性。爲磁所吸。此外尙有數物。微具磁性。惟須設法驗之。而後顯。此外又有數物。則爲磁所推。凡此皆謂之有磁性。物之有磁性者。可分三類。

一。鐵磁類。此類之物。爲磁所吸。其力頗大。如鐵。鈷。鎳。錳等物是也。物之具此性者

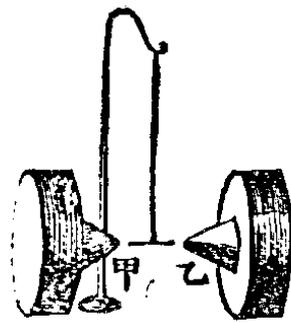
謂之有正磁性。

二。微磁類。此類之物。亦為磁所吸。而吸力甚微。須設法以顯之。如鉑。鉛。養氣。臭養。等類是也。鐵。鈷。鎳。之受熱在分界度以上者亦然。凡此皆謂之有微磁性。

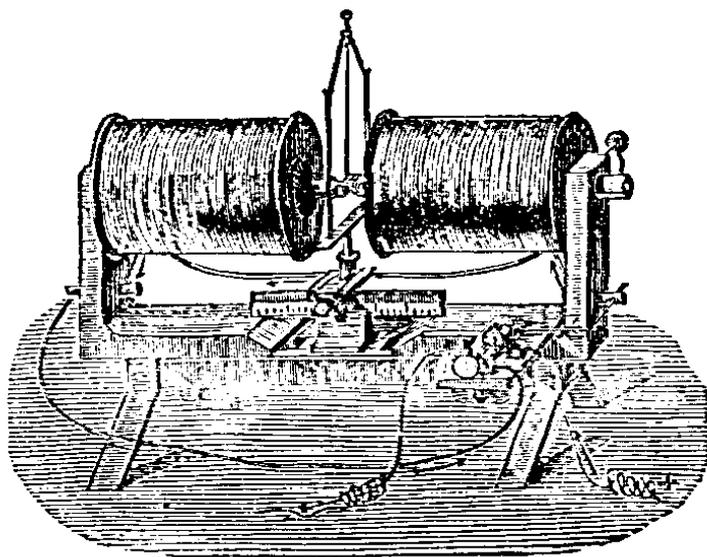
三。反磁類。此類之物。為磁所推。如銻。磷。銻。水。及多種氣質之類。是也。凡此皆謂之有反磁性。

凡具正磁性。或微磁性之物。置於磁界。則所居之向。與力線平行。其有反磁性者。則與力線作正交。

圖四十六第



圖五十六第



第八十節 反磁性○欲驗物之磁性。須以其物作成長條。或作方塊。或以器盛之。而置於磁條兩反對極之間。極上各鑲軟鐵一塊。如第十四圖之甲乙是。若物條之軸。與甲乙線同向

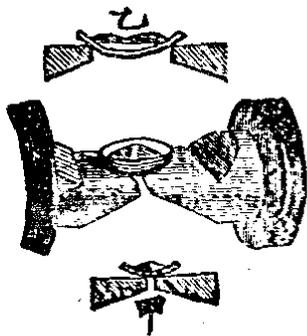
者。則爲磁所吸。如第六十四圖。若物條之軸與甲乙線成九十度。則爲磁所推。如第六十五圖。

第八十一節 實質試驗法○欲驗實質之磁性。則以實質之一條。或一長方塊。置於電磁兩極之間。而觀其向。若實質具反磁性。則長條之軸與兩極之線成角九十度。如第六十五圖。驗得鈹。銻。錫。水銀。鉛。銀。銅。金。鉀。水晶。玻璃。燐。碘。磺。糖。等物。皆有反磁性。紙。火漆。鈣。弗石。筆鉛。炭。有正磁性。

第八十二節 流質試驗法○以玻璃管盛流質少許。而置於電磁兩極之間。而視其所向。若流質有反磁性。則管軸與極線成九十度。求得各流質皆有反磁性。惟流質之含鐵者則否。血雖含鐵。而有反磁性。

第八十三節 普氏流質試驗法十六六○其法。以時表面之玻璃罩。盛流質少許。而架於電磁兩極之上。電路一接。而磁力顯。罩上流質之形。視其磁性而變。惟變形甚微。須以鏡顯之。乃以鏡置罩底。與地平成四十五度。

第六十六圖



而以一線之光。自罩上來。穿流質及罩。入玻璃鏡。返射而出。射其影於布帳之上。則衆目可共睹。試驗時。用水一滴。或用硫則為磁力所推。水點凸起。如圖甲。若試以微有磁性之流質。如鐵線則為磁力所吸。中間凹下。如圖乙。

第八十四節 氣質試驗法○以氣質略雜有色之氣。或吹氣泡。使在電磁兩極之間上升。以觀其為被吸。抑被推。試以碘氣。其被推之狀甚顯。輕氣亦然。養氣有微磁性。則為所吸。養氣之熱度甚高者。則有反磁性。而為所推。流質養氣。正磁性頗大。若置近磁極。則飛黏磁上。俄而化氣散去。

第八十五節 燈火試驗法○若燃燭。而置於電磁兩極之間。則為所推。如第六十七圖。凡火皆然。而被推有大小之別。松香火及其所發之煙。被推最甚。

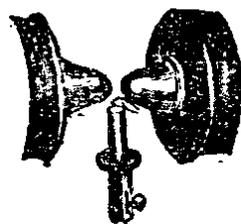
第八十六節 今將各物磁性列表於左。按等磁之性質

物名

鐵

十 1.000,000

第六十七圖



銻	+	1,009,000(?)
鎳	+	465,800
天生磁	+	402,270
鐵養	+	759
鎳養	+	287
水	1	25
鋨	1	23.0
燐	1	13.1

第八十七節 磁性因居間之物而變○物之具微磁性者。有時變爲反磁。試以玻璃泡盛鐵綠水。而復浸於此水之中。若此水較泡內者爲淡。則被吸。若所浸者較泡內爲濃。則被推。是同爲一物。而有被吸被推之不同。蓋因居間之物。磁性比泡內之物爲大。故有此異。亦如輕氣球之飛升。實因空氣重於輕氣之故。並非輕氣爲物。或獨違背奈端吸力通例也。又格物家嘗驗得。反磁性之物。置之真空。亦

為磁所推。可知真空之衣服。其磁性大於反磁性之物。

第八十八節 力線之增減。○設有一平均磁界。其穿空氣而過之力線。有一定

之數。今置鐵球。則收聚力線。

故力線過球之數增多。如第

六十八圖。其染磁率為正號。

其收磁率則大於一。設易置

一磁球。反磁則力線為所推。

過球之力線比前為少。如第

六十九圖。其染磁率為負號。

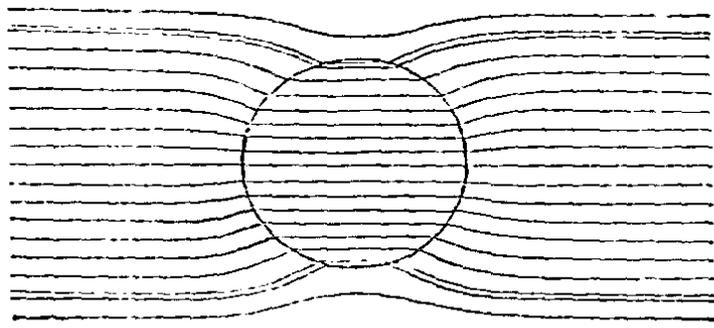
收磁率則小於一。是故鐵條

入磁界。必居於磁條兩極之

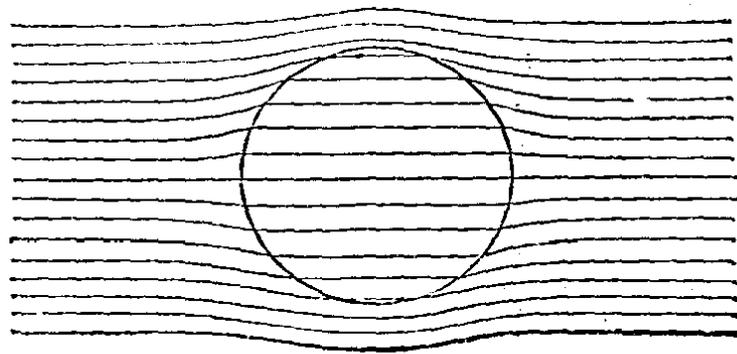
線者。蓋以不如是。則不能多收力線故也。磁之所以居於與極線正交之位者。因

欲收最小數之力線也。總而言之。若入於不均之磁界。則正磁性之物。居磁力最

第六十八圖



第六十九圖



大之處。反磁性之物。居磁力最小之處。

第八十九節 結構之異○物之有磁性。其磁性之爲正爲反。頗隨結構而異。設有土耳其末石一塊。微具正磁性。若懸於磁極之間。使其晶軸與地平平行。則現反磁性。鉋之爲物。具反磁性。若試於磁極之間。則晶軸移居於磁條之軸線。與物之具正磁性者同。格物家設解不一。尙無定說。



# 課題

一。設有兩磁極。其一磁積為九么匿。其一為十六么匿。相距六生脫。求推吸之力。

得數 四代唔。

二。設有兩磁極。相距五生脫。其推吸力為三十二代唔。其一磁積為四十么匿。求彼一極之磁積。

得數 二十么匿。

三。有兩磁極。相距四生脫。相推之力為二十代唔。若移遠一生脫。問相推之力若干。

四。有兩相等磁極。相距八生脫。其相推之力為五代唔。求每極之磁積。

五。有一磁極。其磁積為三么匿。置於磁界之上。受力 $\infty$ 代唔。求磁界力。

六。有一磁極。置於磁界內。界力受 $\infty$ 代唔。求極之磁積。

得數 五十么匿。

七。有一磁條。長八生脫。磁積置於磁界內。界力為 $\infty$ 代唔。求轉動磁條三

十度從磁起算之對力矩。設磁條轉角九十度。其對力矩為何。

得數  $1.5 \times 10^{-3}$

八。設有一磁條。置於三等邊三角形之底。兩極在底線之兩端。求在三角尖磁力之大小。與其方向。

九。有一甚長磁條。磁積五十二直立於平放磁針之中點之上。長條之北極。離磁針中

點二十生脫。若磁針之磁積為五十。針長五生脫。試求磁針所受之對力矩。

十。有一磁針。受地磁力。於八分二十秒時。擺動一百次。設置近一大磁條甲。則七分三十秒時。擺動一百次。若易置於大磁條乙。則六分四十秒而擺一百次。求甲乙磁矩相比之數。

得數  $0.417:1$

十一。在甲處。地平磁力  $\parallel 0.1^{\circ}$ 。在乙處。地平磁力  $\parallel 0.1^{\circ}$ 。設在甲時。磁針每

分時擺四十次。若移置於乙。問每分時擺若干次。

得數  $37.71$  次

十二。有一磁針。在地磁赤道。每分時擺十五次。今移置他處。設該處之平磁力與在赤道者比。如十六比二十五。求每分時所擺次數。

十三。設置磁針於甲。試得每五分時擺一百十次。移置於乙。則每四分時擺一百十二次。求甲乙兩處地平磁力相比之數。

十四。磁針受地磁力。每分時擺九次。設再賦磁於針。使其力比前大一半。問每分時應擺若干次。

十五。磁針受地磁力。每分時擺十次。設有一長磁條甲。其北極在磁針之南一尺。磁針每分時擺十二次。易置一長磁條乙。則磁針每分時擺十五次。求甲乙兩極磁積相比之數。

得數  $0.322:1$

十六。以細線平懸磁條。其在磁經線上時。線無扭力。若轉螺絲頭一百十二度。則磁條轉三十度。問須再轉螺絲頭若干度。方能使磁條與磁經線作九十度。

十七。桌上置磁。以抵地磁力。上有磁針。受一磁條南極之力。離磁針四寸之每分時擺

二十次。若移近磁條。使相離三寸。問每分時應擺若干次。

十八。以線平懸磁條。其在磁經時。線無扭力。若螺絲頭轉一百八十度。磁條則轉十度。乃將磁條取下。而再賦磁。復以線平懸之。如前。則須轉螺絲頭二百五十度。而後磁條乃轉十度。試求磁條前後磁力矩相比之數。

十九。在甲之下角為六十四度。在乙之下角為七十一度。有一磁針在甲。每分時擺五十次。在乙則擺四十八次。求甲乙兩地總磁力相比之數。須檢八

得數 1:1.238

二十。柏林之總磁力  $\parallel 0.48$  按生格 下角六十四度。紐約之總磁力  $\parallel 0.61$

下角七十二度。有一磁針在柏林。每分時擺二十次。若移置紐約。問每分時擺若干次。

二十一。設將第十七題之磁針取下。而再賦磁。使其力倍於前。而置近磁條之極。其先相離四寸。其後則離三寸。試求先後所擺次數。

二十二。設在一處。磁針之下角為六十度。若置重一格朗於針之上端。其下角則

變爲三十度。問應加重若干。可使針平。

得數 1.5 格朗

二十三。設在第十三題之甲。驗得下角爲七十度。在乙驗得下角爲三十度。設甲之總磁力爲 0.48。試從第十三題已知之各數。求乙之總磁力。

得數 0.307

二十四。設有甚小之直磁條兩枚。磁矩等於矢與矢。同置一直線上。同名之極相向。若兩磁條中點相距之數爲巨。而磁條之寬長與巨相比爲甚小。可棄置不論。則應得兩極相推之力

$$= \frac{6 \times \text{矢} \times \text{矢}}{\text{巨}^4}$$

試演算以證之。



# 磁學勘誤

面數	行數	格數	正誤
三	一	小注	球字應作磁字
四	十一	十一	先墊布以免破碎七字小注
十	十三		敵字應作敲字
十一	三	二十二	線字刪
十一	四	二	多寡兩字改作濃淡
十一	四	九	面字下加之光線之數五字
十一	四	十九	指部位而言小注
十一	五	五	大小二字改作濃淡
十一	七	六	凡字上加一○
十四	四	十二	試字應作設字
十四	六	三十	輓鐵或三字刪
十五	三	二十一	之字應作立字

十七	九	算式	$\vec{H} \times \vec{H}$ 應作 $\vec{H} \times \vec{H}$
二十	十三	三	同字刪為字下加兩字
二十一	五	二十八	將字下加玻璃管連四字
二十二	一	五	扭轉二字刪
二十二	三	末格	條字應作針字
二十二	五	六	磁針二字刪
二十二	五	十二	度字下加小注因針轉十二度六字
二十二	六	六	八周二字刪
二十二	六	十六	度字下加小注因轉八周四字
二十九	九	算式	$(\vec{H}_1 \times \vec{H}_2)$ 應作 $(\vec{H}_1 \times \vec{H}_2)$
三十三	七	算式	刪 $\vec{H} \times \vec{H} (1 - \vec{H}_1)$
三十四	七	小注	第三十四下加第三十八四字
三十六	一	小注	第三十五下加第三十九四字
三十六	七	二十九	轉角二字刪

三十六	十	四	轉角二字刪
三十八	八	十五	磁力二字下加 〃
三十九	二	六	三字改作八字
四十	第四十三圖應作第四十二圖	第四十四圖應作第四十三圖	
四十三	十一	小注	圖四十四應作圖四十三
五十四	九	九	視字應作現字
五十五	三	十	或橫放法四字小注
五十九	十一	九	半周差下小注刪
六十一	十一	十	一字下加萬六二字
六十七	二	五	加字刪
六十八	九	十	十字下加三字
	九	九	機字下加之減平器四字

期

物理教科書 磁學 勘誤



四

# 上海商務印書館新出各種教科書廣告

## 中學堂

學務大臣審定 瀛寰全志 附圖 一册

每部洋二元

物理學

每部洋二元

生理學

每部洋一元

化學

每部洋一元

熱學

每部洋七角

力學

每部洋一元

代數學

每部洋二元四角

中國歷史第一册

每部洋七角

## 高等小學堂

中國史教科書二册

每部洋四角

地理教科書四册

每部洋五角

又附圖一册

每部洋三角

理科教科書四册

每部洋八角

## 初等小學堂

修身教科書第一册

每本洋一角

修身教科書教授法第一册

每本洋一角

中國歷史教科書二册

每部洋三角

國文教科書第一册

每本洋一角半

國文教科書第二册

每本洋二角

國文教科書第三册

每本洋二角

國文教科書第四册

每本洋二角

國文教科書教授法第一册

每本洋四角

國文教科書教授法第二册

每本洋三角

國文教科書教授法第三册

每本洋三角

國文教科書教授法第四册

每本洋三角

筆算教科書第一册

每本洋一角五分

筆算教科書第二册

每本洋一角五分

筆算教科書第三册

每本洋二角

筆算教科書第四册

每本洋二角

筆算教科書第五册

每本洋二角

筆算教科書教授法第一册

每本洋二角五分

筆算教科書教授法第二册

每本洋二角五分

筆算教科書教授法第三册

每本洋三角五分

筆算教科書教授法第四册

每本洋三角五分

筆算教科書教授法第五册

每本洋四角

習字帖第一册

每本洋一角

習字帖第二册

每本洋八角

習畫帖(學生用)八册

每本洋七分

習畫帖(教習用)一册

每本洋二角



光緒三十一年四月二十日首版

(磁學)  
(定價每本大洋四角)

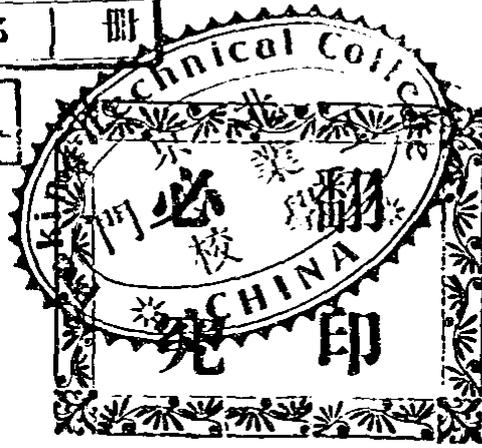
編輯者 新會 伍光建

發行者 商務印書館

印刷所 商務印書館  
上海北福建路二號

總發行所

商務印書館  
上海棋盤街中市



北京工業專門學校圖書室  
一年九月一日收到  
第309號全部 冊

第壹卷

3

11211