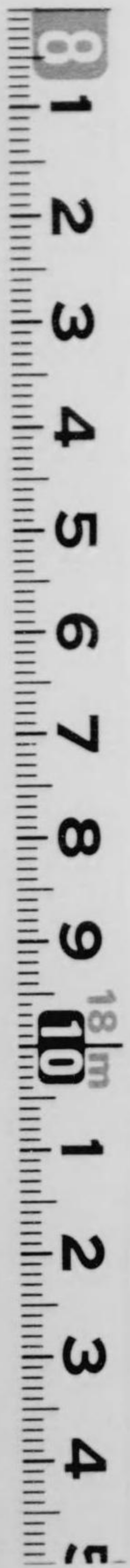


38  
149



始





381-149

東京高等工業學校  
教授米國工學士  
關口八重吉著



# 關口實用機械學

大正  
10 8 10  
内交

東京大日本工業學會



## 緒言

本書ハ機械工學ニ關スル學理ヲ極メテ平易ニ説明セシモノニシテ其目的ハ初學者ノ參考ニ供スルニアリ、元來本書ハ大日本工業學會工業講習錄ニ掲載セシ分ヲ集メ之レニ訂正ヲ加ヘシモノナルヲ以テ其説明ノ精粗均一ナラズ、就中水力學ノ如キハ他ニ水力機械ナル講義科目アリテ其中ニ包含セラ、ガ爲メ之レヲ省略セリ、故ニ讀者諸氏ハ其缺ケタル部分ニ對シテハ他書ニ依リ之ヲ補ハレン事ヲ希望ス。

上記ノ如キ書ヲ公ニセシ理由ハ、最モ廉價ニ機械工學ニ關スル書籍ヲ世ニ供給シ斯學ノ普及ヲ計ランガ爲メナリ、若シ本書ニシテ讀者諸氏ノ參考トナルヲ得バ著者ノ幸之レニ過ギ



ザルナリ。 緒言

大正十年六月

著者 識

# 關實用機械學目次

第一編 機械學……………一

第一 機械學の定義……………二

第二 機械學の分類……………四

第三 數量測定の單位……………四

第四 運動……………八

第五 速度……………九

第六 等速度……………二

第七 變速度……………三

第八 平均速度……………三

第九 加速度……………四

第十 等加速度……………五

目次

一



第十一 平均加速度……………二六

第十二 回轉體の線速度……………二七

第十三 角速度……………一九

第十四 線速度と角速度との關係……………二一

第十五 角加速度……………二二

第十六 力……………二三

第十七 力の單位……………二四

第十八 力の釣合……………二五

第十九 力の分解并に合成……………二七

第二十 力の三角形……………三三

第二十一 力の多角形……………三六

第二十二 同一平面上に於て一點に會する諸力の直角分力……………三八

第二十三 平行力の合成……………三九

第二十四 速度の合成并に分解……………四二

第二十五 機械學上に使用せらるゝ力并に質量の單位……………四七

第二十六 求心力及び遠心力……………四九

第二十七 力率……………五四

第二十八 槓杆の應用……………五九

第二十九 偶力……………六五

第三十 物體の重心……………六八

第三十一 摩擦……………七三

第三十二 常に能く注油せらるゝ回轉軸の摩擦……………八〇

第三十三 旋轉摩擦……………八五

第三十四 摩擦抵抗力減少裝置……………八八

第三十五 働及び勢……………九二

第三十六 有效働及び消耗働……………九五

第三十七 勢の不滅……………九九

第三十八 勢の傳達……………一〇一



第三十九 調車……………一〇三

第四十 正齒輪……………一三三

第四十一 列輪……………一三一

第四十二 歪齒輪……………一三七

第四十三 螺旋齒輪……………一四四

第四十四 網車……………一四七

第四十五 摩擦傳働車……………一五一

第四十六 鏈條……………一五五

第四十七 節鎖車……………一五六

第四十八 簡單なる機構……………一五七

第四十九 簡單なる機械……………一九二

**第二編 材料強弱論……………一九六**

第一 荷重……………一六

第二 應力又は内力……………一九七

第三 變形……………一九七

第四 應力の種類……………一九八

第五 應力并に變形……………二〇一

第六 實驗上の法則……………二〇四

第七 彈性界限及び彈性係數……………二〇八

第八 應力變形線圖……………二二二

第九 張力……………二二三

第十 壓縮力……………二二八

第十一 剪斷力……………二三二

第十二 安全係數及び工作強……………二三五—二三四

關實用機械學目次終



# 實用機械學

東京高等工業學校教授米國工學士 關 口 八 重 吉

## 第一編 機械學

機械學は凡て機械に就て必要なる學理を研究する學科なり故に本學科は單に机上の學問にあらずして諸子が實地使用しつゝある機械若くは工作上に應用し得るものなり工場に於て多年の經驗を有する工人所謂實地家なるものの中には、學理は實地上應用し得ざる空論なりと信するものありと雖誠に誤れるの甚しきものなり各工場に於て日常工人の使用する機械は皆機械學の原理を應用し設計製作せられしものなり故に若し學理を知らずして機械を製作し若くは使用する時は時として大なる損害を生ずることあり余が嘗て某工場に職を執りし時或工人が數度機械を破損し且自身にも負傷したることあり今は全く工人が機械學の知識なき爲めなることを發見せり其他機械等を製作する時にも工人が機械學の



「智識を有する」と否とは、其製作物の精粗に大なる關係あるなり。されども實地上の經驗も學問と同様に貴ぶべきものなり。故に本學科を研究せらるる諸子は、先輩の實地家に就き若くは自己の經驗に依り得たる知識を學問上學びたる事項と相結合し各自從事する業に應用せられんことを切望す。

### 第一 機械學の定義

機械學を學ぶ前に當りて、先づ「機械」とは如何なるものなりやと云ふ事は明かに知る必要あり。機械には其種類甚だ多く、旋盤、精米機、縫衣機、紡績機、等澤山あり。吾々人間も或意味より考ふれば、確かに一種の機械と看做すことを得然れども、凡て機械と稱せらるるものは必ず下の條件に適合するものなり。

機械とは運動を制限し、天然勢をして一定の仕事を行なせしめ、能ふ装置にして、抵抗性ある物體の組合せなり。

上の定義に依る時は、機械は必ず運動するものにて、動かざるものは一切機械と云ふこと能はざるなり。吾々の日常見る馬車は機械の一種にして、一々上記の條件

に適合す。第一馬車の車輪は常に其軸を中心として回轉す。即ち運動を制限せらる。第二馬の勢にて人又は荷を曳き、道路の抵抗に對し、一定の仕事を行なす。第三馬車は車軸、車輪、箱等の物體より成り、此等は皆夫々鐵又は木にて作られ、相當の強さを有し、容易に破壊せず、故に馬車は抵抗性ある物體の組合せなり。此の如く上の三條件を備ふるものは機械にして、若し其一を缺く時は、之を機械と云ふ能はず。例へば、多くの鋼片を組合して作りたる鐵橋、或は空中を飛行する彈丸の如きは機械ならず。何となれば前者は運動せず、後者は單一なる物體にして、物體の組合ならざるのみならず、其運動制限せられざればなり。又往々機械學を研究せざる人の中には、機械は一度之を運動せしむれば、永久仕事をなし能ふものと考え、考ふるものあれども、此は全く誤りなり。機械を回轉し、仕事をなさしむるには、必ず之に相應する天然勢を與ふるを要す。換言すれば、機械は動物の如く、必ず食物を要するものなり。蒸汽機關は石炭を食し、水車は水を食し、電動機は電氣を食物として運轉するものなり。故に同量の食物即ち勢を費し、多くの仕事をなす機械は之を良き機械と云ふ。而して費したる勢と、成したる仕事との割合を稱して「機械の効率」と云ふ例へば、百の勢に



て七十の仕事をなす機械は其効率七割なり機械の改良とは此効率を高くすること  
を意味するなり。

### 第二 機械學の分類

機械學は之を分て三とす。(第一)機械運動學或は機構學(第二)機械力學(第三)材料強  
弱論等是なり(第一)の機械學は主として機械各部分の運動并に機械の構造を研究  
する學科(第二)の機械力學とは力が物體に働きたる結果を論ずる學理(第三)材料強  
弱論とは工業用材料の強弱且之に關する理論を研究する學科なり。

上記三學科は皆理論上の研究を要し初學者にありては之を了解すること甚だ  
難しと雖極めて實地に深き關係を有し學理研究の目的は實地應用にあるを以て  
余は讀者諸君が日常工場に於て親しく目撃せる事項に就き之が學理を簡易に説  
明せんとす。

### 第三 數量測定の單位

機械學上使用する單位に三種あり即ち時尺度重量是なり時の單位は世界各國  
皆同一のものを採用す即ち「秒」なり此他六十秒を一分六十分を一時間廿四時  
間を一日と定む尺度重量等の單位は國に依り之を異にす今左に日本英國佛國の  
ものを掲ぐべし。

尺度

第一表

日本	英國	佛國
1 寸	1.1931 吋	3.030 センチメートル
1 尺	{ 0.994 呎 11.930 吋	0.3050 メートル
1 間	1.988 ヤード	1.818 メートル

第二表

英國	日本	佛國
1 吋	0.838 寸	2.54 センチメートル
1 呎	1.006 尺	0.3050 メートル
1 ヤード	3.018 尺	0.915 メートル

第三表

佛國	日本	英國
1 センチメートル	0.3300 寸	0.394 吋
1 ヤード	3.300 尺	{ 39.4 吋 3.28 呎

「備考」 日本

1 寸

1 尺 = 10 寸

1 間 = 6 尺

英

1 吋

1 呎 = 12 吋

1 ヤード = 3 呎

佛

1 メートル

1 センチメートル =  $\frac{1}{100}$  メートル

1 ミリメートル =  $\frac{1}{1000}$  メートル



面積

第四表

日本	英國	佛國
1 平方寸 1 平方尺 1 坪	1.423 平方吋 0.988 平方呎 35.58 平方呎	9.183 平方メートル 0.0918 平方メートル 3.305 平方メートル

第五表

英國	日本	佛國
1 平方吋 1 平方呎 1 平方ヤード	0.703 平方寸 1.0117 平方尺 0.253 坪	6.451 平方メートル 0.0929 平方メートル 0.836 平方メートル

第六表

佛國	日本	英國
1 平方センチメートル 1 平方メートル	0.1089 平方寸 10.89 平方尺 0.303 坪	0.155 平方吋 10.764 平方呎

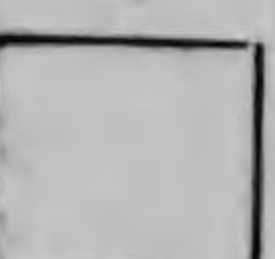
壹寸平方



壹吋平方



壹センチメートル平方



第七表 立積

日本	英國	佛國
1 立方寸 1 立方尺	1.698 立方吋 0.983 立方呎	27.826 立方センチメートル 0.0278 立方メートル
1 立方吋 1 立方呎	0.589 立方寸 1,0176 立方尺	16.386 立方センチメートル 0.0283 立方メートル
1 立方メートル	0.036 立方寸 35.987 立方尺	0.061 立方吋 35.317 立方呎

第八表 衡量

日本	英國	佛國
1 斤 1 匁 1 両	1.3228 磅 8.2673 磅 5.9052 磅	0.6000 キログラム 3.7500 キログラム 6.0000 トン
1 キログラム 1 トン	7.56 匁 120.96 匁 270.95 匁	28.350 グラム 0.4536 キログラム 1.0160 トン
1 キログラム 1 トン	0.26667 匁 2.6667 匁 266.67 匁	0.035274 キログラム 2.2046 磅 0.9342 トン

備考

日本 1 斤 = 160 匁  
1 匁 = 1000 匁

英國 1 ホンフ = 16 ホンズ

1 ホン = 2240 ホンフ

佛國 1 キログラム = 1000 グラム

1 トン = 1000 キログラム

問題 (1) 機械とは如何なるものなりや例を取りて之を説明すべし。

(2) 横五吋縦八吋長さ二呎の鑄鐵桿あり此桿の重量幾封度なるや但鑄鐵一立方吋の重量〇・二六封度



### 第四 運動

運動とは一の物體が他の物に對し位置を變ずる事を云ふなり例へば人が電車に乗りし場合は電車は地面に對して運動するなり從て人も地面に對して動きつゝあるなり然れども人は電車に對しては少しも運動せざるなり若し電車内にて人が歩行すれば電車及び地面の二者に對し運動せし譯なり機械製作工場に於て使用する工作機械は皆關係運動をなす者なり即ち平削機(職名ヒカルパン)に於ては及物は定位置にありて工作物運動す又摺削平削機(職名シャツピン)にては及物動き工作物は動かざるなりされど二者共に關係運動をなすが故に品物を削り得る働きに於ては全く同一なり運動の種類には多々あれども普通多く見る所のものは直線動圓運動螺旋動球面動等なり(第二直線動は凡て真直に運動するものを云ふ木工場の鉋機械に於て板を真直に動かし又は起重器にて品物を垂直に上昇する運動の如きは皆之に屬するなり(第二圓運動の例は甚だ多し調車丸礮石金剛砂車旋盤に取付けし工作物はみな一の軸を中心として回轉す即ち圓運動をなす

(第三螺旋動は直線動と圓運動とを結合せしものなり螺糸鉗(Dorn)雌螺子(Nut)は此一例なり螺糸鉗を固定し雌螺子を回轉する時は雌螺子は回轉しつゝ螺糸鉗の軸線の方向に真直に進むなり又雌螺子を固定し螺糸鉗を回轉せば鉗は回轉しつゝ真直に動くなり故に螺旋動は圓運動と直線動と同時に起るものと云ふを得べし

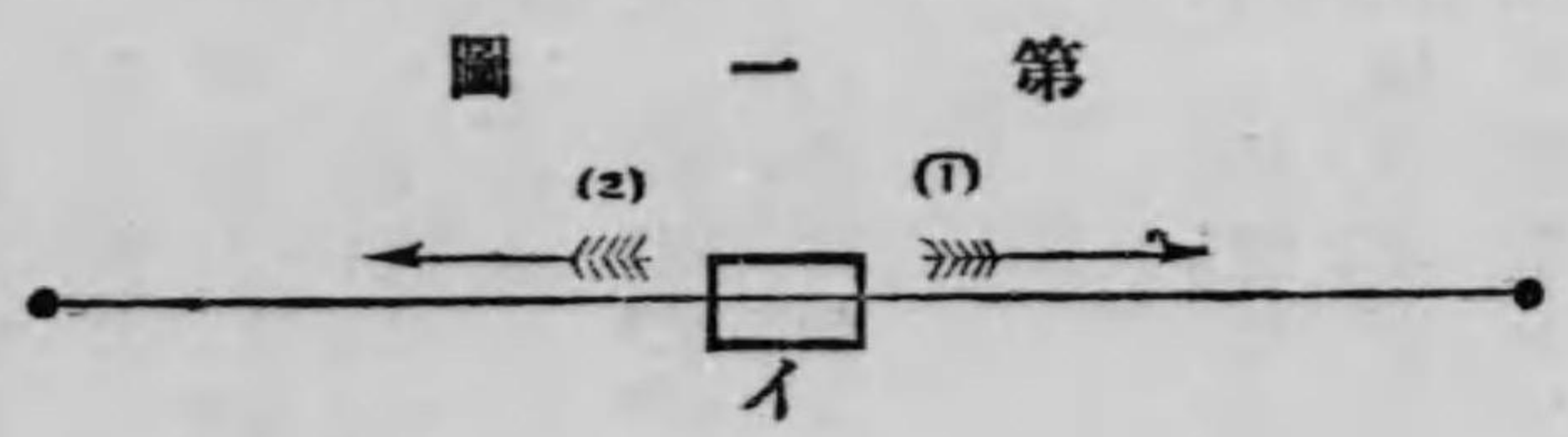
(第四球面動は物體が一定の球面を畫き運動するなり蒸氣機關の調速機(Governor)の珠の如きは此一例なり

### 第五 速度

物體の運動せし距離を費したる時を以て除せしものを物體の速度と稱す例へば汽車が十時間に百五十哩走りたりとせば此汽車の速度は  $150 \div 10 = 15$  一時間十五哩なり又帶鋸機械に於て十五分間に百八十呎の長さの木を切りたりとせば木が機械の臺に對し運動せし速度は  $180 \div 15 = 12$  一分間十二呎也此の如く速度は物體が時間に對し其位置を變化する割合を現はすものなり速度の單位は普通一秒



間尺を用ゆ然れども、時としては一分間尺一時間哩一時間海里等を以て示すことあるなり。

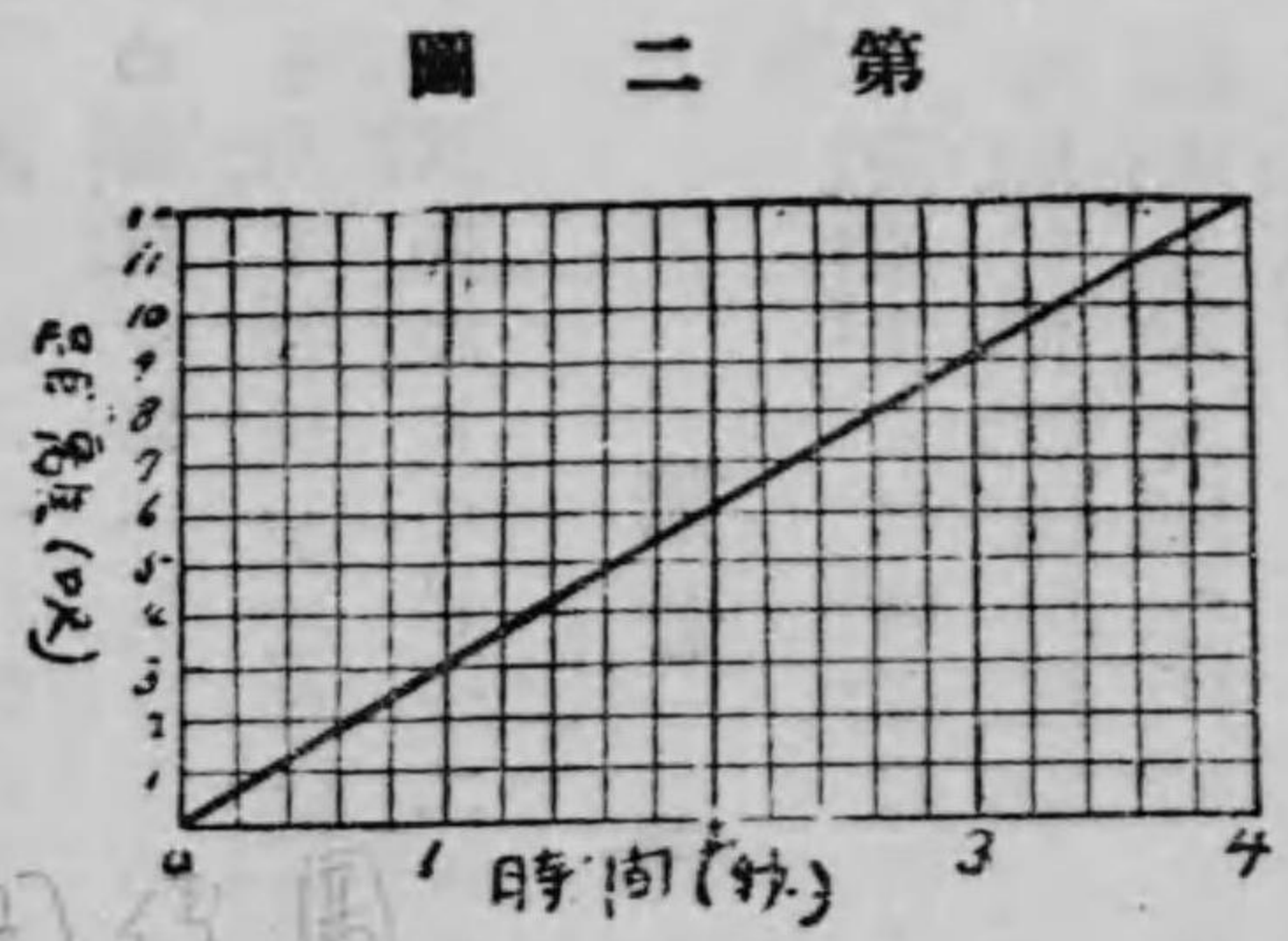


速度中物體の運動する方向に關係せず單に距離を時間にて除せしものを意味することあり、又は之れと同時に運動する方向を限定せられしものあり、前者を速さ (Speed) 後者を速度 (Velocity) と稱す。  
例へば第一圖に於て(イ)なる物體が、一秒間に(1)の方向に五呎進行するものとす、又次に同物體が元の位置より(2)の方向に五呎進むものとす、此二つの場合に於て物體の速さは (Speed) 等しく一秒間五呎なり、然れども速度は相等しからず、何となれば物體の運動する方向異なればなり、即ち若し右方に運動する時の速度を正號を以て示す時は、左方に於けるものは負號を用ゆることを要す、されど其絶対の價は共に一秒間五呎なり、故に速さ並に速度は同一の單位を以て示すことを得るものにして、其差は單に運動の方向を定むるや否やに依り名稱を異にするものなり、機械學上に於て物體の運動を研究する

には往々方向を定むるを要するを以て多く速度の方を用ゆるなり。

### 第六 等速度 (uniform velocity)

物體が等しき時間に對して常に一定の方向に等一の距離運動する場合を稱して物體が等速度を有すと云ふ、且物體は等速運動 (uniform motion) をなすと稱す、此の場合に於ては物體の運動せし距離は時間の多少に依り定まるものなり、故に下の如き規則あり。



等速運動をなす物體の運動せし距離は、其速度に時間に乗せしものに等し、又或時間に運動したる全距離を時間にて除すれば其速度を得るなり。  
例一) 電車あり一時間に六哩の速度にて運轉す、八時間幾哩を走るや。

$6 \text{ 哩} \times 8 \text{ 時間} = 48 \text{ 哩}$   
(速度) × (時間) = 運動せし距離 答四十八哩



第二圖は一秒間に三呎の等速度を以て運動する物体の運動せし距離と時間との關係を圖示するものなり。水平線は時間(秒)を示し、垂直線は物体の運動せし距離を示す。物体が三秒時間の後は九呎の距離運動す。即ち速度は  $\frac{9}{3} = 3$  一瞬間三呎なり。又四秒にては十二呎運動す。故に其速度は  $\frac{12}{4} = 3$  等しく一瞬間三呎なり。

### 第七 變速度 (Varying Velocity)

變速度とは時間に對し物体の運動する距離等しからざるものなり。即ち等しき時間に付物体の運動距離異なるものなり。物体が變速度を有する時は其運動を變速運動と云ふ。例へば或る物体ありて初めの一秒間には三呎運動し、次の一秒間には六呎運動する。とせば其物体は變速度を有し、且變速運動をなすなり。上記運動中速度漸次減少するもの又は増加するもの、若くは時に或は増加し或は減少するものあり、速度の増加すること等一なるものを等加速運動と云ひ、速度の減少すること等一なるものを等減速運動と云ふ。汽車が停車場に近づく時は漸次速度を減少し、又出發する時は漸次速度を増加す。故に汽車は變速運動をなすものと云ふを得べし。高處

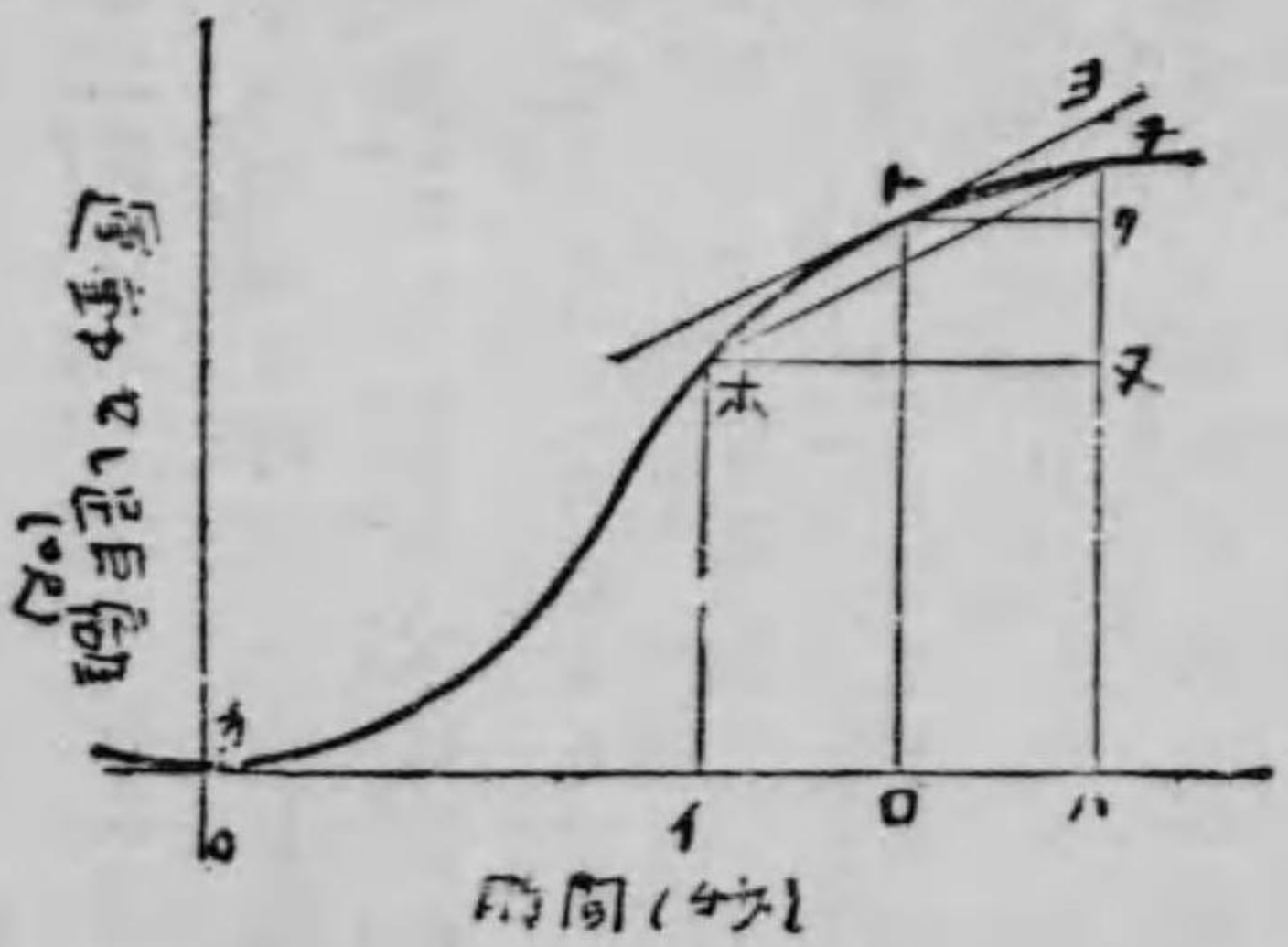
より落下する物体は地面に近づくに従ひ其速度を増加す。且時間に對し速度の増加等一なり。故に等加速運動をなすなり。鍛工場に於ける蒸氣鎚 (Steam Hammer) 落下鎚 (Drop Hammer) 等の如きも等加速運動をなす物体の一例なり。

### 第八 平均速度 (Mean Velocity)

平均速度とは物体の運動せし全距離を之れに費したる全時間にて除せしものなり。例へば或物体が一秒間に三呎運動し、次の一秒間に六呎運動せしものとす。然る時は此物体は變速運動をなすなり。されど其平均速度は容易に之れを求むることを得。即ち物体の運動せし全距離は  $3 + 6 = 9$  呎にして全時間は  $1 + 1 = 2$  秒なり。故に平均速度は  $\frac{9}{2} = 4.5$  一瞬間四五呎

次に物体の運動せし距離を圖示す。

第三圖





變速運動をなす物體の運動せし距離と時間との關係は之れを圖示することを  
 得第三圖に於て水平軸は時間垂直軸は物體の運動せし距離を示す然る時は(カ)ホ  
 (ト)チの曲線は時間に對し物體の運動したる距離を示すなり此曲線を稱して距離  
 曲線(Curve of space)又は排動曲線(Curve of displacement)と云ふ圖中(ホ)(ト)(ロ)及(チ)  
 (ハ)は夫々(ホ)(ト)點より下したる垂線(ト)(リ)(ホ)(ヌ)は水平線に平行なり今(ロ)點に於  
 ける運動せし距離は(ト)(ロ)なり(ロ)より(ハ)迄至る間に物體の運動せし距離は(チ)(リ)丈  
 増加せり故に(ロ)(ハ)の間の平均速度は (チ)(リ) // 距離の幾即ち(ロ)に於ける時  
 速の運動せし距離 なり此場合に於て漸次(チ)を(ト)に接近して取れば(チ)(リ)の價は  
 漸次減少し終極(チ)と(ト)が相一致する時に至れば(ト)(チ)線は(ト)(ヨ)の接線(Tangent)と  
 なるなり此場合に於て若し接線が上向きなる時は物體の速度増加することを示  
 し又下向きの時は速度減少することを示すなり。

第九 加速度 (Acceleration)

加速度とは運動する物體の速度が時間に對し變化する割合を云ふ若し速度増

加する時は加速度の價は正量にして若し速度減少する時は加速度の價は負量な  
 り後者の場合に於ては物體が減速度(Retardation)を有すると云ふ。

第十 等加速度 (Uniform acceleration)

物體の速度の増加が等しき時間に對し等一なる時は物體は等加速度を有すと  
 云ふ若し物體が或る時に於て一秒間三呎の速度にて運動し其後八秒間を経て一  
 秒間十九呎の速度に達せし時には物體の加速度は  $\frac{19-3}{8} = 2$  一秒間  
 に付一秒間二呎の加速度を有す若し等加速度なる時は各秒間に於ける物體の速  
 度下の如し。

- 1 秒後  $3+2=5$       2 秒後  $3+2 \times 2=7$       3 秒後  $3+2 \times 3=9$
- 4 秒後  $3+2 \times 4=11$       5 秒後  $3+2 \times 5=13$       6 秒後  $3+2 \times 6=15$
- 7 秒後  $3+2 \times 7=17$       8 秒後  $3+2 \times 8=19$

第四圖は前記等加速運動をなす物體の時間と速度との關係を圖示するものな







稱す其單位は一秒間若くは一分間に付呎を以て示す前に説明せしが如く速度 (Velocity) は單に物體が時間に對し位置の變化する割合のみならず其の運動する方向をも併せ含むなり然るに回転する物體の周點は常に其方向を變化するを以て速度 (Speed) なる名稱の時間に對し物體の位置の變化を示すを至當とす然れども普通線速度なる語を用ゆるを以て茲に之れを使用せり。

(例二) 直徑八吋の調車 (pulley) あり一分間百二十回轉す輪周の線速度幾何。

此場合には先づ調車の周圍の長さを算出するを要す圓形のもの、輪周は直徑に 3.1416 を乘せしものなり故に  $8 \times 3.1416 \times \frac{1}{2}$  は車の周圍の長さを呎にて示すなり調車は一回轉に付上記の長さ丈運動するなり故に百二十回轉なれば之れを百二十倍すれば可なり。

$$\text{圓の長さ} = \frac{8 \times 3.1416}{12} \times \frac{120}{60} = 4.18 \quad \text{答一秒間四、一八呎}$$

(例參) 旋盤に於て軟鋼丸棒直徑四呎のものを削らんとす其周圍の速度一分間二十五呎とせば丸棒を一分間幾回轉して可なるや。

丸棒の直徑は吋なるを以て線速度も宜便時に直すを可とす  $25 \times 12 = 300$  吋なり

即ち棒の周圍が一分間に三百吋運動するを要す棒が一回轉すれば前題の如く  $4 \times 3.1416$  吋丈運動するなり故に一分間の回轉數は後者の數を以て前者を除すれば可なり。

$$\text{丸棒の一分間の回轉數} = \frac{25 \times 12}{4 \times 3.1416} = 23.8$$

答一分間二三、八回轉即ち十分間に二百三十八回轉

### 第十三 角速度 (Angular Velocity)

角速度とは、回転する物體中の半徑が畫く角の速さを云ふなり即ち半徑が畫く角が時間に對する割合を意味するものなり第五圖に於て物體が矢の方向に回転し、或る時間を費して (ハ)イの半徑が (ハ)ロに來りしものとす、イ點は (ロ)に來り (ホ)點は (ト)に來る、此場合に於ける (イ)及び (ホ)の線速度は夫々 (イ)ロ及び (ホ)トの圓弧の長さを時間にて除せしものに等し、これに依り (イ)の線速度は (ホ)より大なることを知るを得るなり然れども半徑 (ハ)イの畫きし角は (イ)ハ (ロ)即ち (ニ)角にして前二點に對して全く同一なり、此 (ニ)なる角を時間に對して除せしものを角速度と云ふ角速度の單位は



時間には勿論秒を用ひ角には弧度法(Circular Measure)を用ゆ、これは長さ半徑に等しき弧が中心に於て張る角にして普通の速度に使用する度を以て示す時は其價五七三度に相當す。

角速度の單位

角速度の單位は一秒間半徑角(Radian Per Second)を以て示す。

(例四) 物體あり定軸を中心とし一秒間に百度回轉す其角速度幾何。

一半徑角は前に示す如く57.3度なり故に上記物體の角速度は

$$\frac{100}{57.3} = 1.75 \text{ (一秒間半徑角)} \quad \text{答 一秒間一七五ラディアン}$$

回轉體の一點が一回轉をなし全き圓周を畫く時其回轉せし角を弧度法に依り測定すれば

回轉角の計算法

$$\frac{\text{圓周の長}}{\text{圓の半徑}} = \frac{3.1416 \times 2 \text{ 半徑}}{\text{圓の半徑}} = 3.1416 \times 2 = 6.2832 \quad \text{ラディアン}$$

但し 3.1416 は圓周率なり若し二分の一の一回轉なす時は回轉角は

$$\frac{\text{半圓周の長}}{\text{圓の半徑}} = \frac{3.1416 \times 2 \text{ 半徑}}{2 \times \text{圓の半徑}} = 3.1416 \text{ (半徑角)}$$

上式の價に依り物體の一分間の回轉數と角速度との關係を求むることを得

$$(1) = \text{角速度} \quad (\alpha) = \text{物體一分間の回轉數}$$

例五

(例五) 直徑三呎の圓砥石あり中心を軸として一分間百二十回轉す、この砥石の外周點の線速度並に砥石の角速度を求む。

先づ外周點の畫く圓周の長さを計算すべし。

$$3.1416 \times 3 = 9.4248 \text{ 呎}$$

$$\frac{\text{線速度}}{\text{角速度}} = \frac{9.4248 \times 120}{60} = 18.8496 \text{ (一秒間呎)} \quad \text{答 18.85}$$

$$\text{角速度は(1)式に依り之れを計算すべし} \quad (\alpha) 120$$

$$(1) = \frac{6.2832 \times 120}{60} = 12.5664 \text{ (一秒間ラディアン)} \quad \text{答 線速度一秒間十八、八五呎 角速度一秒間十二、五七半徑角}$$

第十四 線速度と角速度との關係

回轉體の線速度並に角速度を計るには時間と共に秒を用ひ角速度の場合には回轉角を計るに半徑に等しき長さの弧が中心に於て張る角を單位とす故に回轉體の一點の畫く弧の長さは半徑角(Radian)に半徑の長さを乘せしものに等し之れ

角速度と線速度との關係

角速度の計算法



に依り下の關係式あり。

(1) = 角速度 (2) = 線速度

(4) x 半徑 = (2).....(2)

(4) = (2) / 半徑.....(3)

例六 直徑十二呎の水車あり其外周點の線速度一秒間九、四二呎なり此車の角速度幾何

(3)式に依り 角速度 = 線速度 / 半徑 = 9.42 / 6 = 1.57 答 一秒間一五七ラディアン

第十五 角加速度 (Angular Acceleration)

角加速度は定軸を中心として回轉する物體の角速度が時間に對し變化する割合を云ふ其單位は一秒間に付一秒間半徑角にて示す角速度と角加速度との關係は前に説明せし直線運動をなす場合に於ける速度と加速度のものと相等し。

第十六 力 (Force)

機械學を學ぶには先づ力と云ふ事を明かに了解するを要す凡て機械は力に依りて動き又力に依りて止まるものなり此力は如何なるものなりやと云ふに其本性は未だ確かに知ること能はざるなり然れども力を物體に加へし結果は能く世人の實驗する所なれば之れに依りて力を説明すべし凡て静止する物體に適當なる力を加ふるときは運動し始む又運動しつゝある物體に抵抗即ち力を加ふれば物體は静止することを得るなり例へば球を手を持ち力を加へて上方に投ぐるときは空中に運動するなり其後投げし球の落下するを待ち手にて支ふるときは球は手に激しき力を與へ再び静止す又電車にても電氣を機械力に變じ力を加ふるときは運動し始む又必要ありて制動をなすとき即ち車に抵抗力を加ふるときは静止するなり此の如く力に依り物體の運動に變化を與ふるを得るなり然れども静止する物體に力を加ふるも運動を生ぜざることあり例へば手にて木工の仕事臺の上は鉋を壓するも鉋は決して動かざるなり此時若し仕事臺を急に取除くときは鉋は下方に落ち運動すべし前に力を加へしときには鉋は運動せんとする傾向ありしも仕事臺に支へられて動かざりしとを知るなり力が物體に働くことは同



力の云ひ

時に必ず之れと相等しき力が反對の方向に働くなり前者を動力(Action)後者を反動力(Renction)と稱す上記の事實に依り力を其の如く言ひ現はすことを得  
力は物體に働き同時に反對の方向に等しく起る二つの作用の一にして之れに依り静止する物體を運動せしめ又は運動する物體を静止せしめ若くは場合に依り上記の働きを起さんとする傾向を興ふるものなり

### 第十七 力の單位 (Unit of force)

力が物體に働くときは必ず三種の要件を供ふ即ち着力點力の方向力の大きさ之れなり着力點とは物體中方の働く點なり力の方向とは力が物體に働く方向即ち静止せる物體にありては物體を運動せしめんとする方向なり力の大きさは其量を云ふなり此の如く力を測定するには一の單位を定むることを要す機械學上に於ては重力制に依り力の單位を定む即ち英國に於ては一封度の重量を單位とす此は一封度の原器度量衡の基本となる一の分銅實質に働く重力なり佛國に於ては一キログラム日本に於ては貫を單位とす

力が物體に働く要件三種

重力の單位

上記重力制の單位は少しく不便なることあり何となれば地球上に於ける重力即ち地引力は土地に依り多少の差異あり即ち或る場所に於て一封度の實質に働く重力は他の場所に於て同一の實質に働く重力と差異あるなり従て一封度の力なるものは土地に依り差異あり換言すれば東京に於ける一封度の力と佛國巴里に於ける一封度の力とは其價を異にするなり然れども上記の差は極めて僅少なるを以つて實用上には少しも差支へなし故に機械學上に於ては便宜の爲め重力制に依り力の單位を定むるなり  
今或人が重量五封度の石を手にて上方に舉げんとせば此人は石に五封度の力を興へしものと云ふを得べし

### 第十八 力の釣合

物體の一點に加へたる力等一にして且その方向反對なるときは其力は相平均するなり之れを力の釣合と云ふ

第六圖は二つの滑車を通ずる糸に(イ)と(ロ)と相等しき重錘を釣せし狀を示す糸

力の釣合



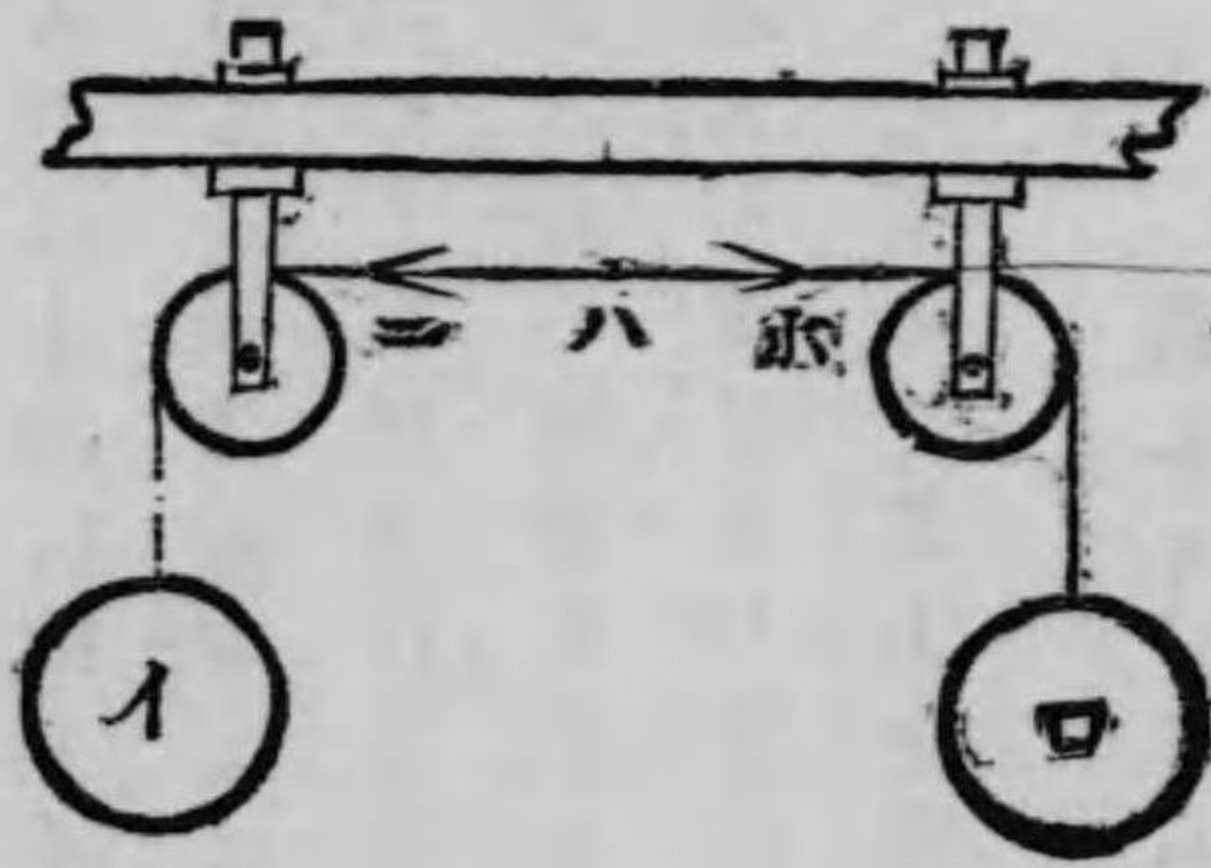
の中點(ハ)は左右何れの方角にも等しき力を受け居るものなれば(ロ)は右にも又左にも動かざるなり即ち物體に其方向相反する二つの等しき力働きたり此場合

を稱して力の釣合と云ふ之れと趣を異にして若し(ロ)の目方少しにても(イ)より大なるときは(ハ)は右方に運動すべし。

前に説明したる仕事臺の上に工具を載せたと  
きも此理に依りて力の相平均することを知り得べ  
し即ち工具は臺を下方に垂直の方角に押し臺は工  
具の重量と等しき力を以て上方に向ひて抗力を與  
へ二力相平均するなり。

第六圖の例に於ても絲の中に(ハ)(ニ)の方角と反對  
に左より右に向ひ水平に働く力起り又(ハ)の左方に  
も(ハ)(ホ)の力と反對に且之れに等しき力起る之れは即ち前に説明せし反動力なり  
此場合に於ける絲は引伸さんとする力に反對するものにして之れを絲の抗張力

第六圖



力の平均

力の抗張

自然の理

力の分解並に合成

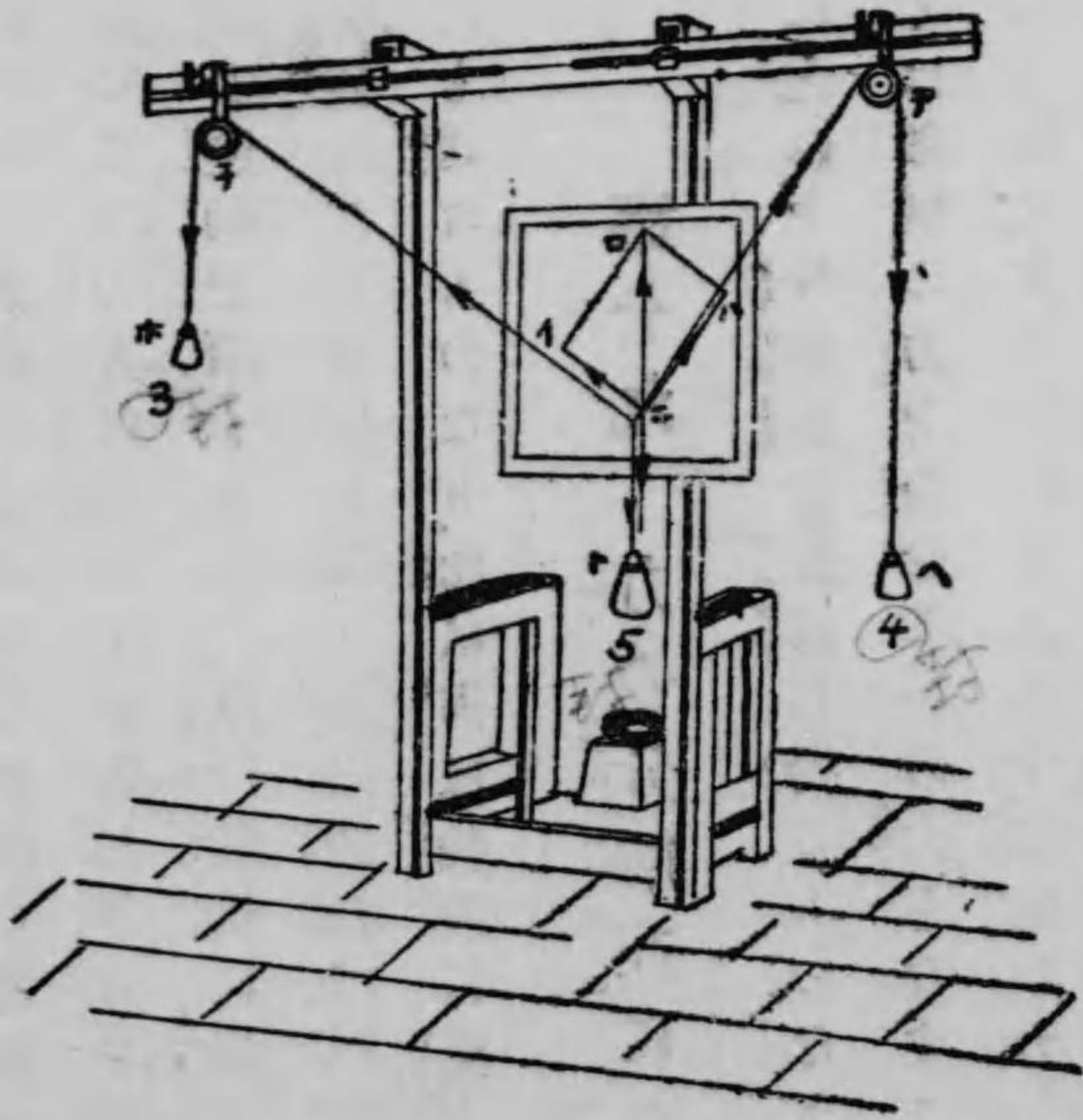
(Tension)と云ふ若し絲の抗張力が(イ)又は(ロ)の重量より少き場合には絲は直ちに切  
断せらるゝなり。  
前記の例は力相釣合をなし物體の運動せざる場合なれども若し運動する物體  
の一點に二個の方角相反する等しき力を加ふるときは物體は少しも其状態を變  
せず前の運動を續くるなり故に物體に働く力釣合を保つときは物體に少しも其  
状態を變せざるを知るなり力の釣合は單に二力の場合のみならず數多の力が働  
く時にも起るものなり此は尙ほ後段に至りて詳説すべし。

第十九 力の分解並に合成

力は之れを分解又は合成し得るものなり即ち一の力を分ちて二つとし或は二  
つ若くは數個の力を合せて一の力となすことを得されども原と加へたる力自身  
は決して變化するものにあらず唯他の力を以て代用するも其結果は等しと云ふ  
に止まるなり第七圖に示すものは上記事項を實驗する一の装置なり圖中(チ)(チ)は  
滑車にして此周圍に絲を附け(三)の所に五封度の重錘を吊し(ホ)に三封度(ヘ)に四封



度の重錘を下ぐれば互に相平均すべし、今糸の後部に圖板を立て、左の糸の方向(ニ) (イ)に(ニ)より兩脚規を開きて等距離に順次三つの點を作り、其最後の點に依り(イ)の點を定むべし、但し兩脚規の開きは圖板の大小に依り適宜に定めて可なり、若し一寸を單位として一封度の力を現はすものとせば(ニ)より三寸の長さにて切り(イ)點を定めたる後(ニ)より右の糸の方向(ニ)に四寸の長さを取り(ハ)の點を見出すべし、然る時は(ニ)イ及び(ニ)ハの長さは夫三封度及び四封度の力を示すなり、今(イ)より(ニ)ハに平行に(イ)ロ線を



引き又(ニ)イに平行に(ハ)より(ハ)ロの線を引くときは此二線は(ロ)點に於て相會す(ロ) (ニ)に對角線を引き其長さを前に使用せし兩脚規にて測るときは恰も五寸となる

圖七第

平行四邊形の對角線は重錘の力と等しきことを現はす

即ち五封度の力を示すなり、又(ニ)ロの線は垂直にして之れに(ト)の方向と反對に矢を附すべし。

又(ホ)と(ヘ)と重錘を種々取代へて、幾度實驗するも前と等しき法を行ふときは、圖板に畫きし平行四邊形の對角線は必ず中央部の重錘(ト)の力と等しき量を現はすことを知る、又(ヘ)と(ホ)に各一封度宛の重錘を加へ、中部に之れに相當する目方を加へ、前と同様に平行四邊形を圖板に畫くときは、第八圖に示す如きものとなる、此の長さは(ニ)イの長さは(ニ)ハに等しく、平行四邊形(ニ)イ(ロ)ハは一の菱形となる、又(ロ)ニの長さを測れば恰も中部(ト)に加へたる目方と等しきことを知る。

此の事實より考ふれば、第七圖の(ト)の力に平均するには(ニ)イの方向に(ホ)の力又(ニ)ハの方向に(ヘ)の力を加ふれば可なり、然るに(ト)の力は下方に垂直に働き、(ニ)ロは其價(ト)に等しく方向反對なるが故に(ホ)及び(ヘ)の二力の代りに(ニ)ロの力を加ふるも(ト)と相平均することを得るなり、言ひ換ふれば(ニ)ロの力を(ホ)及び(ヘ)の二力に分つことを得るなり、又之れを反對に言へば(ホ)及び(ヘ)の二力を合成して(ニ)ロの力となすを得るなり、(ニ)ロを合成力 (Resultant force) 及び(ホ)を夫々分力 (Component force)



合成力

と云ふ、又上記平行四邊形を力の平行四邊形と云ふ。

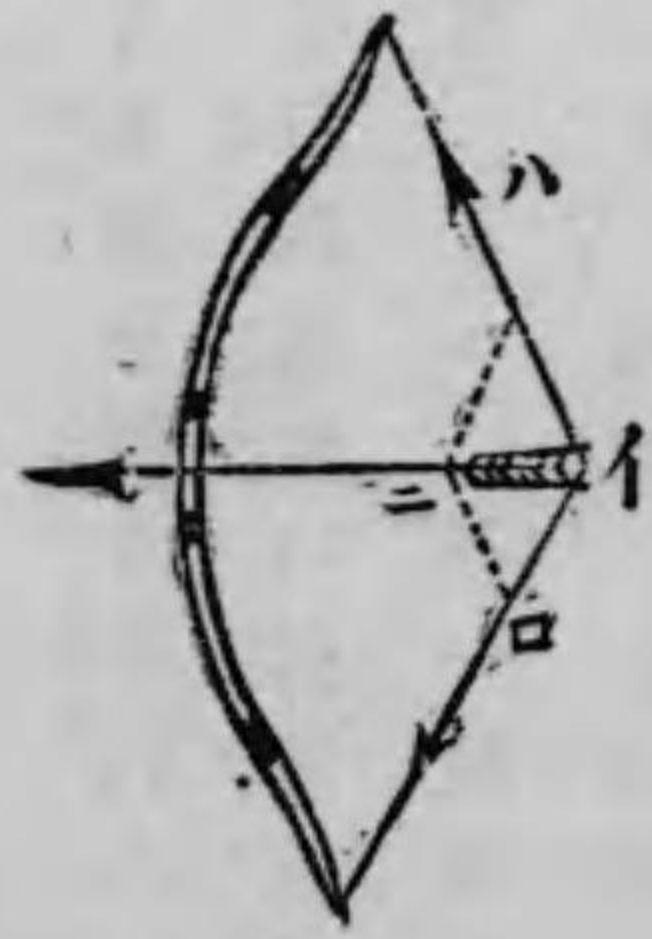
上述の力の合成並に分解の實例は、我々が日常見る所のものなり。



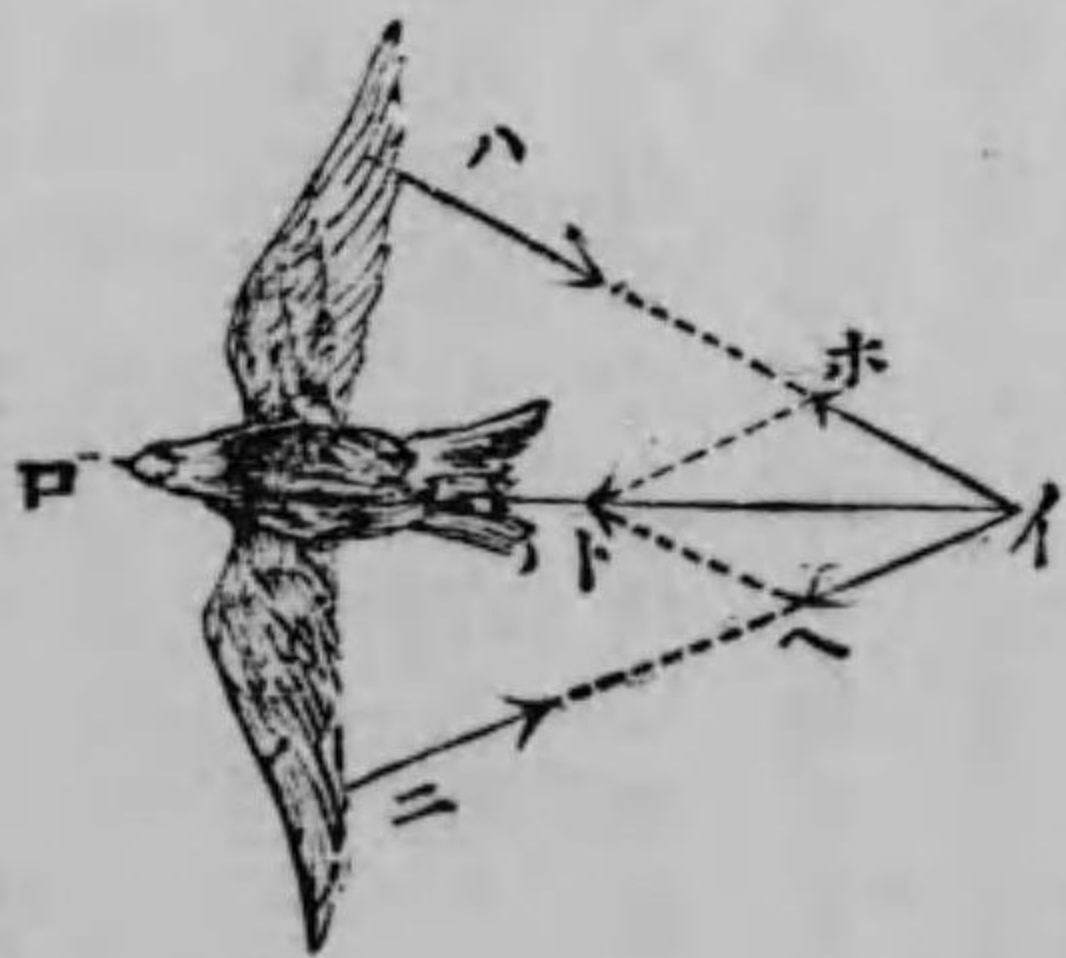
第八圖

第九圖は弓にて矢を射んとする法を示す、人が弦を手にして引くときは、弓は原形に戻らんとして、弦に(イ)及び(イ) (ロ)の力を加ふ、此二力を前法に依り合成すれば(イ) (ニ)の力となり、矢は(イ) (ニ)の力にて射出されて飛び行くなり、第十圖は鳥が空中を飛ぶ場合を

第九圖



第十圖



力と分

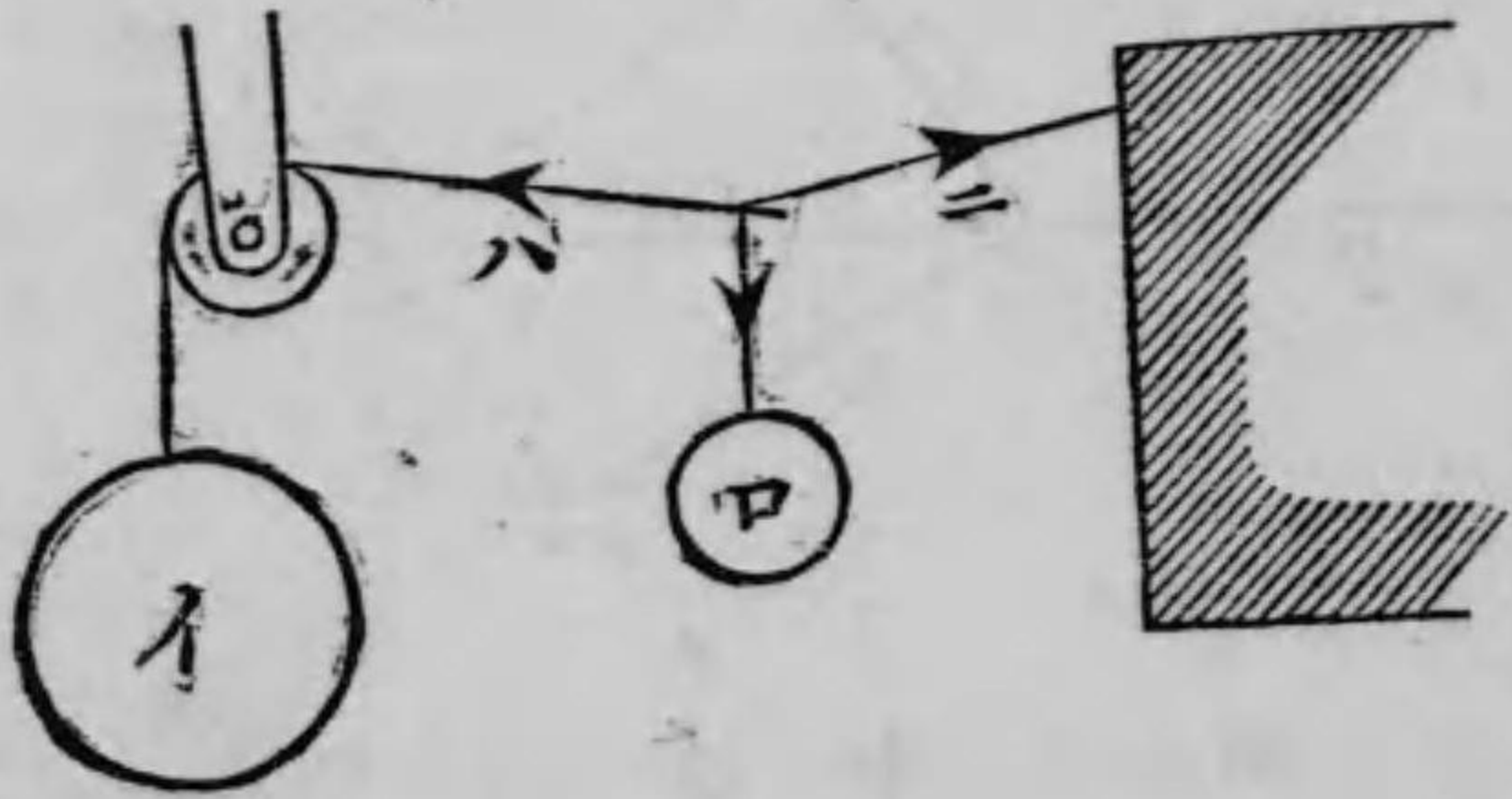
示す鳥が兩翼を以つて(ハ)及び(ニ)の力を以つて空氣を打つときは、其反動として之れに等しき(イ) (ホ) 及び(イ) (ヘ) なる力を翼に受く、今此二力を前法に依り合成し、力の平行四邊形を作るときは(イ) (ホ) (ト) (ヘ) となる、此對角線(イ) (ト) の力は合成力にして鳥を左

方に進ましむるものなり。

茲に注意すべきは、合成力は必ずしも分力より大ならず、時としては分力より小なることもあるものなり。

第十一圖は一端を壁に取付し網の中央に(ロ)なる重錘を附し、三力相平均せし状態を示す。此場合に前法に依り力の平行四邊形を作るときは、(イ) (ト) (ニ) の合成力は(ロ)に等しく、其方向反對なることを知る。然るに(ロ)に等しき合成力は分力(ハ)よりも甚だ小なり、此の如く分力は反て合成力よりも大なる

第十圖



ことあり

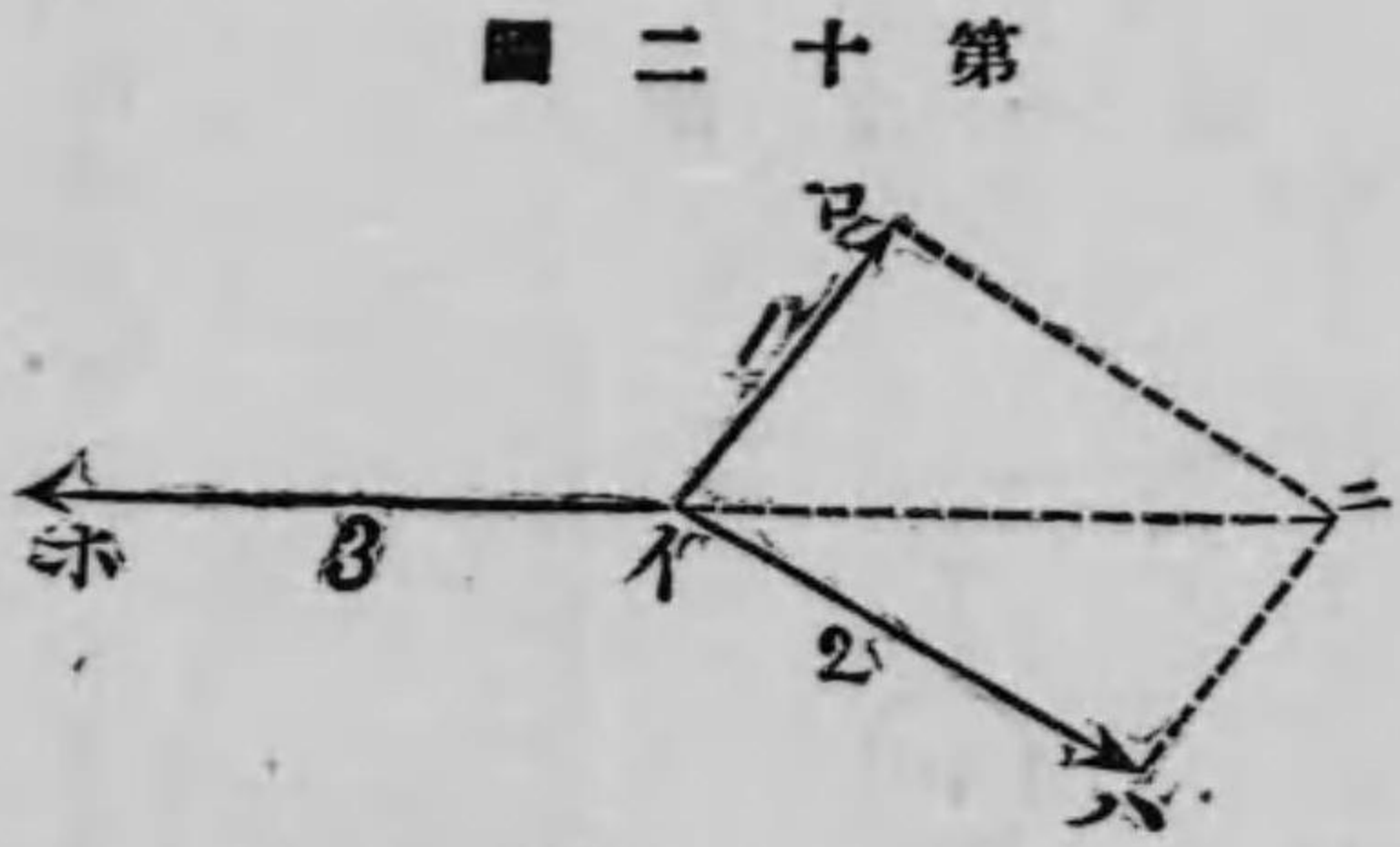
第十九 力の分解並に合成



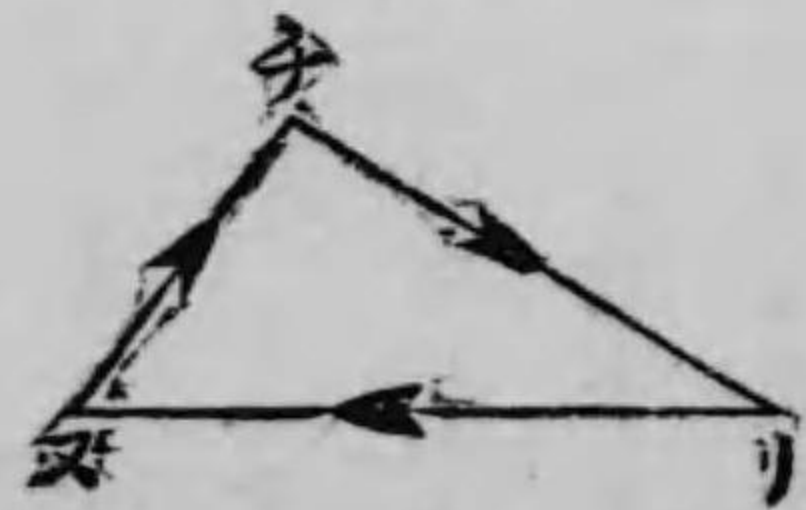
第二十 力の三角形

力の三角

前に説明せし如く、一物體の一點に二力若くは數力働くとき、又は上記の力の方向一點に會するとき、其中の一力が他の凡ての力の合成力に等しくして、方向反對なるときは力の釣合を保ち、物體は少しも其状態を變せざるなり、第十二圖に於て物體中の一點(イ)に(イ(ロ)及び(イ(ハ)及び(イ(ニ)及び(イ(ホ)の三力働くものとす、此場合に前法に依り(イ(ロ)及び(イ(ハ)の二力を合成するときは(イ(ロ)(ニ)の平行四邊形を得(イ(ニ)は上記二力の合成力なり、今(イ(ホ)の力の價をして(イ(ニ)に等しからしむるときは此二力は其價相等しく方向反對なるを以つて釣合



第二十圖



第三十圖

(ニ)に等しからしむるときは此二力は其價相等しく方向反對なるを以つて釣合

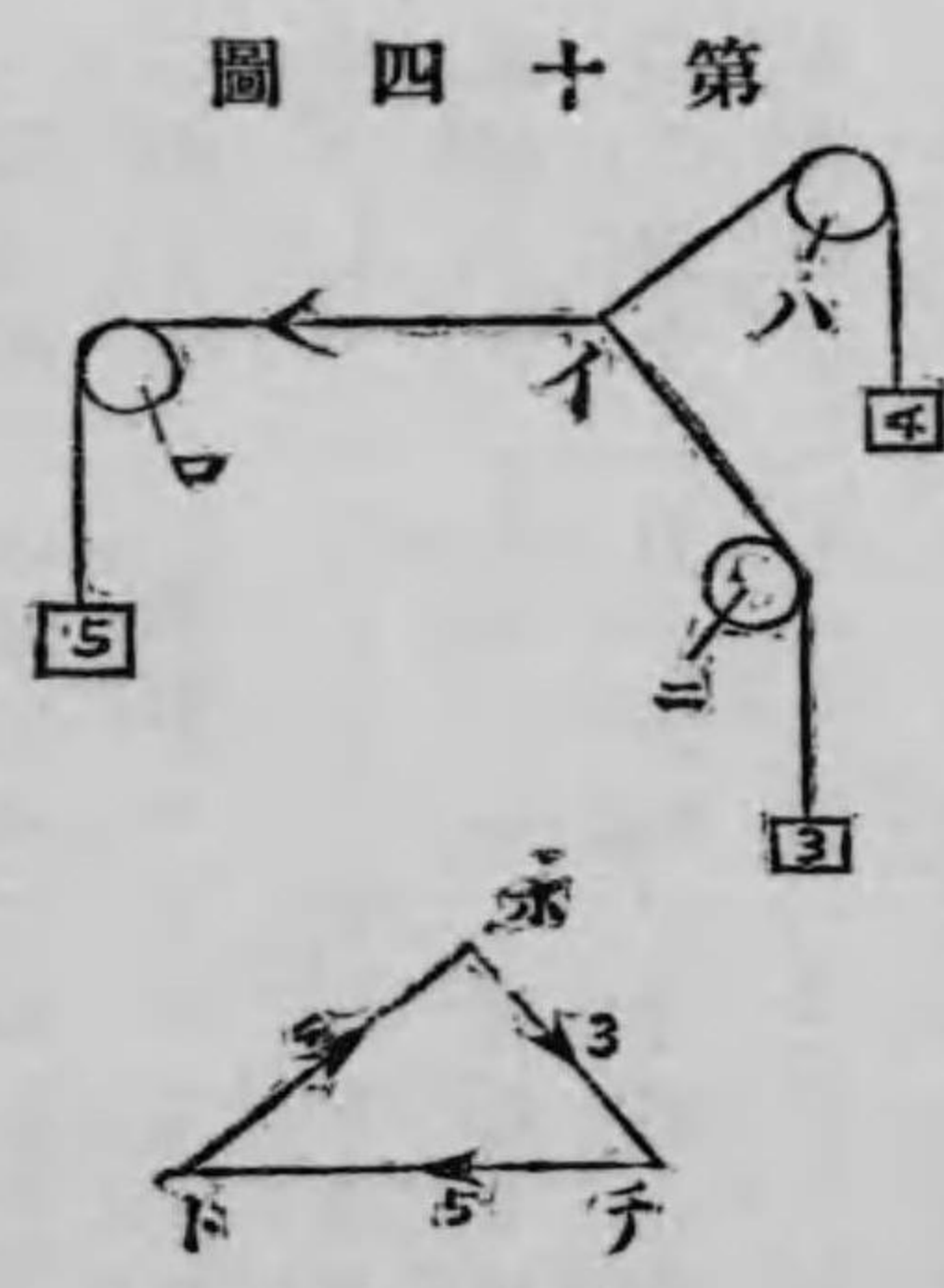
力の三角の規則

を保つべし(イ(ロ)(イ(ハ)及び(イ(ホ)の三力の大き並に方向は三角形(イ(ロ)(ニ)を以つて示すことを得べし、即ち(ロ)(ニ)に(イ(ハ)と同方向の矢を附し、又(イ(ニ)にも(イ(ホ)と同じ方向に矢を畫くときは、此三力は恰も與へられたる三力と大き並に方向を等しくす。次に第十三圖に示す如く(ヌ(チ)(リ)及び(リ(ヌ)を夫々(イ(ロ)(イ(ハ)及び(イ(ホ)に平行に引く時は、三角形(ヌ(チ)(リ)は三角形(イ(ロ)(ニ)と相似形にして、其各邊は順次に相比例すべし(ヌ(チ)(リ)なる三角形を畫くときは、其各邊の大きは必ずしも上記三力を示す直線と等しからざるも可なり、先づ(ヌ(チ)を引き之れを適當の大きに取り、順次に他の二邊を二力の方向に平行に引けば(ヌ(チ)(リ)三角形の各邊の長さは三力の大きと正比例をなすべし、例へば(イ(ロ)は二封度(イ(ハ)は三封度(イ(ホ)は四封度となるとき、若し(ヌ(チ)の大きを一時に取れば(チ)(リ)は一時半(リ(ヌ)は二時となるなり、上述の理論に依り左記規則を定むることを得。

「物體の一點に會する三力相釣合ふときは、此各力に平行して順次直線を引き、三角形を作るときは、其三角形の各邊は順次三力と正比例をなすべし。」  
此規則の逆も正しきことは容易に證明せらるゝなり、即ち



「物體の一點に會する三力に平行に直線を引きて作りたる三角形の各邊が順次に三力と正比例をなせば此三力は釣合をなすべし」  
 上記三角形を稱して力の三角形と云ふ。  
 第十四圖は(ロ)(ハ)(ニ)の滑車の周圍に綱を觸れしめ、綱の端に夫々五封度四封度及

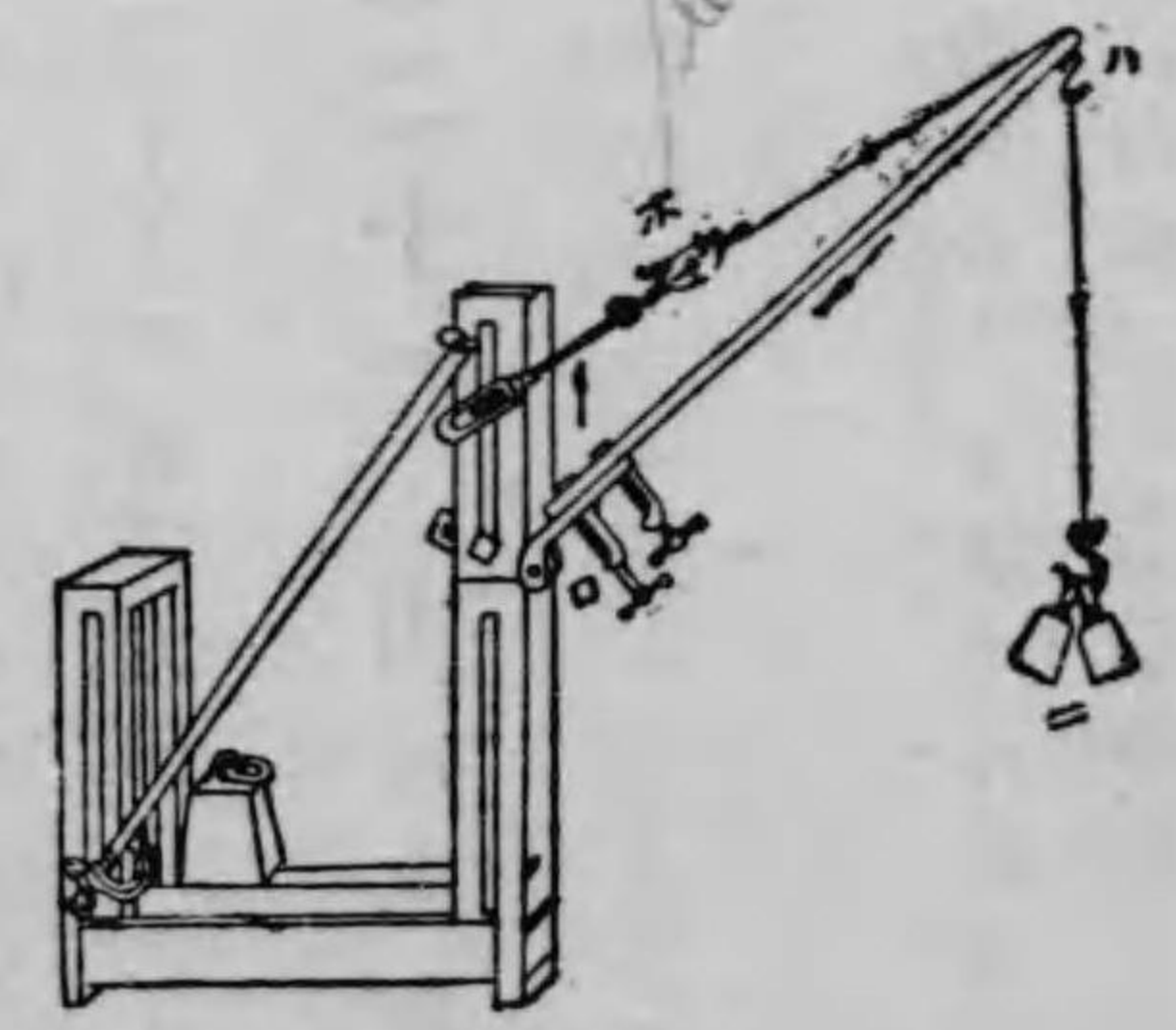


圖五十第

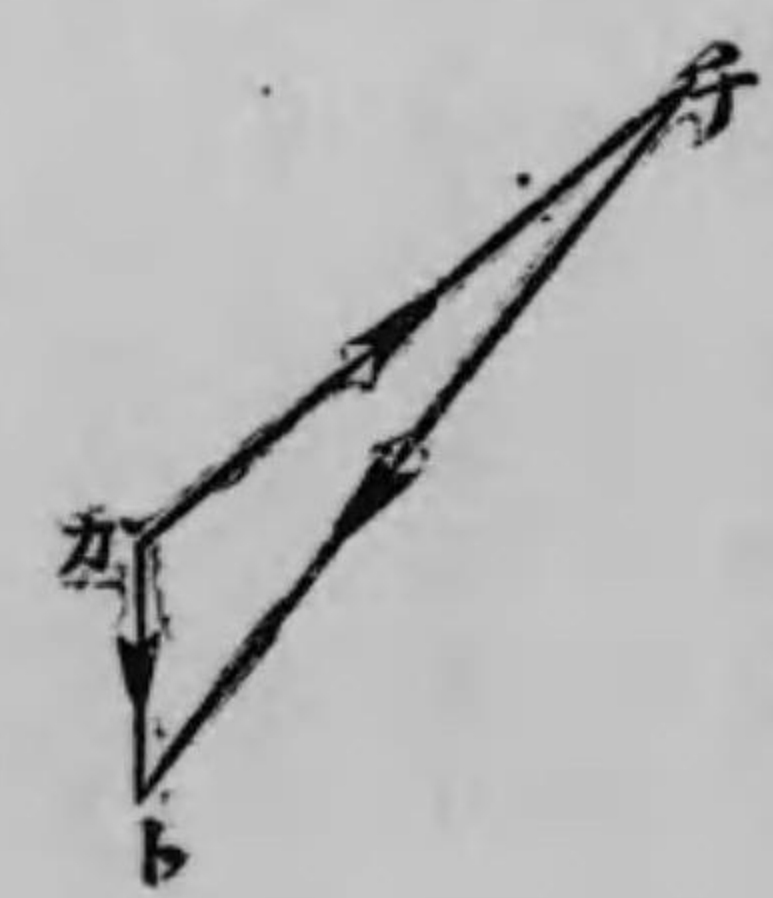
「三封度の重錘を附加す、然るときは(イ)に矢の如く三力働くなり、今此力が釣合を保つものとす、然るときは前述の法に依り各力に順次平行に直線を引くときには、第十五圖に示す(ト)(ホ)(チ)なる三角形を得、此三邊の長さの割合は夫々に四、三、五にして、丁度與へられたる三力に正比例するなり。若し(ト)(ホ)を二時に引くときは(ホ)(チ)は一時二分の一(チ)(ト)は二時二分の一なり、力の三角形に於て第一の力の方向をば之れに相當する與へられたる力の方向と反對に矢を附すれば、此力は他の二力の合成力を示すべし。」

第十六圖は起重機に懸けたる荷重(ニ)の爲めに機の各部に起る力を示す、即ち(ニ)は垂直に下方に働き、(ホ)なる控綱は引伸されんとして綱に抗張力を起さしめ、(ロ)(ハ)なる鉸は上方より押し付けられんとする力を受く、今力の三角形の理論に基き各

圖六十第



圖七十第



力の大きさを求むべし。  
 第十七圖に於て(ト)(カ)(チ)及び(チ)(ト)を順次に(ニ)(ハ)(ハ)(ホ)及び(ハ)(ロ)の方向に平行に引き、(ト)(カ)(チ)なる力の三角形を作る、然るときは其三邊(ト)(カ)(チ)及び(チ)(ト)



は夫々重錘(ニ)(ハ)及び(ハ)(ロ)に働く力を示すべし。此場合に矢の方向を(カ)(チ)より初め順次同方向に附け、(ト)(カ)に至り其方向を反対ならしむるときは、(カ)(ト)は(カ)(チ)及び(チ)(ト)の二力の合成力なることを知り得べし。換言すれば(カ)(ト)の力が(カ)(チ)及び(チ)(ト)の二力に分解せられしものと看做を得べし。勿論起重機に働く三力相約合ふを以つて、(イ)點には(カ)(ト)と反対の方向に之れに等しき力働くなり。

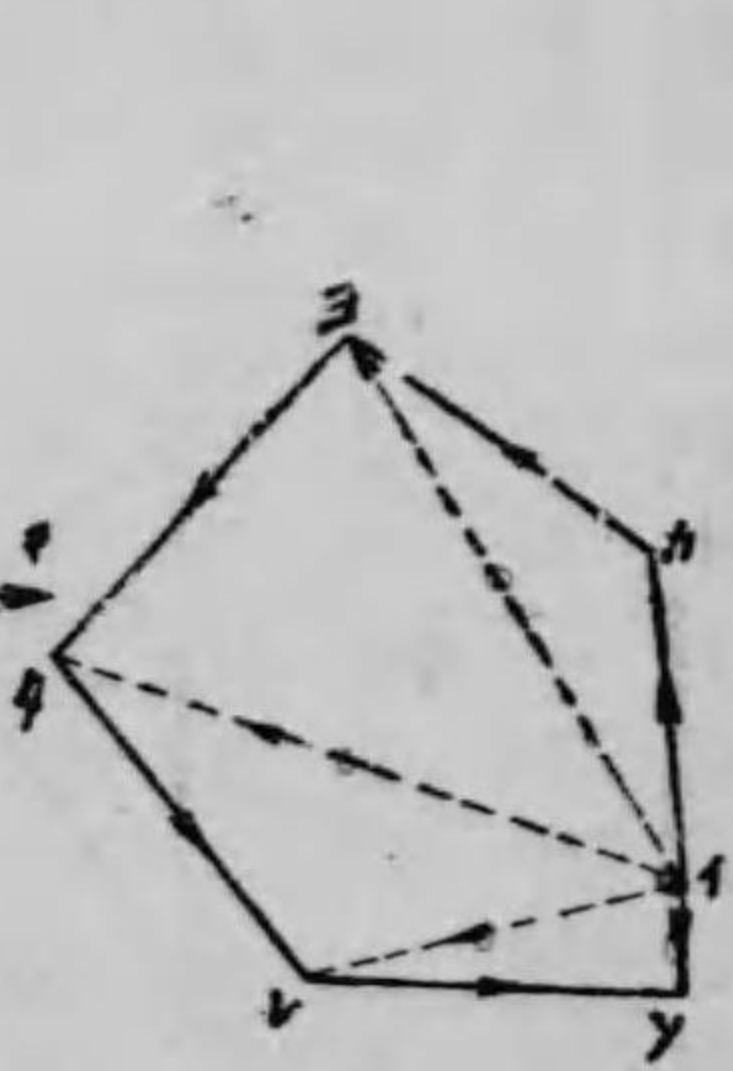
### 第二十一 力の多角形

第十八圖は物體中の一點(イ)に(イ)(ロ)(イ)(ハ)、(イ)(ホ)、(イ)(ト)、(イ)(チ)の五力の働く状態を示す。

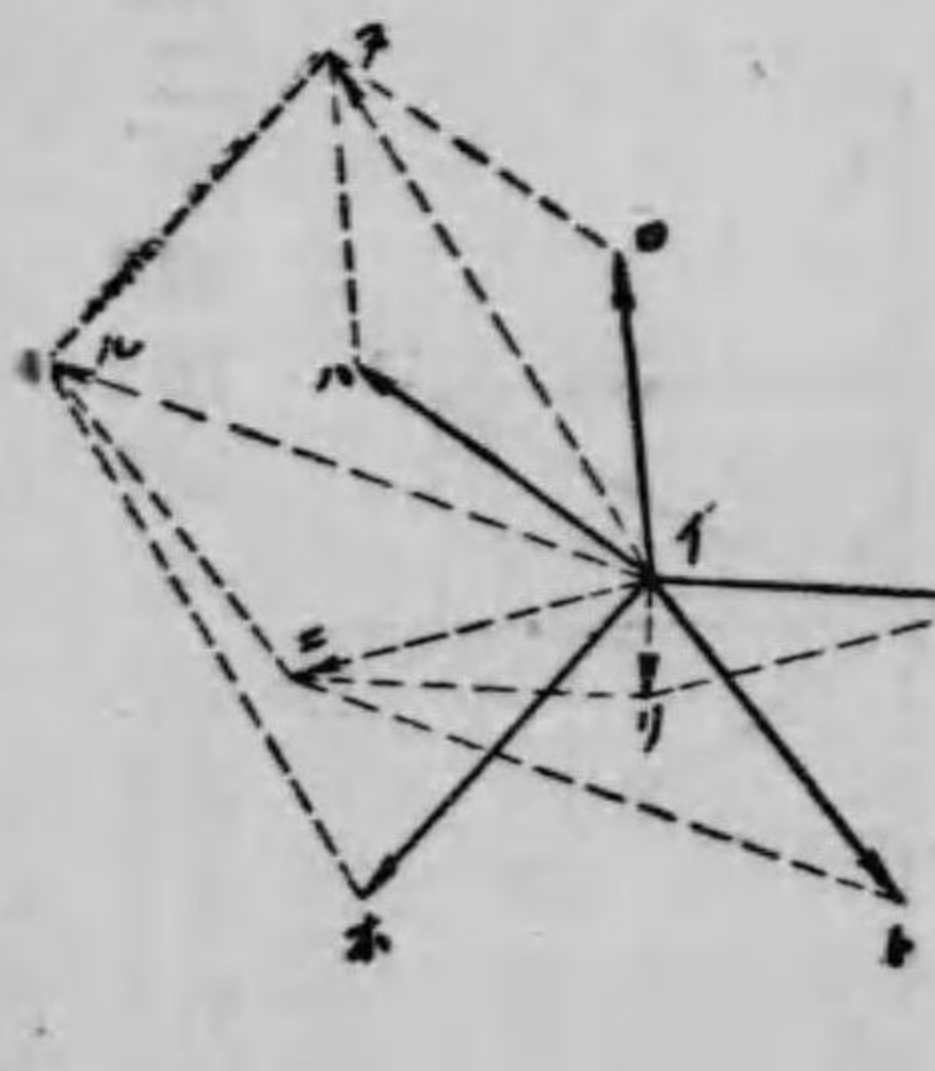
今此等の諸力の合力を求めんに前の力の平行四邊形の理を應用す(イ)(ロ)と(イ)(ハ)とを合成すれば合成力(イ)(ヌ)を得、又(イ)(ヌ)と(イ)(ホ)とを合成し(イ)(ル)なる合成力を見出すなり。(イ)(ル)と(イ)(ト)との合成力は(イ)(ニ)なり、最後に(イ)(ニ)と(イ)(チ)とを合成すれば(イ)(リ)なる力を得然るときは(イ)(リ)は五力の合成力なることを知るなり。

第十九圖に於て(イ)より夫々(イ)(ロ)及び(イ)(ハ)に平行に順次に(イ)(カ)、(カ)(ヨ)を引き、其

第九十圖



第八十圖



長きをして上記二力の大きさを示す。然るときは(イ)(ヨ)は力の三角形の理論に依り(イ)(ヌ)の力の大きさを示すものなり。斯の如く順次に(ヨ)(タ)、(タ)(レ)、(レ)(ソ)を夫々(イ)(ホ)、(イ)(ト)、(イ)(チ)に平行に引き、各力の大きさを示すべし。最後に(イ)(ソ)を連結すべし。然るときは力の三角形の理に基き(イ)(ソ)は(イ)(リ)に平行にして且其力の大きさを示すべし。今若し(イ)(ソ)の力の矢の方向を圖と反対に畫くときは、此力は他の諸力の合成力に反対にして、其價相等しき力なることを意味す。此場合には各力釣合を保つなり。故に左の規則を定むることを得。

「物體中の一點に働く諸力が順次各力に平行に引きし直線を以つて成る多邊形を以つて示し得るときは諸力は釣合を保つべし。」

上記多邊形を稱して力の多角形と云ふ。

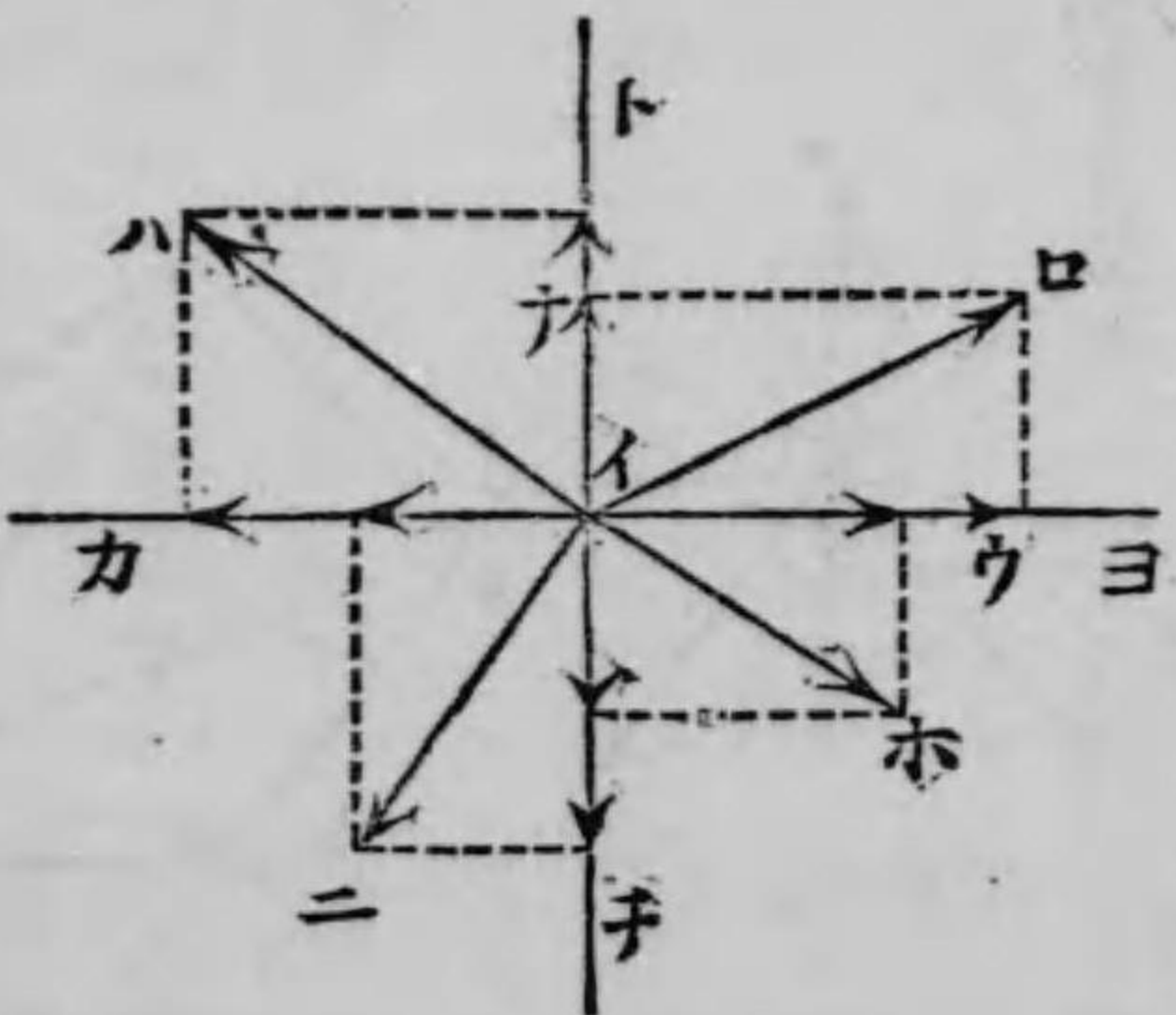


### 第二十二 同一平面上に於て一點に會する諸力の直角分力

第二十圖は同一平面上に於て、一點に會する力が働く状態を示す、今、 $(I)$  點を通し、直角軸  $(カ)$ 、 $(イ)$ 、 $(ヨ)$  及び  $(ト)$ 、 $(イ)$ 、 $(チ)$  を引くべし、各力を水平垂直の二力に分解す、即ち  $(イ)$ 、 $(ロ)$  の力を分解するには  $(ロ)$  より水平線並に垂直線を引くべし、然るときは  $(イ)$ 、 $(ロ)$  を對角線とする一の矩形を得るなり、前述の力の分解法の理論に依り、 $(イ)$ 、 $(ウ)$  は水平分力  $(イ)$ 、 $(ナ)$  は垂直分力なり、同様にして  $(イ)$ 、 $(ホ)$ 、 $(イ)$ 、 $(ニ)$  及び  $(イ)$ 、 $(ハ)$  の各力を水平垂直の二方向に分解すべし、然るときは前の四力の代りに水平及び垂直軸上に各四力即ち八個の分力を得るなり、此分力の方向を見るに、各軸上に於て二個宛其方向反對なり、故に垂直軸に於て上方に働く力を正とすれば下方に

同一平面上に於て、  
一點に會する  
諸力の  
直角分力

圖十二第



働く力は負なり、同様に水平軸に於ても右方の力を正とすれば左方の力は負なり。今若し元の四力相約合ふときは、軸線垂直軸の上方の分力の和は下方の分力の和に等しかるべく、又水平軸の右方の力の和は左方のものに等しかるべし、何となれば此中一つにても等しからずとせば力の釣合破れ物體は大なる力の方向に向ひ其状態を變ずればなり。

六二

直角分力の規則

平行力の合成

働く力は負なり、同様に水平軸に於ても右方の力を正とすれば左方の力は負なり。今若し元の四力相約合ふときは、軸線垂直軸の上方の分力の和は下方の分力の和に等しかるべく、又水平軸の右方の力の和は左方のものに等しかるべし、何となれば此中一つにても等しからずとせば力の釣合破れ物體は大なる力の方向に向ひ其状態を變ずればなり。

上の理に基き下の規則を定むることを得。同一平面上に於て一點に會する諸力釣合をなすときは水平垂直の方向に分解したる直角分力の代数和は零に等し。

代数和零とは垂直軸の上方の直角分力の和と下方のものとは相等しく、又水平軸の右方の直角分力の和と左方のものとは相等しと云ふ意味なり、此は上と下は力の方向正反對なるが故に其符號互に相反す、又左右も同様に符號を異にす、故に符號の異なる二つの等しき價を加ふれば其和は零に等し之を代数和零を意味す。

### 第二十三 平行力の合成

第二十二

同一平面上に於て一點に會する諸力直角分力

第二十三

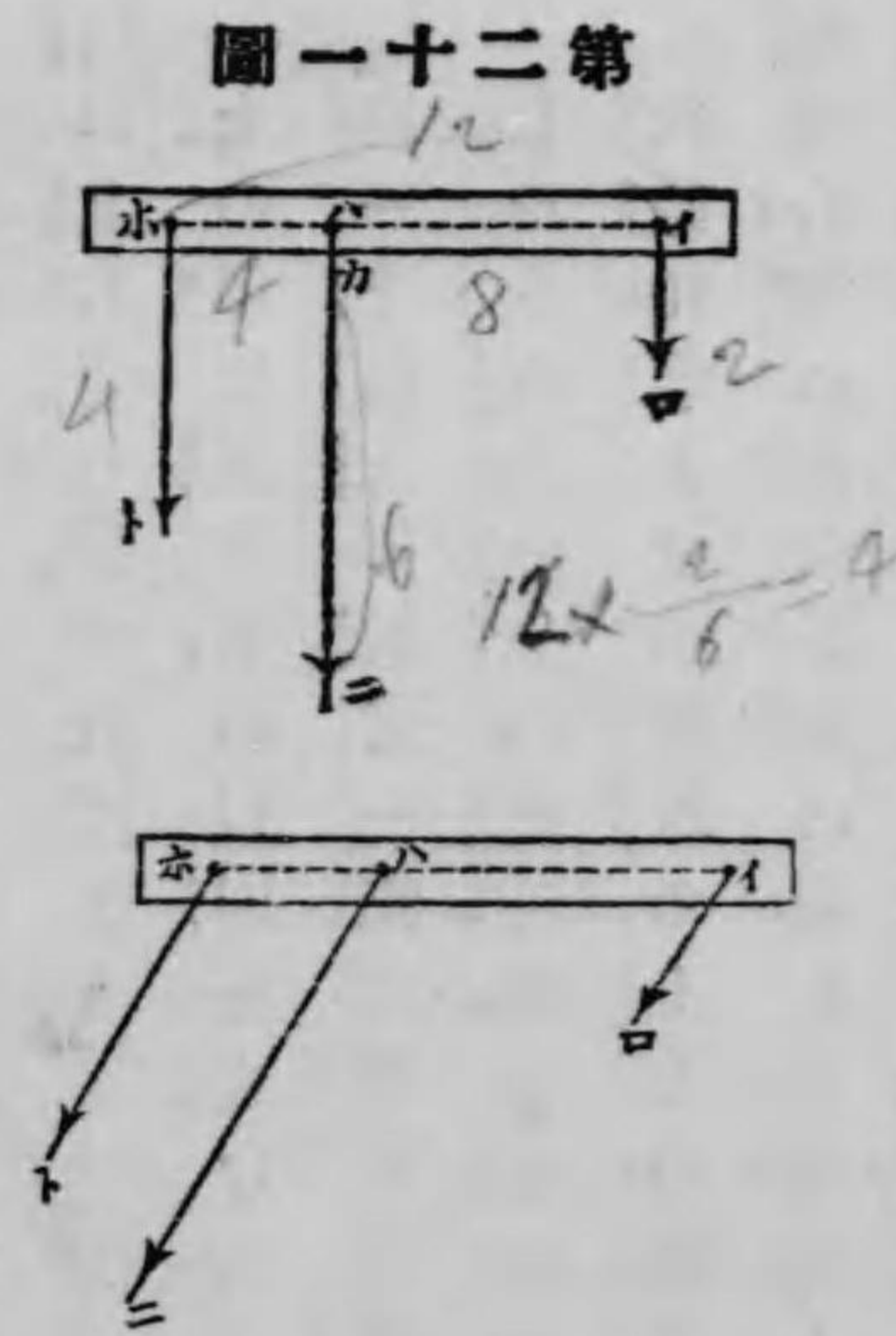
平行力の合成

三九

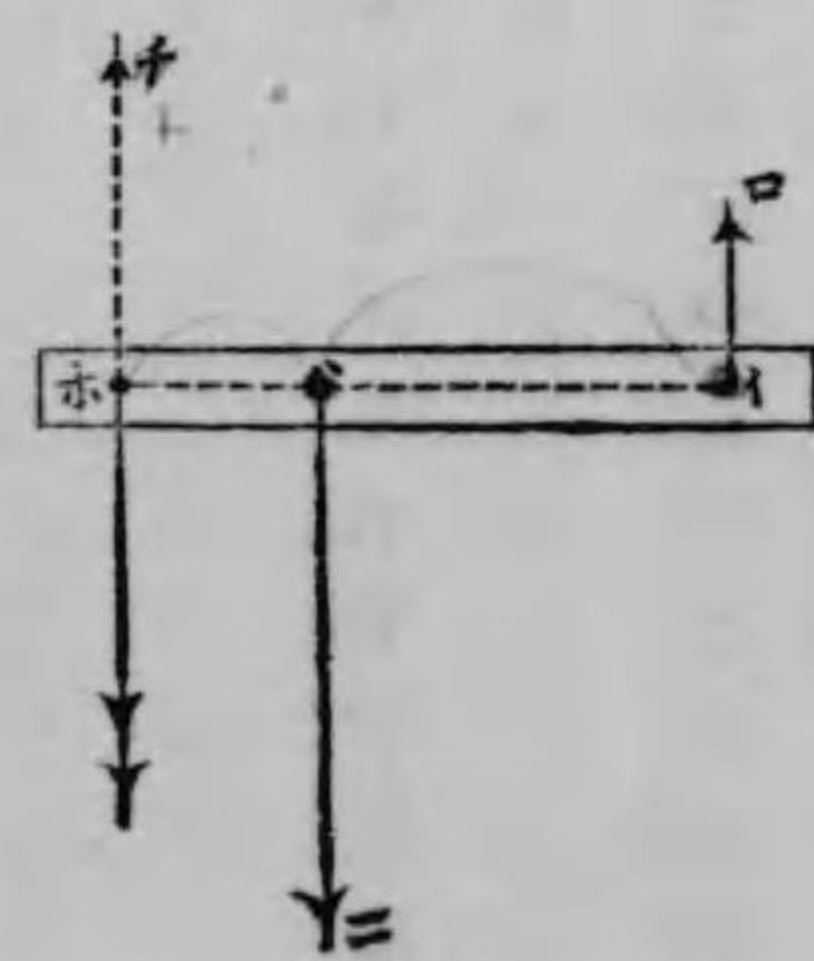


第二十一圖は一の物體に(イ×ロ)及(ホ×ト)なる二つの平行力の働く状を示す、今此合成力を見出すべし、圖に於て見るが如く二力同方向に働くを以て、合成力の價は勿論二力の和に等し、次に合成力の働く點を見出すべし、今物體を(ハ)點に於て支持する

第二十二圖



第三十二圖



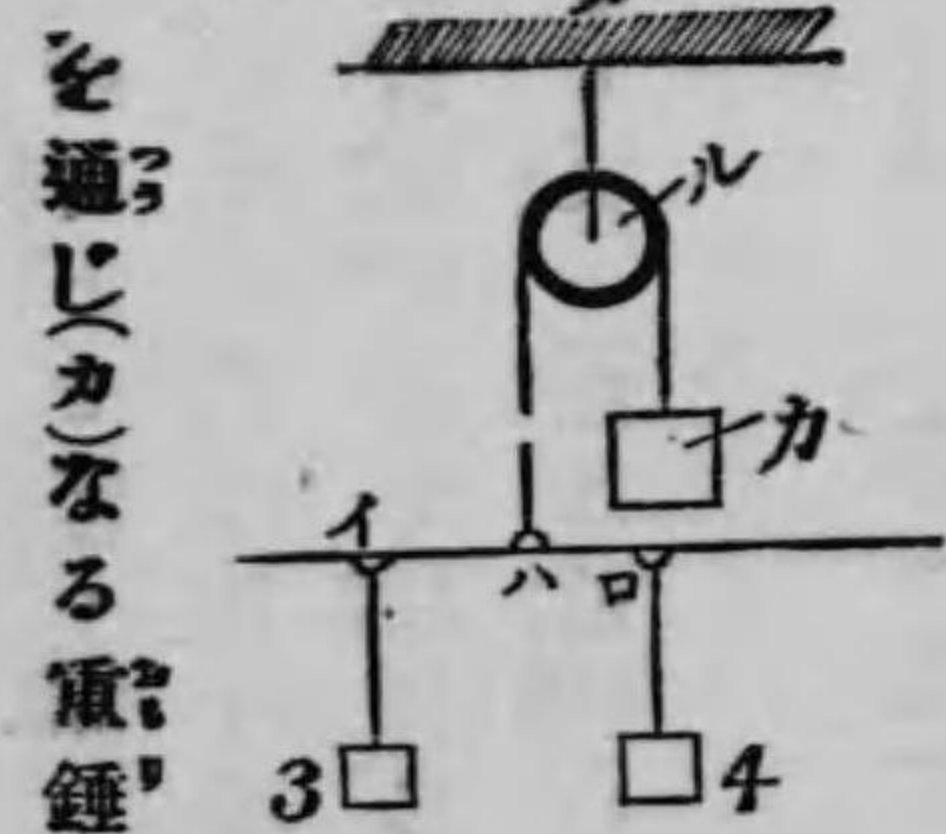
ときは物體は平衡を保つべし、故に二平行力の合成力は此點に働くを知るなり、又實驗上(ハ)點の位置は(イ×ホ)の長さを(イ×ロ)及び(ホ×ト)の力の逆比に分ちし點にあることを知るなり、例へば(イ×ロ)及び(ホ×ト)の力を夫々二封度及び四封度且(イ×ホ)の長さを

十二吋とすれば(イ×ホ)の長さは八吋(ホ×ハ)の長さは四吋なり、第二十二圖は前と異なる方向に働く平行力なり、然れども其合成力(ハ×ニ)は前と同様に於て之れを見出すことを得るなり。

第二十三圖は(イ×ロ)及び(ハ×ニ)の二平行力は其方向を異にする場合を示す、此時に合成力の大きさは勿論(ハ×ニ)と(イ×ロ)の差に等し、且(ホ)を此力の著力點とす、然る時は實驗上(ハ×イ)と(ハ×ホ)の長さの比は合成力(ホ×ト)と(イ×ロ)の比に等し、何となれば(ホ)點に於て(ホ×イ)を(ホ×ト)と反對の方向に加ふるときは物體平衡を保つことを得ればなり、上記理論に基き、數個の平行力を合成するには、任意に二個宛取りて合成し、最後

に得たる合成力を以て諸力の合成力となすなり、此合成力の働く點を稱して平行力の中心と稱す。

(例七) 第二十四圖に示す如く細き綱を取り(イ)及び



を通じ力なる重錘を附し、前の二重錘と相平均せしむ、若し(イ×ロ)の長さを十



四時とせば(ハ)點の位置如何且(カ)の重錘の量を求む。

上のものは平行力の場合なり(イ)及び(ロ)に働く平行力の合成力の價は

3+4=7封度なり故に二平行力と相釣合ふ爲めには(カ)に七封度の重錘を加ふれば可なり又(ハ)點は前述の理に依り(イ)(ロ)の長さを3と4との逆比に分ちし點なり。

即ち

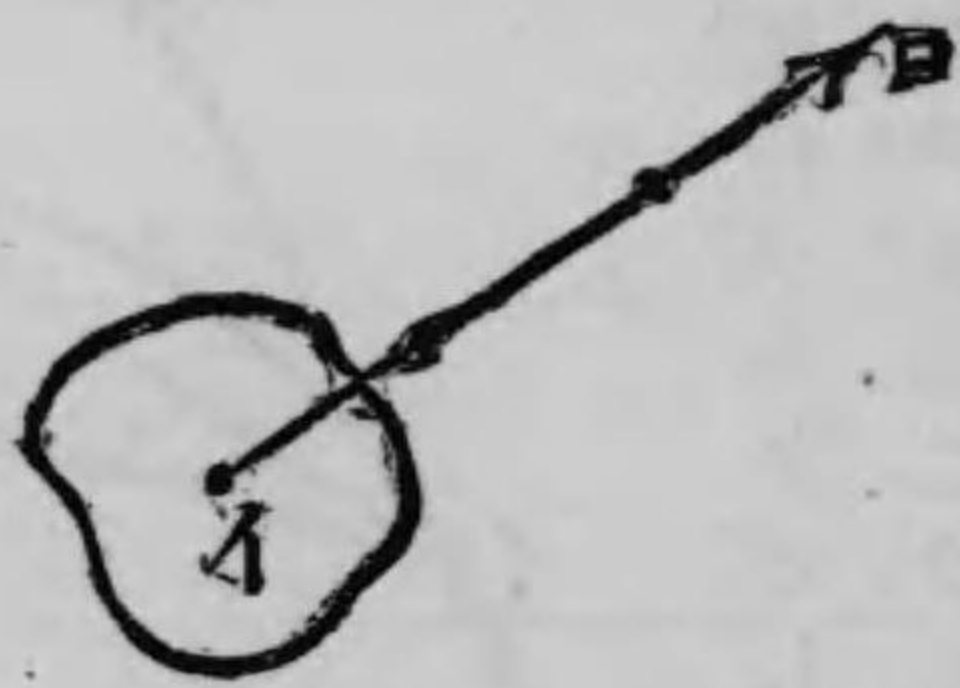
$$(イ)(ハ) = 14 \times \frac{4}{3+4} = 8 \text{ 封度} \quad (ロ)(ハ) = 14 \times \frac{3}{3+4} = 6 \text{ 封度}$$

密 (カ)の重錘七封度 (イ)(ハ)及び(ロ)(ハ)は夫々八封度及び六封度なり

### 第二十四 速度の合成並に分解

速度は前に説明せし力と等しく之れを圖示することを得るなり直線動をなす物體の速度は運動する方向に直線を引き其長さを任意の尺度にて測り其物體の速度を示すことを得るなり即ち第二十五圖に於て(イ)なる物體は(イ)(ロ)の方向に一秒間三呎の速度を以て運動す此場合に物體の速度を圖示するには(イ)より物體の運動の方向に直線を引き其長さを任意の尺度にて三呎に等しくすべし例へば一

第二十五圖



時の長さを以て一秒間一呎の速度を示す時は(イ)(ロ)の長さ三時に取れば可なり。

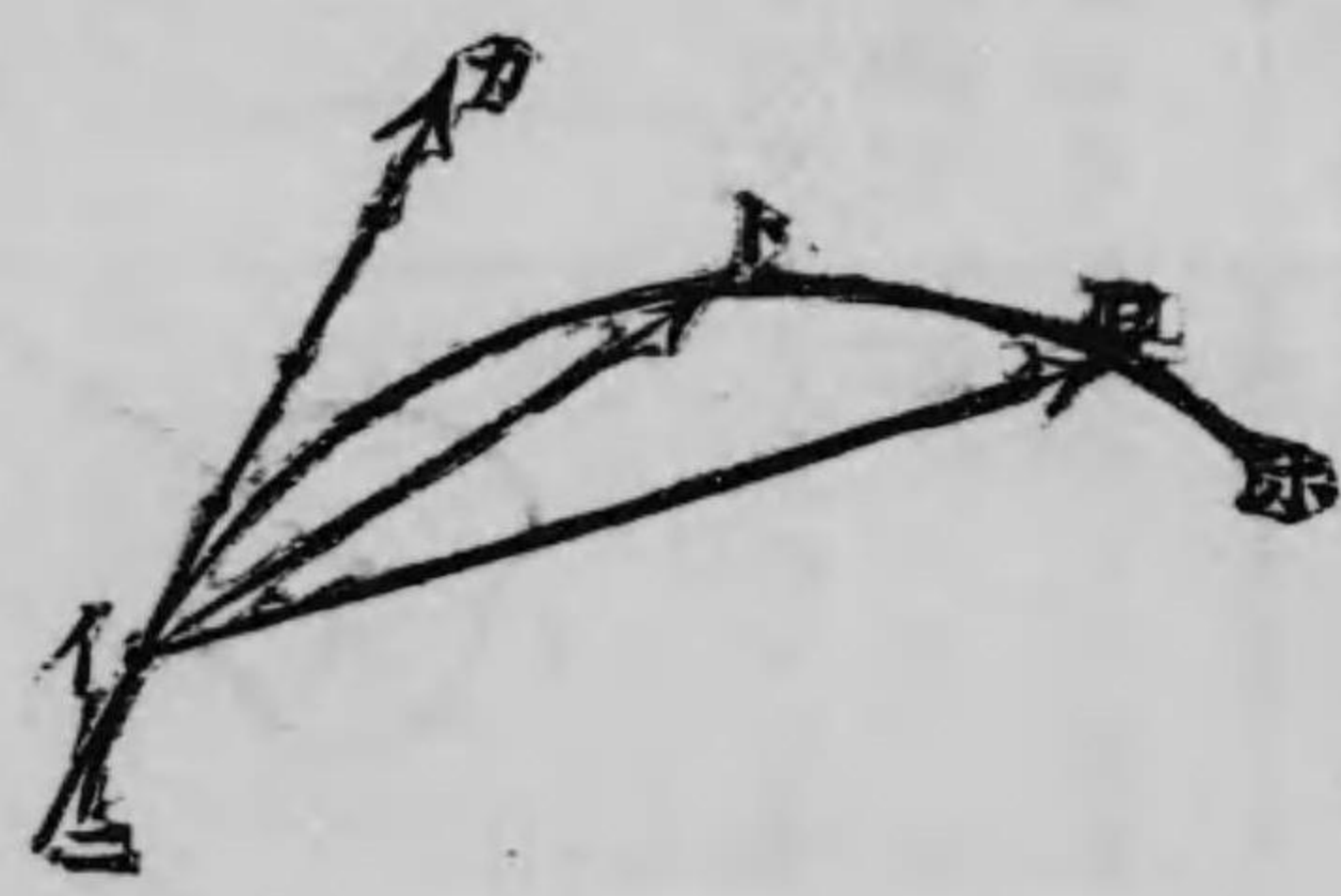
物體の運動の方向不規則に變化する場合に其通路中の或る點に於ける速度を圖示するには其通路を示す曲線を畫き所要の點より曲線に接線を引き其長さをして或る尺度にて速度の大きさを示すべし今其理由を説明すべし第二十六圖に於て(ニ)(イ)(ト)(ロ)(ホ)を一物體の運動の通路とす此物體が(イ)點に於ける速度を圖示せんとす。物體が(イ)より(ロ)に運動せば其方向は(イ)(ロ)線にて示すことを得又(ト)に運動せば物體の動く方向は(イ)(ト)にて示すを得るなり今(ト)點が漸次(イ)に接近し遂に(イ)と一致するに至れば物體は(イ)點に於ける接線(イ)(カ)の方向に動くを知るなり故に(イ)點の速度を圖示するには(イ)に於て此曲線に接線を引き其長さを以て速度を示すべし例へば(イ)點に於ける物體の速度一秒間四呎とし一時を以て一秒間一呎の速度を示すときは(イ)(カ)の長さを四時に取れば可なり。

第二十七圖に於て物體が(イ)(ロ)の方向に或る速度を以て運動せしに(イ)點に來り

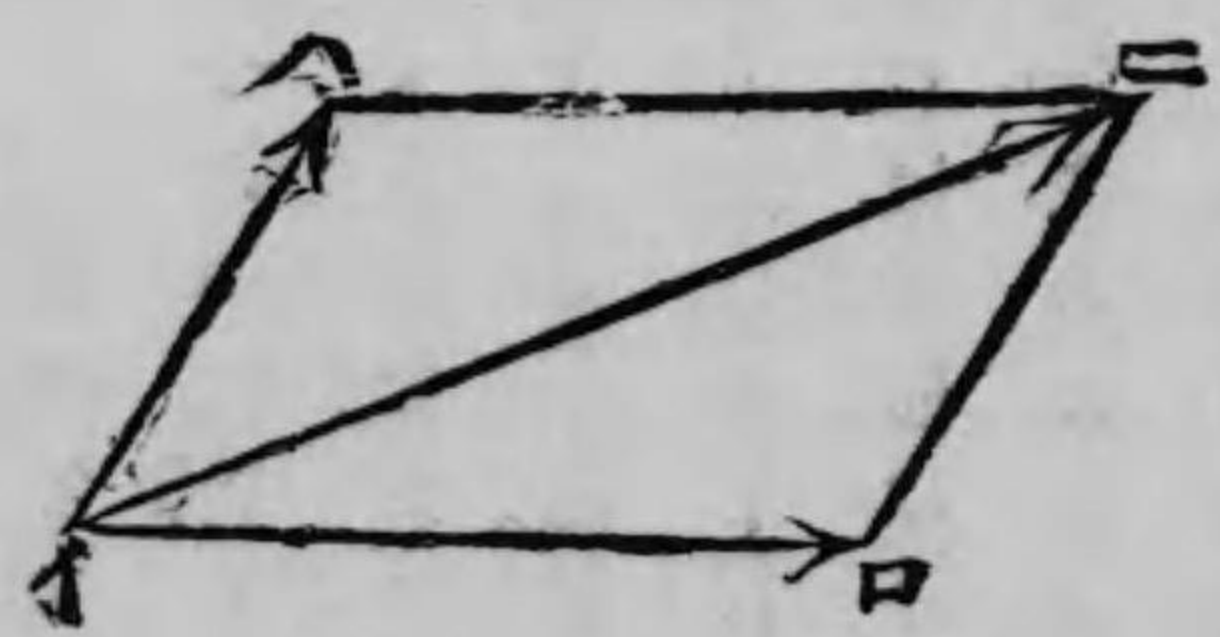


しときイハの方向に外力働き物体にイハの方向に進行せんとする傾向を與ふ此場合には物体はイロ若くはイハの方向に進行せずして其中間の方向即ちイニの方向に進むイニはイロ及びイハを隣邊とせる平行四邊形の對角線なり。

圖六十二第



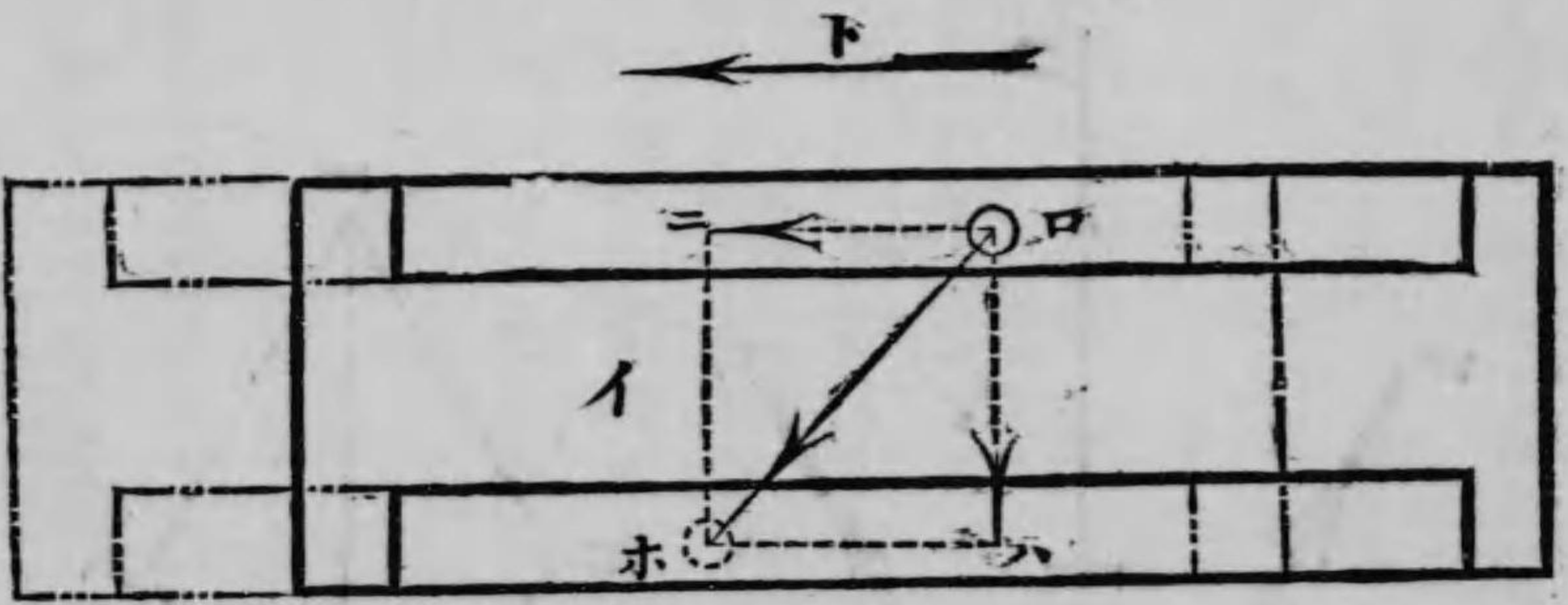
圖七十二第



此場合に(ニ)を合成速度と稱す。上述の如く速度合成法は前に説明せし力の合成法に等し、依て下の規則あり。二點より二直線を引き夫

夫物体の速度を示し、此二直線を隣邊として平行四邊形を作るときは其點を通ずる對角線は二つの速度の合成速度を示すものなり。第二十八圖は一の電車の平面圖を示す、圖に於て電車は(ト)なる矢の方向に常速

圖八十二第



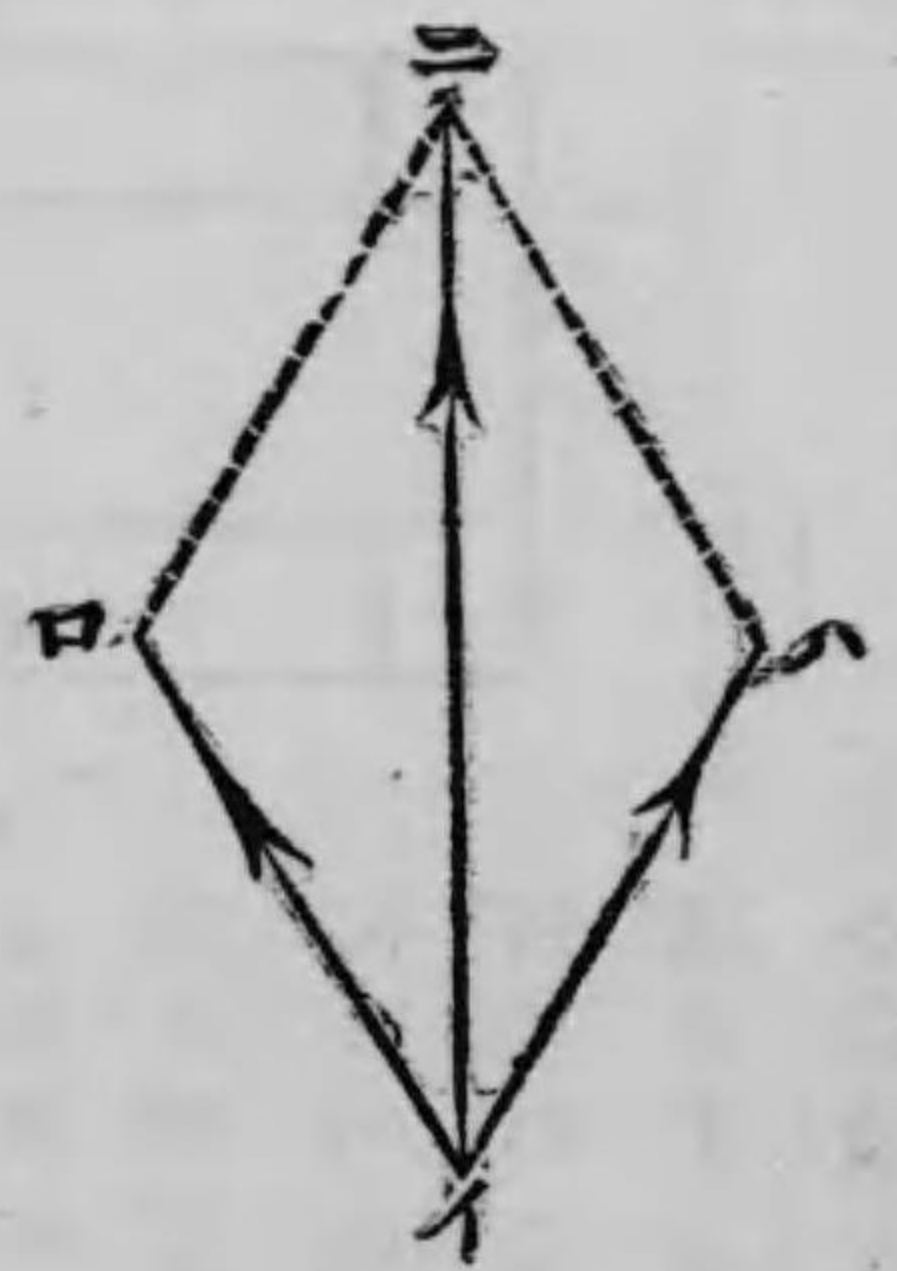
第二十四 速度の合成并に分解

度を以て進行す、今(ロ)の座席にある人が或る定速度を以て(ロハ)の方向に進行するものとす、一秒間に人は(ロハ)を運動し、之れと同時に電車は(ト)の方向に(ロニ)丈の距離を動くものとす、然時は此二つの速度を前記方則に依り合成す、即ち(ロニ)×(ホハ)の矩形を作り(ロホ)なる對角線を引くべし、(ロホ)は合成速度にして人は一秒間の終りに於ては明かに(ホ)の位置にあることを知るべし。前述の理論に依り、一の速度をば二つの方向に於ける速度に分解するを得べし、之れを速度分解法と稱し、其分解せられし速度を分速度と云ふ、此分解法を行ふには一の點を通じ、與へられし速度を圖示し其點より所要の二方向に直線を引き、前に圖示せし速度を對角線とする平行四邊形を畫くべし、然る時は一點より出る隣邊の長さは、所要分速度を示すなり。

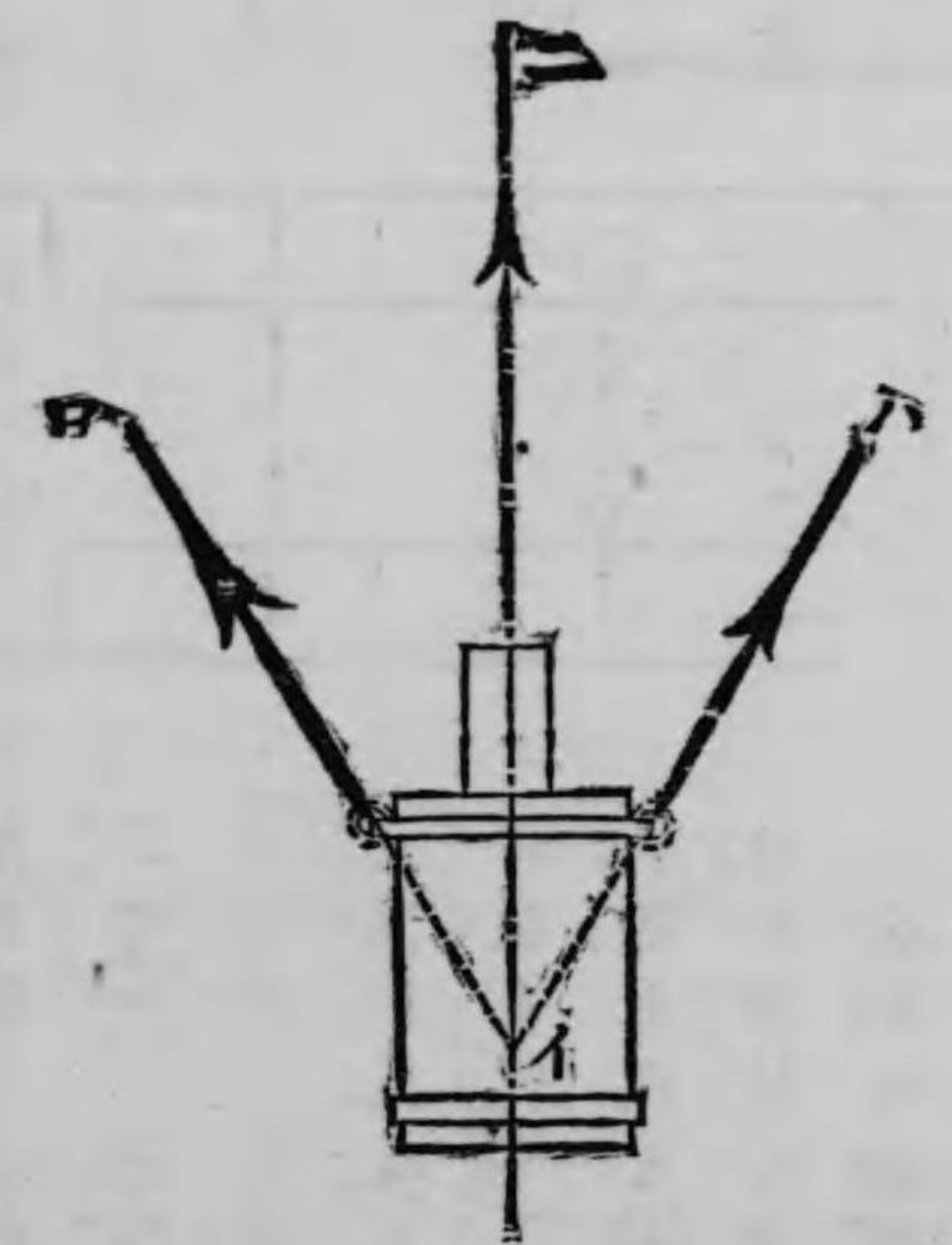


$$\frac{v_2 - v_1}{a} = \text{acceleration} = \frac{v^2 - v_1^2}{2 \times \text{distance}}$$

圖十三第



圖九十二第



第二十九圖は(イ)なる基礎工用た  
 こをば上昇するとき(ハ)及び(ロ)なる二  
 本の綱を附し之れを垂直の方向即ち  
 (イ)の方向に上昇する状を示す。  
 第三十圖に於て(イ)なるたこは一秒  
 間の終に(イ)の距離運動するものと  
 す(イ)より夫々(イ)×(イ)×(ロ)の方向に平行  
 に二直線を引き(イ)×(ロ)×(ハ)なる平行四  
 邊形を作るべし、然る時は(イ)×(ハ)及び(イ)  
 (ロ)の長さは二つの分速度を示すべし、  
 即ち上の場合は速度分解法の一例に  
 して、日常吾人の能く見る所のものな  
 り、加速度は單位時間に於ける速度の  
 變化なるを以て其合成並に分解法は

全く速度の場合と等しき規則を適用することを得るなり。

第二十五 機械學上に使用せらるゝ力並に  
 質量の單位

機械學上に用ひらるゝ力の單位は英制にありては一封度の質量に働く重力な  
 り質量の單位は一封度の力を加へて一秒間に付一秒間一呎の加速度を生ずべき  
 ものなり、初學者は往々此單位の意義を了解するに苦むなり、今之れを説明すべし、  
 今或る物體に力を加へ其運動する速度を變化せしめたりとす、然る時は力を加  
 へし前後の速度の差を求め之れを費したる時間にて除する時は、力働かし爲め物  
 體に與へたる加速度を得るなり、實驗上物體に加ふる力は質量並に加速度の相乗  
 積に正比例するものなり、故に下の關係式あり。

$$F = m \times a$$

力 = 質量 × 加速度………(4)

重力が物體に働き、之れに與ふる加速度は、一秒間に付一秒間三十二、二呎なり、故  
 に一封度の質量に若し一封度の力を加ふる時は、地引力に歸因する加速度即ち一



秒間に付一秒間三十二、二呎の加速度を生ずるなり。

故に一封度の力働きて、一秒間に付一秒間一呎の加速度を發生すべき物體の質量は一封度の質量の三十二、二倍なるを要す。

上式より

$$\text{加速度} = \frac{\text{力}}{\text{質量}} \dots \dots (5)$$

を知る即ち同一の力を加ふる時は、加速度は質量に反比例するなり、故に若し一封度の質量に一封度の力を加へ一秒間に付一秒間三十二、二呎の加速度を生じたりとせば、三十二、二封度の質量に一封度の力を加へし時には、前に得たる加速度の三十二、二分の一の加速度即ち  $\frac{32.2}{32.2} = 1$  一秒間に付一秒間一呎の加速度を得るなり。故に機械學上に用ひる質量の單位は、三十二、二封度の重量を有する物體中に含有する質量なり。

(例八) 重量百六十封度を有する物體あり其質量幾何なるや。  
前述の如く質量の單位は三十二、二封度なるが故に

$$\text{質量} = \frac{160}{32.2} = 4.96$$

答 四、九六單位

(例九) 前例の物體に十封度の力を加ふる時は幾何の加速度を生ずるや。

$$(5) \text{式を用ふ} \quad \text{加速度} = \frac{10}{4.96} = 2.02 \text{ 秒} \quad \text{答} \quad \text{一秒間に付一秒間二、〇二呎}$$

(例十) 重量六百封度の物體に一秒間に付一秒間八呎の加速度を與ふるには幾封度の力を要するや。

$$(4) \text{式を用ふ} \quad \text{力} = \frac{600}{32.2} \times 8 = 149.07 \quad \text{答} \quad \text{百四十九、〇七封度}$$

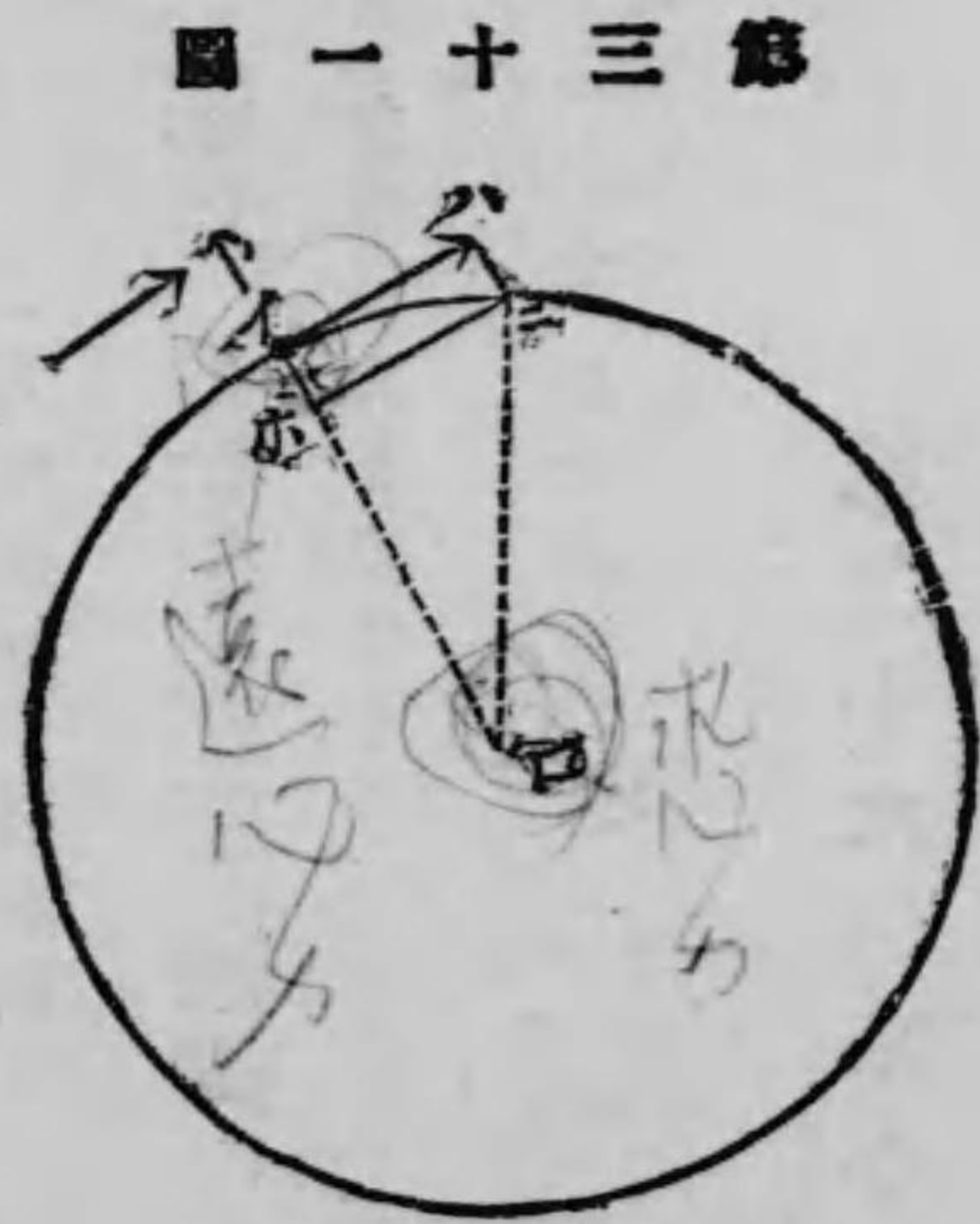
### 第二十六 求心力及び遠心力

第三十一圖に於て(イ)なる物體に綱を附し(ロ)を中心として之れを水平面上に於て回轉せしめ常速圓運動をなさしむ今物體の各通過に就き考ふるに前に説明せし理論に依り、物體は常に各點に於ける接線の方向に運動せんとす然るに糸の爲

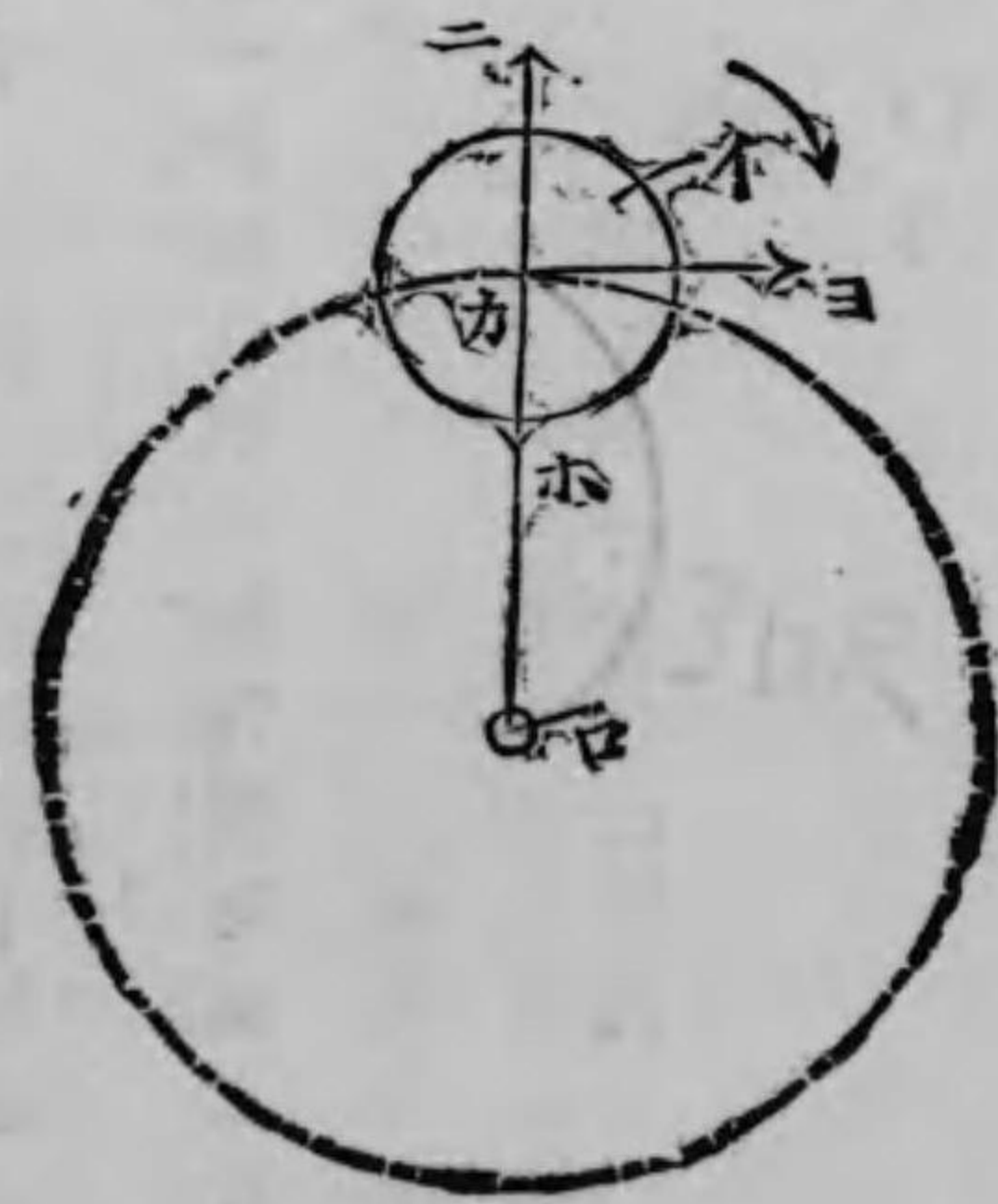
求心力及び遠心力



めに運動を制限せられ其結果圓を畫き運動するなり即ち圓に於て物體(イ)若し他の力加はらざる時は接線(イハ)の方向に運動すべし然るに糸の爲め回轉の中心の



圖二十三第



方向に向ひ(イ)ホなる力を受く之れが爲めに圓弧狀に動き次の瞬間には(ニ)の位置に来るなり若し(イ)の位置に於て糸の中心(ロ)を離す時は物體は(イ)ハの方向に運動

すべし上記物體の回轉する中心の方向に働く力即ち糸が物體を中心を引き附けんとする力を求心力(Centripetal force)と云ふ糸は常に一樣の張力を有するを以て求心力に反對に半徑狀に一の力外方に働くを知るなり之れを遠心力(Centrifugal force)と云ふ後者は前者の反抗力にして若し前者にして消滅すれば同時に後者も消滅するものなり。

上記遠心力の量は勿論回轉する物體の質量に正比例す又回轉半徑の小なる程運動の方向を變化すること大なるが故に従つて遠心力の價も増加す即ち回轉半徑に反比例するなり且回轉物體の線速度の平方に正比例するなり此は理論上又實驗上明かに證明することを得。

$$(1) = \frac{(ロ)}{32.2} \times \frac{(ニ) \times (ニ)}{(ホ)} \dots\dots\dots(6)$$

(1) = 遠心力(封度) (ニ) = 回轉物體の線速度(一秒間呎)

(ホ) = 回轉半徑(呎) (ロ) = 物體の重量(封度)

(例十一) 第三十二圖に示す如く重量五封度を有する物體(イ)を綱にて結び回轉



半徑(ロ)を三呎に等しくし(ロ)を中心として一分間百回轉せしむ然る時は(イ)に働く遠心力幾封度なるや。  
 本例に於ては先づ回轉物體の線速度を求むるを要す。

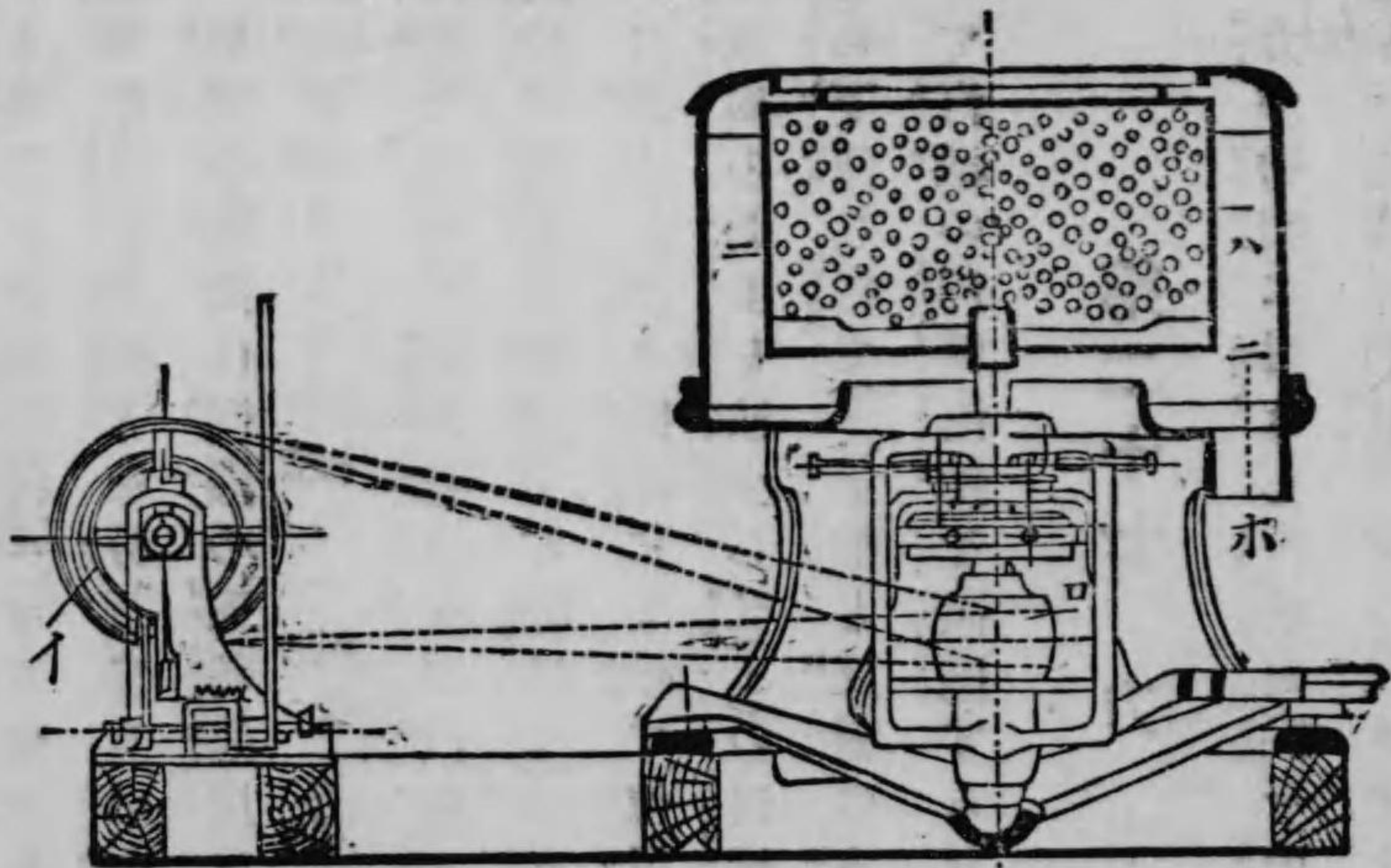
$$\text{線速度} = \frac{3.1416 \times 2 \times 3 \times 100}{60} = 31.4 \text{ (一秒間呎)}$$

(6)式に依り

$$\text{遠心力} = \frac{5}{32.2} \times \frac{31.4 \times 31.4}{3} = 51.03 \text{ 封度 答 五十一封度}$$

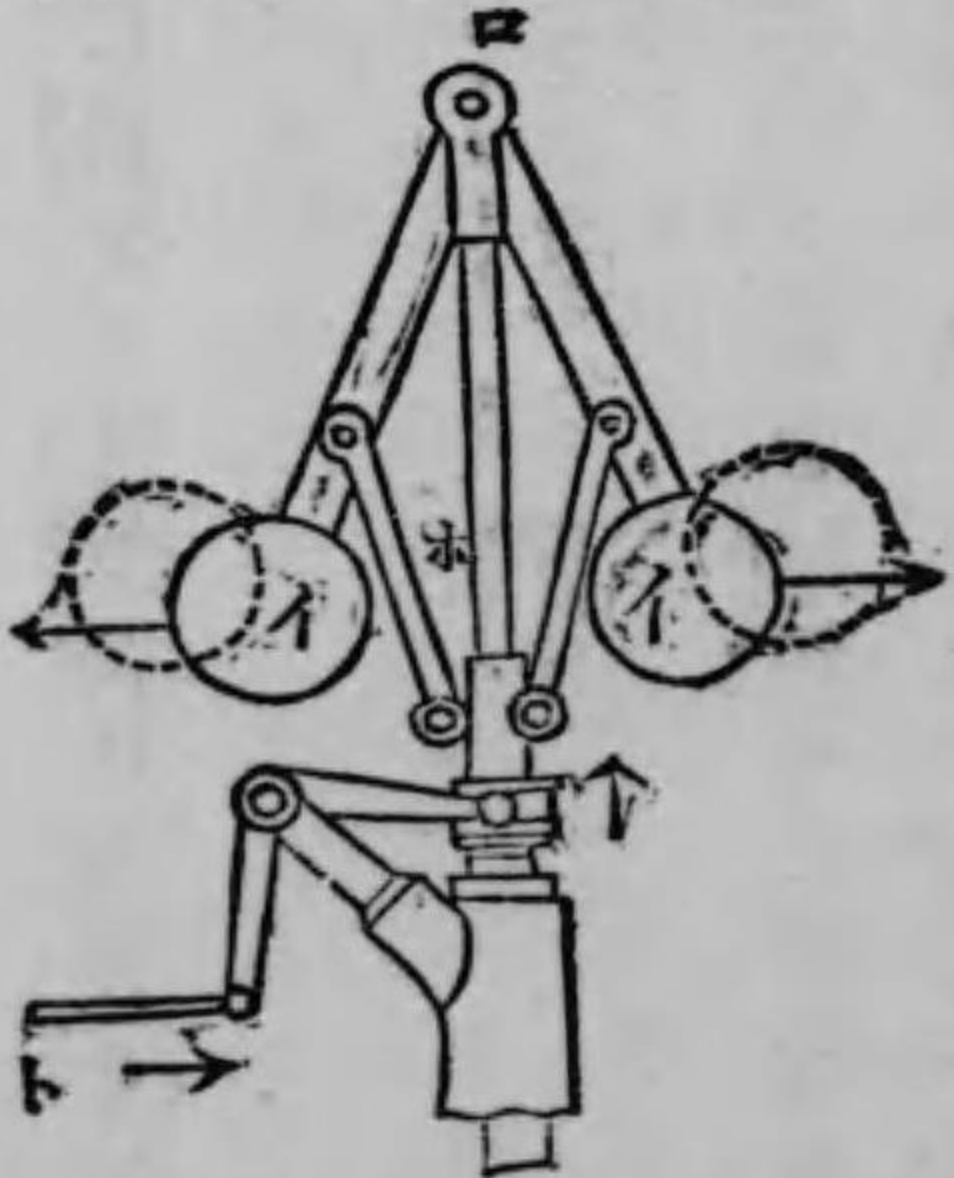
上の例に於て若し網の抗張強(Tensile strength)が遠心力より小なる時は網切斷し物體(イ)は切線の方向即ち(カ)の方向に運動すべし。  
 遠心力は上記の如く或る一點を中心として物體が回轉する時には必ず其回轉圓の半徑の方向に起るなり例へば電車が道路の隅角を回轉する時は電車の上にある人も遠心力の作用を受く故に注意して手にて車體の一部分を握り自己の身體をして電車と關係運動をなさざる様なすべし然らざる時は轉倒する恐れあるなり

第三十三圖



第二十六 求心力及び遠心力

第三十四圖



遠心力を應用せし機械多々あり第三十三圖は其一例なり之れは木綿其他の織物又は糸等の有する水分を除去する爲めに使用するものなり之れを脱水機(Hydro extractor)と稱す圖に於て(イ)は電動機にして調革に依り(ロ)なる調車を回轉す(ロ)の軸の上端には(ハ)なる網筒(Cage Cylinder)を固定す今脱水すべき品物を(ハ)の中に入れ(ロ)を高速度に回轉する時は品物中の水は遠心力に依り網の目

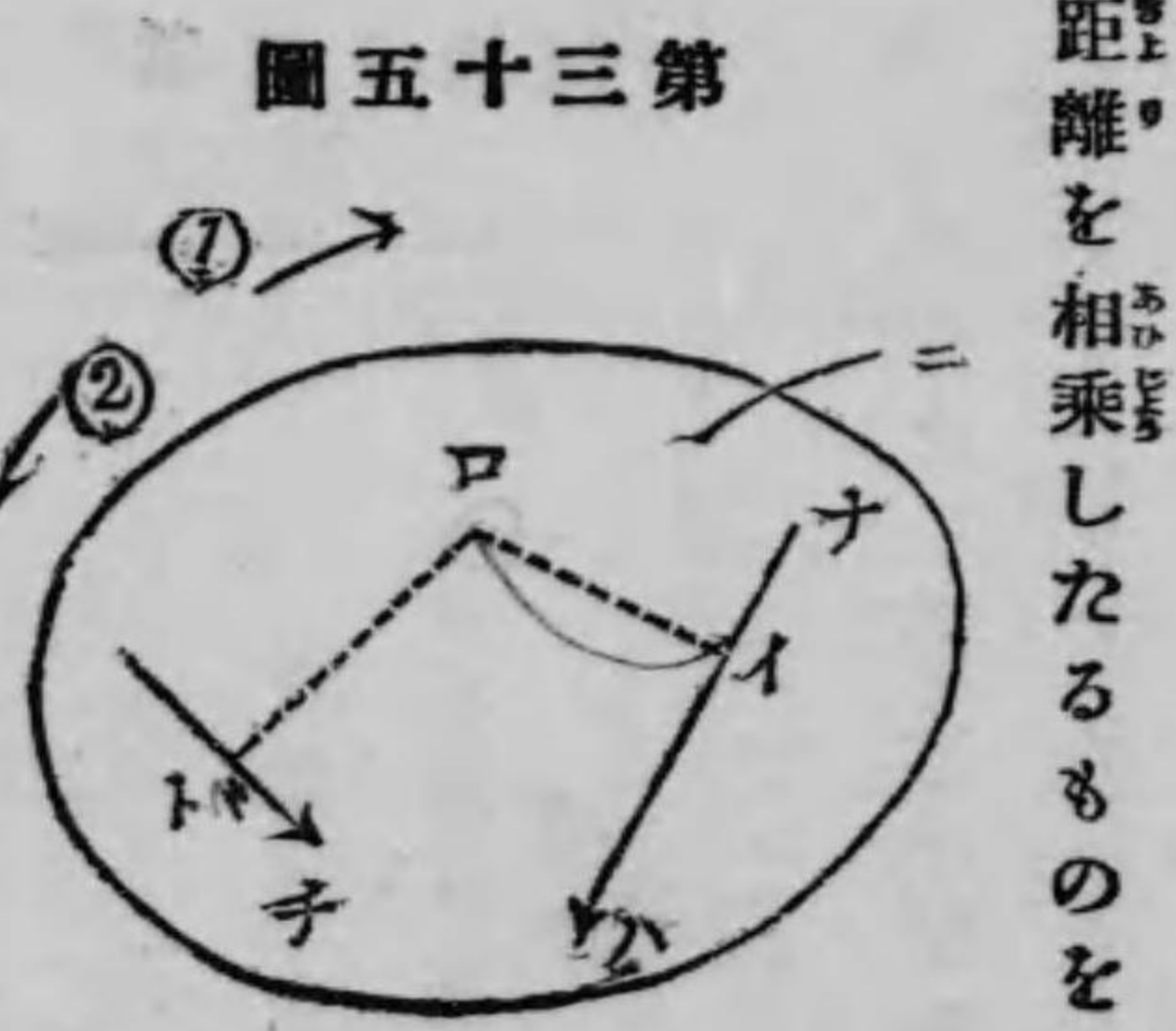


より外部に排出し、後(三)なる部分を通じ、外方に逃れ去るなり。此と同様の機械は砂糖の結晶と液分とを分離する場合にも應用せらるゝなり。

第三十四圖は汽機の回轉速度を調整する調速機(Governor)を示す。此は遠心力の原理を應用せし機械の一例なり。圖に於て(イ×イ)の球は鑄鐵にて作られ、中心軸(ロ×ホ)の周圍を回轉す。此回轉運動は汽機より傳達せらる。若し汽機の回轉速度即ち球(イ)の回轉が過度に増加する時は、(イ)は水平の方向に回轉圓の半徑狀に働いて遠心力の爲めに左右に開き、點線にて示す位置に上昇す。(ト)なる錐を矢の方向に引くなり、以て蒸氣弁の開度を減少し、又(イ)の回轉運動遅くなる時は、遠心力減少し、球は其重量の爲め下降し、從て(ト)を前と反對の方向に動かし、蒸氣弁の開度を増加す。此の如くにして汽機の回轉速度を調整するなり。

### 第二十七 力率 (moment of force)

力が物體に働きたる時、或定點を中心とし、之れを回轉せんとする傾向を稱し、力率と云ふ。此力率の量は、加へたる力と物體の定點と力の方向とを示す直線との垂直距離を相乘したるものを以て現はすことを得。



第三十五圖に示す(二)なる物體に(ハ)なる力働く時は、此力は定點(ロ)を中心として(イ)の矢の方向に回轉せんとす。此場合に於ける力率を求むるには、定點(ロ)より力の方向を示す直線(ハ)に垂直線(ロ×イ)を下すべし。然るときは(ロ×イ)の長さは定點と力線との距離を示す。故に其力率は、

$$\text{力率} = (\text{力}) \times (\text{距離})$$

なり、又同物體に(チ)なる力働く時は、其力率は(チ)なる力に定點と力の方向を示す直線(ト×チ)との距離を乘せしものに等し。然るに此力率は前と反對に(ニ)の方向に物體を回轉せんとす。故に二者力率の價相等しきも物體を回轉せんとする方向は相反す。故に物體は平衡を保つべし。此場合に於て一方の方向に回轉する力率を正とせば、他の方向に回轉せんとする力率は負號を以て示すを得べし。正と負は其影響互ひに相反することを意味す。



力率の大きさを示すには、力と距離との單位を定むれば可なり、前者は既に説明せし如く、封度を用ひ、後者は場合に依り、吋又は呎を用ゆることあり、故に力率は吋封度(Inch pound)若しくは呎封度(foot pound)を以て示すを得べし、且他の量との混同を防ぐ爲め、吋封度(モイメント)又は呎封度(モイメント)と附記するを可とす、モイメントとは力率を意味するものなり。

第三十六圖に示す直線あり(ホ)を支點とし、其一端(ニ)に五封度の力を加ふ(ロ)の距離を八吋とせば、支點に關する力率幾何なるや、  
又上記力率に平均する爲め、支點の左端四吋の距離に(ハ)なる力を加へんとす(ハ)の力幾封度にて可なるや、

圖六十三第



定數 = 依り  
 $5 \times 8 = 40$  吋封度(モイメント)  
 $(ハ) \times 4 = 40$

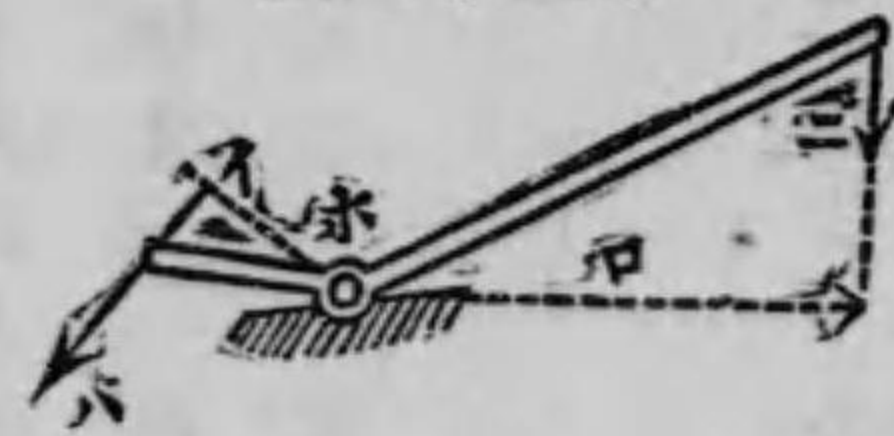
第三十七圖は、一の鐔を(ホ)點に於て支へ(ハ)及(ニ)の方向相異りたる二力を加へ、其

(ハ) = 10 封度 (第四十吋封度(モイメント)及十吋距

圖七十三第



圖八十三第



力率相平均せし狀を示す、此場合には(ニ)なる力は鐔を右方より左方に回轉せんとし(ハ)なる力は之れと反對の方向に鐔を回轉せんとするなり、鐔少しも動かざるときは(ニ)の力を(ロ)の長さに乗せしものと(ハ)なる力に(イ)の長さを乗せしものと其量相等し。

第三十八圖は一の曲りたる鐔の兩端に力を加へ、中部(ホ)點に於て支へられたる狀を示す、此場合には(ニ)なる力の方向に直線を引き(ホ)より此線上に垂線を下す、其長さを(ロ)とす、然れば(ニ)の力と(ロ)の長さとを相乗せしものは右方の力率なり、(ホ)の左方に於ても前と同法に依り(イ)の長さを見出し(ハ)の力と(イ)の長さとを乗せしものを以て力率とす、若し此二力率の量相等しければ、物體は平衡を保つなり、上記の事實に依り下の規則を定むることを得。

二力物體に働きの之れを回轉せんとするの傾向を有するとき二力釣合を得れば、其定點に關する二力の力率の價互に相等しく方向相反す。勿論此逆も正しきことは容易に知り得るなり。



前記の場合に於て定點の一方の力率を知り、他方の着力點に働く力を見出すには定點と其力の働く方向を示す直線との距離を以て力率を除すべし、然れば其商は力の價を示す、又加ふべき力與へられしときには此力にて前記力率を除せば定點と力線との距離を見出し得るなり。

(例十三) 第三十七圖に示す鐸平衡を保つものとす、(ロ)の長さ十八吋(三)の力十封度(ハ)の力六十封度とせば(イ)の長さ幾時にて可なるや。

$$\frac{18 \times 10}{60} = 3 \text{ 吋}$$

三三

二力より多く力が物體に働き、各力相約合ふときは、物體の定點に關する各力の力率に相平均するものなり。

第三十九圖は一の鐸を(ホ)にて支持し、(イ)×(ロ)×(ハ)×(ニ)×(ト)の五個の重錘を懸け、各力釣合を保ち、鐸が平衡する状を示す。此場合には(イ)と(ツ)の長さを乗せしもの、即ち(イ)の力率と(ロ)と(ネ)とを乗せしものとの和は、(ハ)×(ニ)×(ト)等の力と(オ)×(ウ)×(ナ)等の距離とを夫々相乗せしものとの和に等しかるべし、換言すれば各力が支點(ホ)に對する力率は

五六

支點の左右に於て相平均するなり。  
前に述べし如く、鐸の一部分に支點を設け、之れを中心として回轉せんとする傾向を有する力、即ち荷重並に動力を加へしものを槓杆(Lever)と云ひ、力線と支點間の距離を力臂又は杆臂と稱す。

### 第二十八 槓杆の應用

前に説明せし如く、一本の鐸を使用し、槓杆の働きをなすものを稱して、單一槓杆と稱す。此槓杆に三種あり、(第一)のものは支點が鐸の中部にありて、其兩端に夫々荷重並に動力を働かしむるものなり、(第二)は鐸の一端に動力を加へ、他端に支點を有し、荷重は前二者の間に置かれしものなり、(第三)は鐸の一端に支點を有し、他端に荷重を加へ、中部に動力を働かしむるものなり。

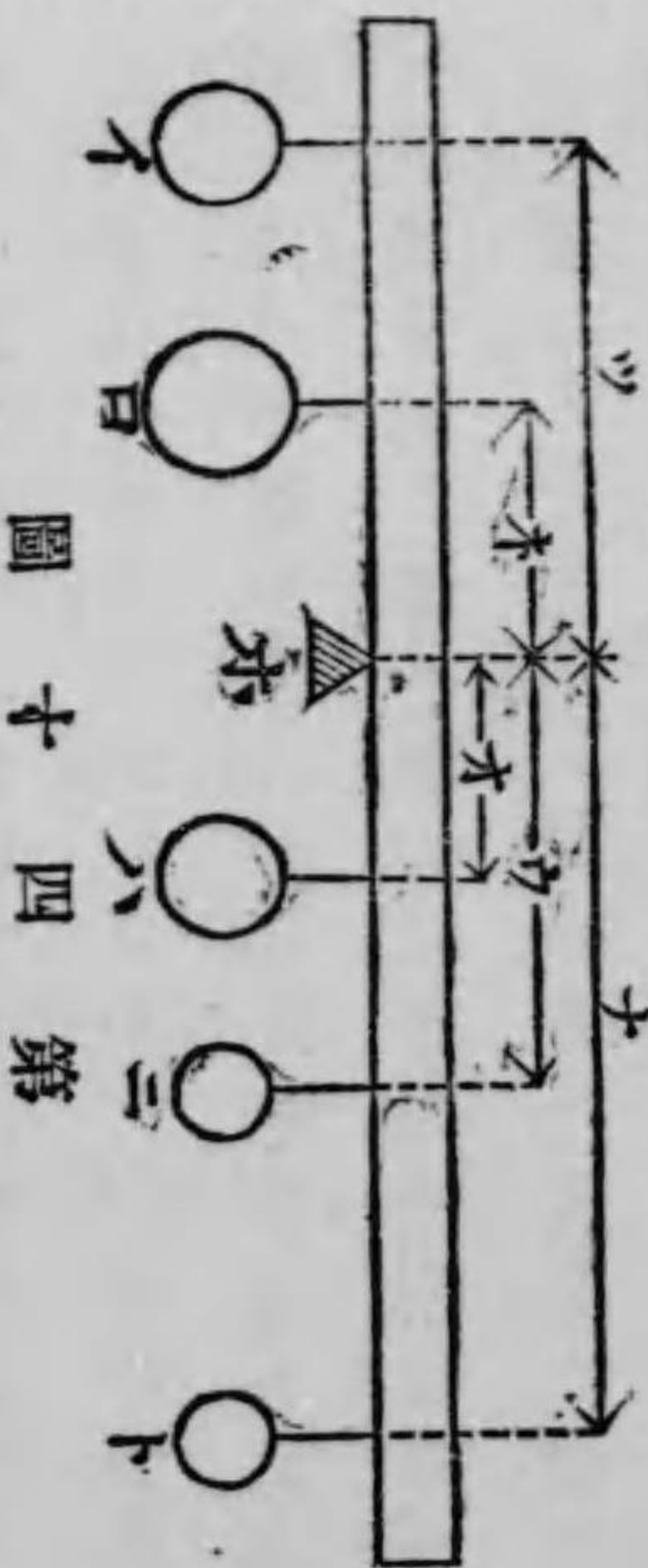
第四十圖は第一種の槓杆の一例なり、此は杆秤にして、日常吾人の使用するものなり、圖中(ホ)は支點(ハ)は量るべき品物、即ち荷重(ニ)は重錘、即ち動力なり、此秤中(ロ)の距離と(三)の力とを乗せし力率は、丁度(イ)の長さと(ハ)の重量とを乗せし力率と相平

用槓杆の應

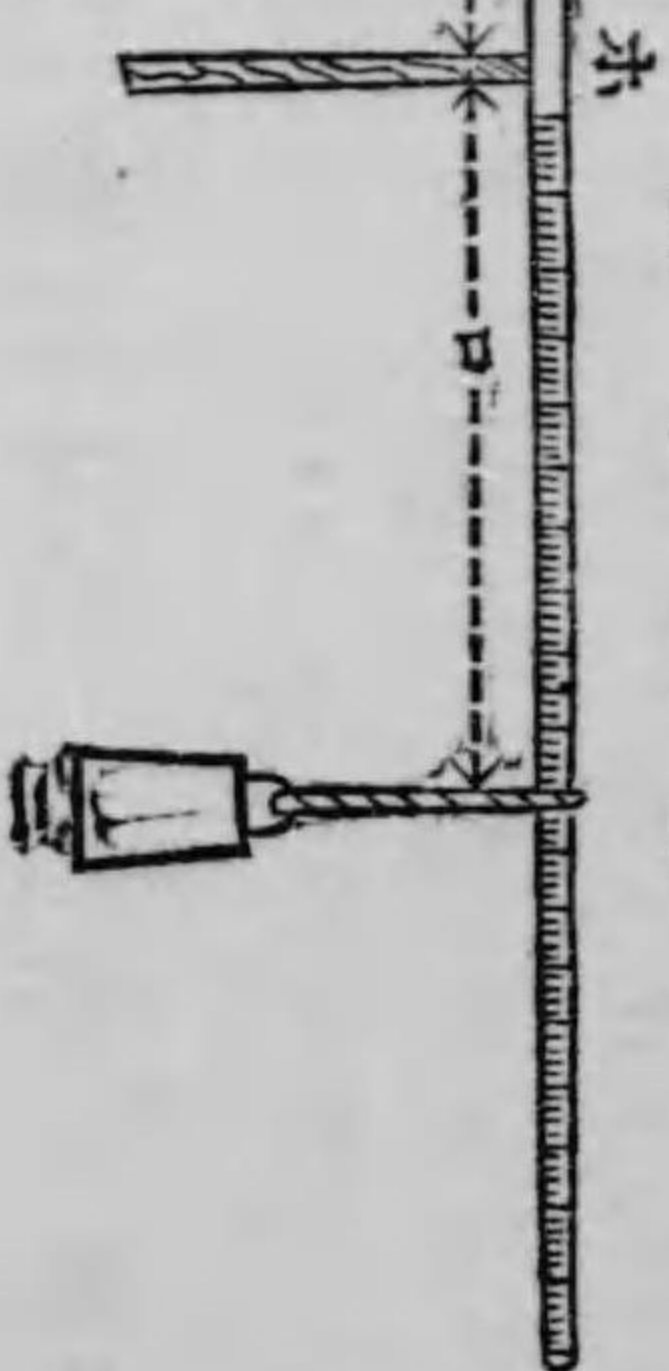
杆第一種槓



圖九十三第



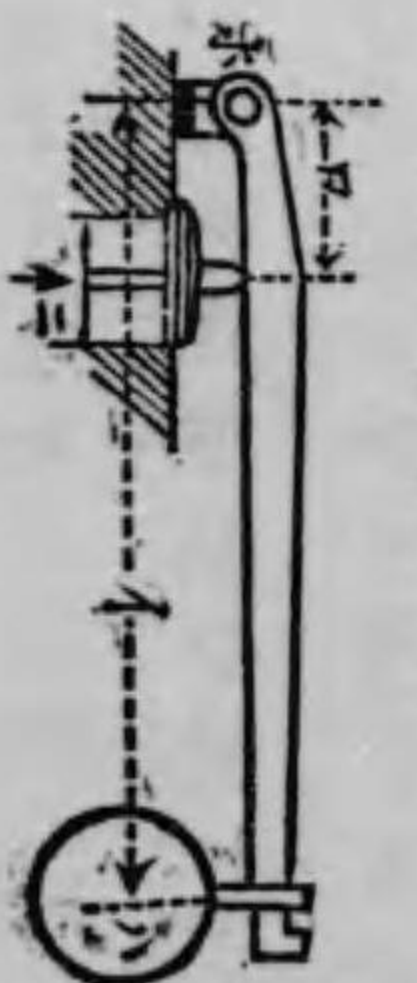
圖九十四第



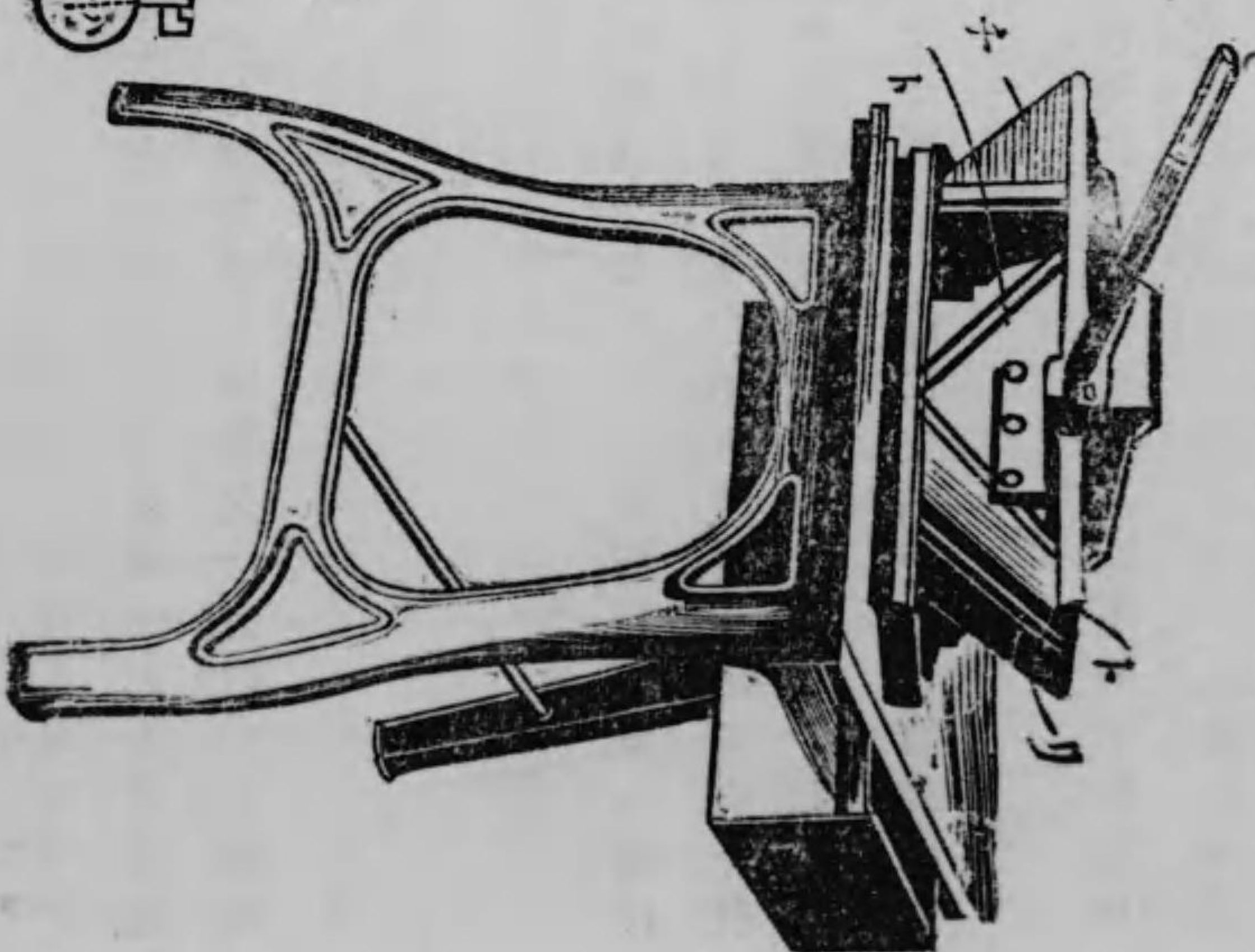
圖一十四第



圖二十四第



圖三十四第

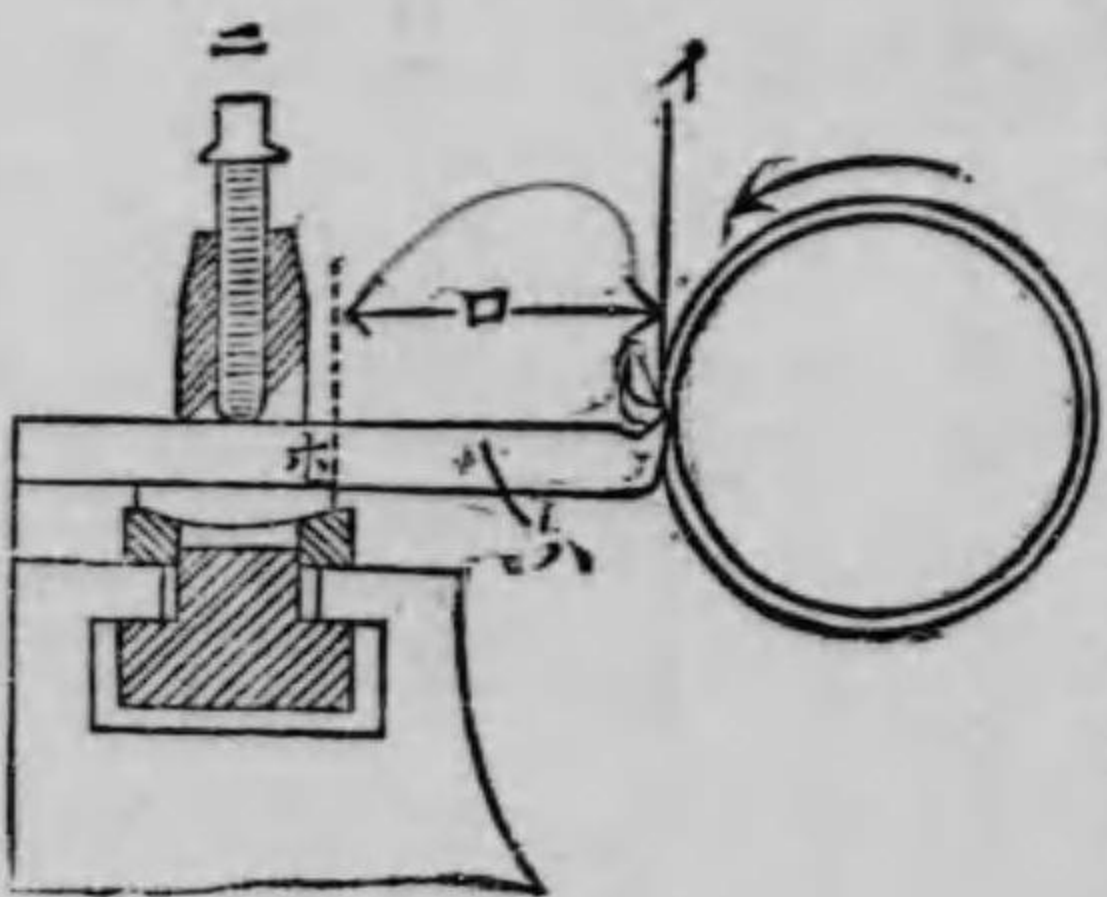


六〇

第二種槓

す(イ)の長さ(ニ)の重錘は其量一定なるを以て、(ロ)の長さを計り、(ハ)に載せし品物の重量を知ることを得るなり、第二種槓杆の實例中普通見る所のものは、錐を用ひて荷重を持ち上げんとする場合なり、第四十一圖は本例を示す、圖中(ロ)は一の直錐にして、地上の一點(ホ)を支點とし、(イ)なる荷重を持ち上げる爲めに一端(ニ)に動力を加ふるなり。

圖四十四第

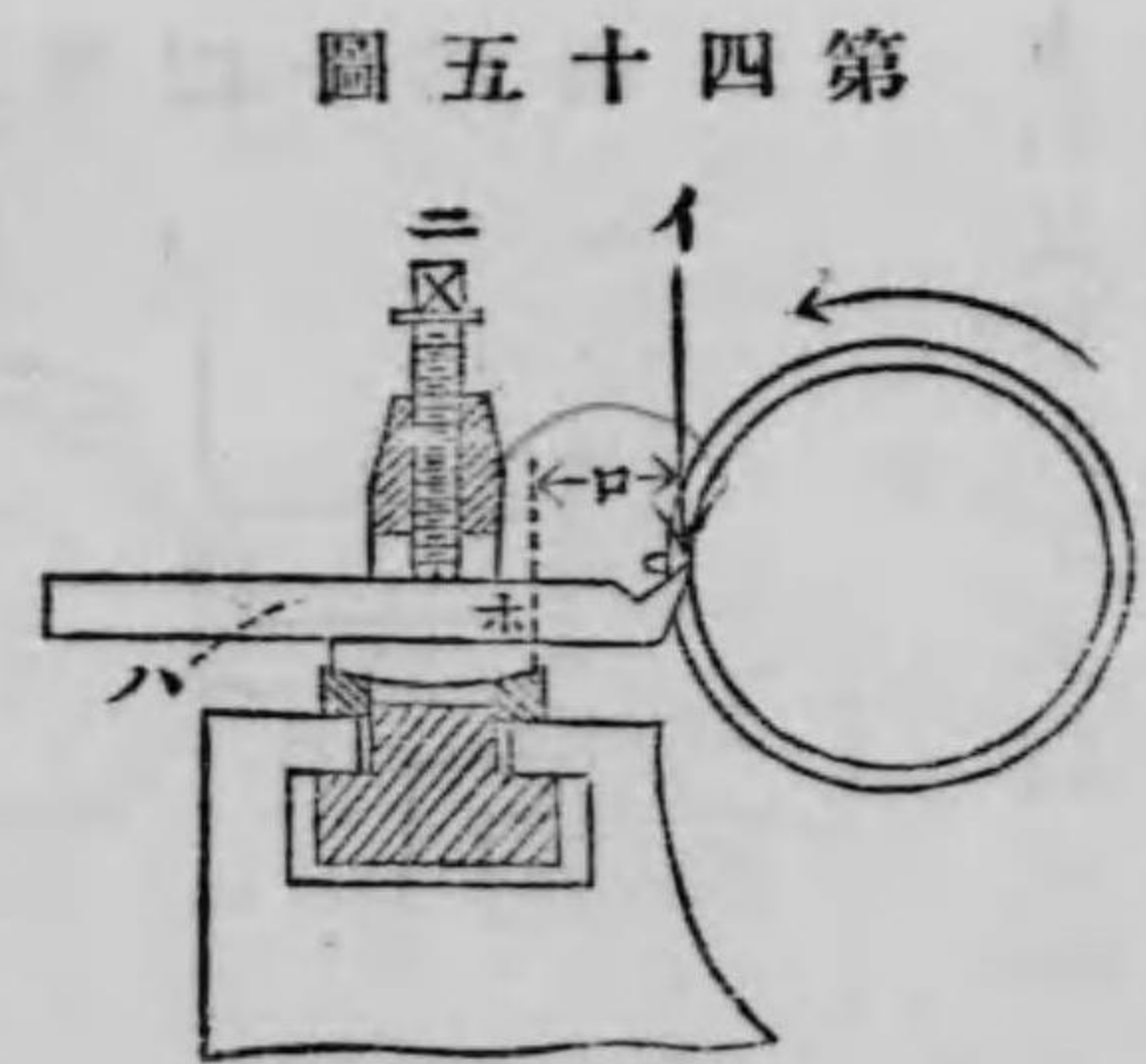


ものは壓力が支點に關する力率なり、(ハ)なる重錘の量と(イ)の長さとを乗せしものは、前記力率に反對するものなり、若し(ニ)と(ロ)を乗せしものが(ハ)と(イ)を乗せしものより大なれば、蒸氣は瓣を押し上げ、外部に漏出するなり。

第四十三圖は木片の小口を切る機械にして、木片小口截斷機 (Wood Trimmer) と



稱す(三)は一の槓杆にして之を手にて押し(ロ)なる齒車の一部を回轉せしめ(ト)なる刃物を動かす木片は(ト)の間又は(ト)の間に置き之を截斷するなり此機械も能く考ふるときは第一種槓杆の應用に外ならざるを知る。



第四十四圖

第四十四圖及び第四十五圖は亞米利加旋盤の刃物臺にて工作物を切削する状を示す(ハ)なる刃物の先端には(イ)なる力働(イ)は(ホ)點に關し(イ)と(ロ)の長さを乗せし丈の力率を以て之れを回轉せんとするの傾向を有す(三)なる螺旋鏝は刃物を壓し(イ)なる力の爲め(ホ)を中心として回轉することを防ぐなり此は恰も第一種槓杆に相當するものなり。

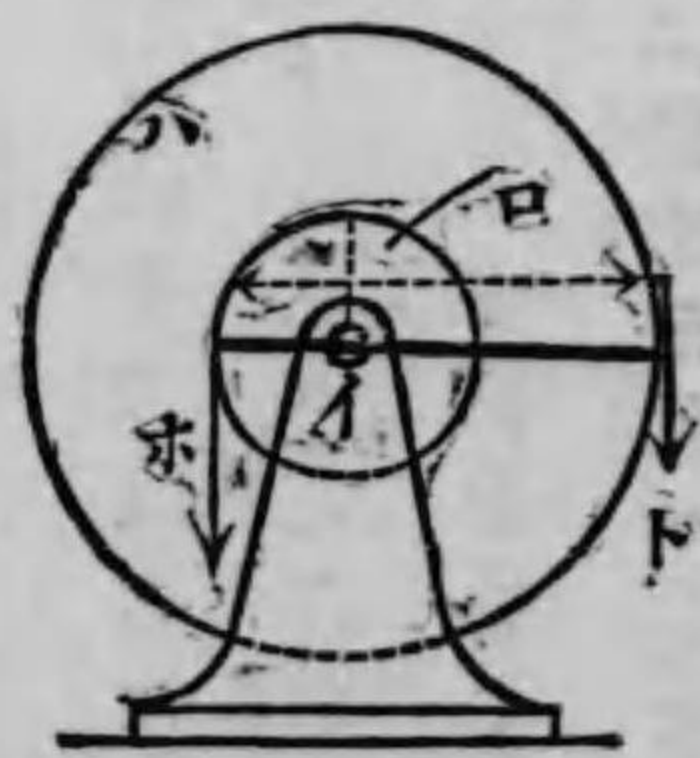
第四十四圖の如く刃物の先端(ロ)の長さ大なるときは(イ)なる力の與ふる力率多く刃物は繞み甚だ不可なり第四十五圖は(ロ)の長さを減少せし状を示す此の如くすれば例へて切削金屬の抵抗力大なるも刃物を動搖せしむること少くして切削し得べし。

槓杆の原理は單に一の鏝のみならず他の形狀を有するものにも之れを應用し得べし第四十六圖は二個の車を一本の軸に固定し之れを回轉する状を示す圖中(イ)は中心支軸(ロ)及び(ハ)は二個の車なり(ホ)は(ロ)の外周に加はる抵抗力(ト)は(ハ)の周點に加ふる動力なり此二者釣合ふときは動力并に抵抗力が支點に關する力率相等し本装置を能く考ふるときは一の槓杆と等しきを知る即ち(ホ)(イ)(ト)の一の鏝を(イ)にて支へ兩端に動力并に抵抗力を加へし場合に等し即ち第一種槓杆の一例なり。

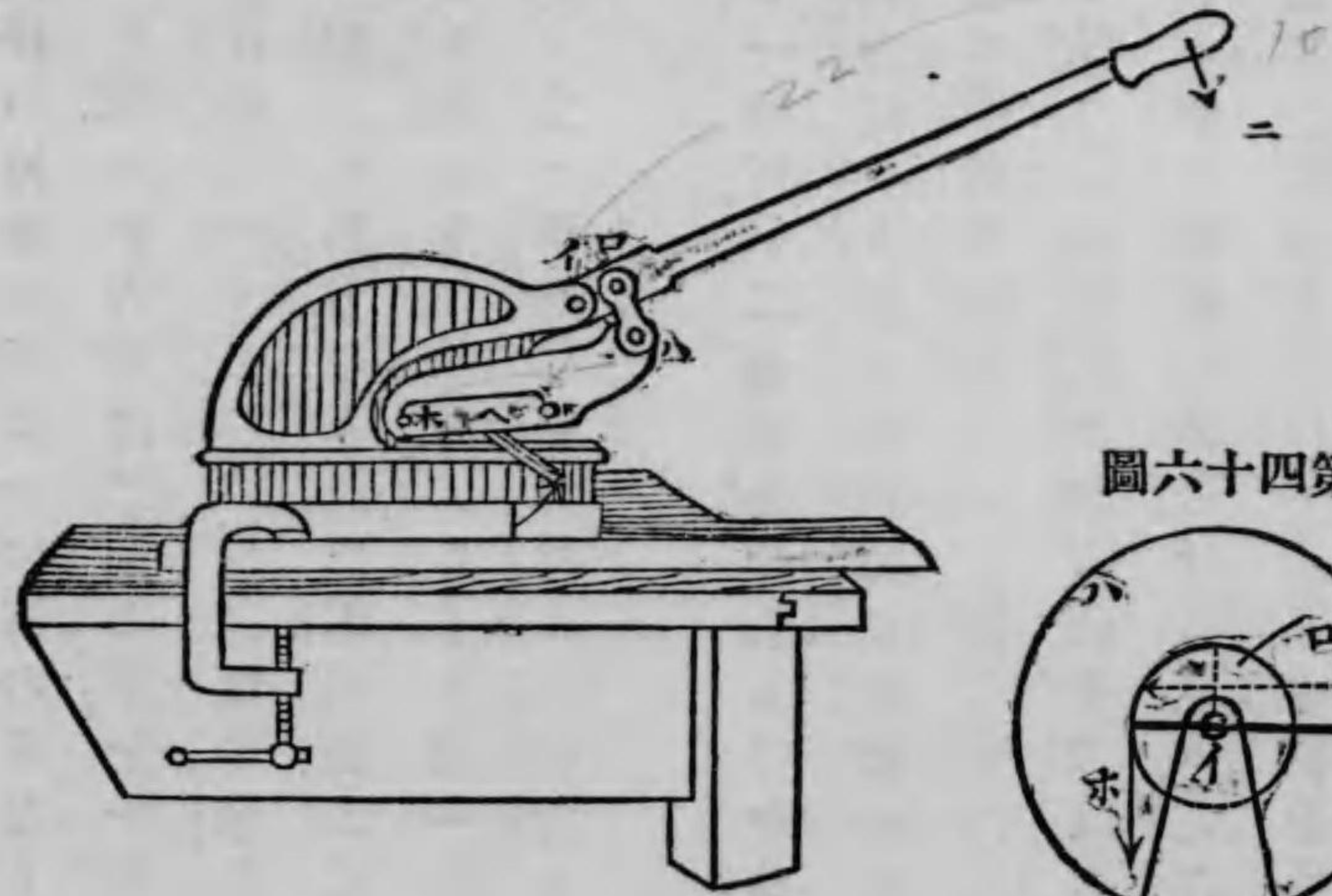
單一槓杆を二個組合せしものを複式槓杆又は二重槓杆と稱す之れは多く小なる動力にて大なる抵抗力に打勝つ場合に應用せらる第四十七圖は本槓杆の一例にして手動剪斷機を示す圖に於て(イ)(ロ)(ニ)は一の槓杆にして(イ)は支點(ニ)は動力の働く點(ロ)には抵抗力即ち荷重加はるなり(イ)(ロ)(ニ)なる槓杆は鏈條に依りて(ホ)(ハ)なる他の槓杆に結合せらる(ホ)(ハ)は剪斷刃物にして一端(ホ)は機枠に固定せらる(ニ)に加へたる動力は(ロ)(ハ)の鏈條を通じて(ハ)に加はり此點に於て丁度剪斷せらるる金屬の抵抗力に釣合ふ動力を加へ(ハ)には剪斷せらるる金屬の抵抗力加はるなり。



圖六十四第



圖七十四第



故に(ホ)(ハ)は一の槓杆にして、單一槓杆の第二種に屬す此の如く二段に力を變ずるを以て極めて大なる抵抗力を有する金屬をも剪斷し得るなり。

今(イ)(ニ)の長さを二十二吋(イ)(ロ)を一八吋(ホ)(ハ)の槓杆の長さを八吋(ホ)(ハ)を三五吋とし(ニ)の動力を十封度とせば(ハ)に於て金屬を剪斷せんとする力は

$$\frac{22 \times 10}{1.8} = 122 \text{ 封度}$$

(ハ)に加はる力

$$\frac{8 \times 122}{3.5} = 279$$

(ハ)に加はる力

上部の槓杆の端に十封度の動力を加へしに(ハ)には此略二十八倍即ち二百七十

九封度の力を加へ得るなり。

若し(ニ)の力百二十封度なるときは(ハ)に加はる力は前の計算に依りて、

$$120 \times 279 = 3348 \text{ (封度)}$$

鍊鐵の剪斷抵抗力は一平方吋に付略五萬封度なり。故に鍊鐵を剪斷するものとせば其切り得べき鐵の横斷面積は

$$\frac{3348}{50000} = .067 \text{ 平方吋}$$

$$\text{四分の一吋角の面積は } \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = 0.0625 \text{ 平方吋}$$

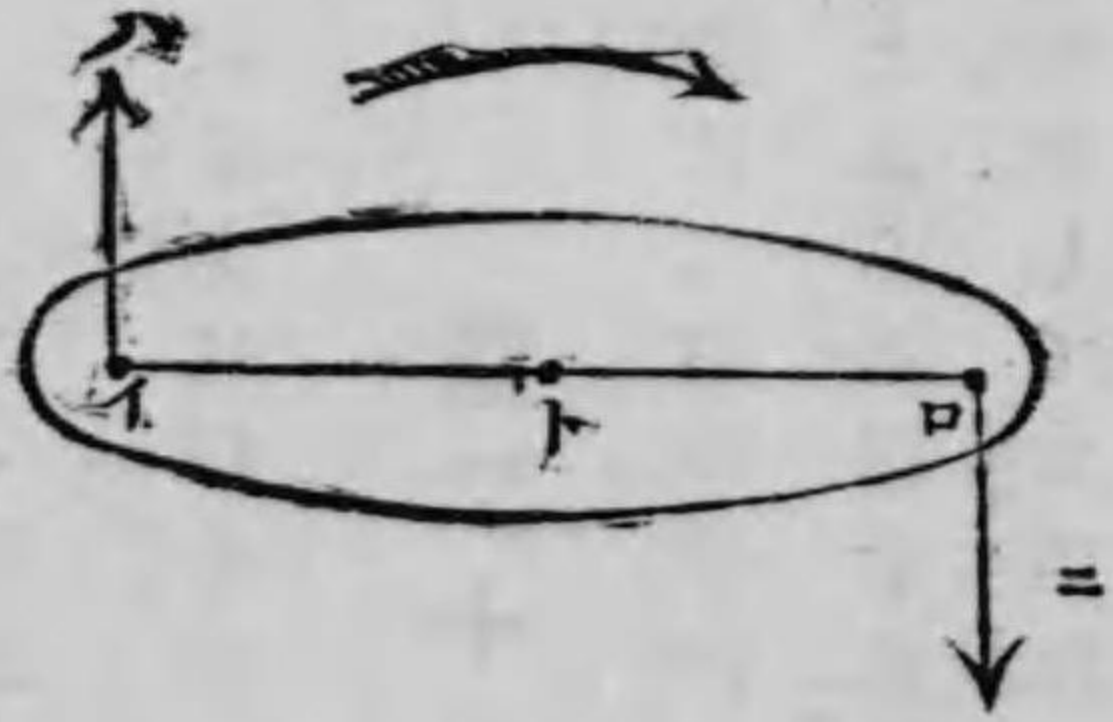
故に容易に四分の一吋角の鍊鐵を剪斷し得るなり。

### 第二十九 偶力 (Couple)

物體に二個の平行力働き其大き相等しく其方向相反するときは、此力を稱して偶力と云ふ第四十八圖は、一の物體の二點(イ)及び(ロ)に(ハ)及(ニ)なる平行力働き其方向相反して大さ相等しき場合を示す此時には二力の代數和は勿論零に等し然



圖八十四第



れども、偶力の爲め、物體は矢の方向に回轉せられんとす、即ち偶力は物體を回轉せんとする傾向を有す、今此力率を求むる爲め、イ(ロ)線上の一點(ト)に關し、二力の力率を取るべし、(ハ)なる力は物體を右方に回轉せんとする傾向を有し、其力率は(イ)×(ロ)にて示すことを得、又(ニ)も同様に物體を右方に回轉せんとし、力率は(ロ)×(イ)なり、故に二力が此物體を回轉せんとする力率は上記二者の和に等しかるべし。

$$(イ) \times (ロ) + (ロ) \times (イ) = \text{力率}$$

然るに(ハ)なる力は(ニ)に等しきを以て(ニ)と(ハ)を入れ代ふるも可なり、即ち

$$(イ) \times (ロ) + (ロ) \times (イ) = (ロ) \times (イ) + (イ) \times (ロ)$$

之に依りて見れば、偶力が物體を回轉せんとする力率は、一の平行力に二着力點間の距離を乗ぜしものに等し、此距離を稱して偶力の臂(Arm of couple)と稱す、(ト)點をイ(ロ)線の延長上に取も同一なる結果を得るなり。

上記の理に依り考ふるときは、偶力は單一なる力を以て之れに平衡すること能

はず、必ず偶力の力率に等しき他の反對の力率を加へ、初めて平衡するを得るものなり。

偶力の實例は甚だ多し、第四十九圖は、一の把車(Hand wheel)にして、二個の把手に

等しき力を加へ、之れを回轉する狀を示す、此は即ち偶力の一例なり。

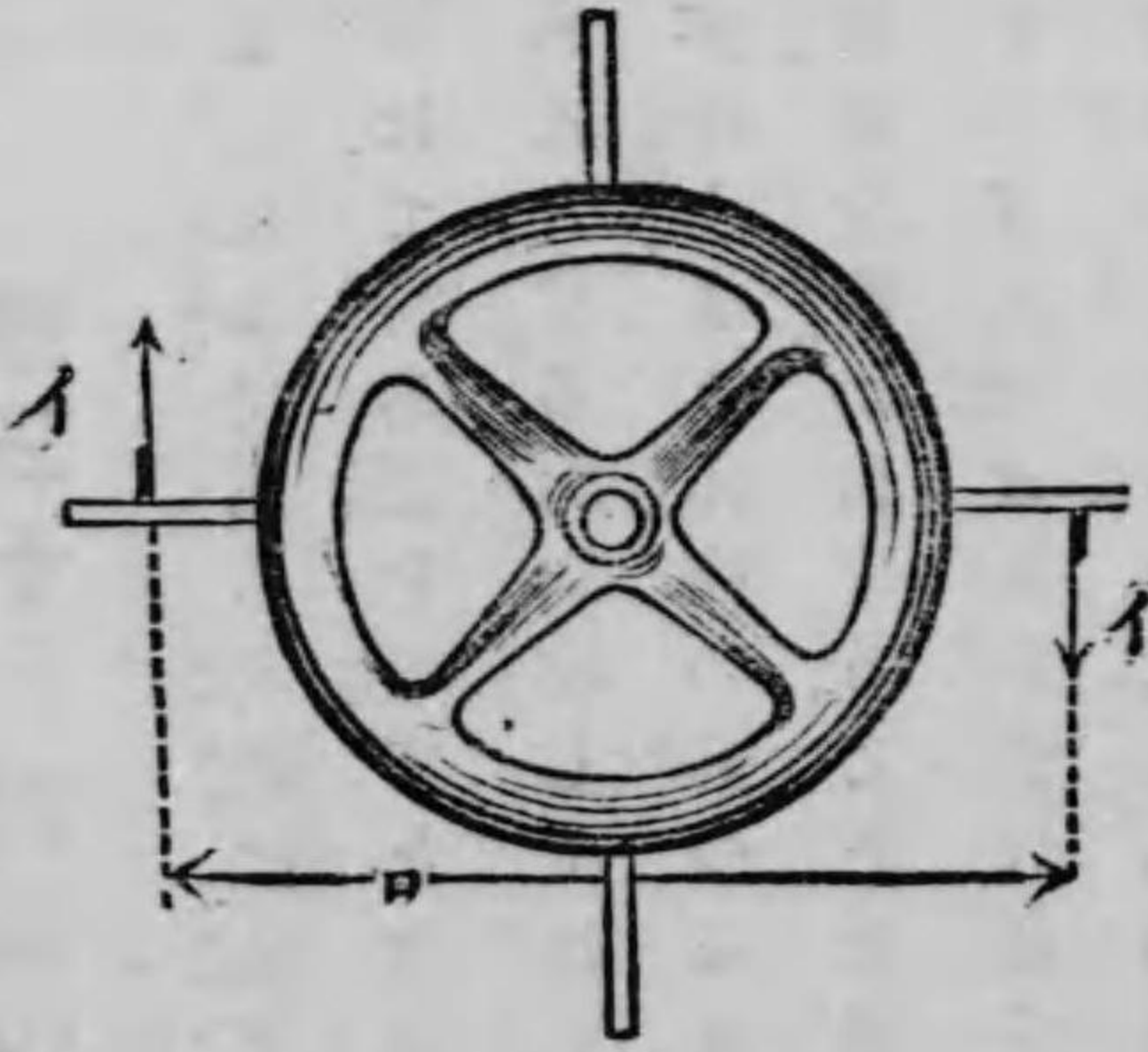
前述の一點に働く力の釣合並に平行力及び偶力の理論に基き、下記の原則を定むることを得るなり。

同平面上にありて、物體に働く力が釣合を保つ爲めには、

第一 水平垂直の方向に分解したる直角分力の代數和は零に等しきを要す。

第二 各力が任意の一點に關する力率の代數和は零に等しきを要す。若し上記二條件を満足するときは、各力必ず釣合を得るなり、何となれば第一の

圖九十四第





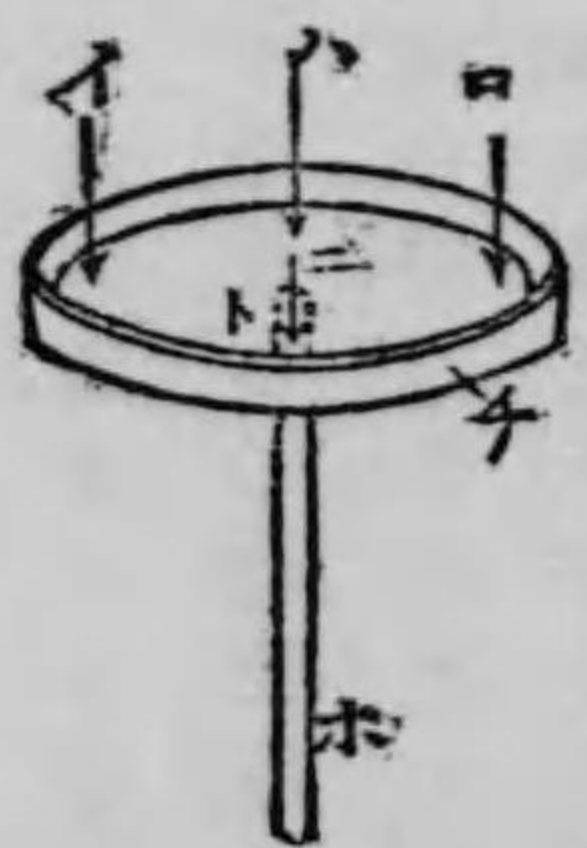
條件を満足せしむるときは、其力の代數和は零となるべし。又第二の條件に適ふが故に偶力となる能はざるべし、故に必ず各力平衡を保つべし。

### 第三十 物體の重心

凡て地球上にある物體は、皆下方に垂直に運動せんとするの傾向を有す。例へば石を手にて持ち之を離すときは、必ず地面に向ひ下降すべし。此の如く物體を下降せしめんとする力を稱して、地引力又は重力と云ふ。此は有名なる理學者ニユートン氏が樹上より林檎の落つるを見て地引力あることを發見し、之れに依り大に理學の原理を明かにすることを得たり。普通工學に用ひる物體の重量は、其物體の地引力を示すものなり。物體に働く重力は、皆相平行するものと看做すことを得る。又物體を小部分に分ちて考ふるときは、各部分に皆夫々之れに對する重力働くを知るなり。物體中の一定點を通じ、任意の方向に直線を引き、其兩側に於ける各部重力の力率が相平均するときは、此定點を稱して物體の重心と云ふ。即ち此定點は物體中各部分の合力働く點なり。故に物體の重心を支持するときは、其物は左右何れの方

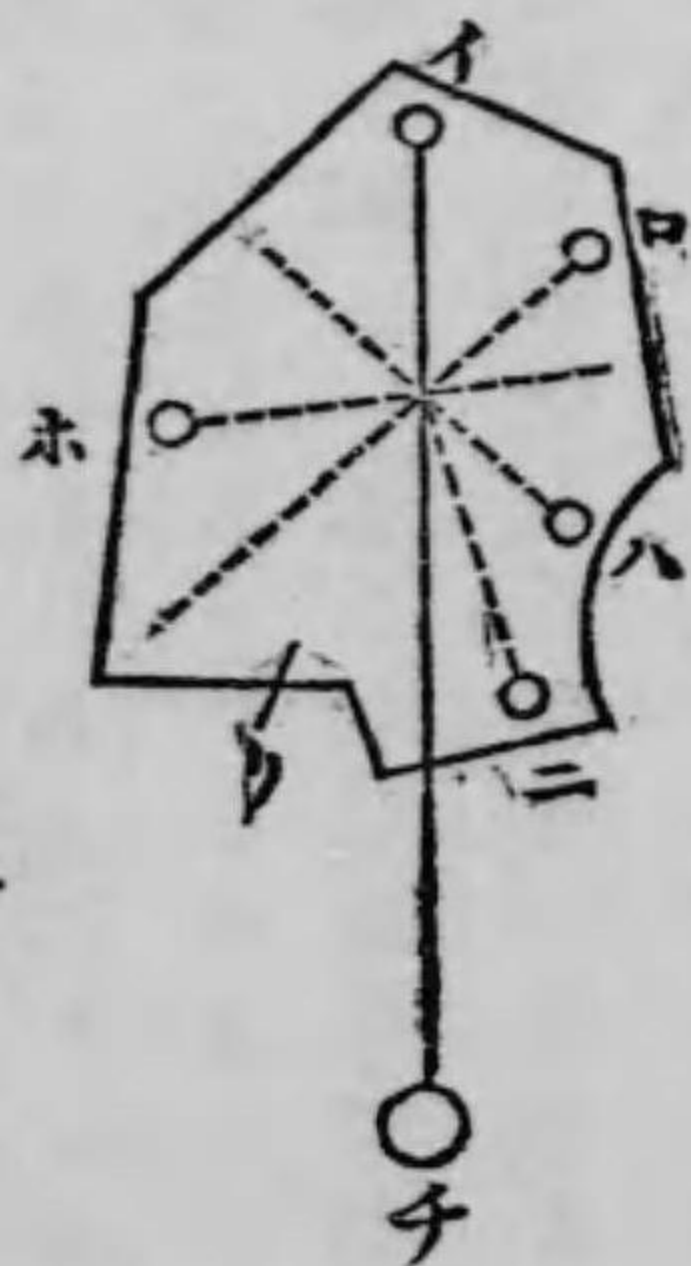
向にも傾かざるなり。又物體を回轉するも均しく各部平均を保ち得るなり。此事は日常吾人の能く實驗する所なり。第五十圖は一の盆の下面を棒にて支持し、各部の

圖十五第



重力相平均する状を示す。即ち盆の重心を支持する事を示すなり。又手にて盆を回轉するも重心が常に支持せらるゝときには、盆は常に水平の位置を保つなり。圖中(チ)は盆(ホ)は支持桿(ト)は支持點即ち盆の重心(イ×ロ×ン×ニ)等は盆の各部分に働く重力を示すものなり。

圖一十五第



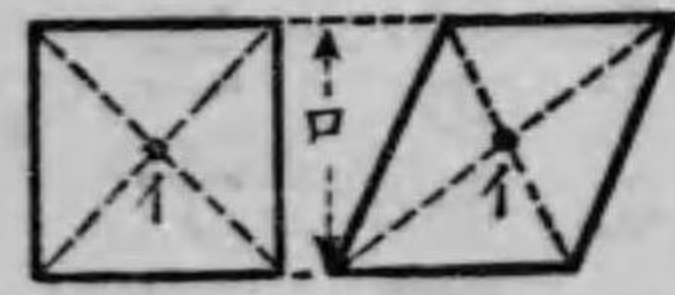
便とす。例へば第五十一圖に示す板の重心を求むるには、製圖紙、板紙又は紙力板に求むる板の形を畫きて之れを切り取り、後圖の如く(イ×ロ×ン×ニ×ホ)の如く任意の位



平行四邊形

重心ノ位置  
對角線ノ交點(イ)

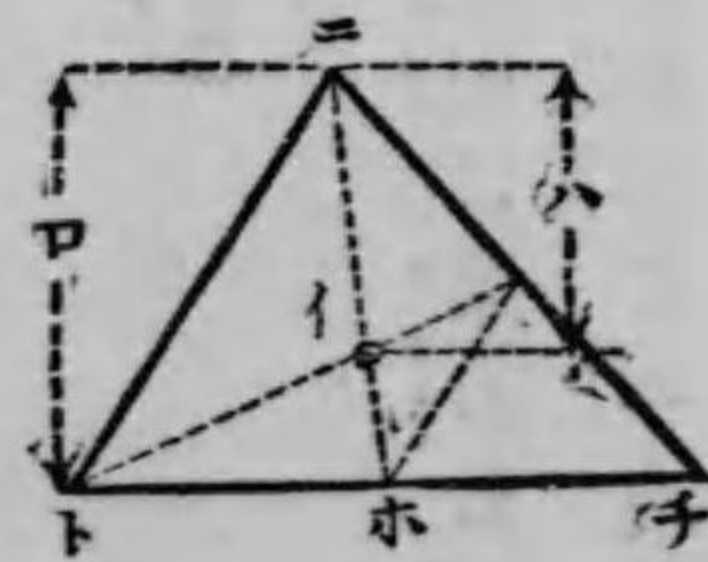
(1)



三角形

重心ノ位置(イ)ニシテ  
(ニ)(イ)ハ(ニ)(ホ)ノ  
三分ノ二(ホ)ハ底邊ノ  
二等分點ナリ

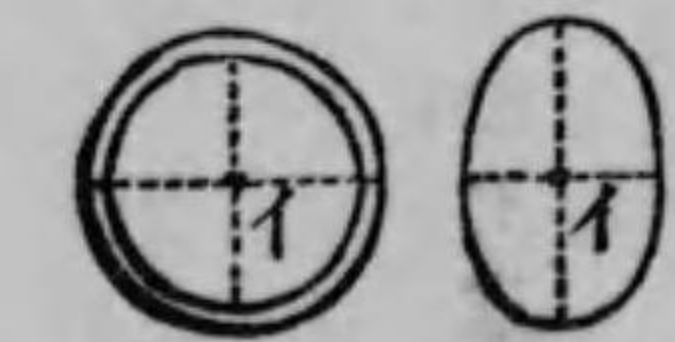
(2)



圓環の重心は中心點

橢圓の重心ハ長徑ト短  
徑ノ交點(イ)

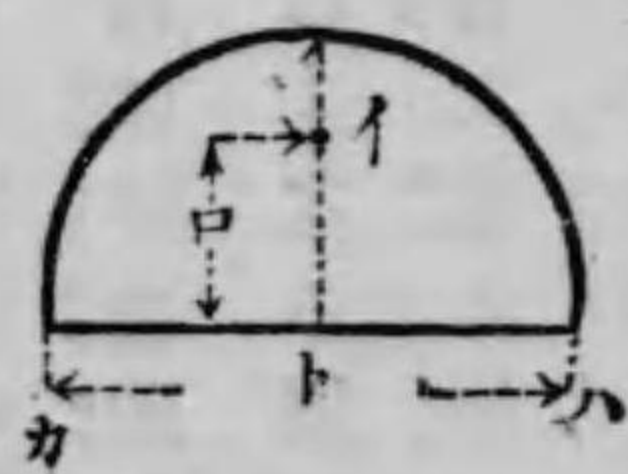
(3)



半圓形の針金

重心ノ位置半徑  
(イ)(ト)上ノ(イ)點  
(ロ) =  $\frac{(カ)(ハ)}{3.1416}$

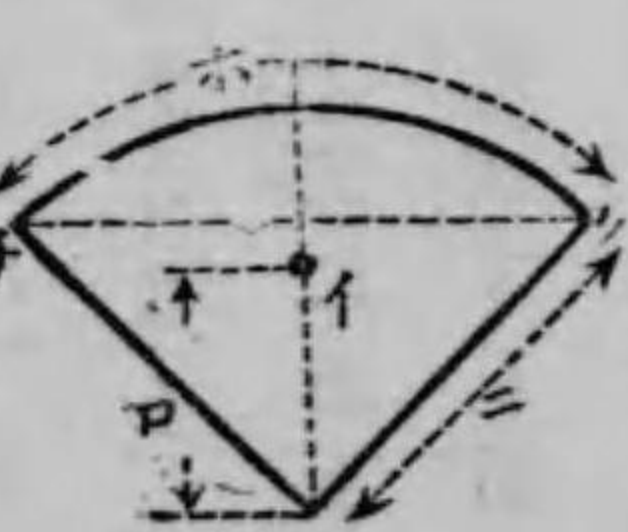
(4)



扇形板

重心ノ位置(イ)點  
(ロ) =  $\frac{2 \times (ニ) \times (チ) \times (リ)}{3 \times (ホ)}$

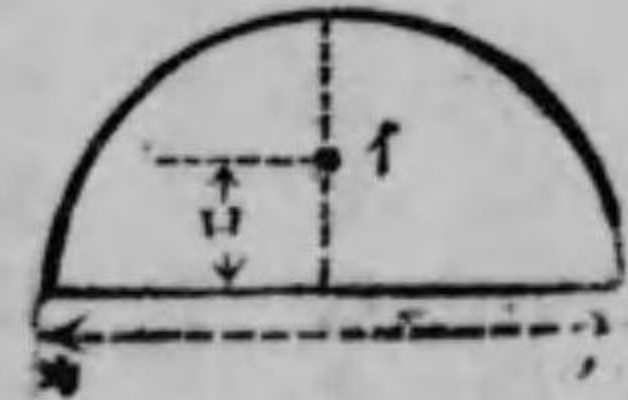
(5)



半圓板

重心ノ位置(イ)點  
(ロ) =  $\frac{2 \times (カ) \times (ハ)}{3 \times 3.1416}$

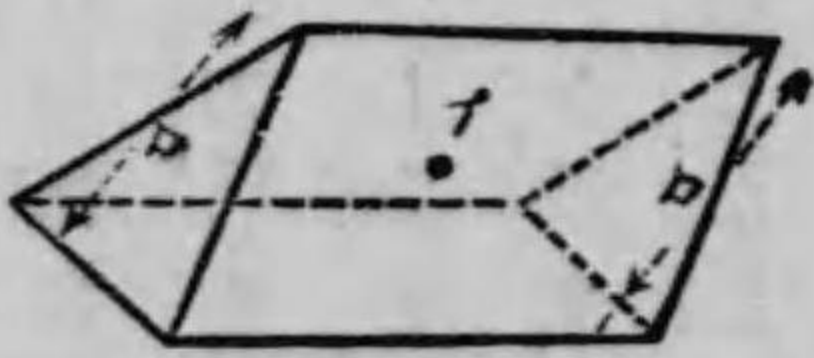
(6)



楔形體 第九表

重心ノ位置(イ)點兩端  
ヨリ中央ニアル垂直平  
面上ニ於テ底部ヨリ  
 $\frac{ロ}{3}$ ノ高サニアル點

(7)



角錐

重心ノ位置(イ)點底ノ  
中央點ト頂點トヲ結ビ  
シ線上ニ於テ頂點ヨリ  
(ロ) ×  $\frac{3}{4}$ ノ距離ニアリ

(8)



圓錐體

重心ノ位置(イ)點底邊  
ノ中心ト頂點トヲ結ビ  
シ線上ニ於テ頂點ヨリ  
(ロ) ×  $\frac{3}{4}$ ノ距離ニアリ

(9)



第三十

物體の重心

實用機械學

置に小孔を穿ち、壁若くは適當なる所に釘を打ち、前に穿ちたる孔中の一を釘に挿入し、紙板を釣し、又別に糸を取り、一端に重錘(チ)を附し、之れを前記の釘頭に結付くべし。然るときは、糸は板上に(イ)(チ)なる線を示す。此糸の線に沿ひ、鉛筆にて板面に直線を引き、後板を取り(ロ)なる孔を釣し、前法を繰返し、線を引くと、此は前の線と(ト)點に於て會す。後同方法を行ふときは、各線は皆(ト)點に於て交る。此(ト)點は即ち求むる所の重心なり。之れを試験するには、(ト)點の位置を物體中に移し、板を水平に置き、(ト)點を支持するときは、板の各部の重力は相平均し、板は水平の位置を保つを見る。此法は如何なる形のものにも應用することを得。

第九表は普通吾人の見る物體の重心を示す。又重心は必ずしも物體中に其位置を有せず、時として其物體以外にあることあり。第(3)は針金にて作りし環にして、其重心は圓の中心なれども、此は針金自身以外の點なり。此場合に於ては、點線にて示す如き細き他の針金を直角に渡し、其交點即ち前の中心點を支持すれば、各部重力相平均し、環は水平の位置を保つなり。



### 第三十一 摩擦 (Friction)

摩擦とは二つの物体が相接觸して、其物体間に壓力を有しつゝ、關係運動をなし、若くは關係運動をなさんとする際に於ける抵抗を云ふ。

摩擦は摺動する物体の狀態に依り其法則を異にし、且摩擦なるもの、性質は、固體、液體及び瓦斯體等物体の種類に依りて差あるなり。

第五十二圖は(1)なる固體が(2)なる固體の上部にありて、(3)の方向に運動をなす狀を示す。此場合に起る所の摩擦は、兩物体の接觸する面が粗なる爲め、一方の凹所と他方の凸所とが相衝突し、以て抵抗力を引き起すなり。而して例へ二つの物体が接觸する面をば如何に精密に仕上げるも、必ず多少の凹凸あるは免れ得ざるなり。摩擦力即ち抵抗力は、(ホ)の矢の方向を以て示す方向に働く、(イ)なる上方より物体の面に直角に加へし力を直壓力 (Normal pressure) 又(ホ)の方向に働く抵抗力を摩擦力 (Force of Friction) と稱す。直壓力を以て摩擦力を除せし商、即ち直壓力と摩擦力との比は摩擦係數 (Coefficient of Friction) 云ふ。機械工學上に於ては、術語の意は之れを明

かに知るを要す。例へば上の場合に於て、單に摩擦が大なりとの語は、意味極めて不明なり。即ち「摩擦力」及び「摩擦係數」中何れが大なるやを知る能はざるなり。直壓力大なれば、例へば摩擦係數小なるも、摩擦力は大なることあればなり。初學者は往々術語の意を誤ることあるが故に、茲に一言注意するなり。

二個の固體の表面上に起る摩擦力は、次の装置に依り實驗することを得。

第五十三圖は本装置を示すものなり。(ハ)(ニ)は一の板にして、實驗せんとする物質にて作る。(イ)は他の物体にして、其自身の重量に依り(ハ)(ニ)の上面を壓す。(ホ)は滑車(ロ)は糸の一端に附せし重錘なり、今(ロ)の重錘を少し宛増加すれば、或る量を附せしとき、於て(イ)は(チ)の方向に運動し始むべし。(イ)が常に等一の速度を以て運動する様(ロ)の重錘を定むべし。普通便宜の爲め、小なる重錘を數個作り、之れを(ロ)に乗せ加減するなり。(イ)が運動し始めるときには、手にて糸を引き、重錘の外に極めて僅少なる力を與ふるを要す。然る時(イ)は動き初め、其後は等速度を以て運動するなり。即ち物体の運動し始むるとき、の抵抗力は既に運動し始めし後の抵抗力より大なる事を知るなり。機械工學上前者を静止摩擦力、後者を運動摩擦力と云ふなり。(イ)の

動力  
停止  
運動  
摩擦



重量は直壓力(ロ)の重錘は摩擦力又(イ)の重量にて(ロ)の重錘の量を除せしものを摩擦係數と云ふ。例へば(イ)の重量百斤にして(ロ)の重錘二十五斤なるときは、

$$\text{摩擦係數} = \frac{\text{摩擦力}}{\text{直壓力}} = \frac{25}{100} = 0.25$$

なり。第五十三圖に示す方法に依り、同種の松の木片二個を取り實驗せし結果、第十表に示すが如し。此に依りて見るに、摩擦力は直壓力の増加するに従ひ増す事を知るなり。摩擦係數は各場合に就き其價を異にす。

$$\text{第四番にて} \quad \text{摩擦係數} = \frac{15.8}{56} = 0.28$$

$$\text{第八番にて} \quad \frac{29.3}{112} = 0.26$$

今平均の價を0.27として、摩擦係數を算出すれば、第四項に示す如し。第五項は上記計算せしものと實驗上得たる價を比較し、誤差を見出したるなり。少くとは計算上の摩擦力が實驗上のものよりも少き事を意味す。多とは計算上の價が後者より多き事を示すなり。

此の如く種々實驗の結果下の如き規則を見出せり。

- 第一 摩擦力は二物體相接する面に於て其運動する方向に反對に働く。
  - 第二 摩擦力は二物體間の直壓力に正比例す。
  - 第三 摩擦力は直壓力一定なるときは其接觸する面の大小に關係せず。
  - 第四 摩擦力は物體の摺動する速度に關係せず。
  - 第五 静止摩擦係數は運動摩擦係數より其値大なり。
  - 第六 摩擦係數は物體の接觸する面の性質に關係す。
- 上記の中(第四)は嚴密に云ふときは正しからざるなり、即ち速度の大小に依り摩擦力に變化を生ずるなり。然れども、其誤差少きを以て前記法則を定めしものなり。物體を一の平板上に置き、漸次平板を上方に傾くるときは、或る角度に於て物體運動し始め、其角度を適當になすときは等速度にて運動するを見る。此角度を稱して摩擦角(Angle of friction)と云ふ。第五十四圖は一の斜面を示すものなり。(ホ)は物體(イ) (ロ)は斜面(ニ)は斜面の角度なり。斜面上の物體が此角度にて等速に運動するときは之れを摩擦角と云ふ。



松の木を同木の斜面上に置いて實驗し摩擦角を見出せり其結果は第十一表に示す如し此試驗の結果に依れば摩擦角は摺動する物體の重量大小に關せず略一定なることを知るなり。

上記實驗中物體の動き始むるときは摩擦力は動きし後より大なるが故に始めて手にて物體に少しの力を加ふるか又は斜面を少しく傾かし運動せし後は傾斜を減少し物體をして等速運動をなす様傾斜を定むべし。

表 十 第

試驗 番 號	直壓力 (封度)	摩擦力 (封度)	計算セシ 摩擦力 (封度)	誤 差
1	14	4.7	3.8	0.9(少)
2	28	8.2	7.6	0.6(少)
3	42	12.2	11.3	0.9(少)
4	56	15.8	15.1	0.7(少)
5	70	19.4	18.9	0.5(少)
6	84	23.0	22.7	0.3(少)
7	98	25.8	26.5	0.7(多)
8	112	29.9	30.2	0.3(多)

第五十二圖

第五十三圖

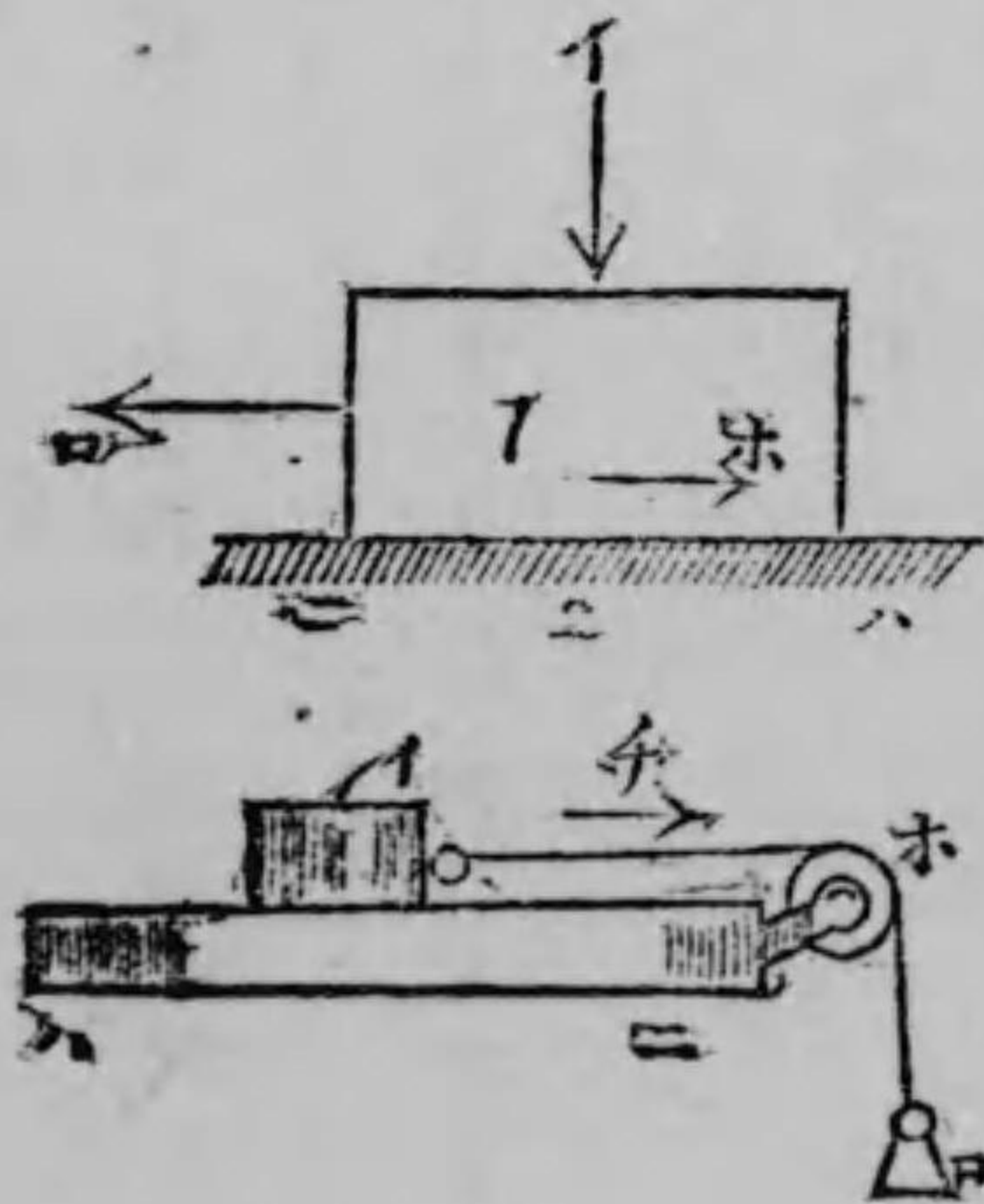
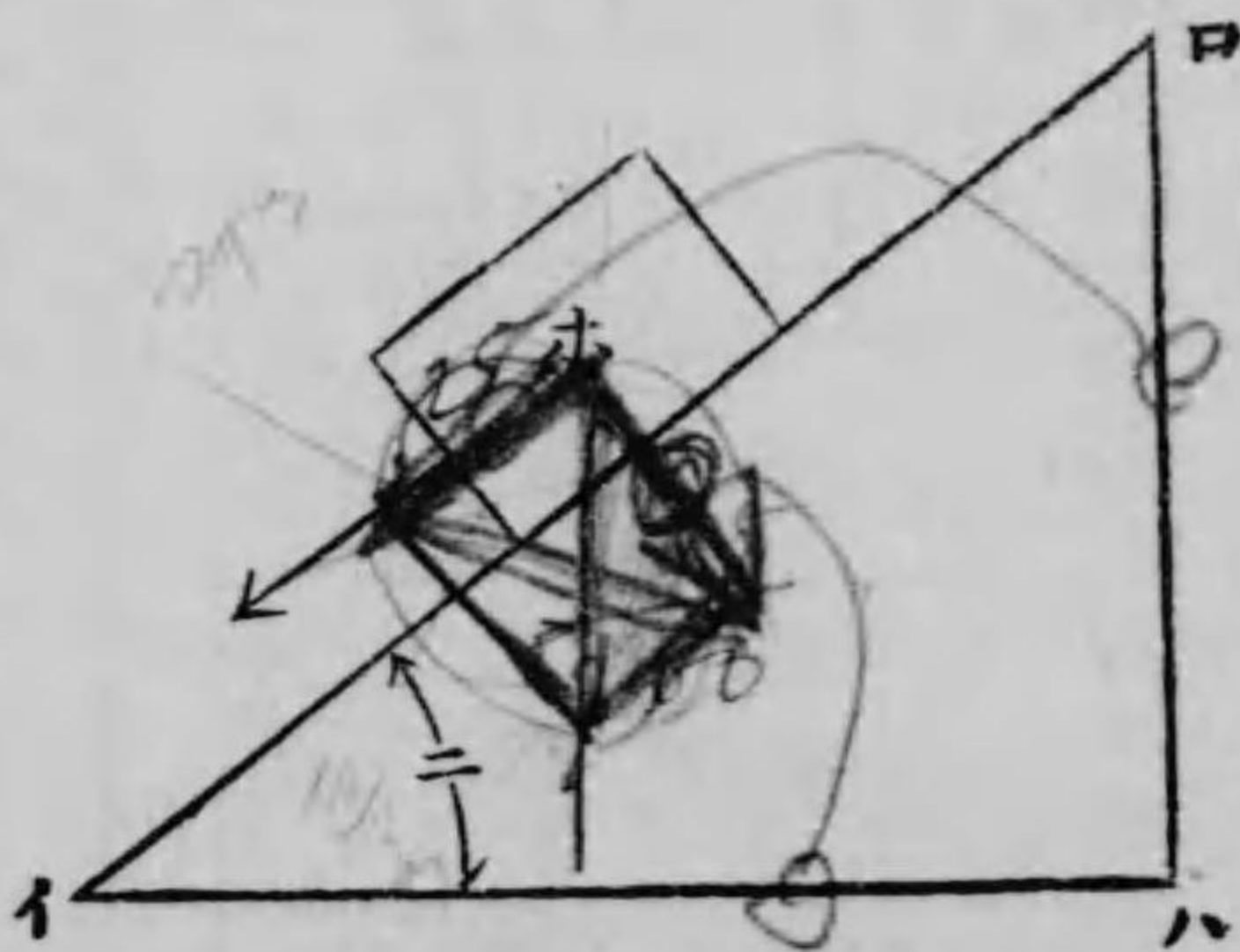


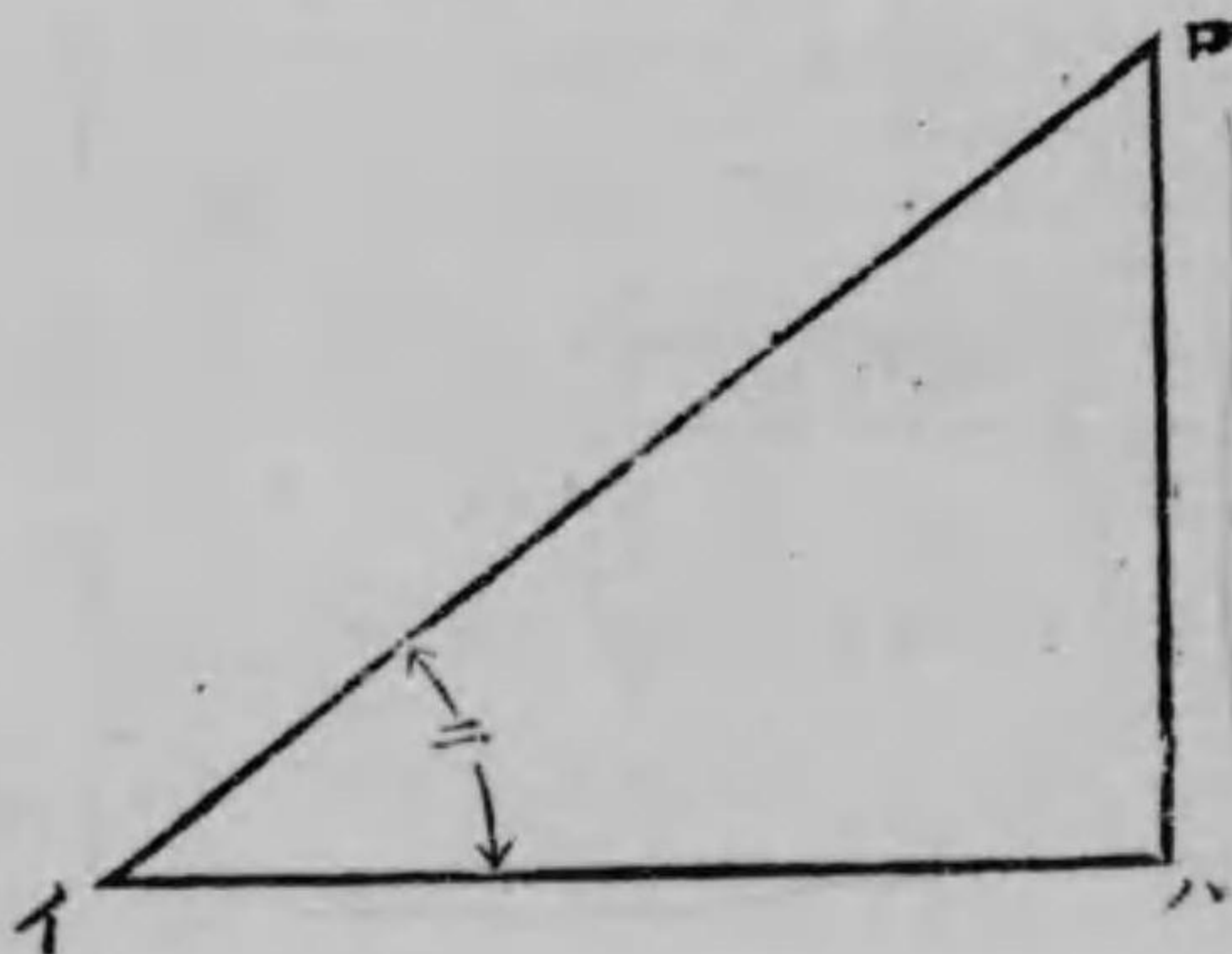
圖 四 十 五 第



試 驗 番 號	木片上ニ加ヘ シ重量 (封度)	摩擦角
1	14	14°.3
2	56	13°.0
3	112	13°.0

第十一表

圖 五 十 五 第



理論上に於て研究の結果摩擦角と前記摩擦係數とは相互に關係あることを知るなり。摩擦角を知りて物體の摩擦係數を見出すには下の如くなるべし。

第五十五圖に示す如く水平線上に摩擦角に等しき傾斜を有する線(イ×ロ)を引き、且任意の點(ロ)より垂線を下し(イ×ロ)なる直角三角形を作る。然れば(イ×ハ)の長さに



て(ハ)×(ロ)の長さを除せしものが此物體の摩擦係數なり例へばイ(ハ)の長さ十吋(ハ)×(ロ)の長さ二吋なるときは此物體の摩擦係數は、

$$\frac{2}{10} = 0.2 \text{ なり。}$$

物體の摩擦係數は、其物の性質及び面の状態に依り差あり、今普通の物體に付き運動摩擦係數を示すべし。

表 二十 第

種類ノ面スル接觸	摩擦係數
1 木ノ上ニ木(乾燥セシモノ)	.25—.5
2 同上(石鹼ニテ洗上シモノ)	.2—.04
3 櫟木ノ上ニ金屬(木ハ乾燥セシモノ)	.5—.6
4 同上(水ニ濡レシモノ)	.24—.26
5 同上(石鹼氣ノアルモノ)	.2
6 楡木上ニ金屬(乾燥シタルモノ)	.2—.25
7 木ノ上ニ大麻(乾燥セシモノ)	.53
8 同上(水ニ濡レシモノ)	.33
9 木ノ上ニ調革	.27—.38
10 金屬上ニ調革(面乾燥セシモノ)	.56
11 同上(面水ニ濡レシモノ)	.36
12 同上(脂氣アルモノ)	.23
13 同上(油ヲ引キシモノ)	.15
14 金屬面上ニ金屬面(乾燥セシモノ)	.15—.2
15 同上平面ナル表面ヲ有シ時々脂膏ヲ附スルモノ	.07—.08
16 同上絶エズ脂膏ヲ附スルモノ	.05
17 上記ノ中最良ノ結果ヲ與ヘシモノ	.03—.036
18 堅木ノ上ニ龜金(絶エズ水ニ濡レシモノ)	.05

静止摩擦係數は運動摩擦係數よりも其値大にして第十三表は同一の材料に就きて兩係數を實驗したる結果を示す。

第 十三 表

材 料	静止摩擦係數	運動摩擦係數 (速度一秒間三呎乃至五呎)
木ノ上ニ木	0.54	0.46
同上	0.89	0.43
金屬ノ上ニ金屬	0.34	0.26
石ノ上ニ石	0.71	0.63
鐵面上ニ鋼革	0.59	0.52

摩擦係數は同種の材料にても必ず多少の差異あるものなれども上記二表は幾多の實驗より得たる數なれば之れを参考として差支へなし。

摩擦力は二物體の接觸面上の直

壓力に摩擦係數を乗すれば容易に之れを知るを得るなり今例を擧げて之れが計算法を説明すべし。

(例十四) 木製の戸あり其重量二貫目なり今之れを敷居に沿ふて動かさんとす、

摩擦抵抗力は幾封度なるや、  
但し戸の上部に於ける摩擦力は之れを除算す。

$$\text{摩擦力} = \text{直壓力} \times \text{摩擦係數}$$



一 貫田 = 8.267 封度 略 8.3 封度なり。 摩擦係數 = 0.5 とす  
摩擦係數 =  $2_{\text{mm}} \times 8.3 \times 0.5 = 8.3$  答八.三封度

(例十五) 前の場合に於て敷居の溝に注油する時は戸を動かすに要する力幾何  
此場合の摩擦係數は 0.15 とす此値は第十二表中(2)の平均の値より少しく大なり。

摩擦係數 =  $2_{\text{mm}} \times 8.3 \times 0.15 = 2.49$  略 2.5 封度 答二.五封度

之れに依り見れば注油せし時は略三分の一の力にて戸を動かす事を得るなり戸  
の抵抗力大なる時に油を注ぐは全く上記の理に依るものなり即ち油が二面の凹  
部に入り面の凹凸を少からしむる爲めなり上の場合に戸を動かし始むる時には  
計算上のものよりも少しく大なる力を要するなり。

### 第三十二 常に能く注油せらるゝ回轉軸の摩擦

工場に於て多く見る所の回轉軸は軸受けにて支持せられ常に其周圍に注油せ  
らるゝなり此場合に於ける摩擦抵抗力並に摩擦係數は前記のものゝ其法則を異  
にするなり下に此方則を掲ぐ。

常に能く注油せらるゝ回轉軸の摩擦

(第一) 摩擦係數は通常なる速度並に直壓力の場合には直壓力に反比例す即ち直  
壓力大なれば摩擦係數は小なる値を有す。

(第二) 單位面積の直壓力一定の場合には摩擦力は軸の接觸面積と共に増加す。

(第三) 回轉軸の速度甚だ低き時は摩擦係數大なり然れども軸の摺動線速度一分  
間十呎より百呎迄に増加せば摩擦係數減少す又軸の速度前記より大なる時は  
速度と共に増加するなり。

(第四) 摩擦係數は或る限界迄は油の温度上昇するに従ひ其價を減少す然れども  
軸と軸受とが直接觸れんとする場合には温度と共に増加するなり。

(第五) 摩擦係數は注油の粘度 (Viscosity) に關係す。

上記の中第五の油の粘度とは油が物體に粘着する性質を示すものなり此は普  
通規定量の水を一定の大きさの有する玻璃管の小孔より滴下せしめ其時間を計り  
次に所要の油を入れ同様の試験を行ひ二者の時間を比較し以て粘度を定む粘度  
過大なる時は摩擦力を増加し又過小なる時は注油後皆外部に排出せられ軸と軸  
受けとを直接接觸れしむるの不利あり故に是等は場合に依り適當なるものを撰



第十四表

シリンドル油				赤シリンドル油				一號マシソ油			
50	100	150	200	50	100	150	200	50	100	150	200
12.5	25.0	37.5	50.0	12.5	25.0	37.5	50.0	12.5	25.0	37.5	50.0
61	60	56	57	50	57	59	54	54	60	62	62
113	100	115	115	90	119	126	130	97	103	115	115
52	40	59	58	40	62	67.4	76	43	43	53	53
7.8	5.6	7.7	7.6	4.5	8.5	8.5	10.5	5.4	5.2	6.5	6.4
0.16	0.05	0.05	0.04	0.09	0.08	0.06	0.05	0.11	0.05	0.04	0.03
6.5	4.5	6.0	6.0	3.5	4.5	6.5	7.0	4.5	4.0	6.5	4.0
0.13	0.05	0.04	0.03	0.07	0.05	0.04	0.04	0.09	0.04	0.02	0.02
13968	13617	14639	15665	16442	16517	16409	16524	16264	16375	16437	16577
698	681	732	783	822	823	820	826	818	819	822	829
白絞油				カストル油				スピンドル油			
50	100	150	200	50	100	150	200	50	100	150	200
12.5	25.0	37.5	50.0	12.5	25.0	37.5	50.0	12.5	25.0	37.5	50.0
54	56	56	54	57	55	54	54	50	55	55	60
97	90	95	102	103	132	156	150	105	91	100	98
43	34	39	48	46	77	102	96	55	36	45	38
6.1	4.4	5.3	6.6	5.6	10.0	13.1	13.0	5.9	4.4	5.1	4.7
0.12	0.04	0.04	0.03	0.11	0.1	0.09	0.07	0.12	0.04	0.03	0.02
5.0	3.5	4.0	4.5	4.5	8.0	10.0	8.0	5.3	4.0	4.0	4.0
0.1	0.04	0.03	0.02	0.09	0.08	0.07	0.04	0.11	0.04	0.03	0.02
16587	16530	16540	16420	16561	16460	16253	15560	16200	16335	10438	16426
829	826	827	821	828	820	812	778	810	817	824	821

五三

おを要す。

第十四表は軟鋼軸に砲金のメタル軸受用支持部金物にして中央に軸に相當する孔を有し、又は兩半部より成りて軸の表面に密接するものなり。を用ゐる摩擦係數は各二十分間なり。此表に依るも摩擦係數は直壓力増加するに従ひ減少することを知らる。

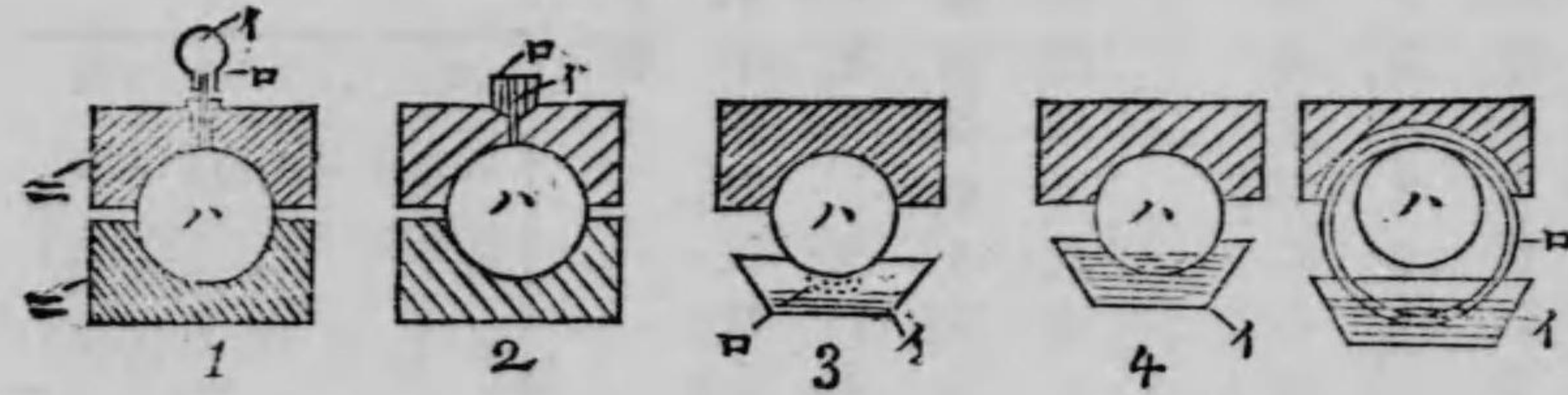
實地工場に於て油を使用する場合に、其注油方法に依りても上記の摩擦係數に影響を及ぼすなり。

第五十六圖は普通使用せらるゝ注油法を示せるなり。圖中(ハ)は回轉軸(ニ)はメタル

第三十二 常に能く注油せらるゝ回轉軸の摩擦



圖 六 十 五 第



ルなり(1)は(イ)なる油壺に油を入れ下部の小管中に直徑極て小なる棒を入れ(ハ)の軸の回轉するに従ひ小管と棒との間隙より油は滴下するなり(2)は(イ)なる油壺中に(ロ)なる毛絲を入れ其一方は油に入り他方は(イ)の下部にある小管中に入る然れば油は毛絲に依り吸上げられ(ハ)なる軸の上部に来るなり(3)は軸が常に(ロ)なる油を含む物質に觸れ回轉するものを示すなり此合油物は毛絲又は木綿絲類なり(4)は(ハ)なる軸が常に油壺中に入り絶えず油に觸るゝなり(5)は(ハ)なる軸の周圍に一の輪を入れ(ハ)の回轉と共に摩擦に依り回轉し絶えず(イ)なる油壺中の油を軸に供給するものなり上記注油法の名稱は(1)針式(Needle) (2)サイフォン(Siphon) (3)枕式(pad) (4)浸油式(Oil bath) (5)油輪式(Oil ring)と云ふ此中三種の方法に付き摩擦抵抗力を比較せし結果下の如し。

油 磨 力 1.00

枕 式

1.32

サイフォン式

4.20

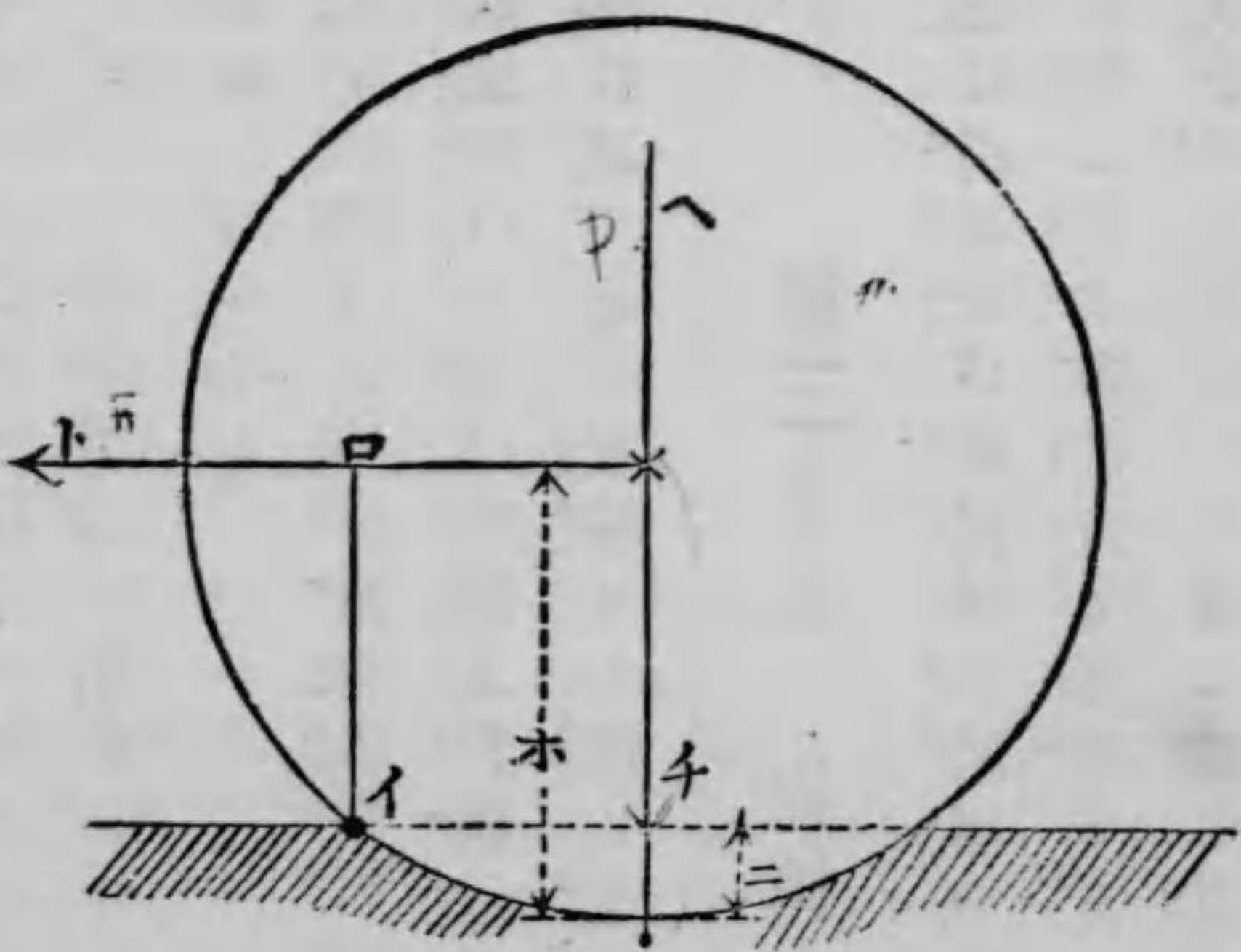
上記の成績に依れば浸油式のもの其値最も小なり故に高速度に回轉する軸には必ず浸油式又は油輪式を用ひるなり余の實驗に依れば油輪式の場合には輪の周圍に鑢にて淺く切込を數多作るを可とす斯の如くなす時は一層多くの油を絶えず注油し得るなり。又近來唧筒を用ひ機械各部の軸受に注油する方法を用ひることあり高速蒸氣機關旋轉汽機及び自動工作機械には往々此方法を應用す英國ベリス式直立蒸氣機關に就て余が實驗せし所に依れば其結果甚だ良好なり。

第三十三 旋轉摩擦(Rolling Friction)

此は荷車及び鐵道用機關車の車輪が地上若くは軌道上を回轉しつゝ運動する際に起る摩擦抵抗力を意味するものなり第五十七圖は一の圓板が地上を旋轉する狀を示すものなり圖に於て板は(ニ)丈の深さ地中に入り他の部分は圓弧に沿ふ



圖七十五第



て地面と相接觸す今圓板の重量を(へ)とす然れば地面は(へ)なる壓力を受く(ト)は之れを矢の方向に牽引せんとする力なり今(イ)點に關し上記二力の力率を取り考ふる時は(ト)の力に(イ)(ロ)の長さを乗せしものは(へ)の力に(イ)(チ)の距離を乗せしものに相等しきを要す然れば力の釣合を得て圓板は地上に回轉しつゝ運動すべし此理に依り(ト)の牽引力を求むれば、 $H(イロ) = P(イチ)$ .

$$H = \frac{(ト)の牽引力 = 板の重量(へ) \times (イ)(チ)の長さ}{(イ)(ロ)の長さ} \dots (7)$$

(イ)(ロ)の長さは圓板の半径より(ニ)の深さを減せしものに等し故に上式は

$$(ト)の牽引力 = \frac{板の重量(へ) \times (イ)(チ)の長さ}{板の半径 - (ニ)の深さ}$$

(三)の深さは板の半径に比し其質量が小なるを以て之れを除算するも可なり故に

天

天

$$(ト)の牽引力 = \frac{圓板の重量(へ) \times (イ)(チ)の長さ}{圓板の半径} \dots (8)$$

故に若し實験上(ト)(チ)の距離を(イ)(ロ)に牽引力を算出し得るなり實験の結果に依り(ト)(チ)の距離の取らば、

- |   |              |             |
|---|--------------|-------------|
| (1) 鐵又は鋼鐵の軌道の上に鐵又は鋼鐵の車輪を引く場合                  | 0.007乃至0.015 | (イ)(チ)の價(吋) |
| (2) 同上の車輪が木の道路を旋轉する時                          | 0.06—0.10    |             |
| (3) 同敷石の道路を旋轉する時                              | 0.05—0.21    |             |
| (4) 同上の車輪が柔軟なる地面を旋轉する時                        | 3—5          |             |
| (5) 空氣入護謨輪を有する車輪が良好なる道路若くは「アスファルト」を布きし道を旋轉する時 | 0.02—0.022   |             |
| (6) 同上の車輪が泥路を旋轉する時                            | 0.04—0.06    |             |
| (7) 普通護謨輪を有する車輪が良好なる道路を旋轉する時                  | 0.04         |             |
| (8) 同上車輪が泥路を旋轉する時                             | 0.09—0.11    |             |
- (例十六) 荷車に重量五十貫の機械を乗せ柔軟なる地上を引き行かんとする車の



直徑を四呎とせば幾封度の牽引力を要するや

$$50 \times 8.3 = 415 \text{ 封度}$$

$$\text{牽引力} = \frac{415 \times 3}{2 \times 12} = 51.8$$

答五・八封度

例十七

輕便鐵道あり軌上運搬車に土千封度を入れ運送せんとす車並に土の重量を十貫目且車の直徑を六吋とせば牽引力幾封度なるや

$$\text{全重量} = 1000 + 10 \times 8.3 = 1083 \text{ 封度}$$

$$\text{牽引力} = \frac{1083 \times 0.015}{3} = 5.4$$

答五・四封度

第三十四 摩擦抵抗力減少装置

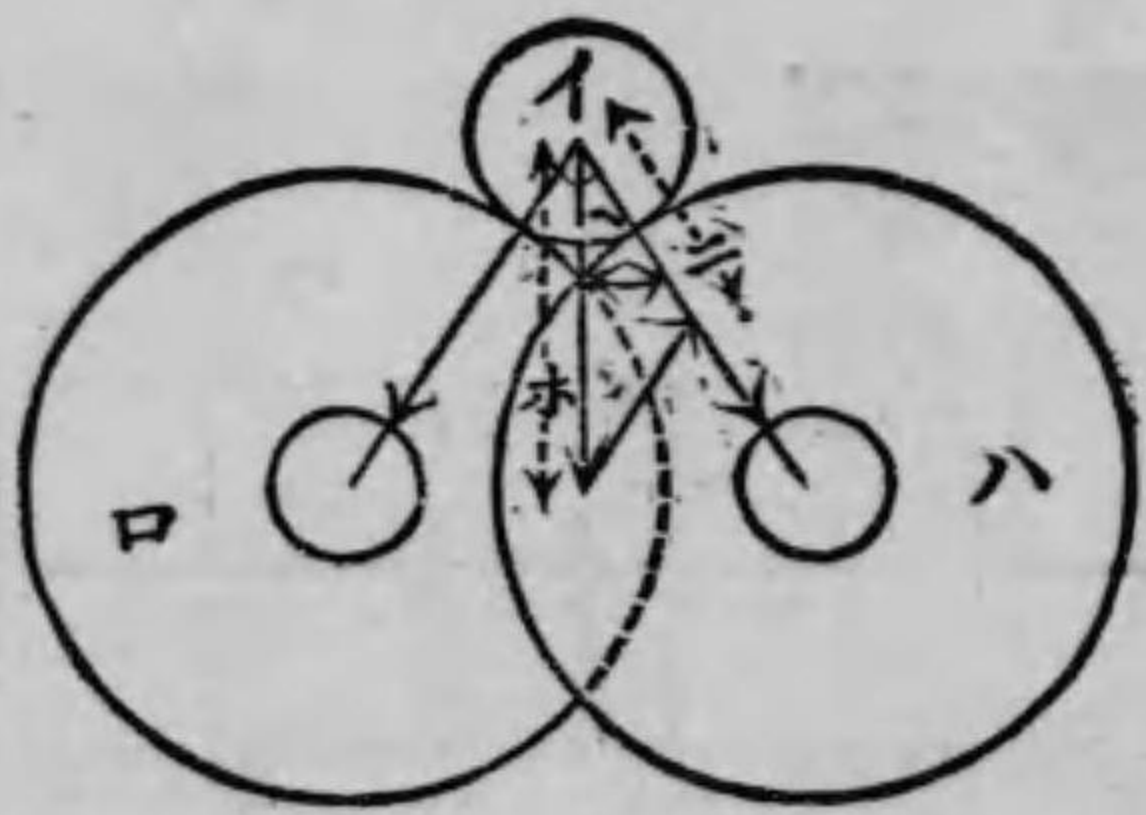
近來機械製作業の進歩と共に機械の回轉軸に於ける摩擦抵抗力を減少する装置に行はるゝに至れり第五十八圖に示すものは此一種なり圖中(イ)は回轉軸(ロ)及び(ハ)は摩擦減少車なり(イ)軸は二個の車に接觸し回轉す此の如くなす時は(イ)軸を普通の軸受に入れ回轉するよりも摩擦抵抗力少し此抵抗力は摩擦減少車の直徑大なる程少し又(ロ)(ハ)の軸の直徑並に接觸角度(ハ)ハ成可く小なるを可とす普通

摩擦抵抗力減少装置

の場合に於ては(ハ)の角は三十度なり

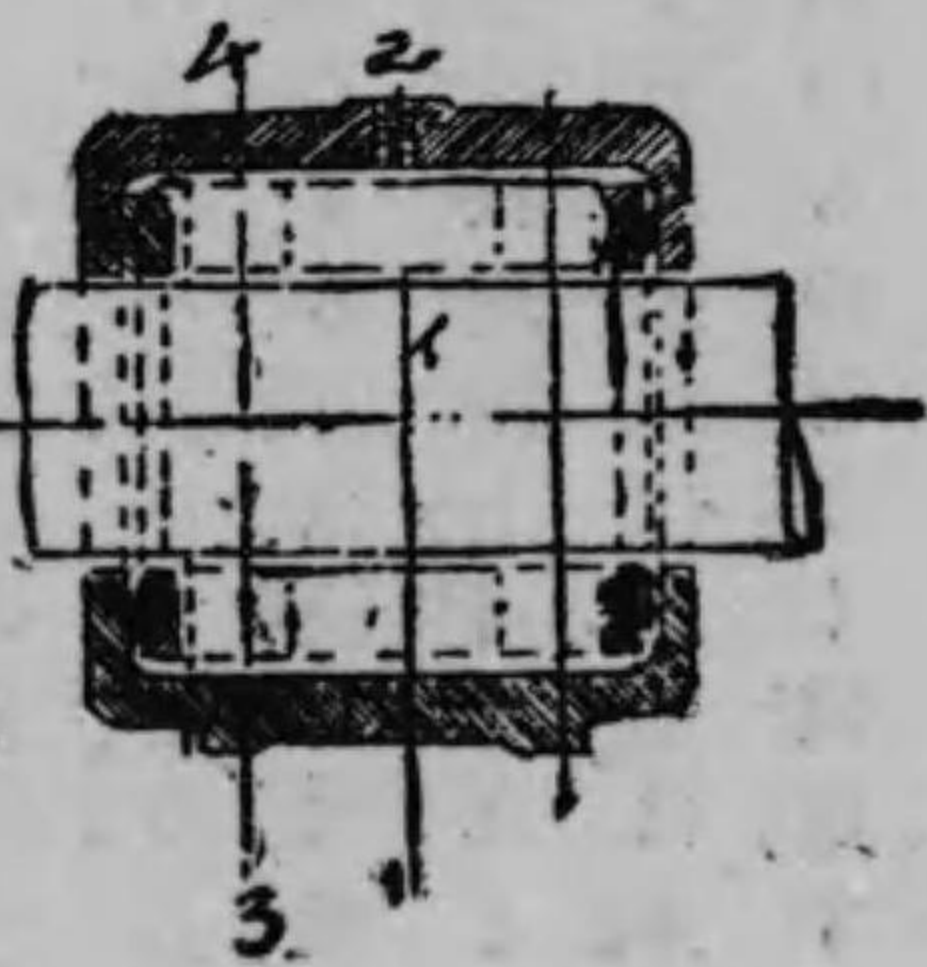
第五十九圖及び第六十圖は轉子軸受(Roller Bearing)を示すものなり第五十九圖は横断面圖にして(5)は(1)(2)の中心線に沿ふて切斷せしもの(6)は(3)(4)線にて切りし面を示す圖中(イ)は回轉軸(ロ)は轉子にして(イ)の周圍と相接觸す普通轉子は堅き鋼鐵にて製し重大なる荷重に堪え得るものなり此軸受は極めて軽く軸を回轉せしむるものなり

第五十八圖

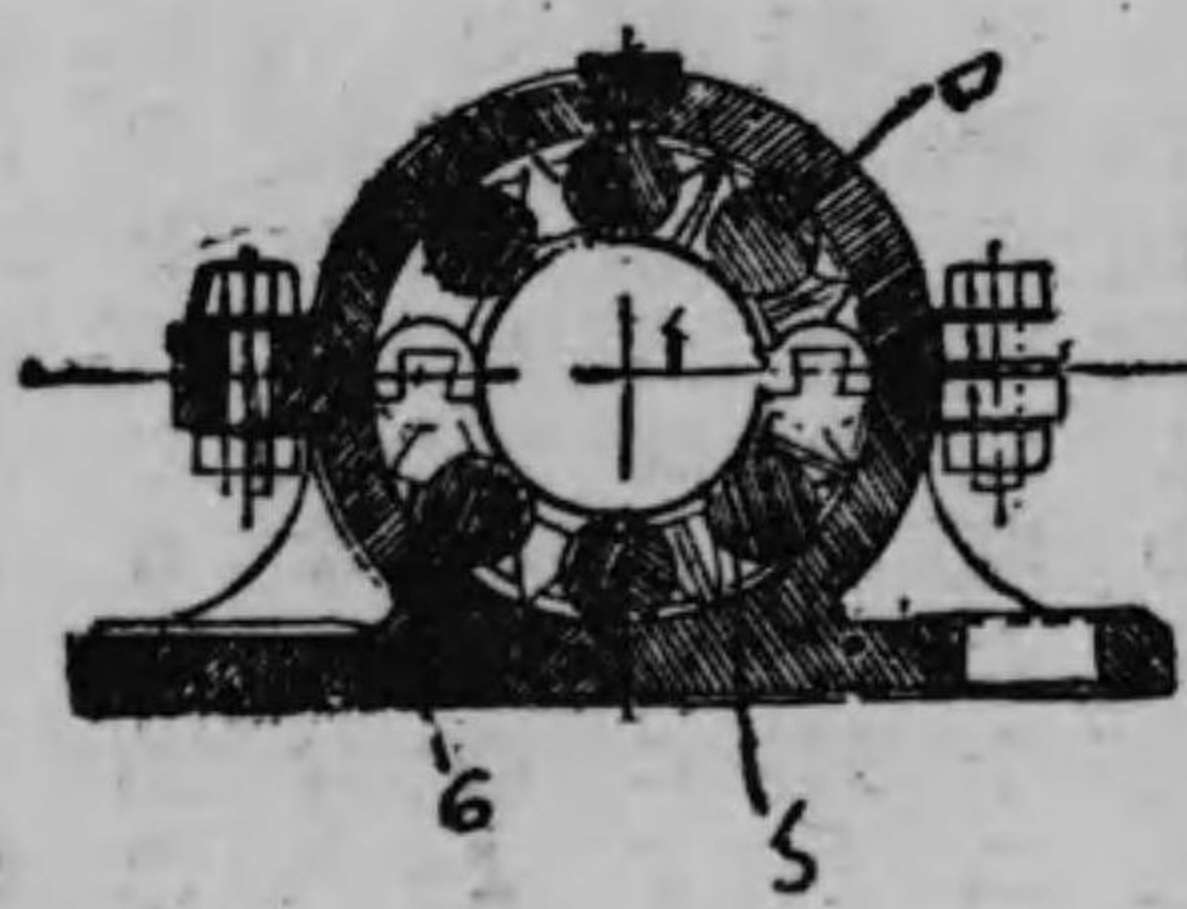


第五十九圖は(1)の中心線に沿ふて切斷せしもの(2)は(3)(4)線にて切りし面を示す圖中(イ)は回轉軸(ロ)は轉子にして(イ)の周圍と相接觸す普通轉子は堅き鋼鐵にて製し重大なる荷重に堪え得るものなり此軸受は極めて軽く軸を回轉せしむるものなり

第六十圖



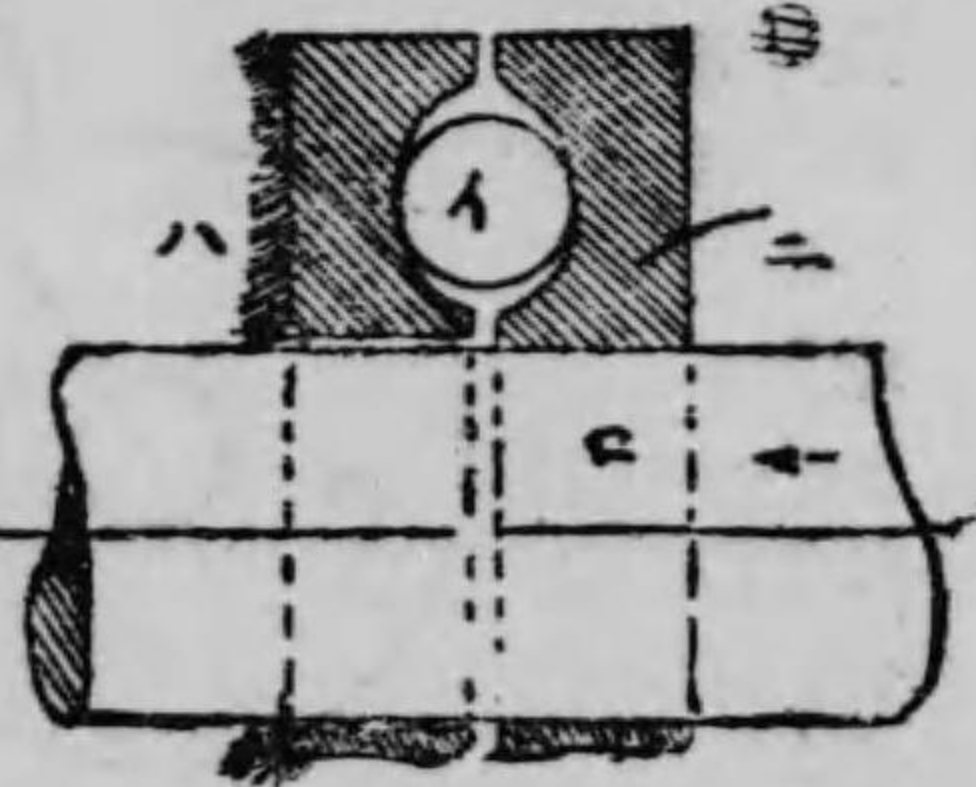
第五十九圖



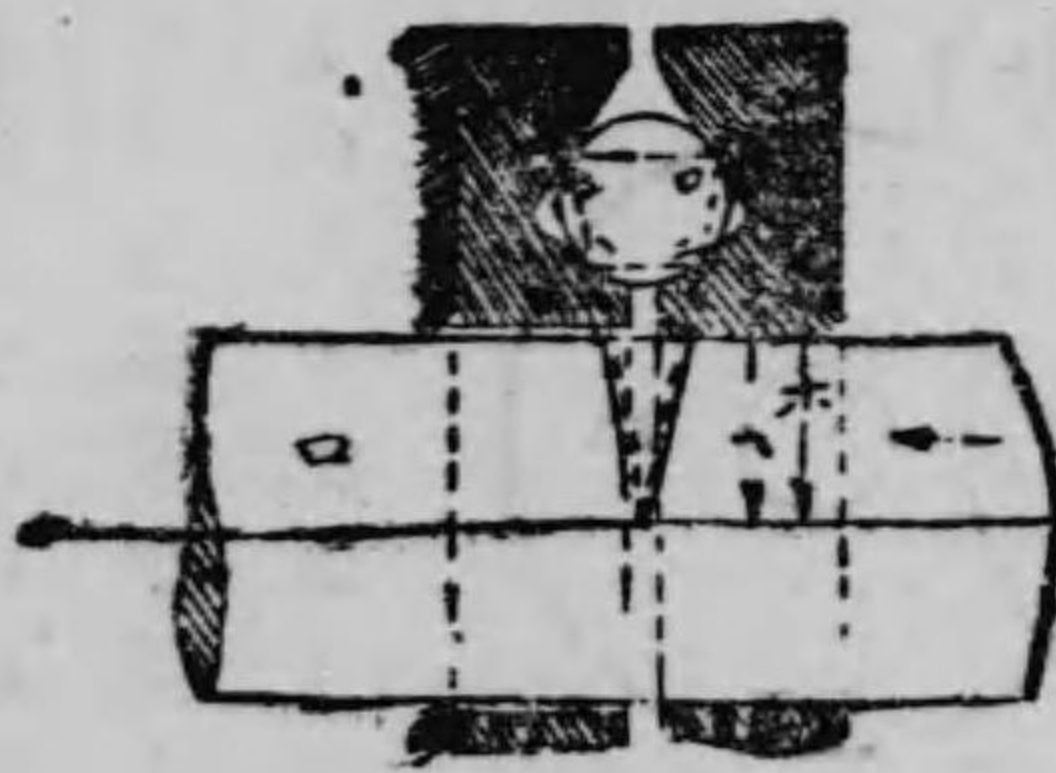
以上の外球軸受(Ball Bearing)と稱し軸受間に數多の小球を入れしものあり第六十一圖は此種軸受けを示すものなり



圖二十六第



圖一十六第



すものなり、軸受の半部(ハ)は固定せられ、他の半部(ニ)が軸と共に回轉す、(ロ)は矢の方向に推力を受くるなり、(ニ)と(ハ)の間に小球あるが爲め極めて軽く運轉するなり、今球が軸受中にて回轉する有様を見るに、軸の中心より遠き部分と近き部分とに於て其運動速度を異にするなり、故に其軸受と接觸する二點の距離を軸に遠き部分は近きものよりも大にするを要す、即ち第六十二圖に示すものは球の中心線と軸の中心線との交點(ト)より(イ)(ロ)點に二線を引き、球との交點(ハ)及び(ニ)を丁度軸受と接觸する様に作る、此の如くする時は決して軸受面を擦削する憂なし、上記の構造は理論上可なれども、軸受の面は摩耗し易きを以て實地上には此形は多く採用せられず、寧ろ第六十一圖のものを多く使用するなり。

九〇

九一

(例十八)

木板の床を有する工場に於て百五十貫の重量を有する機械を床に沿ふて動かさんとす、摩擦係数を0.5とす、之れを動かすに幾封度の力を要するや。

$$\text{摩擦係数} \times \text{直壓力} = 0.5 \times 150 \times 8.3 = 622.5$$

第六十二圖

(例十九)

上記の場合に於て機械を上部に臺を有する車に乗せ動かす時は幾封度の力を要するや。

但し車の直径を四吋、其重量を二十貫とす。

此時は旋轉摩擦抵抗力なるを以て其計算法前のもものと異なるなり。

今(8)式を應用すれば

$$\text{抵抗力} = \frac{(150 + 20) \times 8.3 \times 0.1}{2} = 70.5$$

第七〇五式

定數(イ)(チ)の値は前表(2)の中の最大なる値を取り、之れを(コ)とす(第八七頁參照)。之れに依り見れば、旋轉摩擦抵抗力は機械を直接床面に觸れしめ引く時の力の畧九分の一なり、機械工場に於て凡て重大なるものを動かす場合に品物と地面とは間に圓形の木片(コロ)と稱すを入るゝは、全く此理に依るなり。



### 第三十五 働及び勢

働及び勢

或物体に力を加へて抵抗力に打勝ち、之れを運動せしむる時此の抵抗力と運動せし距離とを乗せしものを働(Work)又は仕事と稱し、此物体は仕事をなしたりと云ふ、勢は仕事をなし得る能力を云ふなり、例へば釣瓶にて井戸の水を汲まんと欲する時には必ず人は水並に釣瓶の重量をば或一定の高さに上昇すべし、此場合には釣瓶は仕事をなしたりと云ひ、人は釣瓶のなしたる仕事と等量の勢を消費せるなり。

勢(Energy)を大別して二種とす、曰く、潜勢(Potential energy)曰く運動勢(Kinetic energy)之れなり、前者は勢を供給し得る處の状態にある物体が有する勢にして、後者は現在運動をなしつゝある處の物体が有する勢なり、例へば高き所にある水槽中の水又は巻き揚げたる時計の彈條等は皆潜勢を有するなり、又石炭、瓦斯、其他の燃料も等しく潜勢を有す、何となれば若し是等の燃料を燃焼する時は化學作用に依りて勢を發生し、之れを利用し適當の仕事をなし得ればなり、又諸子が既に知る所の彼

六

の海上を走る蒸氣船軌道を進行する電車、各工場内に運轉しつゝある各種の機械は皆之れ現勢即ち運動勢を有するなり、既に説明せし如く勢は働をなし得る所の能力なるが故に、此二者は同一の單位にて之れを測定することを得るなり、働若くは仕事の單位は各國之れを異にす、英國にては抵抗力を封度又運動せし距離を呎にて測り、此相乗積即ち仕事は呎封度(Foot Pound)を用ふ、佛國に於ては「キログラム」の重量のものをば「メートル」の高さに上げる仕事を單位とし、之れを「キログラムメートル」と稱す。

動力(Power)は定時間になす仕事即ち時に對する仕事の割合にして、英國に於ては一分間に三萬三千呎封度の仕事をなすものを單位とし、之れを一馬力(Horse Power)と稱す、佛國にては一秒間七十五キログラムメートル即ち一分間四千五百キログラムメートルの仕事をなす動力を單位とし、之れを佛制馬力(French Horse Power)又は「メートル式馬力(Metric Horse Power)」と云ふ、上記馬力を英制に換算すれば一秒間五百四十二、五呎封度の仕事に適當す。

(例二十) 唧筒あり、井戸の水面より二十呎の高さに一時間に五十石の水を揚ぐ



此唧筒の一分間になす仕事幾呎封度なるや。  
但し水面の高さは常に一定なるものとす。

且此唧筒十臺をば動力を用ひ運轉するとせば、幾馬力を要するや、但し全體の仕事の二割は唧筒自身のみを運轉するに消費せらるゝものとす。

一石の水の重量は畧四百封度なり、故に其仕事の量は、

$$\frac{400 \times 50 \times 20}{60} = 6667 \text{ 呎封度 (一分間)} \\ \frac{6667}{0.8} \times 10 \div 33000 = 2.4 \quad \text{答一分間の仕事六千六百六十七呎封度}$$

十臺の運轉馬力畧二馬力半

(例廿二) 旋盤に於て直徑四時の鍊鐵鐸を削り、一分間三十回轉す、及物の尖端に働く抵抗力を二千封度とす、切削の爲め消費せられし動力幾何なるや、

$$\frac{4 \times 3,1416}{12} \times 30 \times 2000 = 62832 \text{ 呎封度} \\ \frac{62832}{33000} = 1.9 \text{ 馬力} \quad \text{答一九馬力即ち畧二馬力なり。}$$

運動する物體の有する勢、即ち運動勢は物體の重量並に其運動する速度を知れ

五

ば容易に計算することを得るなり、物體の重量(封度)に運動速度(一秒間呎)の二乗せしものを乘じ、之れを六十四・四にて除すべし、然る時は呎封度にて勢を算出することを得。

(例廿二) 重量五噸の車あり、一時間十五哩の速度にて運動す、此車の有する運動勢幾呎封度なるや、

$$5 \times 2240 \times \left( \frac{15 \times 5280}{60 \times 60} \right)^2 \div 64.4 = 84174 \text{ 呎封度} \quad \text{答八萬四千七百七十四呎封度}$$

一噸は二千二百四十封度、一哩は五千二百八十呎なり。

(例廿三) 二分の一噸の汽鎚あり、鎚の最下部に達せし時の速度を一秒間十五呎とす、鎚の有する運動勢は幾呎封度なるや、

$$\frac{1}{2} \times 2240 \times 15^2 \div 64.4 = 3913 \text{ 呎封度} \quad \text{答三千九百十三呎封度}$$

### 第三十六 有效働 (Useful work) 及び消耗働 (wasted work 又は Lost work)

機械に於て勢を消費して仕事即ち働をなす時に、普通二種の働を生ずるなり、一



は有効働他は消耗働なり前者は荷重(Load)のみに對してなす仕事なり後者は荷重なくして單に機械自身を運轉するに要する働並に荷重の爲め機械各部に起る摩擦働を含むものなり故に消耗働の少き程機械の良好なることを示すなり。



第三十六圖

例に依りて上記の働を説明すべし。

第六十三圖は螺旋扛重機 (Screw Jack) を示す圖中(ロ)は把手(ハ)は荷重を加ふる臺(イ)は働力を加ふる位置を示す此機の把手の端(イ)を手にて握り之れに人力を加へ矢の如く回轉すれば(ハ)上に載せし荷重は上昇するなり今(ロ)の長さを廿吋螺旋の節 (Pitch) を八分の三吋(ハ)上の荷重を一噸とすれば(イ)に加ふべき力は理論上算出するを得るなり(ハ)は(ロ)の一回轉に付節即ち八分の三吋上昇す故に其仕事即ち有効働は、

$$1 \times 2240 \times \frac{3}{8} \times \frac{1}{12} = 70 \text{ 呎封度}$$

若し扛重機に少しも消耗働なしとせば上記の仕事は丁度把手(ロ)に加へたる勢に等しかるべし此勢は(ロ)の畫く圓周の長さに(イ)の力を乗せしものに等し即ち

加へたる勢はなしたる仕事に等しと云ふ理論に依り

$$\frac{3.1416 \times 20 \times 2}{12} \times (1) = 10.47 \times (1)$$

$$10.47 \times (1) = 70$$

$$(1) = \frac{70}{10.47} = 6.7 \text{ 封度}$$

(イ)の力は六七封度にて可なり然れども實際に於ては螺旋鏝に摩擦抵抗あるに依り上記の力より一層大なる力を要するなり今假りに此抵抗力あるが爲めに(イ)に加ふる力は理論上のものより二封度多しとせば消耗働は一回轉に付、

$$\frac{3.1416 \times 20 \times 2}{12} \times 2 = 20.94 \text{ 呎封度なり}$$

第六十四圖



第六十四圖は滑車一個を用ひ荷重を揚ぐる狀を示す(ハ)は荷重(イ)は網の端に加へし力(ロ)は滑車なり此場合には(ハ)の上昇せし距離は

網の短縮せし長さの二分の一に等し今(ハ)の重量を百封度とし二呎

上昇せしものとす然る時は荷重のなしたる有効働は  $100 \times 2 = 200$  呎封度なり此時網は四呎動きしを以て(イ)の力と四呎とを乗せしものが二百呎封度に等しかるべし。



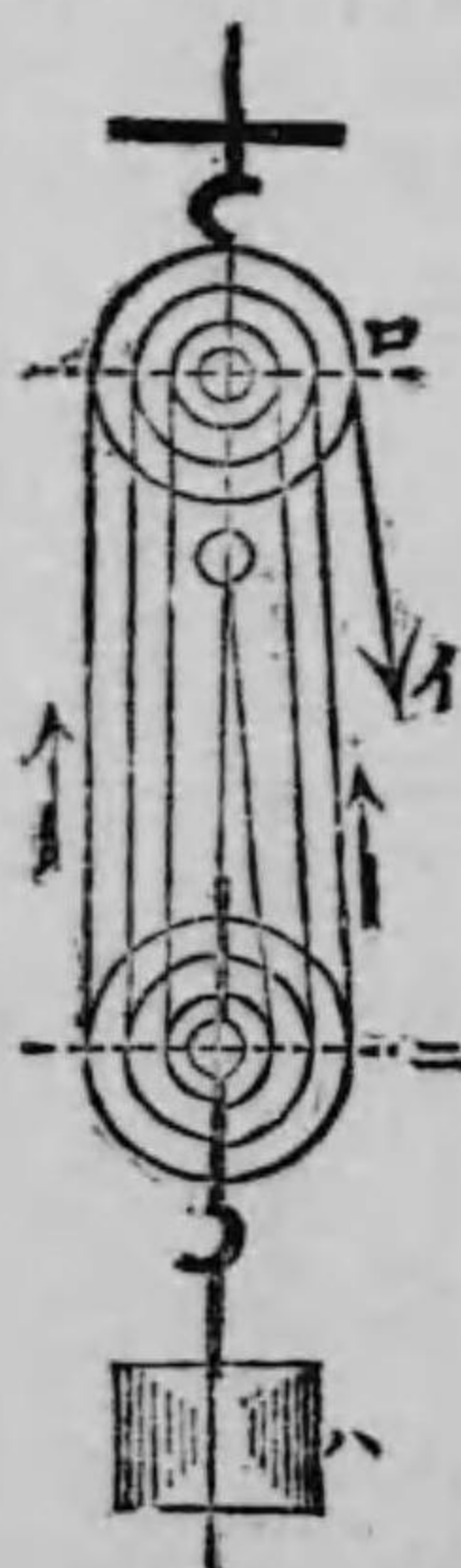


$$4 \times (1) = 200$$

$$(1) = \frac{200}{4} = 50 \text{ 封度}$$

(イ)には五十封度の力を加ふれば可なり然れども實際の場合に於ては摩擦の爲め多少の消耗働あるを免れざるなり且上記の場合に於て精密に計算する時には(ロ)

圖五十六第



の滑車の重量をも(ハ)に加ふるを要す第六十五圖は三對の滑車を用ゐて荷重を揚ぐる状を示す此場合には(イ)に加ふる力は荷重(ハ)の六分の一に等し何となれば荷重は六本の綱にて支持せられ從て(イ)端の綱をば荷重の上昇する高さの六倍丈引くを要すればなり有效働は(ハ)の荷重と上昇せし高さとを乗せしものにして、綱及び滑車の摩擦に歸因する摩擦働は消耗働となるなり。

加へたる勢即ち有效働と消耗働との和を全働(Total work)と云ふ又有效働と全働との比を機械の効率(Efficiency)と稱す。

$$\text{全働} = \text{有效働} + \text{消耗働}$$

$$\text{效率} = \frac{\text{有效働}}{\text{全働}}$$

效率は其値常に一より小なり一に近き程機械の良好なることを示す前記螺旋杠重機の場合には、

$$\text{有效働} = 70 \text{ 呎封度} \quad \text{消耗働} = 20.94 \text{ 呎封度}$$

$$\text{全働} = 70 + 20.94 = 90.94$$

$$\text{效率} = \frac{70}{90.94} = 0.77 = \frac{77}{100}$$

效率は七割七分なり普通百分率を以て云ふ即ち七十七パーセントなり。

### 第三十七 勢の不滅 (Conservation of Energy)

機械學を學ぶものは勢の不滅なる事を明かに了解するを要す此は近世科學の基礎たる原理なればなり凡て勢は其如何なる種類を問はず一の形より他の形に之れを移すことを得るなり然れども決して新に之れを作り若くは之を滅する能はざるなり例へば人が自身の勢を出し鋸にて木材を挽く時は木を切斷し有效働をなし且鋸と木材との摩擦に依り消耗働をなす此二者の和は必ず加へたる勢に



等しきなり又汽罐にて石炭を燃し蒸氣を發生し汽機を運轉する場合には石炭は  
 燃燒し灰に化す即ち其潜勢を失ふなり然れども汽機には蒸氣入りて有効働をな  
 すなり故に汽機の出せし動力と汽罐に残留する熱及び烟突より逃れ出る熱をば  
 合せ計算する時は丁度石炭の失ひし勢に等しきを知るなり換言すれば石炭の有  
 する勢が單に他の形に變化せしに過ぎざるなり機械的の勢は仕事の量即ち抵抗  
 力と運動せし距離との相乗積を以て測定し得るが故に抵抗力を増加し距離を小  
 にするも又抵抗力を小にし距離を大にすることもなし得るなり然れども抵抗力  
 大なりとも必ずしも加へたる勢大なりと云ふ事を得ず物體の運動せし距離を算  
 入するを要す時としては機械學の知識少き人は一度定量の勢を與へ永久に仕事  
 をなし得る機械を製作せんと企つることあり此は明かに勢の不滅の理論に反す  
 るを以て決して成功せざるものなり讀者諸子は日々工場内にありて夫々各自に  
 從事せらるゝ處の機械に就き勢の不滅なることを實驗し得らるべし百聞は一見  
 に如かず能く實地に就きて學理を研究せらるれば得る所蓋し大なるべしと信ず

### 第三十八 勢の傳達 (Transmission of Energy)

勢は一の物體より他の物體に向て之れを傳達することを得るものなり彼の温  
 度高き物體が低温度のものに熱を傳ふるが如きも亦一種の勢の傳達に外ならざ  
 るなり而して機械的勢 (Mechanical energy) を傳達するには左に列記するところの裝  
 置の一種又は數種を併せ用ゆるなり。

- 第一 調車装置 (Belt gearing)
- 第二 歪齒輪 (Bevel gearing)
- 第三 正齒輪 (Spur gear)
- 第四 螺旋齒輪 (Worm gearing)
- 第五 繩車 (Rope gearing)
- 第六 摩擦電動車 (Friction gearing)
- 第七 鏈條 (Link work)
- 第八 線軸 (Line shafting)
- 第九 節鎖車 (Pitch-chain gearing)

(第一)のものは調車と調帶とを用ひ勢を傳達するなり此は原動軸と受動軸との  
 距離大にして且其回轉速度は嚴密に正確なることを要せざる場合に用ふ(第二)の  
 ものは正齒輪の組合せにして原動軸と受動軸との距離小にして兩軸平行し且其



回轉速度の比正確なることを要する場合に用ふ(第三)は傳働軸互に直角若くは他の角度をなす場合に用ふ(第四)は傳働軸心線同平面上にあらすして互に直角をなし、二軸の回轉速度の比大なる所に使用す(其五)は綱及び綱車を用ひ動力即ち勢を傳ふるものにして、綱の線速度大なる時は木綿綱を用ひ、又此速度小なる時には鋼綱を用ひるなり。

(第六)は摩擦に依り、動力を傳ふるものにして、(第二)及び(第三)の代りに使用す。

(第七)は鏈條と稱し、鐔をば動力傳達部の接合として使用するものなり。

(第八)は線軸にして、軸つぎ調革等を備へ一の軸に有する勢を他軸に傳達するものなり、(第九)は第一と同所に用ふ、然れども此は傳働中少しも滑らず兩軸の回轉數の比を正確に定め得るものなり。

此外空氣を壓縮し、之れに依り動力を傳ふることもあり、又水力若くは電力に依り機械的勢を傳達するものあり、此の如く勢の傳達に使用する装置は多々あり、雖も下に其最も普通なるものに付き説明すべし。

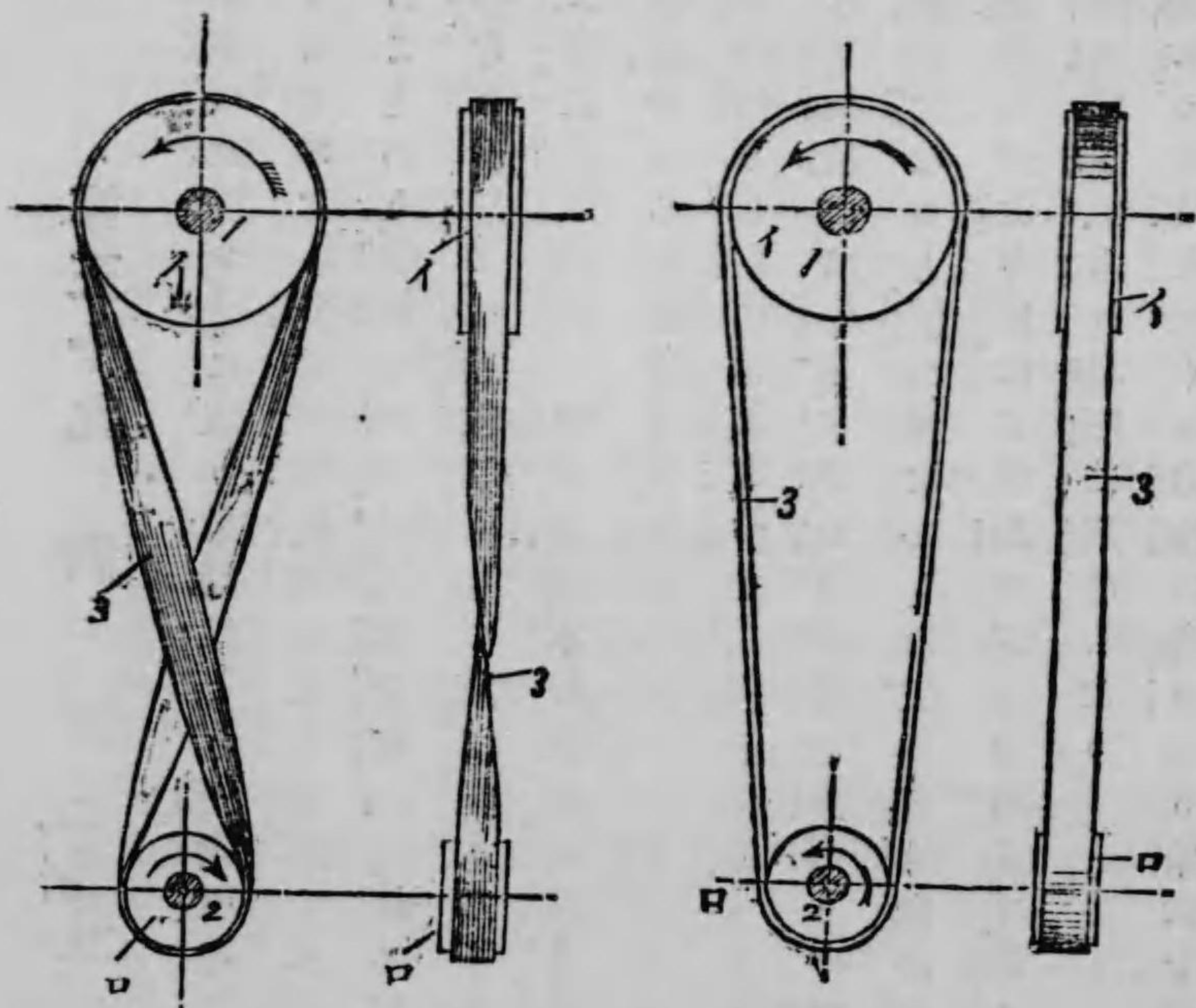
### 第三十九 調 車 (Pulley)

調車は調帶(Belt)に依り原動軸より受動軸を運轉し、以て勢を傳達する場合に使用するものなり、此は普通鑄鐵にて製すれども、時としては鍊鐵又は木を以て製作することあり、鍊鐵の調車は其重量輕きと極めて高速度に回轉するも、破裂するの憂少なきを以て、傳動軸細くして回轉數大なる場合に之を使用す、我國に於ても織物工場に於ては時に之を用ゆ、木の調車は其重量輕き爲め木工場、扇風機用傳動軸に使用せらる、然れども其製作不完全なる時は、氣候の乾濕の爲め狂ふことあり、又調帶の滑りし時には其發生せし熱を傳達すること遲きを以て、調帶を損する憂あるなり、調帶には牛皮、木綿、麻、護、獸毛等あり、牛皮は最も普通に使用せらる、木綿は其強さ大なると價の廉なるに依り近來世に行はるゝなり、然れども調帶相互に摩擦するが如き所には使用せざるを可とす、麻も亦木綿と同様に用ひらる護及獸毛は濕氣多き場所に用ひるなり。

調車に調帶を懸くる方法に種々あり、第六十六圖及び第六十七圖は開き掛けの

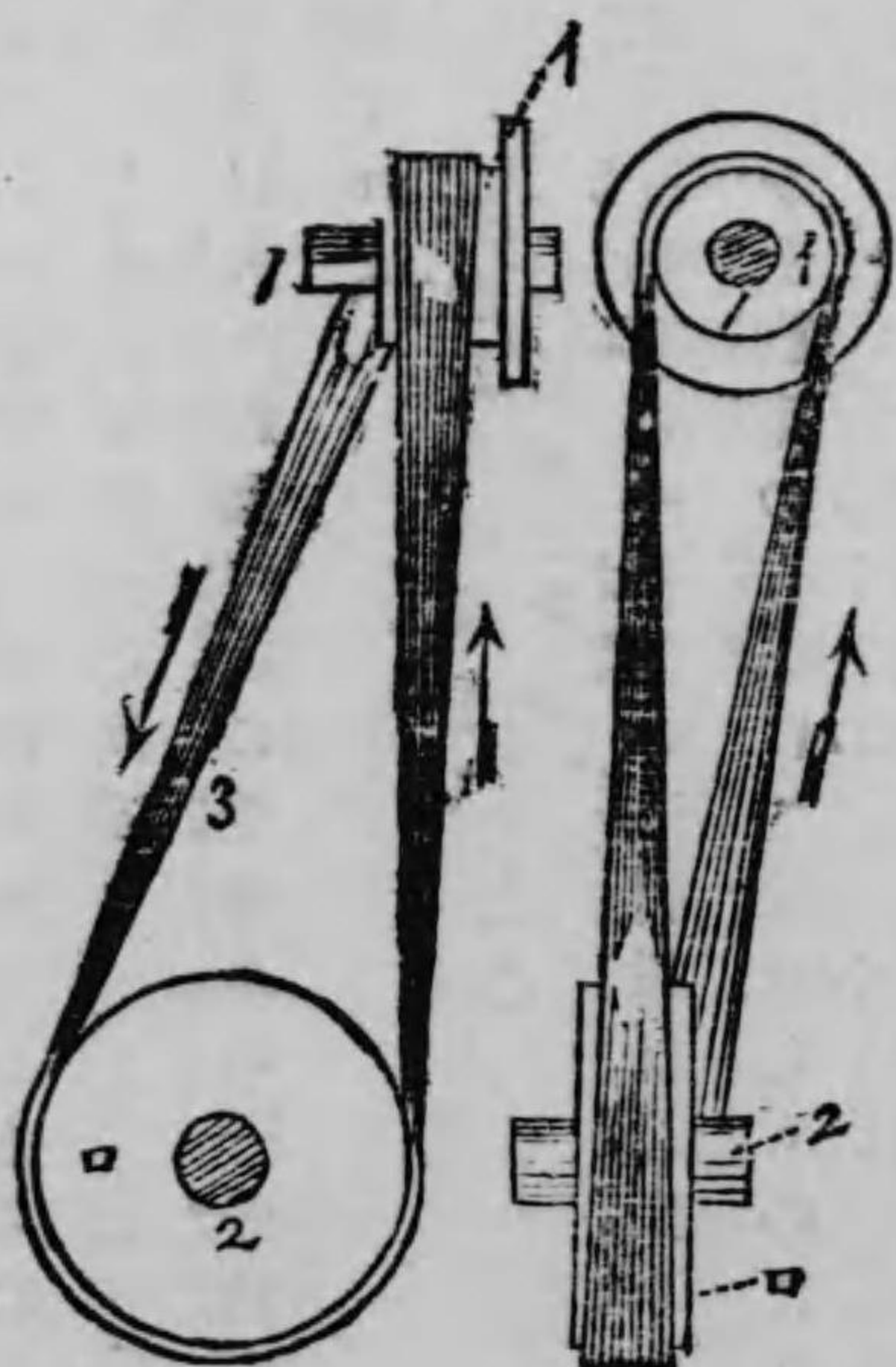


圖九十六第 圖八十六第 圖七十六第 圖六十六第



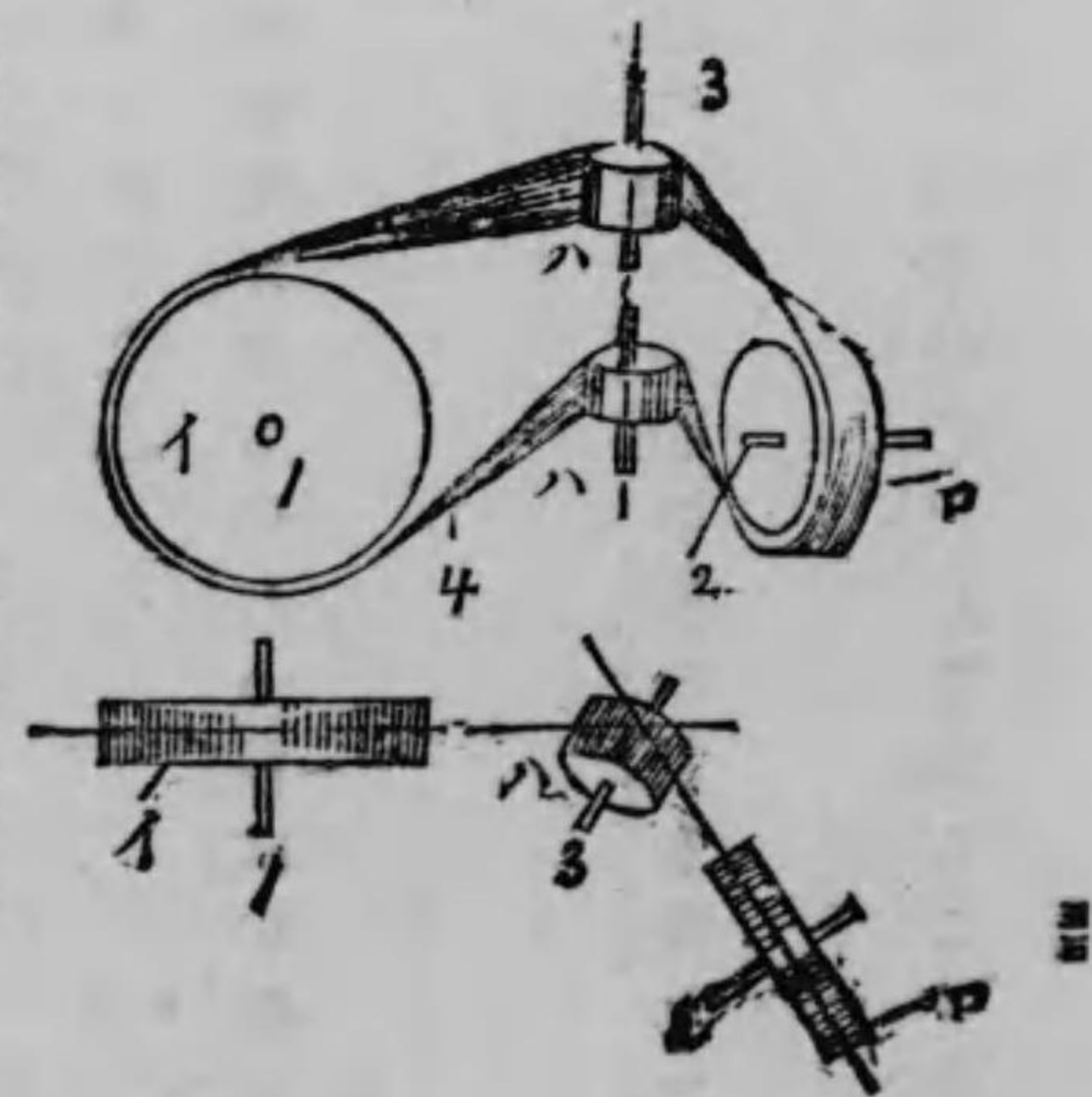
104  
Pen Belt) と稱す第六十八圖及  
び第六十九圖は交錯掛又は  
掛 (Cross Belt) と云ふ圖中(1)は  
原動軸(2)は受動軸なり開き掛  
の時は受動車(2)は原動車(1)と  
同方向に回轉す然れども俾掛  
の時は反對の方向に回轉す上  
のものは二軸平行する場合に  
用ゆ若し原動軸と受動軸とが  
互に平行せず且相交はらざる  
時には他の方法に依り運轉を  
傳ふるなり第七十圖及び第七  
十一圖は二軸平行せざる場合  
を示す(1)は原動軸(2)は受動軸

圖一十七第 圖十七第



第七十二圖

第七十三圖



なり受動車(2)の右端より車の周圍に引きたる接線は丁度原動車(1)の中心に引き  
たる接線と相合する様調車の位置を定むるを要す又二軸平行ならず且其軸の方  
向が交はる時若くは相交はらざる時にも一の調帯にて動力を傳ふることを得る  
なり此場合には誘導車(Guide Pulley)を用ゆ

第七十二圖は上記の場合に於ける調車の正面圖を示す第七十三圖は平面圖を



示すものなり、圖中(1)は原動軸(2)は受動軸(ハ)は二個の誘導車なり、原動車及び受動車の中央を過ぎ其軸に直角なる二平面の交線を求め、其上の二點(ハ)より(イ)及び(ロ)に接線を引き、調帯をして其線に従ふ様誘導車を配置すべし。

一の調車の回轉數を知りて、他の調車の回轉數を見出す事は、次の方法に依るなり、調帯は終尾相連結するを以て、其何れの點の速度も相等しかるべし、此理に依り下の關係あり、即ち原動車の圓周に其一分間に於ける回轉數を乗せしものは、受動車の圓周に一分間の回轉數を乗せしものに等し。

$$3.1416 \times \text{原動車の直徑} \times (\text{イ}) = 3.1416 \times \text{受動車の直徑} \times (\text{ロ})$$

(イ)及び(ロ)は夫々原動車並に受動車の一分間の回轉數を示すものなり、前式の等量を消去すれば、

$$\frac{\text{原動車の直徑} \times (\text{イ})}{\text{受動車の直徑}} = (\text{ロ})$$

(規則) 受動車の一分間の回轉數は、原動車の直徑に其一分間の回轉數を乗じ之を受動車の直徑にて除せしものに等し。

茲に注意すべきは、原動車並に受動車の直徑は、同一の單位の尺にて測ること必

規則

要なり。

例二十四

(例二十四) 原動車の直徑二呎六吋にして一分間百二十回轉す、若し受動車の直徑十二吋なる時は、受動車は一分間幾回轉するや。

$$2 \times 12 = 24'' \quad 24 + 6 = 30'' \dots \dots \dots \text{原動車の直徑}$$
$$\frac{30 \times 120}{12} = 300 \quad \text{答 三百回轉}$$

一方の車の直徑呎にして、他のものが吋にて示さるゝ時は、必ず同一の單位に之を換算するを要す。

調帯の厚さ小なる時は、前述の方法を應用して可なり、然れども厚き調帯を用ひる時には、帯の厚さを算入するを要す、即ち各車の直徑に調帯の厚さを加へしものが、實際調車の周圍を運動する圓なればなり。

$$\text{受動車の回轉數} = \frac{(\text{原動車の直徑} + \text{調帯の厚さ}) \times \text{原動車の回轉數}}{(\text{受動車の直徑} + \text{調帯の厚さ})}$$

(例二十五) 前例に於て調帯の厚さを二分の一吋とし、受動車の回轉數を算出すべし。

$$\text{受動車の一分間の回轉數} = \frac{(30 + 0.5) \times 120}{(12 + 0.5)} = 292.8$$

例二十五



答 二百九十三回轉

普通の場合に於ては、調帯の厚さは之れを除外するなり、且實際の場合に於ては、調帯は多少滑るが故に、受動車の回轉數は常に計算上のものよりも少し、此調帯の滑りは百分の三乃至百分の五程なり、即ち受動車の回轉數百に付三乃至五回轉滑るなり。

$$\text{滑り} = \frac{\text{受動車の計算上の回轉數} - \text{受動車の實地なしたる回轉數}}{\text{受動車の計算上の回轉數}}$$

$$= \frac{3}{100} \text{ 乃至 } \frac{5}{100} \text{ なり}$$

例二十六

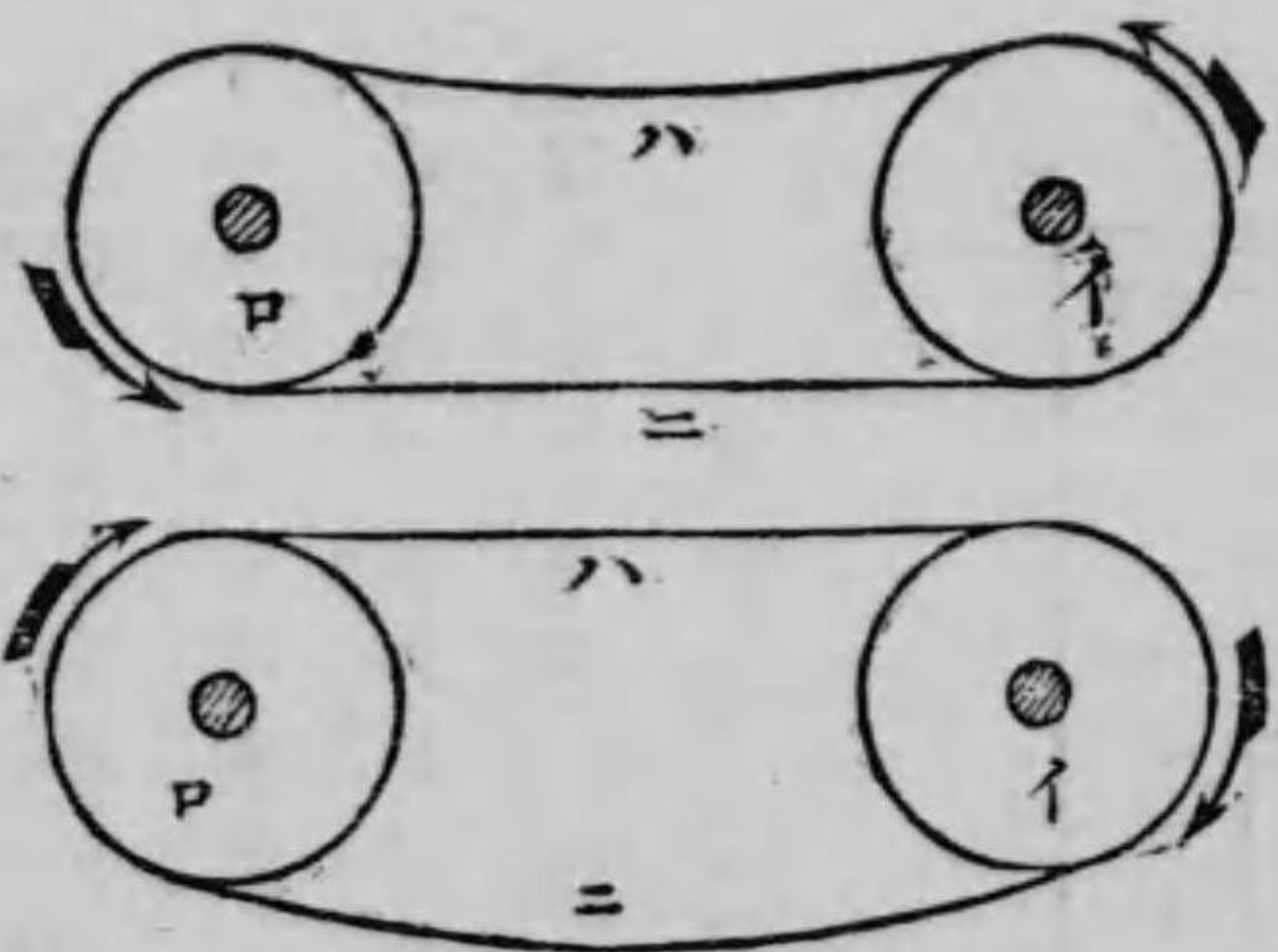
(例二十六)(例二十四)の場合に於て、調帯の滑りを百分の三とせば、受動車の回轉數一分間幾何なるや。

受動車の計算上の回轉數は、一分間三百なるが故に、調帯の滑る爲め減少する回轉數は  $300 \times \frac{3}{100} = 9$  一分間九回轉なり、故に實地受動車のなす回轉數は  $300 - 9 = 291$  回轉なり。答 二百九十一回轉

原動軸並に受動軸相平行し、調帯水平の位置にある時は、調帯の下部の方の張力

五六

第七十四圖 第七十五圖



を觸れしめ弛みの爲めに起る滑りを減少するを得べし。

調帯が傳達する馬力數は、調帯と調車との間の摩擦係數及び調帯が調車に接觸する角度並に調帯の速度及調帯の抗張強等に依り定まるものにして、理論上公式を用ひ正確に計算し得るなり、然れども實地上に於ては、略式を用ひるを便とす、而し調帯断面一平方吋面に付て安全に堪へ得る張力は、牛皮調帯(Leather Belt)即ち調



革に於ては三百二十封度なり故に調革の幅一時に付加ふることを許す張力は

革の幅一時に付ての張力 = 320 × 調革の厚さ(吋)

(例二十七) 調革あり其厚み四分の一時なり此革幅一時に付幾封度の張力を加へ得るや。

$320 \times \frac{1}{4} = 80$  答八十封度

上記の如く調革の厚さに依り安全に加へ得べき張力を算出し得るを以て傳達すべき動力も亦計算し得るなり凡て調革にて傳動する時は車を回轉する力は調革の兩側の張力の差に等し略算には革を引く側の張力は回轉力の二倍として大差なし故に下式に依り調革の傳達し得る馬力數を算出することを得

傳達し得べき馬力數 =  $\frac{\text{調革の幅(吋)} \times 320 \times \text{調革の厚さ(吋)} \times \text{調革の速度(一秒間呎)}}{550}$

第十五表

調革の速度(一秒間呎)	下記馬力ヲ傳達スルニ要スル調革ノ幅(吋)(但シ革ノ厚サハ $\frac{7}{32}$ 吋ナリ)									
	1	2	3	4	5	7½	10	15	20	25
1	15.7	31.4	47.0	63.6	80.2	106.8	157.0	211.0	265.0	319.0
2½	6.3	10.6	18.8	25.2	31.2	46.8	63.4	87.2	115.0	143.0
5	3.1	6.3	9.4	12.6	15.6	23.6	31.4	47.2	63.4	80.2
7½	2.1	4.2	6.3	8.4	10.4	15.6	21.0	31.2	42.0	52.4
10	1.5	3.2	4.7	6.4	7.8	11.8	15.7	23.6	31.4	39.2
12½	1.3	2.5	3.7	5.0	6.4	9.4	12.6	18.8	25.2	31.2
15	1.1	2.1	3.1	4.2	5.2	7.8	10.5	15.6	21.0	26.2
20	7.9	1.6	2.4	3.2	3.9	5.9	7.9	11.7	15.7	19.6
25	6.3	1.3	1.9	2.6	3.1	4.7	6.3	9.4	12.6	15.6
30	.....	1.1	1.6	2.2	2.6	3.9	5.2	7.8	10.5	13.1
35	.....	.....	1.3	1.7	2.2	3.4	4.5	6.8	9.0	11.2
40	.....	.....	.....	1.5	2.0	2.9	3.9	5.9	7.8	9.8
45	.....	.....	.....	.....	1.8	2.6	3.5	5.2	7.0	8.8
50	.....	.....	.....	.....	1.6	2.4	3.2	4.7	6.3	7.8
60	.....	.....	.....	.....	1.3	2.0	2.6	3.9	5.2	6.5
70	.....	.....	.....	.....	1.1	1.7	2.2	3.4	4.5	5.6
80	.....	.....	.....	.....	.....	1.5	2.0	2.9	3.9	4.9
90	.....	.....	.....	.....	.....	1.3	1.8	2.6	3.5	4.4
100	.....	.....	.....	.....	.....	1.2	1.6	2.4	3.1	3.9

(例二十八) 直径廿四吋幅五吋の調車あり一分間百二十回轉す今之れに用ゆる



調車の幅四吋厚さ四分の一時とせば其傳達し得る馬力數幾何なるや。

$$\text{調車の速度(一秒間呎)} = \frac{3.1416 \times 24}{12} \times \frac{120}{60} = 12.56 \text{ 呎} \quad \text{略} 12.6$$

前記式に依り

$$\text{傳達し得べき馬力數} = \frac{4 \times 320 \times \frac{1}{4}}{2} \times 12.6 + 550 = 3.6$$

答三六馬力

第十五表は調車の厚さを $\frac{7}{32}$ 吋とし傳達すべき馬力に依り調車の幅を算出せし表なり。

之は實地の場合に於て概算を知るに甚だ便利なるものなり。

(例二十九) 調車の直径三十吋にして一分間百五十回轉す此車にて五馬力を傳達するには調車の幅幾何にて可なるや

但し車の厚さは三十二分の七吋とす。

此場合には先づ調車の速度(一秒間呎)を計算するを要す。

$$\frac{30 \times 3.1416}{12} \times \frac{150}{60} = 19.6 \text{ 呎}$$

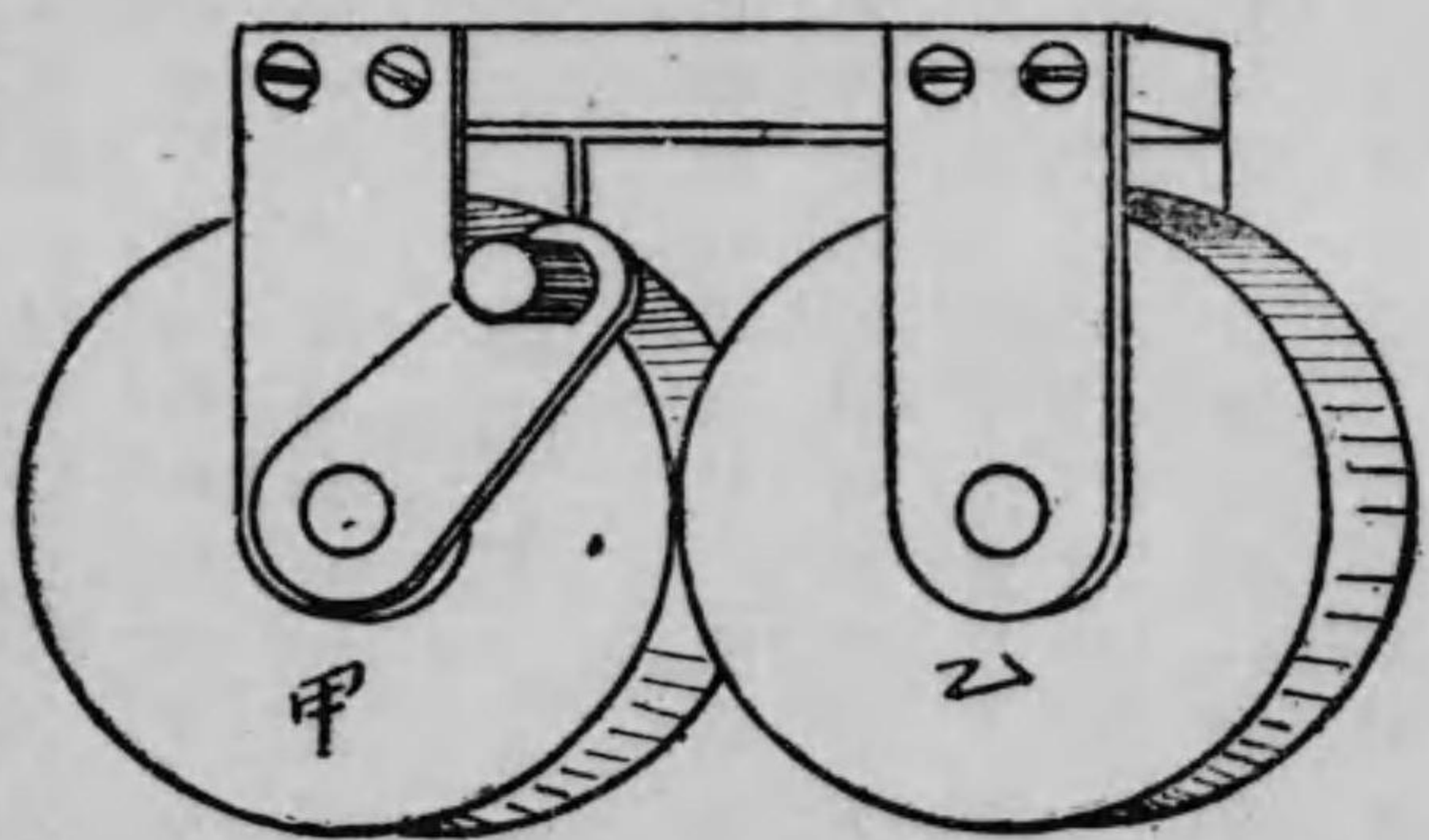
第十五表の左端の行を見るに、19.6なる數なし故に最近數20を取る上部の欄と記す行と前の左端の20との合ふ所を見れば28なる數字あり此は要する調車の幅なり故に四吋にて可なり。 答幅四吋  
極めて高速度に回轉する調車に革を用ひる時は調車の重量の爲め遠心力を生じ革の張力を増加し傳達する馬力數を減少することあり。

### 第四十 正齒輪 (Spur Gearing)

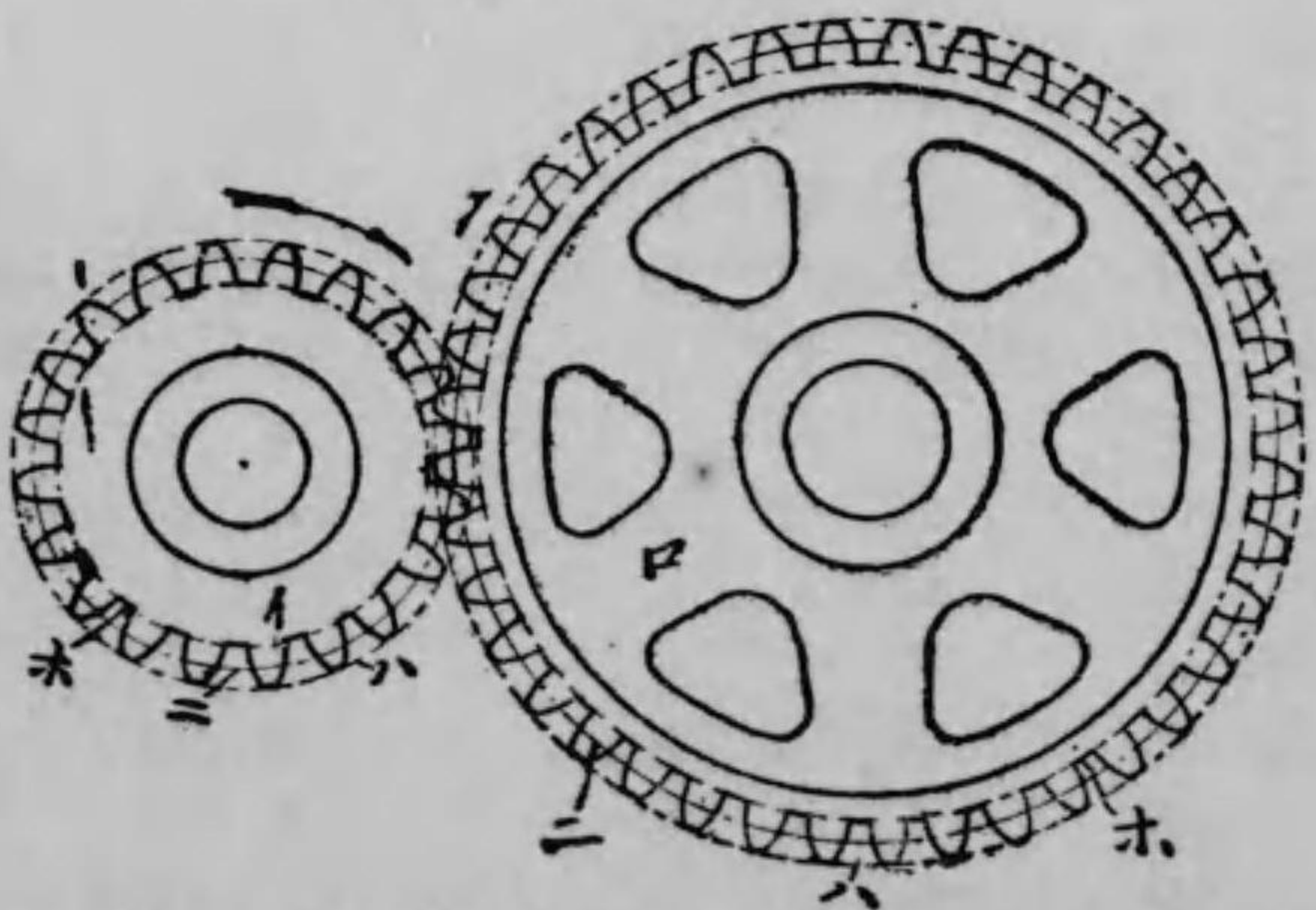
正齒輪は原動軸と受動軸の距離小にして正確に運動を傳達せんとする場合即ち兩軸の回轉數の比正しきを要する時に使用せらるるものなり此傳働裝置は機械の構造上最も主要なるものにして且數多の機械に普く應用せらるるなり此正齒輪の原動車及び受動車は互に相接觸し毫も滑ることなく回轉するものなり第七十六圖は二個の車が相接觸する狀を示す(甲)の車の把手を以て回轉すれば(乙)は少しも滑ることなく回轉す此は齒車の理論上の接觸圓にして實際のものは此圓を基とし圓板の周圍に齒を刻み全く滑ることを防ぐなり第七十七圖は普通の正



齒輪を示す(イ)は原動車(ロ)は受動車なり圖中三個の點線を以て示す圓あり(ハ)は頂



圖六十七第



圖七十七第

にて除せしものを節又は圓節(Pitch)又はCircular pitch)と云ふ又節圓の直徑にて齒數を除せしものを徑節(Diametral pitch)と稱す上記二種の節の關係は下の如し。

一一四

圓(Addendum circle) (ニ)

を節圓(Pitch circle) (ホ)

を根圓(Root circle) (イ)

ふ上記の節圓は第七

十六圖に示す二個の

車輪の外周圓に相當

するものなり齒輪の

回轉中此節圓は互に

相接觸し滑ることな

く回轉するなり節圓

の圓周の長さを齒數

の圓周の長さを齒數

$$\frac{\text{圓節} = \frac{\text{節圓周の長(吋)}}{\text{齒數}} = 3.1416 \times \frac{\text{節圓の直徑(吋)}}{\text{齒數}}$$

$$\frac{\text{徑節} = \frac{\text{齒數}}{\text{節圓の直徑(吋)}} \quad \text{徑節} = \frac{3.1416}{\text{圓節}}$$

英國に於ては節圓の直徑を齒數にて除せしものを徑節(Diametral pitch)と稱することあり英國の機械學者アンウン氏(Uwin)は後者に徑節の名を與へたり然るに米國に於ては一般に上記の公式に依り示すものを徑節と稱す此は齒輪の齒を切る際計算上便なるが爲めなり此の如く同一名稱にて二種の意義あるを以て讀者諸氏は明かに之を區別するを要す。

(例 卅) 齒車あり節圓の直徑十吋齒數廿四枚なり此車の圓節幾吋なるや。  
圓節 =  $\frac{3.1416 \times 10}{24} = 1.309 = 1 \frac{5}{16}$  (略) 答一吋十六分の五

(例 卅一) 上記齒車の徑節幾何なるや。  
徑節 =  $\frac{24}{10} = 2.4$  答二四

(例 卅二) 齒車あり其徑節三五九なり圓節幾吋なるや。



$$\text{圓節} = \frac{3.1416}{3.59} = 0.8746 = \frac{7}{8}$$

答 八分の七時

(例卅三) 齒數三十二枚圓節四分の三時の齒車あり節圓の直徑幾時なるや。

$$\text{節圓の直徑} = \frac{32 \times \frac{7}{8}}{3.1416} = 7.639 = 7 \frac{41}{64}$$

答 七時六十四分の四十一

(例卅四) 齒數四十枚節一五七〇八の齒車あり節圓の直徑幾何。

$$\text{節圓の直徑} = \frac{\text{齒數}}{\text{節圓}} = \frac{40}{1.5708} = 26.101$$

$$26 \frac{71}{64}$$

答 二十六時六十四分の七

徑節と圓節との關係は第十六表に示す如し。

正齒輪を作るに使用する材料には種々あり鑄鐵 (Cast Iron) 鑄鋼 (Cast steel) 砲金 (Gun metal) 木材 生皮 (Raw hide) 軟鋼 (Mild steel) 等主なるものなり此中鑄鐵は最も多く使用せらる鑄鋼軟鋼等は大きな抵抗力ある時に用ゆ砲金は正齒輪の運轉中多少激動を受くる場合木材生皮等は齒車圓滑に回轉し音響を發せざることを要する場合に用ゆ凡て齒車に二種あり鑄造齒車 (Cast gear) 齒切齒車 (Cut gear) 等之れなり前者

表 六 十 第

ダイヤメト ラルピッチ	サーキユラー ピッチ	サーキユラー ピッチ	ダイヤメト ラルピッチ
2	1.571"	2"	1.571
2 1/4	1.396	1 7/8	1.676
2 1/2	1.257	1 3/4	1.795
2 3/4	1.142	1 5/8	1.933
3	1.047	1 1/2	2.094
3 1/2	.898	1 1 3/8	2.185
4	.785	1 3/8	2.285
5	.628	1 1 1/8	2.334
6	.524	1 1/4	2.513
7	.449	1 1 1/16	2.646
8	.393	1 3/8	2.793
9	.349	1 1/8	2.957
10	.314	1 1/16	3.142
11	.286	1 1 5/16	3.351
12	.262	1 1 3/8	3.590
14	.224	1 1 1/4	3.867
16	.196	1 1 1/8	4.189
18	.175	1 1 1/16	4.570
20	.157	1 3/8	5.027
22	.143	1 1/2	5.585
24	.131	1 5/8	6.283
26	.121	1 3/4	7.181
28	.112	1 7/8	8.378
30	.105	1 5/16	10.053
32	.098	1 1/2	12.566
36	.087	1 3/8	16.755
40	.079	1 1/8	25.133
48	.065	1 1/16	50.263

齒を切りしものなり齒車の回轉速度大にして圓滑に運轉することを要する時に  
は必ず齒切齒車を使用す米國に於て製せらるる工作機械其他精密なる機械には  
常に齒切齒車を用ゆ然れども回轉速度低くして齒車の齒を耐久ならしむるには  
鑄造齒車を用ゆ此は鑄造の際齒の部分は早く冷却するを以て其硬度大なり故に

は木型に齒の形を刻し鑄造せしものなり後者は單に所要の圓板を作り後適當の刃物を用ゆ機械に依り圓板の周圍に正確なる形を有する



表面を削り齒を切りしものに比し磨耗すること少し英國に於て製せらるゝ織物機械には此種齒車を多く使用するなり然れども齒形の正確なる點に至りては遙かに前者に劣るなり極めて高速度に齒車を回轉せしむる場合には鑄鐵の圓板の周圍に孔を穿ち之れに木製の齒を挿入し使用することあり之れを木製挿入正齒輪(Mortice wheel)と云ふ正齒輪の節圓上の速度は常に一定なるを要す若しも不規則に運轉する時は機械を損傷するの害あるものとす而して原動車の回轉不規則なれば其速度大ならんとする時は受動車の惰性は之れに抵抗し爲めに撃力を生ずることあり此害は速度の大なる程多し故を以て各種正齒輪の速度は適當に之れを制限すること必要なり今左に主なるものを示すべし。

正齒輪の種類	節圓上の極限速度(一分間尺)
普通の鑄鐵	1800
木齒挿入正齒輪	2400
機械型を以て鑄造せし齒車	2000
同上鑄鋼齒車	2500

齒切齒車

3000

(例卅五) 普通鑄鐵齒車あり其節圓の直徑十五吋なり此車の極限の回轉數一分間幾何なるや。

$$\frac{15 \times 3.1416}{12} = 3.927 \text{ 周圍の長さ(尺)}$$

$$\frac{1800}{3.927} = 458$$

第一分間尺五十八回轉

上記の回轉數は極限の速度なるが故に實際の場合には低速度に運轉せしむるなり此速度は齒形の良否に依り定まるものなり齒形不正なる時は低速度に於ても齒間に音響を發するなり。

齒車の傳達する馬力數は齒に受け得る抵抗力と節圓の速度を知る時は容易に之れを計算することを得第十七表は普通鑄鐵齒車に使用する表にして鑄鐵一方に付き許し得べき抵抗力を千五百封度として算出せしものなり。



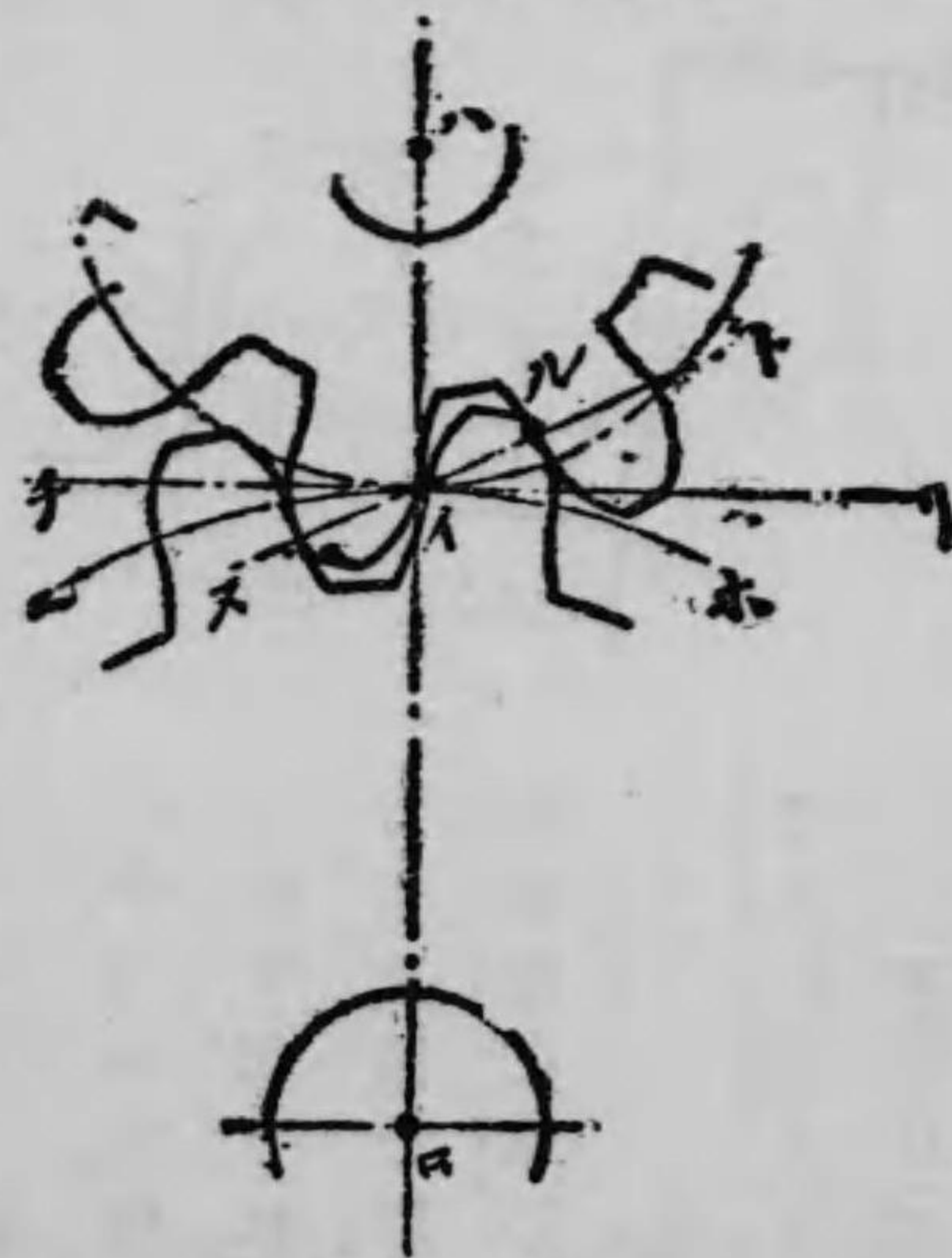




相當す(ホ)(ハ)の長さ即ち齒の間隙は圓節の〇.五二倍に等し又(ヘ)(ト)の大きさは〇.四八倍なり節線上に於ける齒の高さは圓節の〇.三倍又節線より齒の底部迄の距離は〇.四倍にして齒の全高は圓節の〇.七倍に等し。

齒車が相互に滑らずして回轉するには接觸する點に於て二つの齒に共通なる法線(Normal)法線とは一の點に於ける接線に直角なる線を云ふは常に節圓上の接

圖九十七第



點に通過するを要す第七十九圖は二個の齒車の啮合ふ状を示す(イ)點は二個の齒車の相接觸する點なり(ハ)イ及び(ロ)は一直線上にありて共に(チ)リなる接線に垂直なり即ち共通の法線にして節圓の接點を通過するものなり又(ル)點を通ずる(ヌ)(ト)線は(ル)點に於ける接線に直角なる線

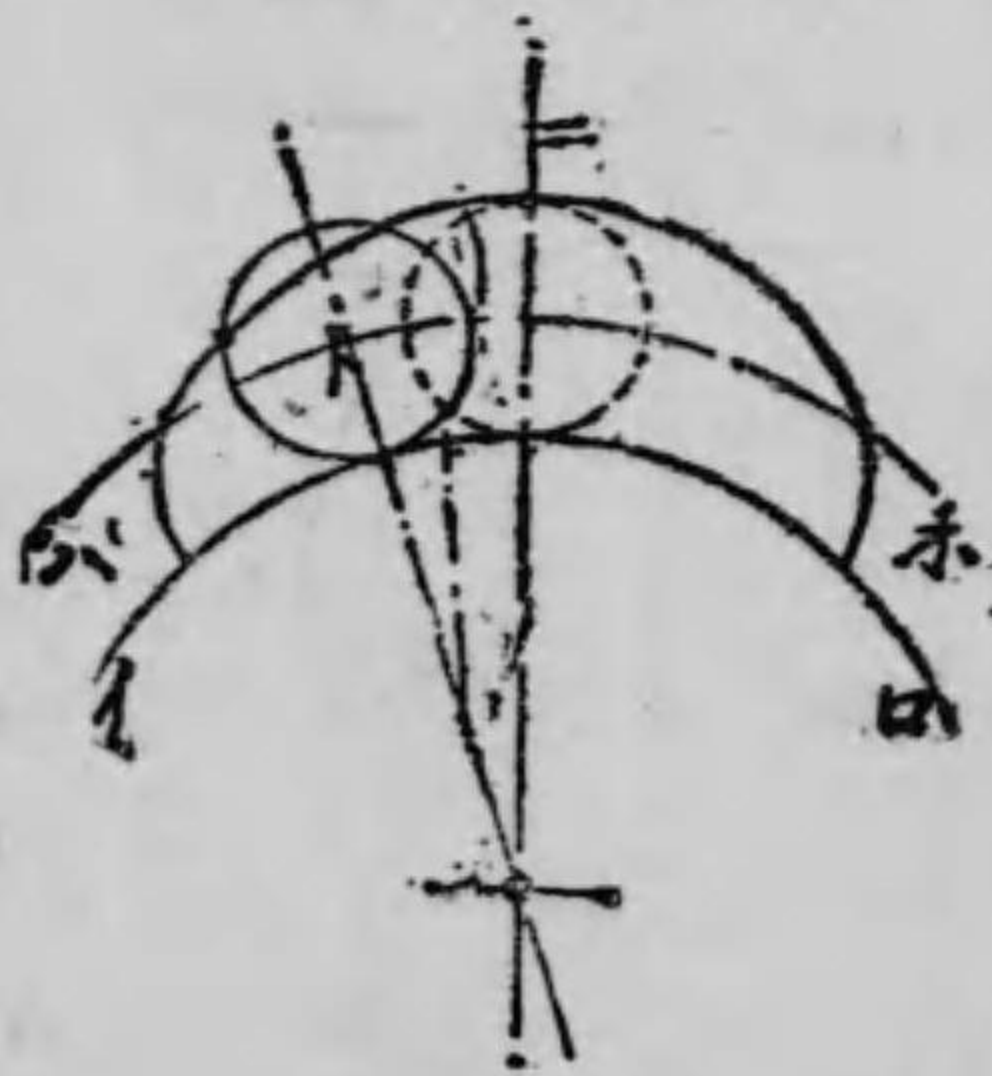
齒

に適する様製作せらるる故に齒の形は特殊の曲線を以て畫くことを要す。

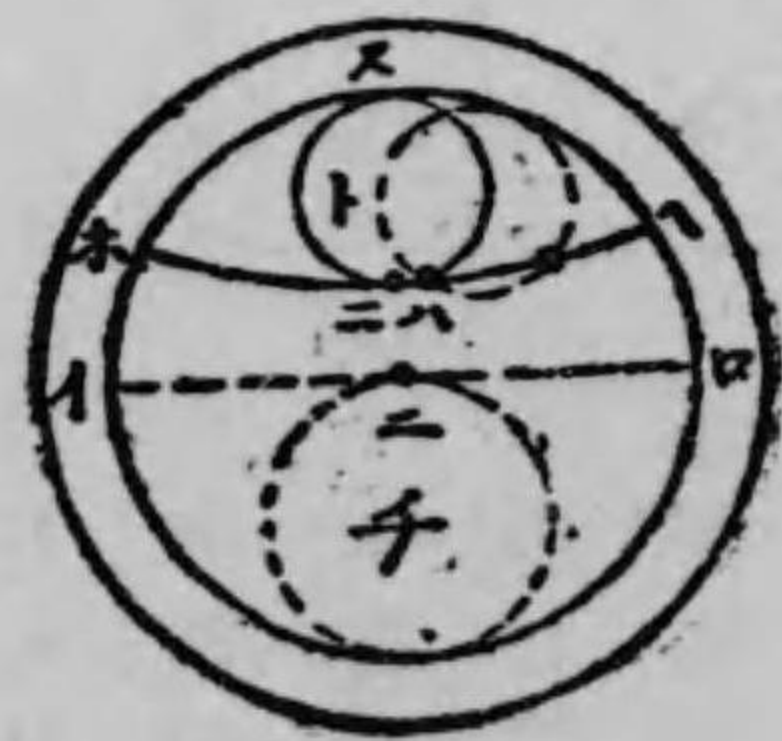
齒形を畫くに用ゆる曲線には環線(Cycloidal curve)及び漸伸線(Involute curve)等あり此等曲線は能く上記の條件を満足せしむるものなり。

環線は一の圓を直線又は圓周上に轉動せしめし時圓の一定點の畫く曲線を云ふなり此轉動する圓を稱して轉圓(Rolling circle)と云ふ第八十圖は(ト)なる轉圓(イ)

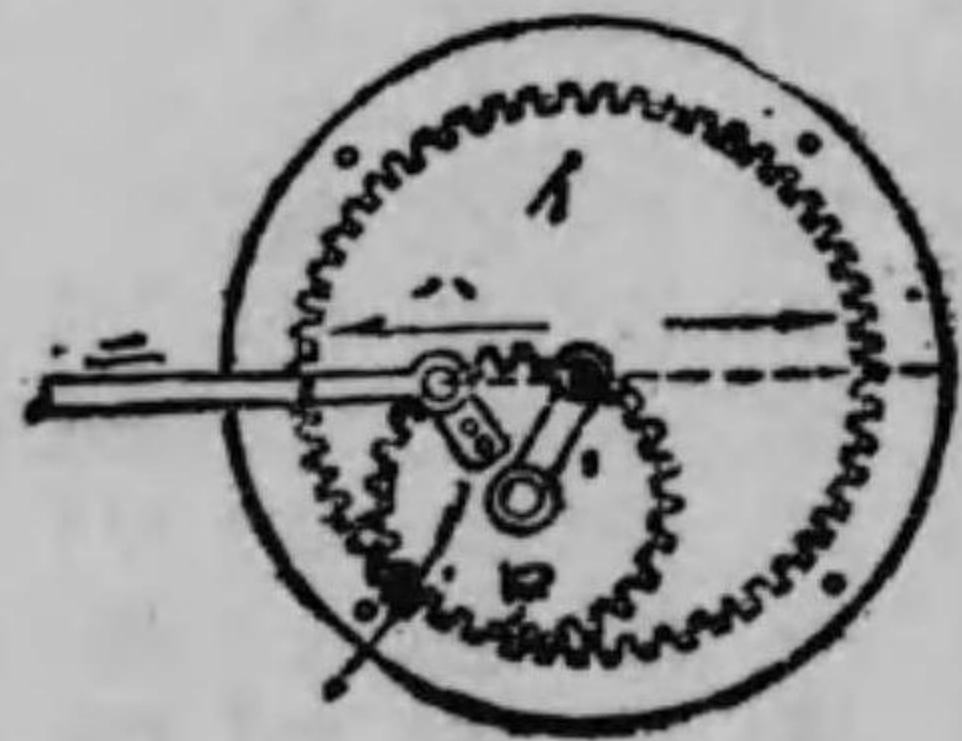
圖十八第



圖一十八第



圖二十八第

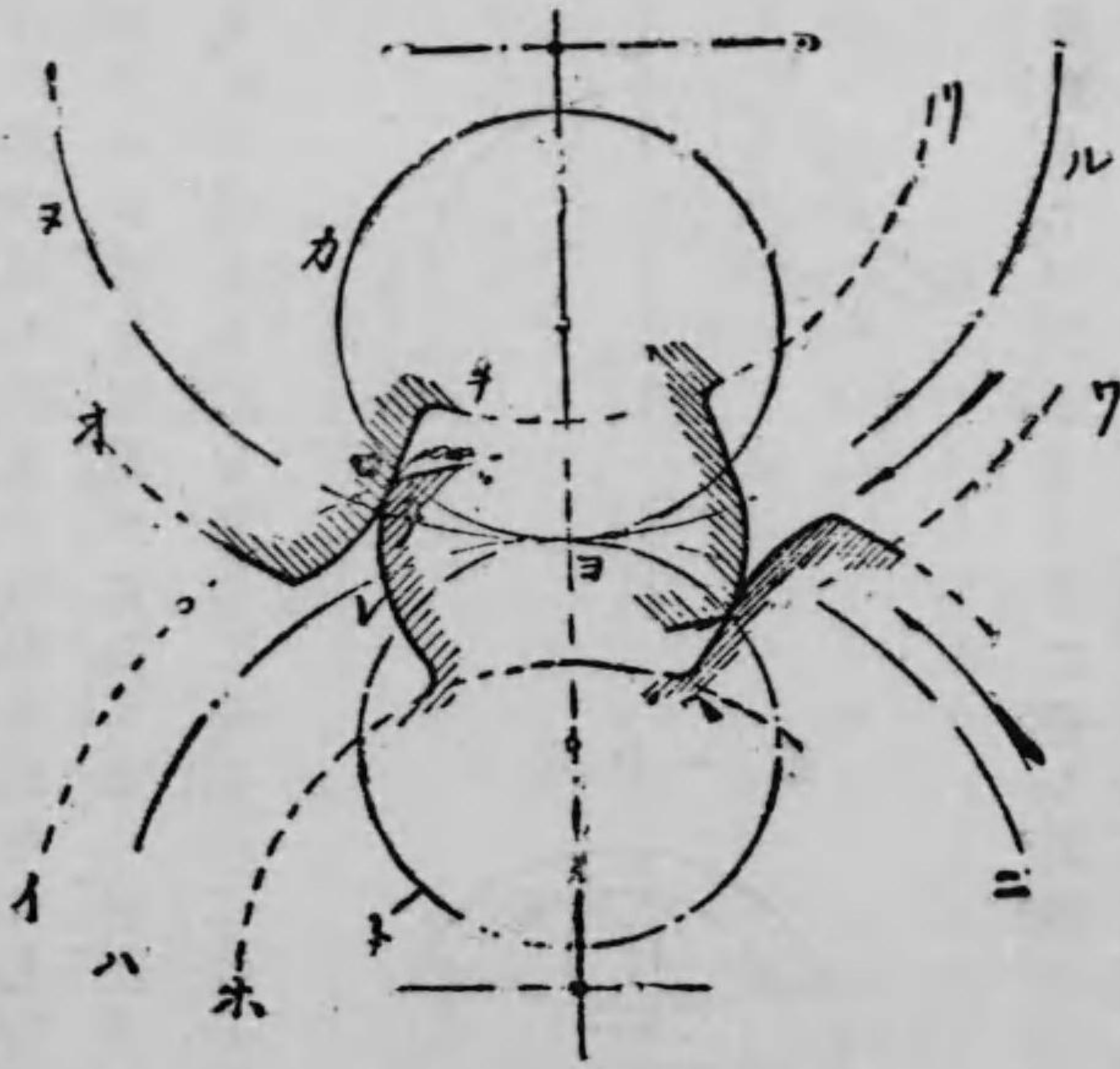


(ロ)なる圓周上を轉動する時に畫く擺線を示す曲線は轉圓(ト)が轉動し圓周上の一點(ニ)が運動し(ハ)(ニ)(ホ)なる曲線を畫く第八十一圖は(ト)なる轉圓(イ)(ヌ)(ロ)なる圓の



内面に沿ふて轉動し、畫きたる擺線を示す即ち(ニ)點が運動して畫きたる曲線は(ホ)

圖三十八第



變化せしものあり、第八十二圖はホワイト氏の平行運動裝置 (White's parallel motion) にして上記原理に基き作りたるものなり(ロ)の齒車の直徑は(イ)の齒車の半徑に等

し、然る時は(ロ)を(イ)の圓周に沿ふて轉動せしむれば(ハ)(ニ)の鐸は矢に示す如く直線運動をなすなり。

第八十三圖は轉圓に依り、畫きたる正確なる齒形を示すものなり、下部の齒車は原動車上部のものは受動車なり、圖に於て(ホ)(ハ)(チ)(リ)は夫々根圓を示す、(ハ)(ニ)(ヌ)(ル)は節圓(イ)(ロ)(オ)(ワ)は頂圓を示すなり、今二個の節圓を相接觸して回轉せしむる時は轉圓(カ)の一點(ヨ)は下部の節圓に對して(レ)(ロ)の外擺線を畫き同時に上部の節圓に對して(タ)(ロ)の内擺線を畫くなり、上記(カ)の轉圓に依りて上部の齒車の節圓より以下の部分及び下部の齒車の節圓より以上の部分を畫き得るなり、齒形完全ならしむるには下部の轉圓(ト)より其殘部を畫けば可なり、此の如く外擺線及び内擺線を結合して成る齒形は前述の要件を満足せしむるものなり、轉圓の大きさは下記表に依り之れを定むるなり。

表十八第

齒數

轉圓の直徑

11

圖第×1.761



12	× 1.91
13	× 2.068
14	× 2.228
15	× 2.387
16	× 2.546
20	× 3.183
25	× 3.981

上記の表に記す外の歯數に對しては次の公式に依り計算すべし。

$$\text{齒圓の直徑} = \frac{\text{齒數} \times \text{圓節}}{2 \times 3.1416}$$

上に示す轉圓を用ひる時は齒の根の形は直線をなすなり若し根形を強くせんとせば轉圓の直徑を上記の價よりも少しく小に取るべし。

擺線の外齒形に用ひる曲線は漸伸線 (Involute) なり此曲線は圓周に巻き付けし絲を巻き戻す時絲の一定點の畫く曲線なり之れを畫くには第八十四圖に示す如くなるべし圖に於て(ラ)(ワ)は一の圓なり(ヲ)(ソ)に垂直に(フ)(ハ)を立て其長さを任意の

數を等分すべし圖は六等分せし狀を示す次に(ラ)(ワ)の半圓周を六等分し(1)(2)(3)(4)

圖四十八第

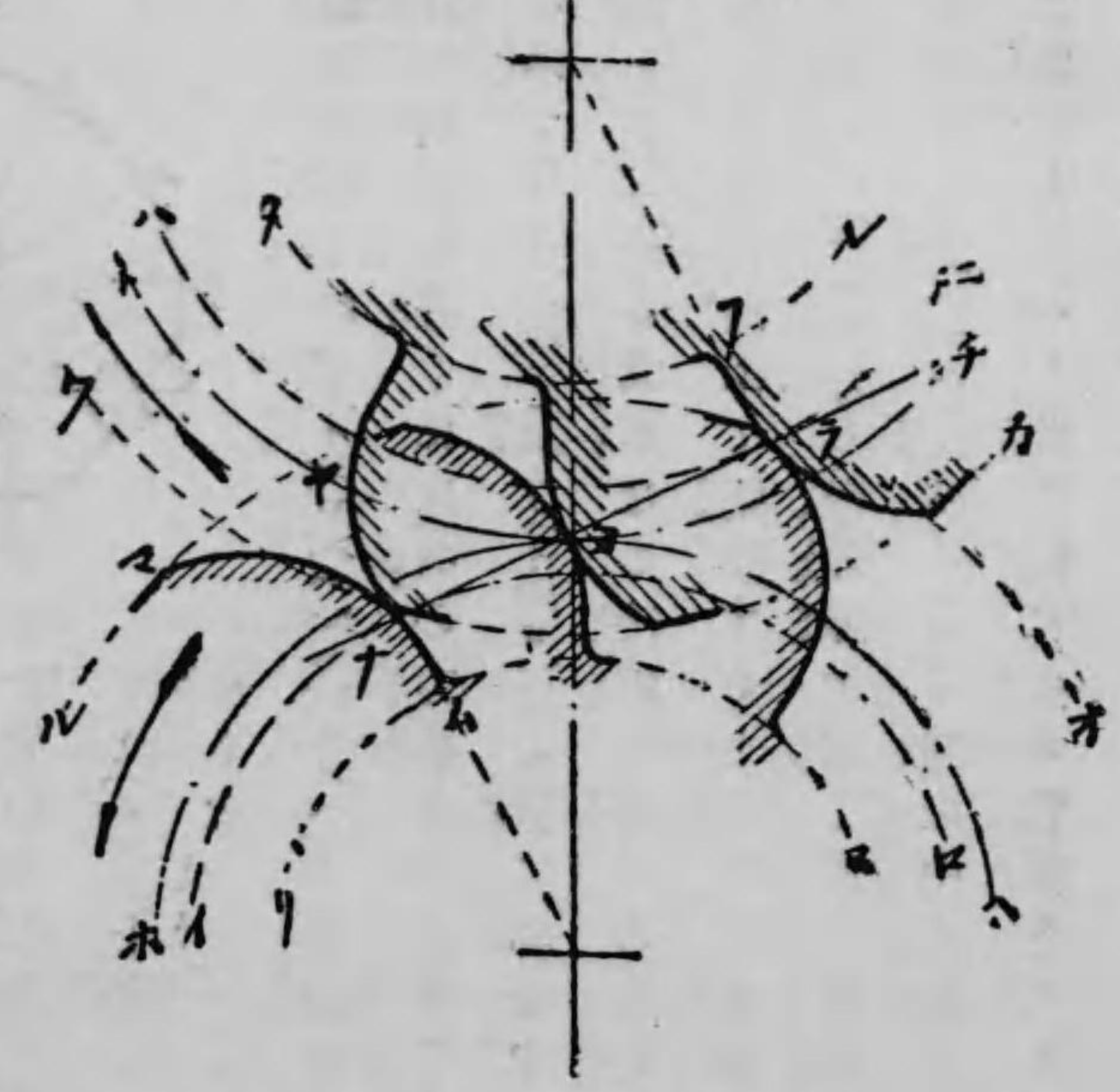


(5)の諸點を定むべし今(1)點より(1)(イ)なる接線を引き其長さを(ハ)(オ)に等しく切るべし此の如くにして(イ)點を定む次に(2)(ロ)線を(2)點に於て接線に引き其長さをして(ハ)(ル)に等しからしむ此の如く(3)(ハ)(4)(ニ)(5)(ホ)等の長さを夫々(ハ)(ニ)(ロ)(ソ)(セ)(チ)に等しく取るべし後得たる

諸點を連結すれば(イ)(ロ)(ハ)(ニ)(ホ)(ハ)の曲線を得るなり之れを漸伸線と云ふ漸伸線を以て齒形を畫くには次の方法を用ふべし第八十五圖は漸伸線を用ひて畫きし齒を示すなり(ハ)(ニ)及び(イ)(ロ)なる圓に絲を巻き付け之れを兩圓に固定し且其絲の一部を(ナ)(ラ)なる共通なる接線の上にあらしむ今上部の圓を回轉する時は(ナ)點は(ナ)(ラ)の直線に沿ふて運動すると同時に上部の圓上に(ナ)(カ)なる漸伸線又同時に下部の圓上に(ナ)(ホ)なる漸伸線を畫く此二曲線は常に相接觸し(ナ)(ラ)に二曲線の法線となるなり今(ハ)(ニ)及び(イ)(ロ)二圓の中心線と(ナ)(ラ)線との交點を通じ(ホ)(ハ)及び(ト)(チ)の二圓は畫くべし此二圓に夫々節圓となるなり前記の漸伸線を畫く場合に上部



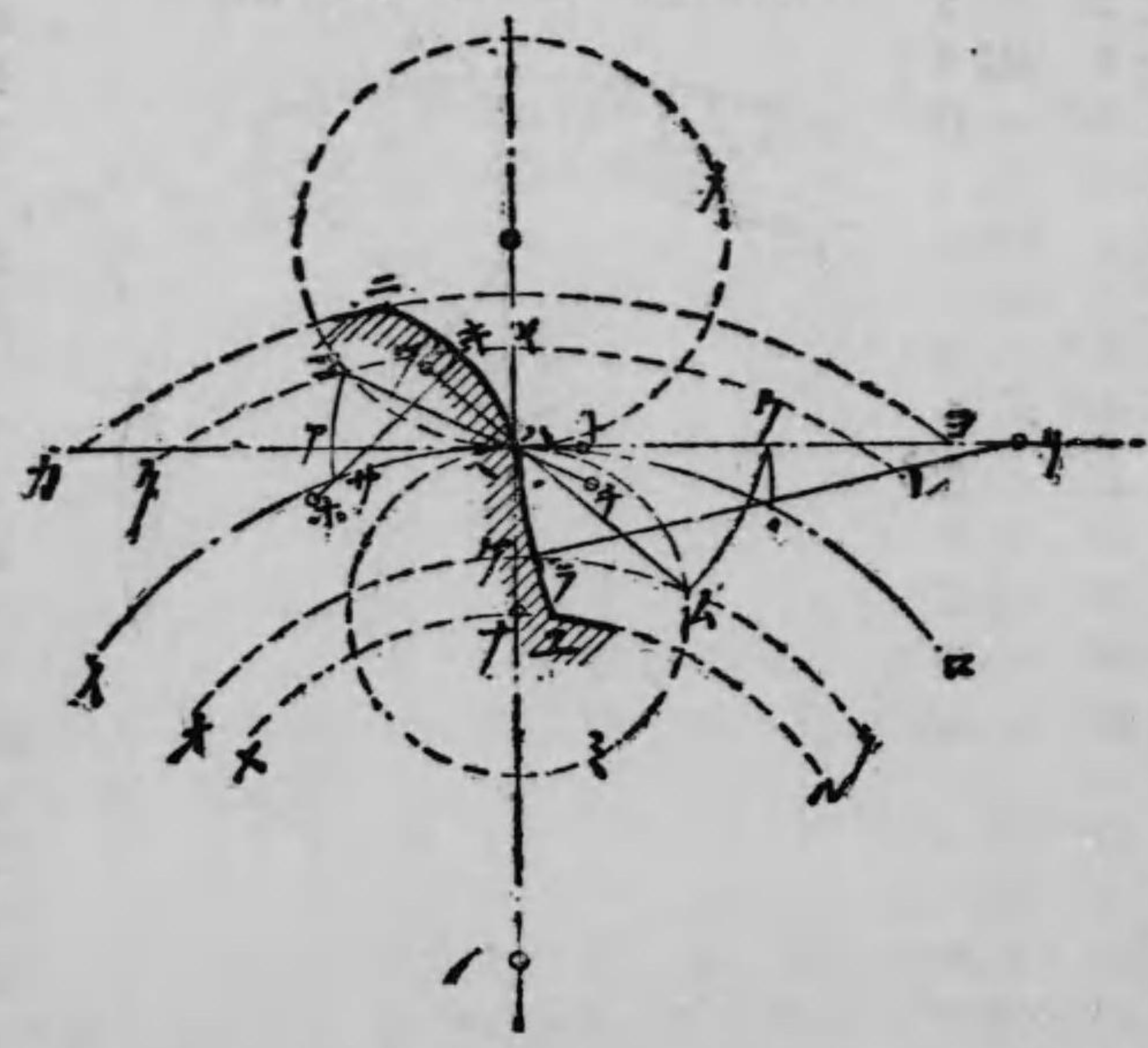
圖五十八第



節圓なり、(メ)及び(ミ)は轉圓なり、(ハ)(ヤ)の大きさを節圓上部齒の高さの三分の二に等しく取れ、且(ハ)(ケ)を節圓内の齒の深さの三分の二に等しくすべし、(ノ)を中心とし上記二點を通じ同心圓を畫くべし、(ハ)點を通じ接て節圓に接線を引くべし、轉圓上の

一

圖六十八第



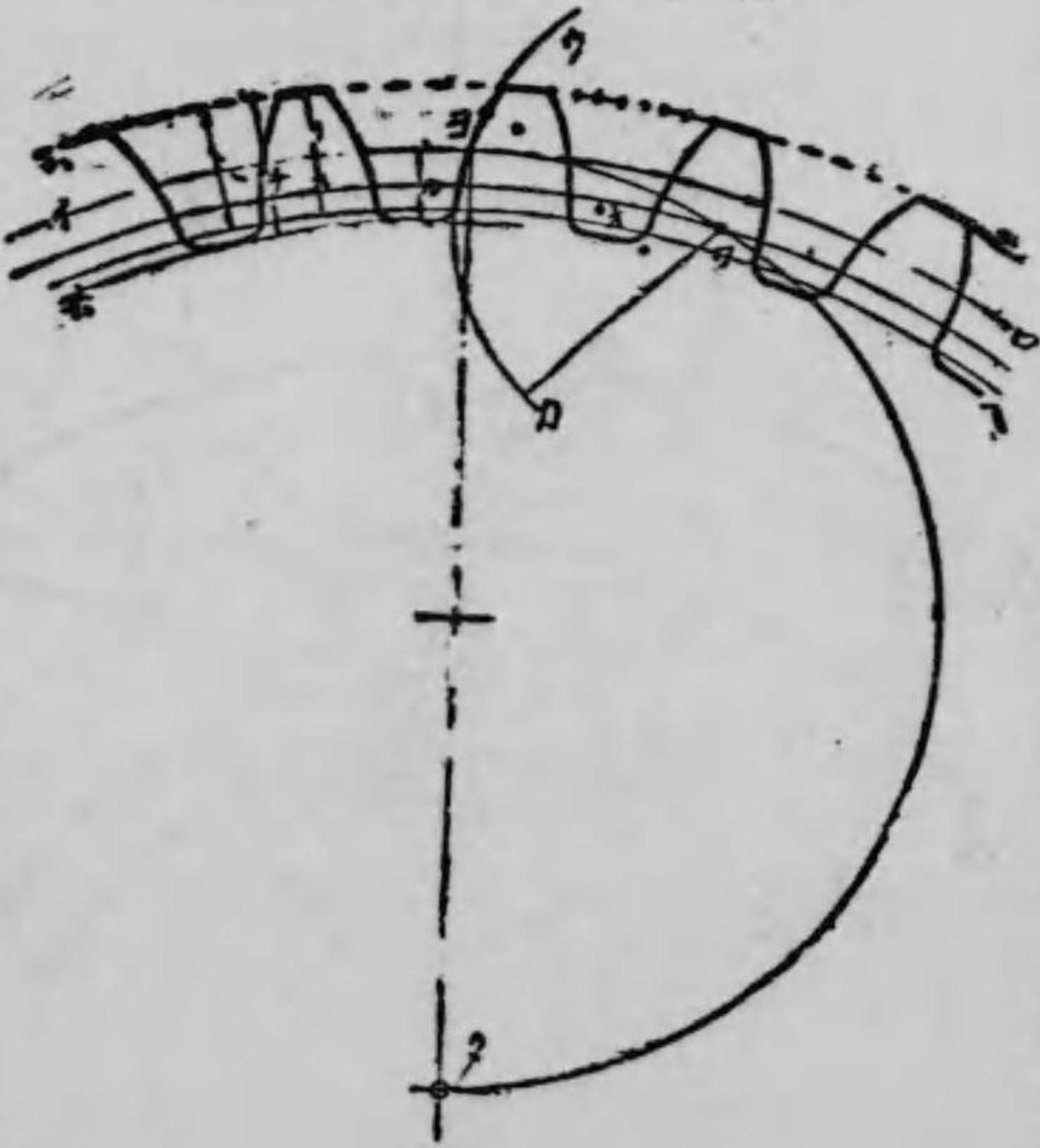
點(コ)と(ハ)を連結すべし、(ハ)(チ)の長さをして(ハ)(ニ)の二分の一に等しからしむ、(チ)を中心とし、(コ)の長さを半徑とし弧を畫くべし、此は接線を(ア)點に於て切るなり、(ハ)(ハ)の長さをして(ハ)(ア)の四分の一に等しくす、(ハ)を中心とし、(ハ)(ア)の長さを半徑として弧を畫くべし、此は(ア)點に於て節圓を切る、(サ)を中心とし、(ハ)(ヌ)の長さを半徑として弧を畫き、(タ)(レ)圓と(キ)に於て交はらしむ、(キ)と(サ)を連結すべし、此線上に(ハ)及び(キ)の二點に通過する圓の中心を求め之を(ホ)とす、然る時は(ホ)を中心とし、(ハ)(キ)二點を通ずる圓弧(ハ)(キ)

(ニ)を畫けば所要の齒形を得るなり、節圓より以下の部分を畫くには前と同様にし



て(リ)點を見出し(ハ)ラ二點を通過する圓弧を畫けば可なり。  
漸伸線を齒形とする齒車の略畫法は、前より大に簡單なり、第八十七圖は一の圓弧にて畫きし齒車を示す、(ハ)ニ(イ)ノ(ロ)

圖七十八第

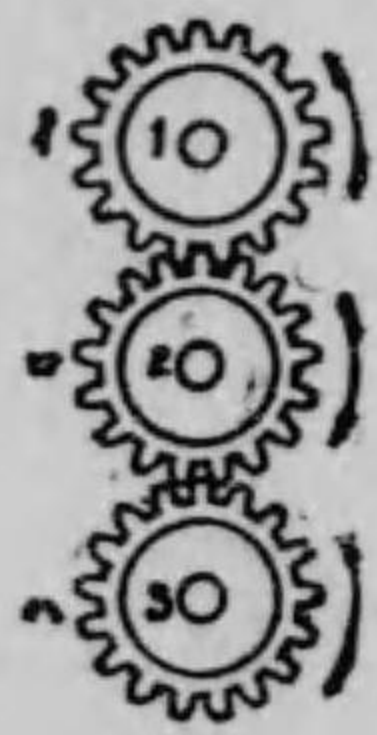


さ(ハ)半徑として弧を畫けば齒形の一片を得るなり、次に(ワ)を通じ(タ)を中心として圓を畫き、其周上を(ヨ)の大きにて圓節の分點より切り、其交點を中心とし(ヨ)の大きを半徑とし、弧を畫けば所要の齒形を得るなり、齒の根部を畫くには(ウ)の大きを七等分し、其一を半徑とし(オ)を中心とし、圓弧を畫くべし、此は齒を強むる爲めなり。

第四十一 列輪

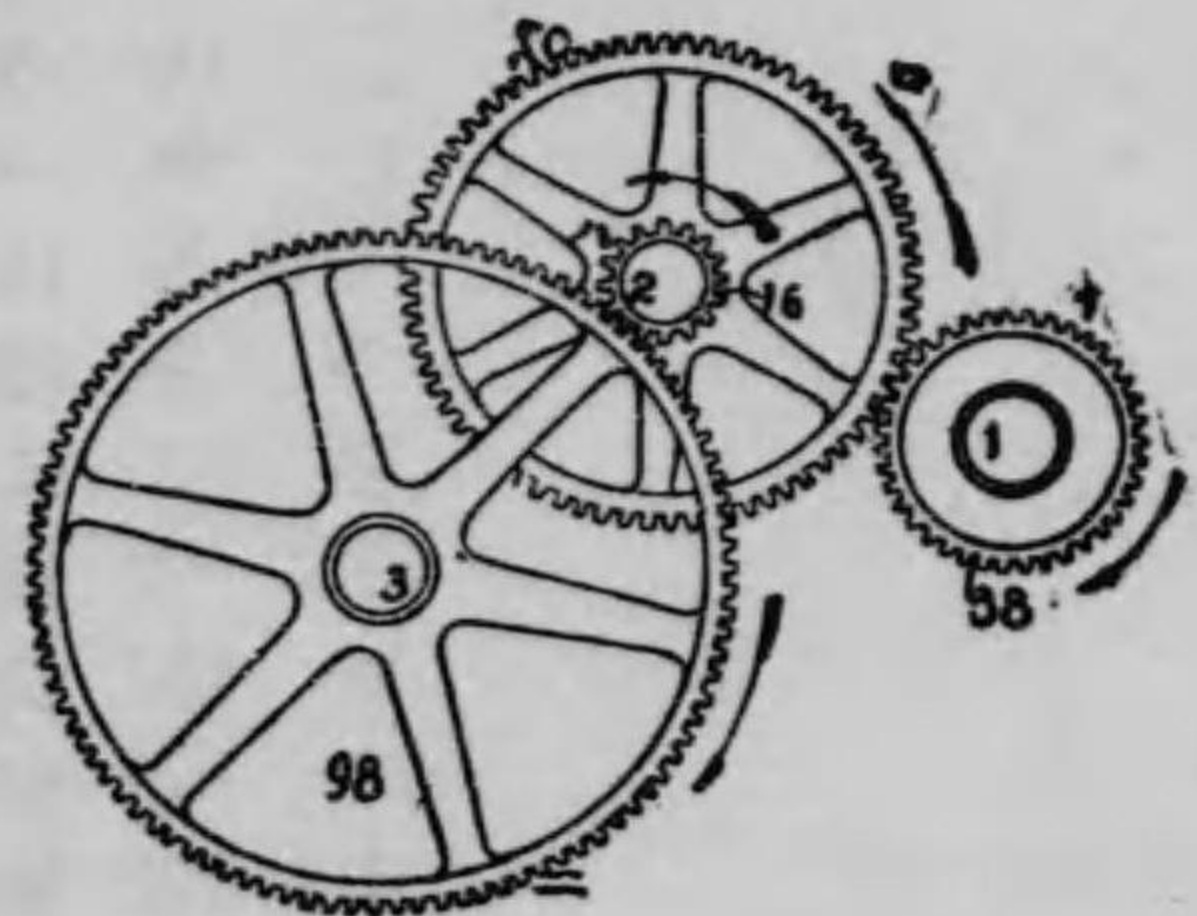
(Wheels in trains)

圖八十八第



二軸間の運動を傳達する爲めに數個の齒車を使用することあり、此齒車を列輪と稱す、第八十八圖は三個の齒車を用ひて傳働する狀を示す、(イ)は原動車、(ロ)は中間にある齒車、(Internediate gear) (ハ)は受動車なり、今(イ)が左方に回轉すれば、(ロ)は右方に回轉す、又(ハ)は(ロ)と反對の方向即ち左方に回轉するなり、此の如く齒車が各軸に一個宛固定せられ傳働するものを單列齒車と云ふ、此場合には下の規則あり。

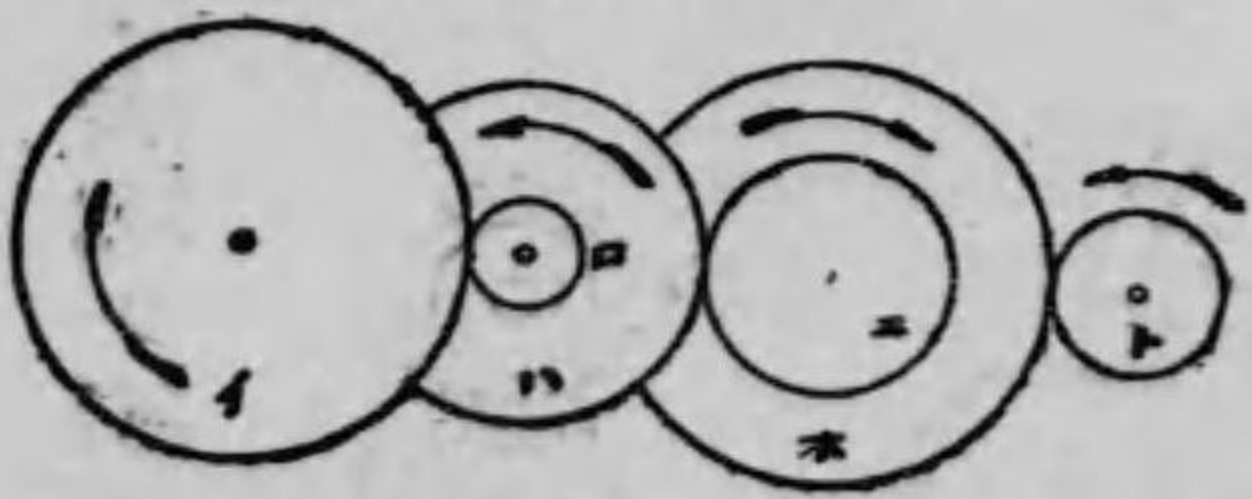
圖九十八第



列輪單列にして齒車の數奇數なる時は受動車は原動車と同方向に回轉し、偶數なる時は反對の方向に回轉す。  
定時間に於ける原動車の回轉數にて受動車の回轉數を除せしものを列輪の價(Value of trains)と云ふ、即ち原



動車の一回轉に付受動車のなす回轉數を意味するものなり。  
 第八十九圖は列輪復列なる場合を示す即ち一の軸に二個の齒車を有する中間軸を含むものを示す圖中(イ)は原動車(ニ)は受動車なり今各齒車の齒數を下の如く定む。



第十九圖

(イ) = 38枚

(ロ) = 70枚

(ハ) = 16枚

(ニ) = 98枚

各齒車の圓節は勿論同一なるを以て(イ)の齒車が一回轉する間に(ロ)は三十八枚に相當する圓弧丈回轉す(ロ)の齒數は七十枚なるが故に(イ)の一回轉に付(ハ)丈回轉す同様に依り(ニ)の齒車は(ハ)の一回轉に付  $\frac{16}{98}$  回轉す故に原動車(イ)の一回轉に付(ニ)の同時時間になす回轉數即ち列輪の價は左の如し。

$$\text{列輪の價} = \frac{38 \times 16}{70 \times 98} = .0886$$

此場合には列輪の價は一より小なり即ち原動車が一萬回轉する間に受動車は八百八十六回轉する割合なり。

(例卅七) 第九十圖に示す列輪の價を算出すべし但し(イ)は原動車(ト)は最終の受動車なり。

各齒車の齒數は下の如し。

(イ) = 40 (ロ) = 10 (ハ) = 32 (ニ) = 20 (ホ) = 40 (ト) = 16

$$\text{列輪の價} = \frac{40 \times 32 \times 40}{10 \times 20 \times 16} = 16 \quad \text{答十六}$$

即ち原動車(イ)の一回轉に付(ト)は十六回轉するなり。

(例卅八) 第九十一圖に示す列輪の價を算出すべし但し(イ)は原動車(ニ)は受動車なり且各齒車の齒數は下の如し

(イ) = 30 (ロ) = 20 (ハ) = 18 (ニ) = 20

$$\text{列輪の價} = \frac{30 \times 20 \times 18}{20 \times 18 \times 20} = \frac{30}{20} = 1.5 \quad \text{答一.五}$$

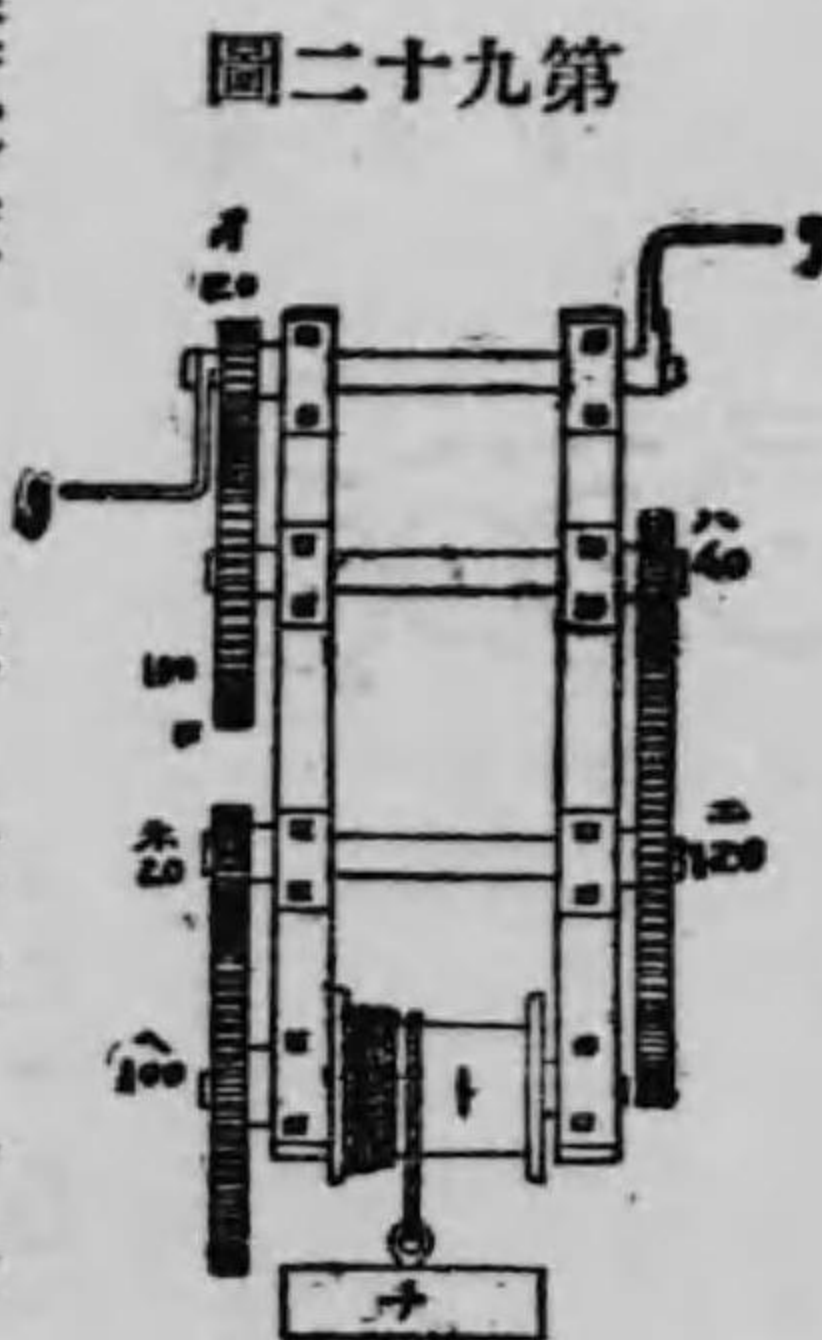
第十九圖



即ち(イ)の一回轉に付(ニ)は一.五回轉す。  
 上例の如く列輪單列なる時は原動車と受動車との中間にあ



齒車の齒數は少しも回轉數に關係なきを知るなり故に此場合には原動車の齒數を受動車の齒數にて除せしものが列輪の價に等し。



圖二十九第

又把手には四人の職工を使役し一人十五封度の力を加ふるものとす然る時は揚げ得る荷重(チ)は容易に算出し得るなり。

荷重を見出すには先づ列輪の價を算出するを要す(イ)は原動車にして(ハ)は最終の受動車なるを以て其價は

$$\frac{20 \times 40 \times 20}{100 \times 120 \times 100} = \frac{1}{75}$$

即ち原動車(イ)が一回轉すれば(ト)は七十五分の一回轉をなすなり。

前に説明せしが如く本機械の摩擦抵抗力を除算する時は機に加へたる勢は荷重のなしたる仕事に等し此原理に基き(チ)なる荷重即ち抵抗力を算出すべし。機の把手が一回轉する間に加へたる勢は

$$\frac{2 \times 15}{12} \times 3.1416 \times 60 = \text{把手に加へし勢(呎封度)}$$

荷重のなしたる仕事は

$$\frac{15 \times 3.1416}{12} \times \frac{1}{75} \times \text{荷重} = \text{仕事(呎封度)}$$

上記二者の價相等しきを以て

$$\frac{2 \times 15}{12} \times 3.1416 \times 60 = \frac{15 \times 3.1416}{12} \times \frac{1}{75} \times \text{荷重}$$

$$\text{荷重} = 2 \times 60 \times 75 = 9000 \text{ 封度}$$

$$\frac{9000}{2240} = 4.02 \text{ (噸)}$$

上の起重機にて揚げ得る荷重は九千封度即ち四噸強なり實際の場合に於ては

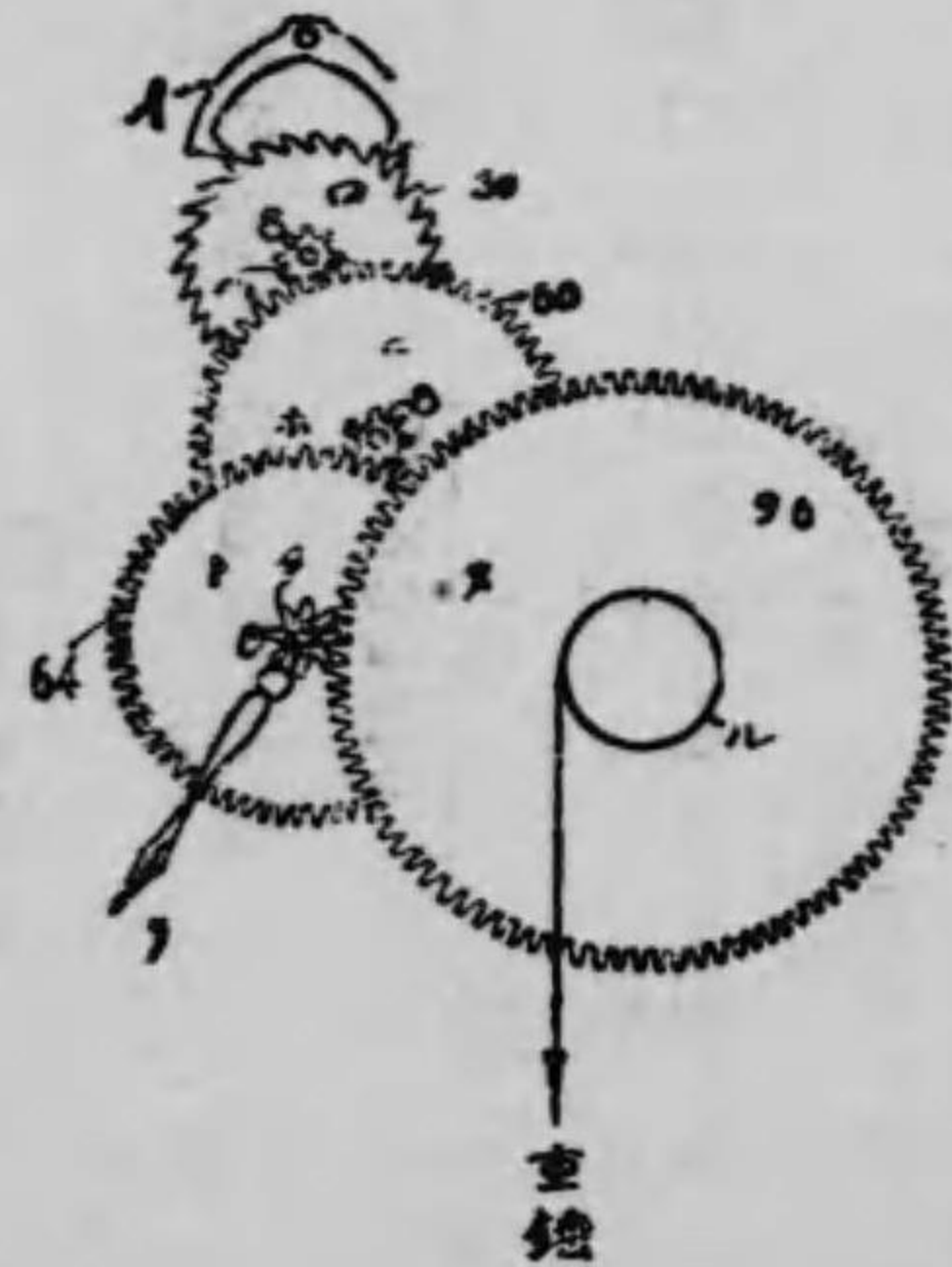


機械に摩擦抵抗力働くを以て上の價の三割内外は減少せらるべし。

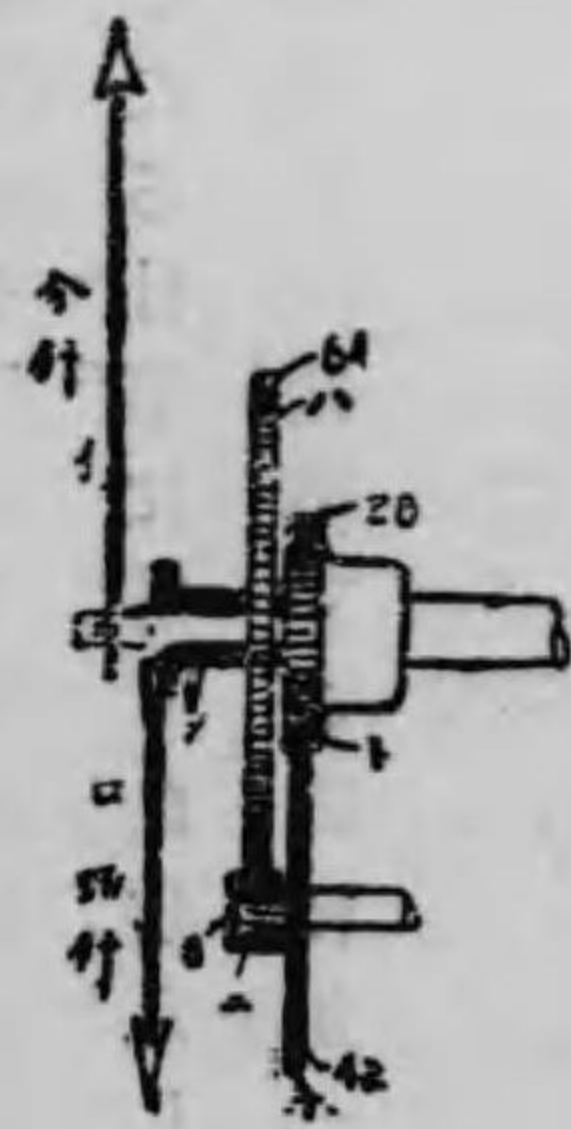
列輪の應用として普く世に知られしものは時計なり第九十三圖は其機構を示す

圖中(イ)は錨爪齒止(Anchor pallets)にして此に振子(Pendulum)を附し、振子をして一分間恰度六十回振動せしむ(ロ)の齒車の齒數を三十とし、各齒車は圖に示す如き齒數

圖三十九第



圖四十九第



を有するものとす(ル)の中心には時計針を附し(Hour hand)其下部に圖の如く重錘を固定し(イ)の錨形齒止の動く毎に定まりたる齒數丈回轉するなり(リ)は分針(Minute hand)なり(チ)は齒數八枚なるを以て(ヌ)が一回轉する毎に  $\frac{36}{8} = 12$  回轉す即ち分針が一回轉する毎に針は十二分の一回轉すなり、秒針は(ハ)なる齒車の中心に固定せらるゝを以て(ハ)は(ト)なる齒車の一回轉に付六十回轉するを要す、圖に示す齒車に付き(ト)と(ハ)との間の列輪の價

を算出すれば

$$\text{列輪の價} = \frac{64 \times 60}{8 \times 8} = 60$$

即ち所要の條件を満足せしむるものなり

第九十四圖は懸時計の分針と時計針とを結合する齒車の組合せを示すものなり

圖中(ト)の齒車は分針の軸に固定せらる此は齒車(ホ)に噛み合ふなり、後(ニ)(ハ)を経て時計針に運動を傳ふ故に(ト)を原動車とし(ハ)に至る迄の列輪の價は

$$\text{列輪の價} = \frac{28 \times 8}{42 \times 64} = \frac{1}{12}$$

即ち分針が一回轉する間に時計針は十二分の一回轉す換言すれば分針十二回轉する毎に時計針一回轉するなり。

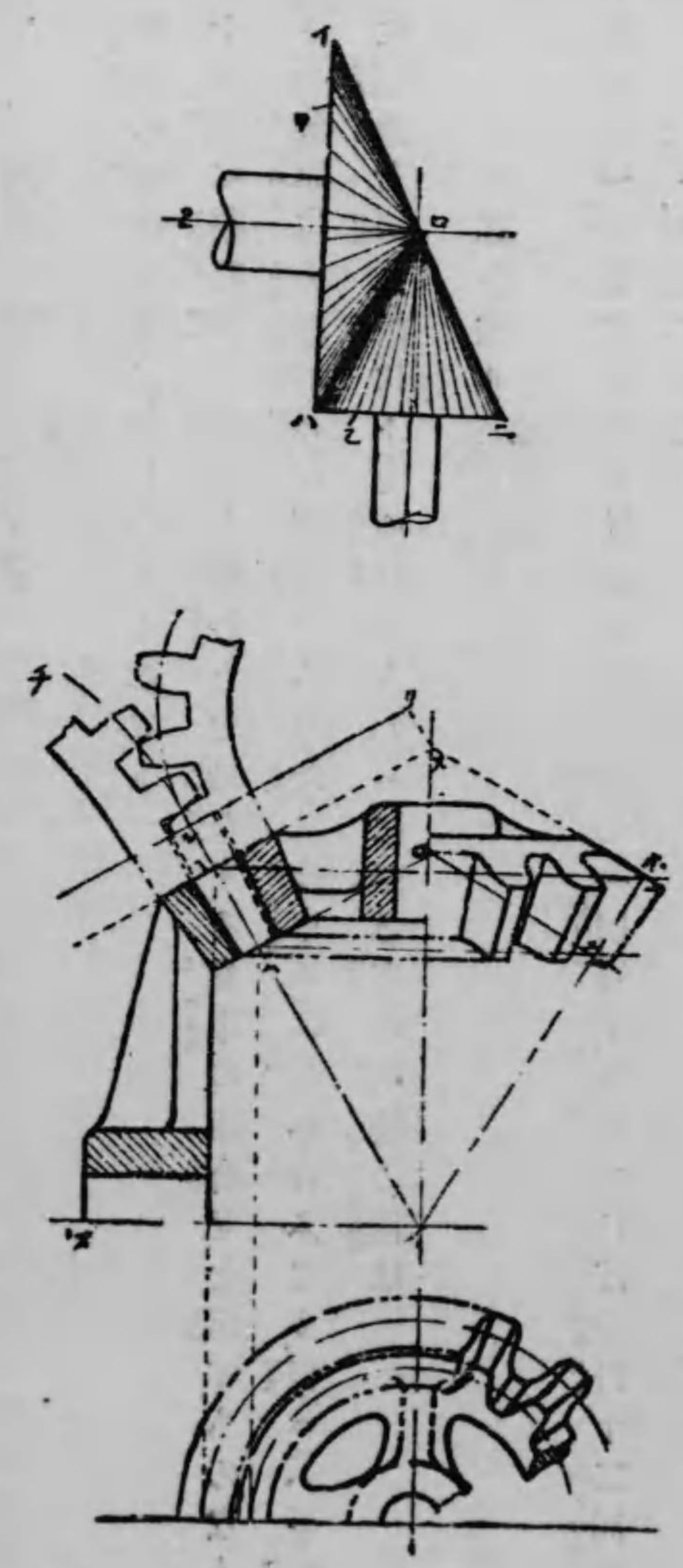
時計の列輪の各齒車の齒數に種々異りたるものを使用すと雖も各指針の回轉數の割合は皆上記の原理に依り定めしものなり。

### 第四十二 歪齒輪 Bevel wheel



歪齒輪は、原動軸と受動軸が互に直角又は其他の角度をなす時に使用する傳働装置なり、第九十五圖は原動軸(1)より運動を(2)なる受動軸に傳達する状を示す、(1)及び(2)は互は直角をなす、今二軸の中心線を延長せば、(o)點に於て會合す、(イ)ハ及び

圖五十九第



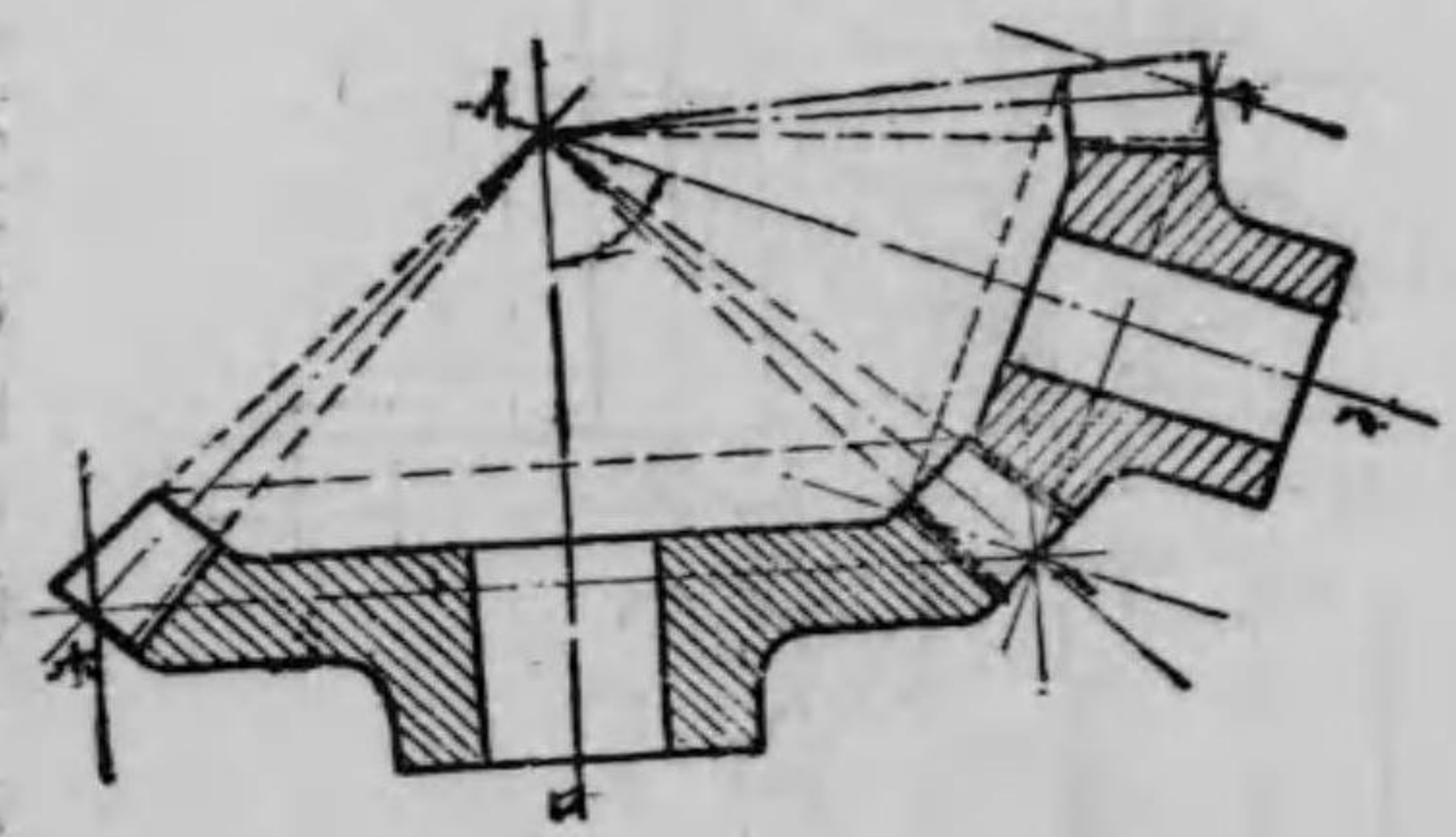
第九十六圖

第九十七圖

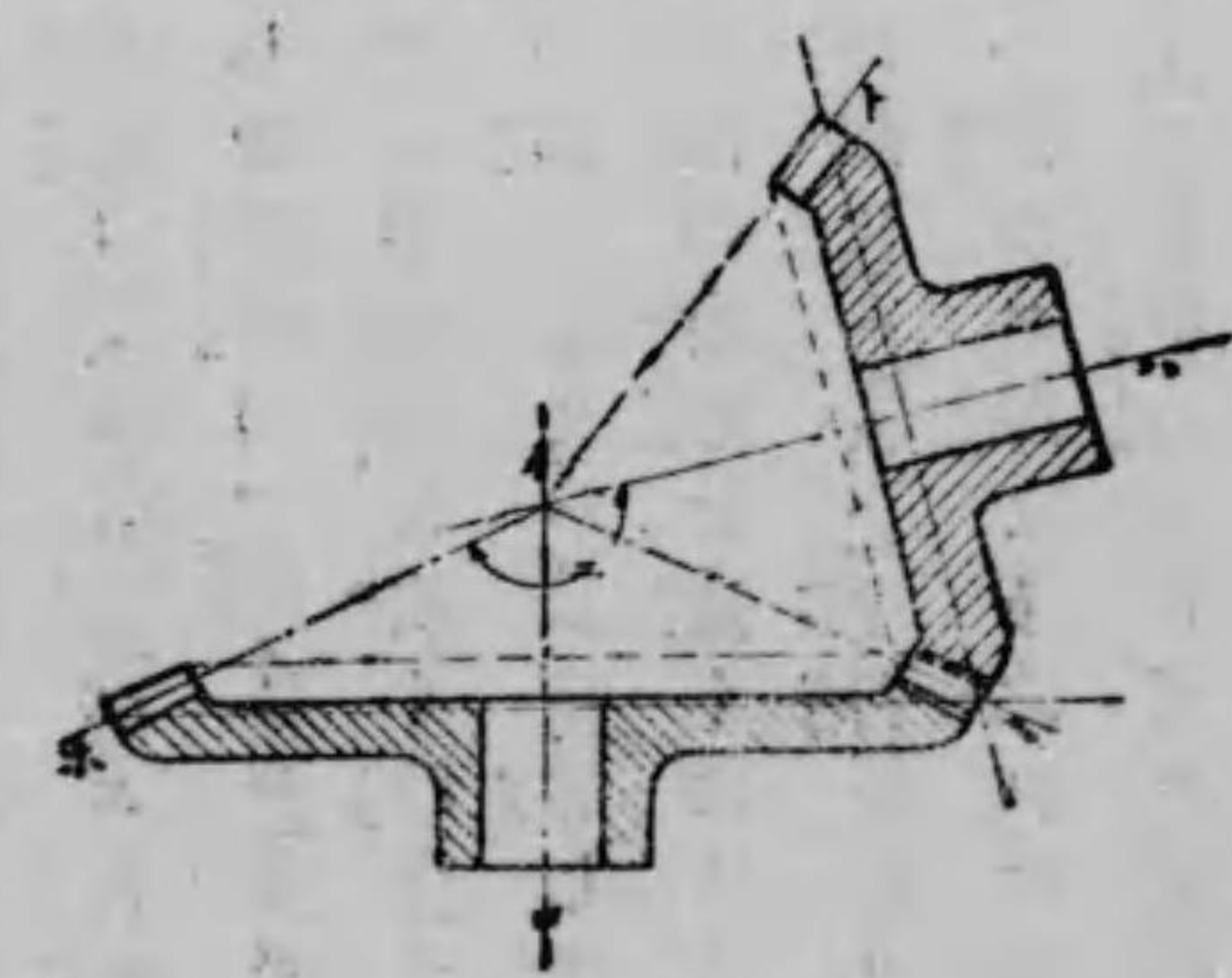
(ハ)ニの大きさを適當に取り、二個の圓錐形を作るべし、上記圓錐を節圓錐(Pitch Cone)とす

云ふ此圓錐上の線(イ)ハ又は(ロ)ニは歪齒輪の齒の節線となるなり、故に歪齒輪の齒は先端に至る程齒の大小小なり、歪齒輪が相啮合ふて運轉するは恰も上圖に示す圓錐が少しも滑ることなく運動するものに等し。

圖八十九第



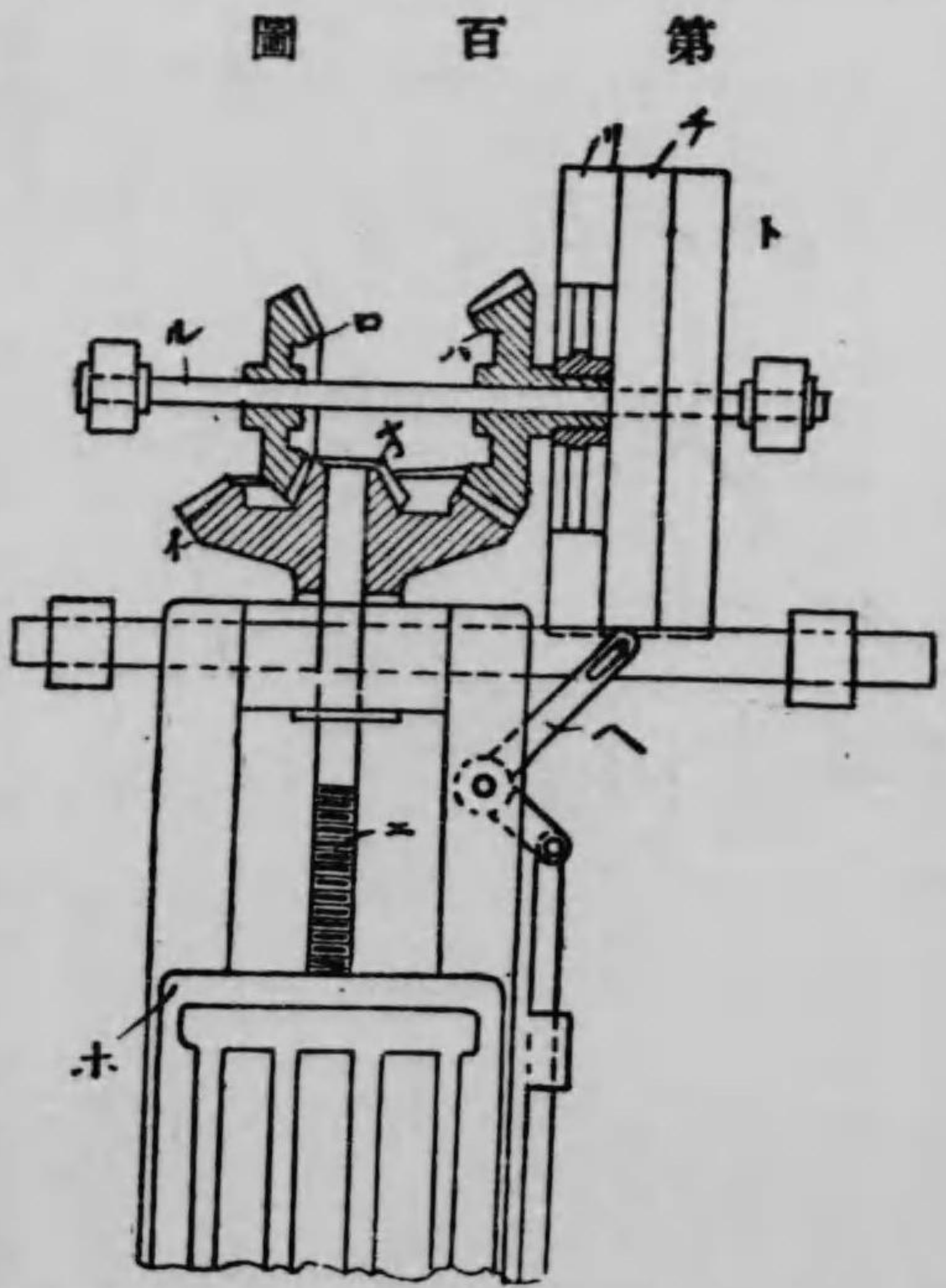
圖九十九第



第九十六圖は二軸互に直角をなす際に於ける歪齒輪を示すものなり、(イ)ハ及び



(イ) (オ) は原動軸並に受動軸を示す (イ) (ハ) は一の圓錐を示す (ハ) (ハ) は共通なる接觸部を示す (ハ) (ハ) の大きさは齒の幅を示すものなり (ハ) 及び (ハ) (ハ) に於て



の節圓は (ル) (ト) となり、同様にして受動車の節圓 (ル) (チ) を畫くべし、此圓上に前記正齒輪の齒形を畫く方法に依り、齒を畫くべし、歪齒輪の圓節は普通大なる齒の方にて之

第百圖

を測るなり、第九十七圖は上記の歪齒輪の平面圖を示すなり、歪齒輪は二軸直角をなす場合に使用せらるゝ事多し、然れども時としては直角以外の角度を保つ軸にも使用せらるゝ事あり、第九十八圖は (イ) (ロ) 軸並に (イ) (ハ) 軸が直角より少き角度を有し、歪齒輪にて傳動する状を示す、第九十九圖は (イ) (ロ) 及び (イ) (ハ) 二軸は直角より大なる角をなす場合を示す、上記二つの場合に於て (イ) (ホ) (ハ) 及び (イ) (ハ) (ト) は夫々節圓錐を示すものなり。

歪齒輪を機械に應用したる例は甚だ多し、第百圖は平削機 (Planing machine) 職名ひかるばんの平盤 (Table) を運動せしむる傳動裝置を示す、圖に於て (ホ) は平盤にして (ニ) なる螺絲鐸に依り運動せらるゝなり、(チ) は遊び車 (ト) は軸に固定せし調車 (リ) は (ハ) なる歪齒輪に固定せし調車なり、(ロ) なる歪齒輪は (ル) なる軸に固定す、今調車が (ト) の車の上にある時は運動は (ロ) より (オ) に傳達す、又調車が (リ) の上に來れば (ハ) より (イ) を回轉す、上の場合に於ける (ニ) の回轉の方向は相反するなり、今 (イ) の齒數を 120 枚、(ハ) の齒 (ロ) を 50 枚、(オ) を 25 枚とし、調車の一分間の回轉數を 200 とすれば、

$$\text{調車(ト)にある時(ニ)軸の回轉數} = \frac{50}{25} \times 200 = 400$$



回(リ)にある時  $\frac{60}{120} \times 200 = 100$

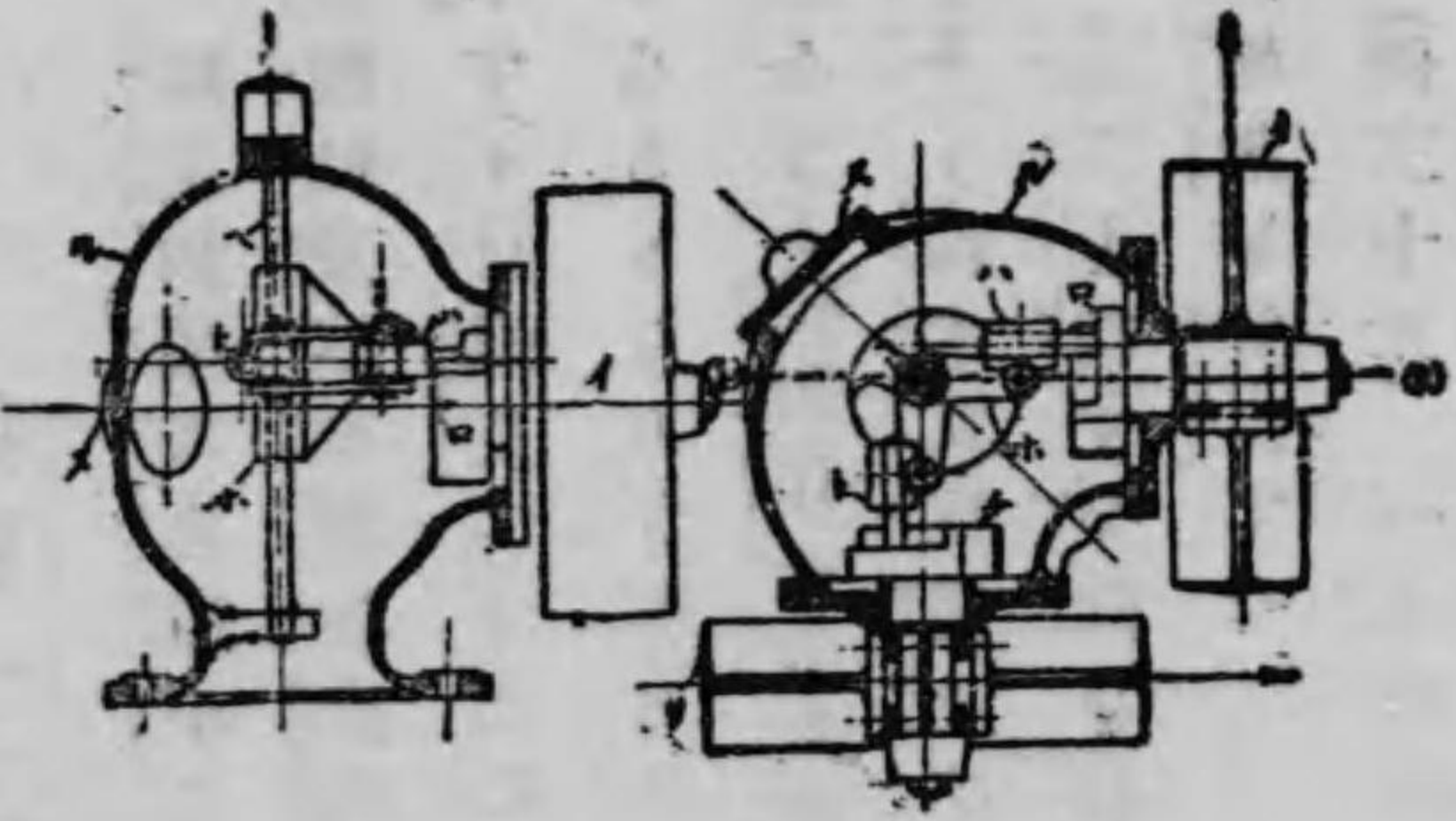
(ハ)なる革寄せ(Belt shifter)に依りて自動的に(ト)又は(リ)に革を移すなり革が(リ)にありし時品物を削り(ト)にある時は(ホ)なる平盤は高速度にて戻るなり故に上記(ニ)軸回転數も切削せざる時は切削する時の四倍なり。

一般に使用せらるゝ歪齒輪にありては原動軸と受動軸とを延長せしものは必ず一點に會するなり然れども時としては二軸線一點に會せざる場合に歪齒輪を應用することあり此齒車の齒は少しく斜に傾きし形狀を有す之れを傾斜歪齒輪(Skew bevel wheel)と云ふ近來往々工作機械に此種齒車を應用せしものあり此は製作多少困難なれども極めて平滑に回轉するなり。

二軸直角をなす場合に歪齒輪を使用する時は齒の磨耗するに従ひ音を發し若くは齒を損傷することあり此缺點を除去する爲め二個の調車は曲り槓杆(Ball crank lever)を用ゐる傳働するものあり之れをロビンソン式アングルドライブ (Robinson's angle drive)と稱す其構造第百一圖第百二圖及び第百三圖に示す如し第百一圖は切斷平面圖又第百二圖は(1)(2)線に沿ふて切斷せし垂直圖を示す今(イ)を矢の方向に

六二

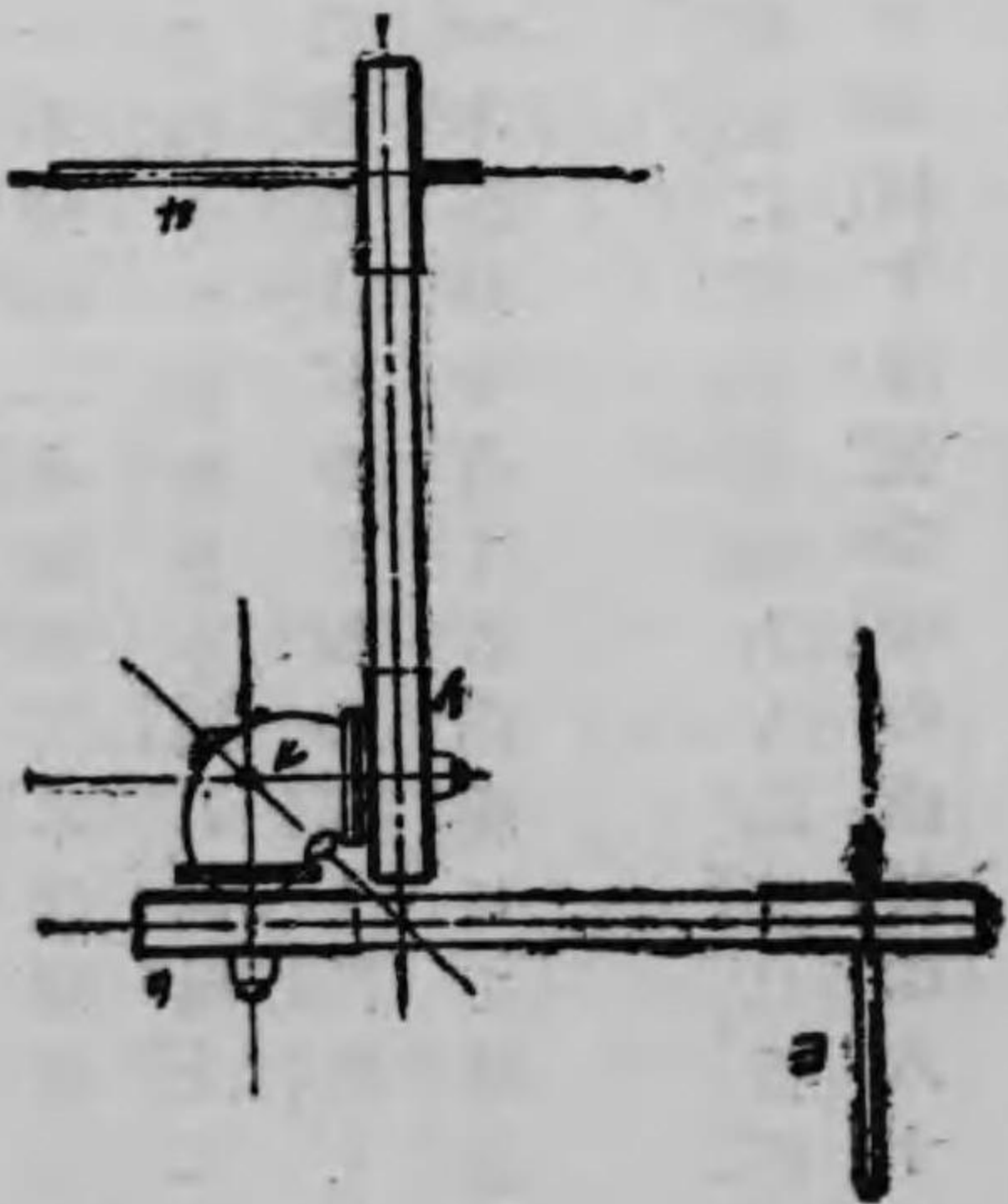
第百一圖



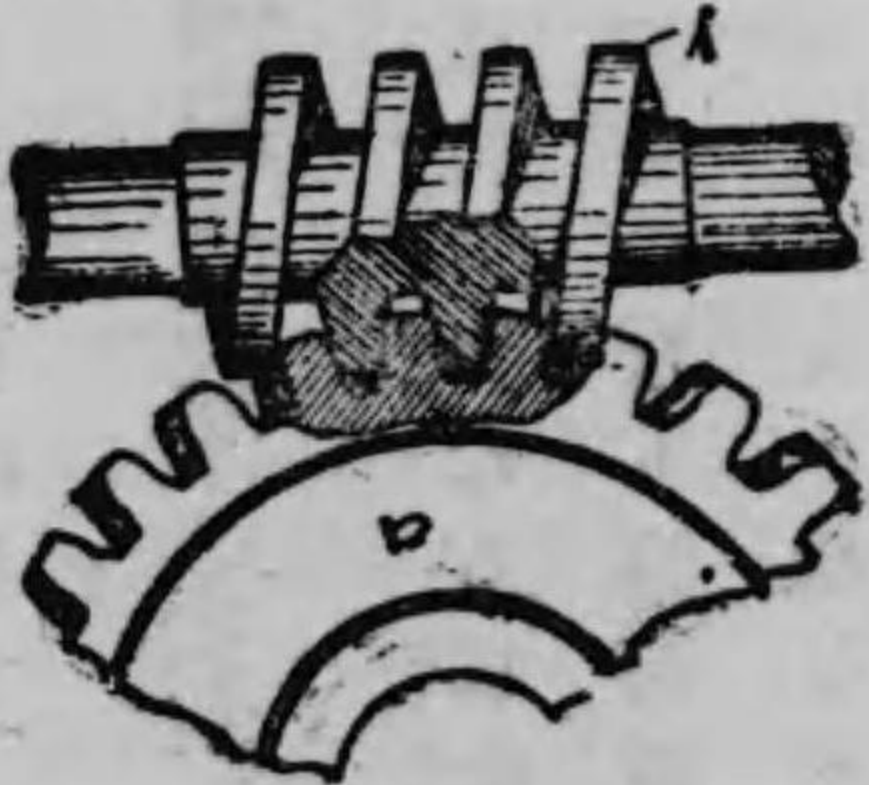
第百二圖

第四十二 歪齒輪

第百三圖



第百四圖



第百五圖

回轉すれば其運動は(ロ) (ハ)(ホ)(ト)を經て(リ)の車軸に傳達せられ矢の方向に示し方向に回轉す第百三圖は平面圖にして(カ)なる軸より之れに直角なる軸(ヨ)に傳働する場

一四三



合を示す圖中(ル)「アングルドライブ」にして(イ)及び(リ)は傳働調車なり。

### 第四十三 螺旋齒輪 (Worm Gearing)

螺旋齒輪は、速度小にして抵抗力大なる場合に多く使用せらるる普通なるものは、原動軸及び受動軸直角をなすものなり、第百四圖及び第百五圖は一の螺旋齒輪を示す(イ)は螺旋(Worm)にして(ロ)は螺旋齒輪なり(イ)は原動軸に且(ロ)は受動軸に固定せらるるなり(イ)なる螺旋は一本螺旋二本螺旋三本螺旋等あり(ロ)の齒輪は螺旋に適合する様製作せらるる螺旋と齒輪との接觸部を通じ齒輪上に畫きし圓を節圓(Pitch circle)と稱す、又螺旋及び齒輪の節圓上にある齒の幅と間隙とを加へたるものを節(Pitch)と稱す、今例を取りて一本螺旋を有する齒輪にて運動を傳達する際齒輪の回轉數を算出すべし。

(例三十九) 一本螺旋の螺旋並に螺旋齒輪あり螺旋は直徑四吋ピッチ一吋二分の一分間四十回轉す螺旋齒輪の齒數は八十枚なり螺旋齒輪は一分間幾回轉するや

六四

(螺旋の數)×(螺旋の回轉數)

1×40

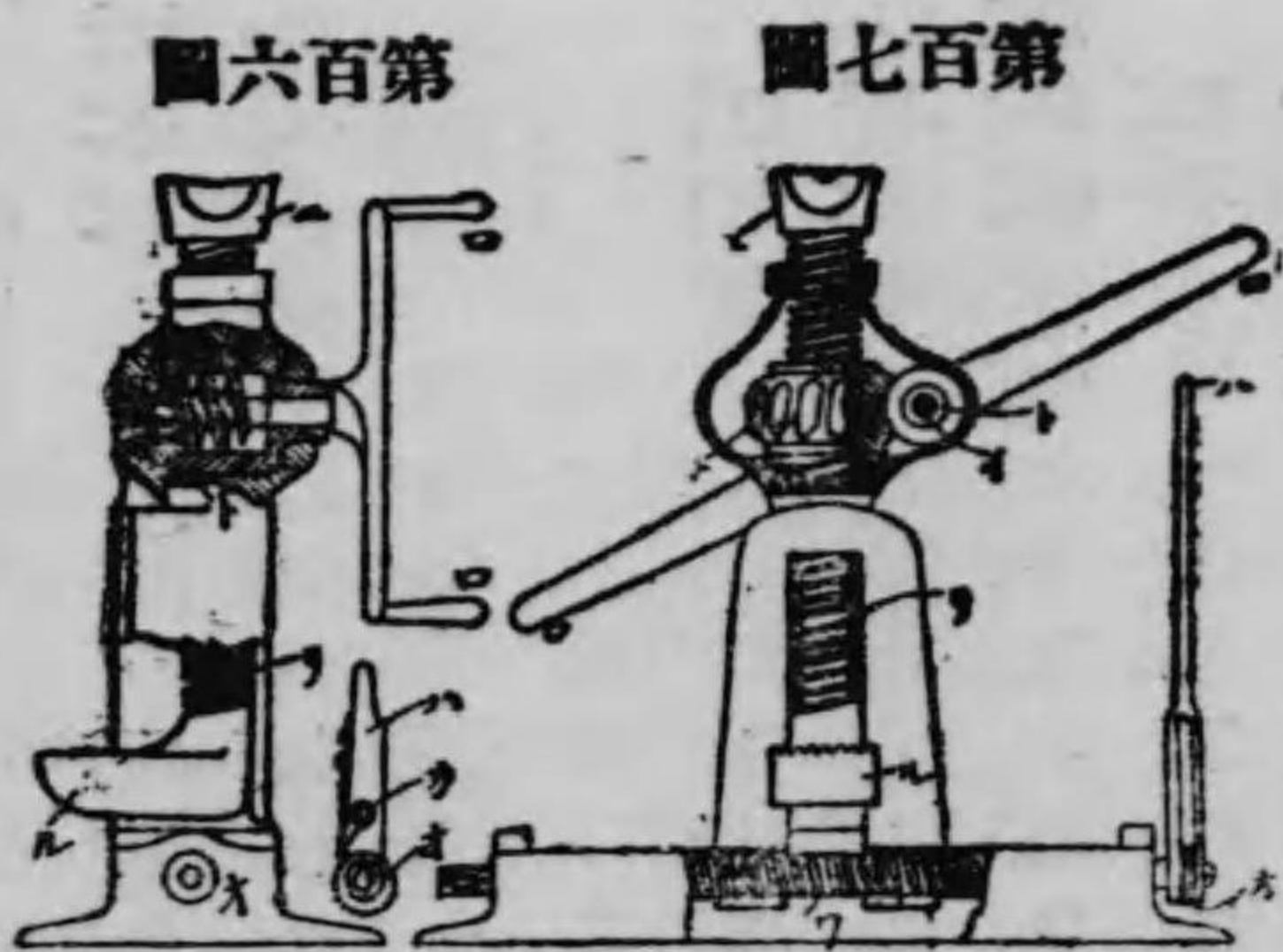
螺旋齒輪の回轉數 =  $\frac{1}{80}$  螺旋齒輪の齒數

答二分の一回轉すち二分間一回轉す

上の計算に依り螺旋齒輪の回轉數は螺旋の八十分の一なることを知るなり、故に螺旋に加へし原動力を以て非常に大なる抵抗力に打勝つことを得るなり。

螺旋齒輪は各種機械に應用せらるる第百六圖及び第百七圖は上記齒輪を應用せし扛重機(Jack)を示す。

圖に於て(ニ)は荷重を載する臺(チ)は螺旋齒輪(ト)は螺旋(ロ)は把手(リ)は螺旋錐なり、今(ロ)を回轉すれば(チ)は(ト)の爲めに回轉せらるる圖に示す如く(チ)は上下に動かざるを以て螺旋錐(リ)は上昇するなり、即ち(チ)の一回轉に付節(Pitch)丈昇るなり、(ハ)なる把手を動か(シ)なる螺旋錐を回轉せば(リ)なる螺旋錐は水平に運動す此は荷重を載せし儘之れを小なる距





難に動かさんとする場合若くは必要に應じ(ニ)の位置を變更せんとする時に用ゆ  
 (カ)は齒止なり今扛重機の螺絲鐸(リ)ピッチを一時四分の一螺旋齒輪の齒數を十六  
 枚把手(ロ)と(ク)迄の距離を二十六吋とし把手に加ふる力を二十封度とせば上昇し  
 得べき荷重は下の如し。

把手の一回轉中に轉く圓周の長さ =  $3.1416 \times 26 = 81.7$ 吋

把手一回轉に付加したる勢 =  $\frac{81.7}{12} \times 20 = 136.1$ (呎封度)

扛重機のなしたる仕事は荷重と上昇せし距離とを乗じたるものに等し若し機  
 の摩擦抵抗を除算すれば上記二者は相等しかるべし故に把手(ロ)の一回轉に付螺  
 絲鐸(ニ)の上昇する高さを知れば容易に荷重を見出し得るなり。

把手(ロ)が一回轉すれば(ト)も等しく一回轉す然に(チ)の回轉數は(ト)の一回轉に付  
 たり且(チ)が一回轉毎にピッチ「丈」螺絲鐸上昇す故に(ロ)の一回轉に付螺絲鐸の  
 上昇する高さは

$$1.25 \times \frac{1}{16} = \frac{5}{64} \text{ (吋)}$$

扛重機のなしたる仕事 = 荷重  $\times \frac{5}{64} \times \frac{1}{12} = 136.1$ (呎封度)

$$\text{荷重} = \frac{136.1 \times 64 \times 12}{5} = 20904.9 \text{ (封度)}$$

$$\text{荷重} = \frac{209049}{2240} = 9.3 \text{ (噸)}$$

九三噸の荷重を上昇し得るなり然れども實地の場合に於ては摩擦抵抗あるを  
 以て略三割乃至四割程其價を減少すべし。

螺旋齒輪は錐採機械其他酒醬油釀造用の壓搾機にも往々使用せらるゝなり。

#### 第四十四 網車 (Rope pulley)

網車は原動軸と受動軸との距離大なる場合に用ひるものなり又大なる動力を  
 傳達する時に往々此傳働法を用ひ我國の紡績工場の如きは其適例なり網車用の  
 網は普通木綿若くは麻を用ふ且其動力を傳達するに二種の法あり。

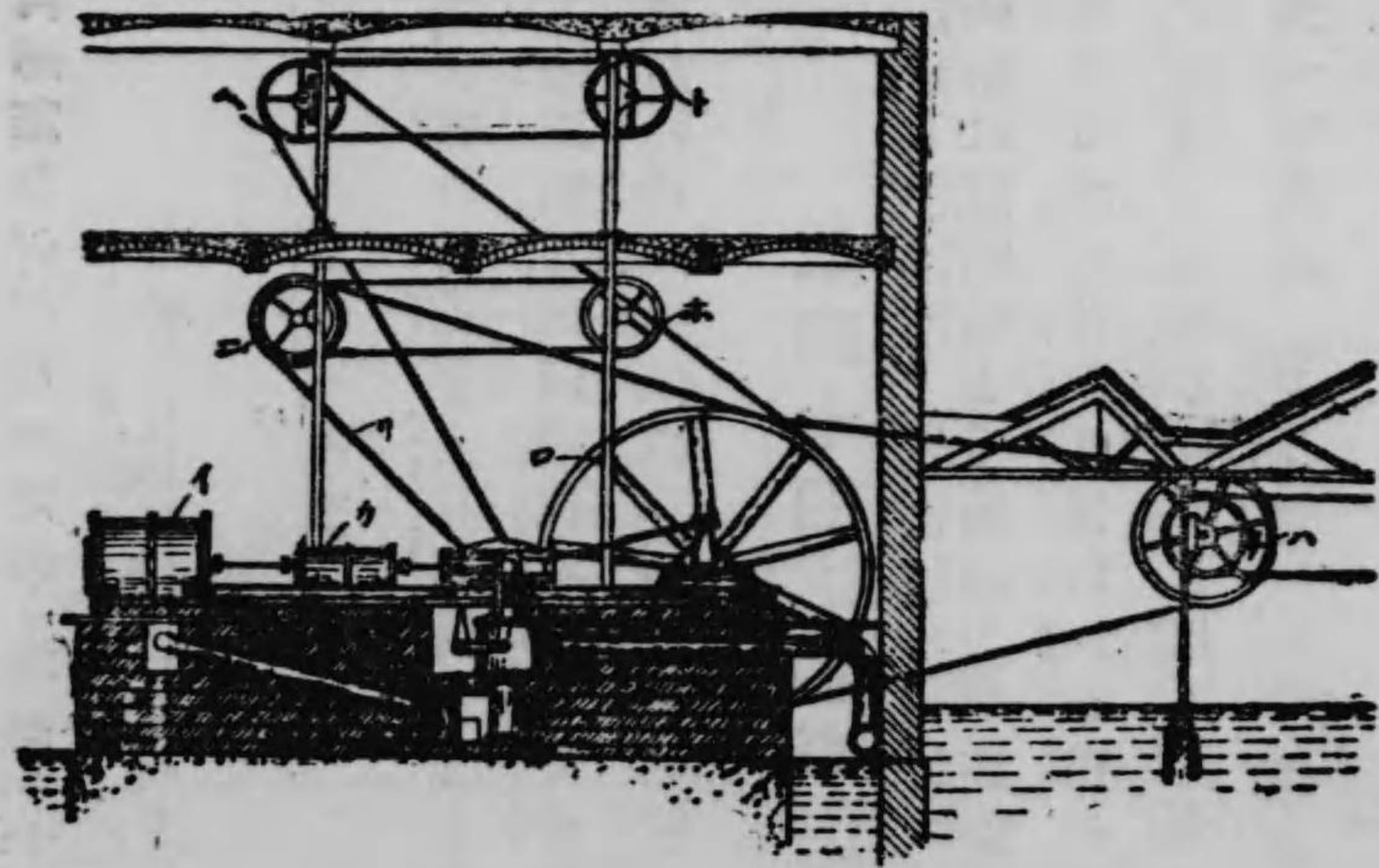
(第一)單獨式 (Individual) 又は Multiple rope driving) と稱し網車の表面に所要の數の  
 溝を作り之れに網を懸くるなり若し溝の數十なれば十本の網を用ひ此法は我國



表九十第

網ノ速 度 (一分間)	網の直径 (吋)									
	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	2	
	傳達馬力									
600	0.84	1.30	1.91	2.60	3.43	5.30	7.69	10.40	13.52	
800	1.12	1.73	2.54	3.45	4.56	7.05	10.22	13.82	17.96	
1000	1.39	2.15	3.16	4.30	5.67	8.76	12.72	17.18	22.34	
1200	1.66	2.56	3.77	5.12	6.76	10.44	15.15	20.47	26.61	
1400	1.92	2.96	4.36	5.93	7.83	12.10	17.55	23.72	30.83	
1500	2.05	3.16	4.65	6.32	8.34	12.89	18.70	25.27	32.86	
1800	2.42	3.74	5.50	7.41	9.86	15.25	22.12	29.89	38.85	
2000	2.63	4.10	6.03	8.20	10.82	16.72	24.26	32.79	42.62	
2200	2.88	4.45	6.55	8.90	11.75	18.16	26.35	35.60	46.29	
2400	3.10	4.78	7.04	9.56	12.62	19.51	28.31	38.26	49.73	
2500	3.20	4.94	7.28	9.89	13.05	20.17	29.26	39.55	51.41	
2800	3.43	5.38	7.92	10.75	14.20	21.94	31.84	43.02	55.93	
3000	3.66	5.65	8.31	11.30	14.91	23.04	33.44	45.18	58.74	
3300	3.90	6.01	8.85	12.02	15.87	24.53	35.59	48.10	62.53	
3500	4.03	6.22	9.15	12.44	16.42	25.37	36.81	49.75	64.61	
3800	4.20	6.48	9.53	12.95	17.10	26.43	38.35	51.82	67.36	
4000	4.29	6.62	9.75	13.24	17.48	27.01	39.20	52.91	68.86	
4100	4.39	6.78	9.98	13.55	17.89	27.65	40.11	54.21	70.47	
4500	4.42	6.82	10.04	13.64	18.00	27.82	40.36	54.55	70.91	
4800	4.43	6.84	10.07	13.61	18.05	27.90	40.48	54.7	71.10	
5000	4.41	6.80	10.01	13.60	17.95	27.74	40.25	54.40	70.70	
5300	4.32	6.67	9.81	13.33	17.60	27.20	39.46	53.32	69.32	
5500	4.24	6.54	9.63	13.08	17.27	26.69	38.73	52.38	68.04	
5600	4.18	6.45	9.49	12.90	17.03	26.31	38.18	51.59	67.01	
5800	4.04	6.24	9.18	12.48	16.47	25.46	36.94	49.92	64.89	
6000	3.89	6.00	8.83	12.00	15.84	24.48	35.52	48.00	62.40	
6300	3.62	5.58	8.22	11.17	14.74	22.78	33.06	44.67	58.08	
6500	3.38	5.22	7.68	10.04	13.78	21.30	30.90	41.76	54.29	
6600	3.26	5.03	7.49	9.60	13.27	20.50	29.75	40.20	52.26	

圖八百第



に於て最も多く行はるゝなり。  
 第百八圖は單獨式網車の傳働法を示すものなり。圖に於て(カ)イは夫々高壓及び低壓汽筒なり。(ロ)は汽機の主軸に固定せし網車(リ)は網(ニ)ホト(ト)×(ハ)×(チ)等は皆網車を示すものなり。網車の傳達する馬力數は網の種類及び其の直径並に網の運動する速度に依り定まるものなり。第十九表は良好なる木綿網の傳達する馬力數を示す。網車の直径は網の種類に依り一定の限度あり。即ち木綿網は網の直径の三十倍麻網は四十二倍を最小限度とす。これより小なる直径の網車は使用せざるを可とす。但し網車の直径以上の定限より大なるものは可なり。



(例四十) 直徑十四呎の綱車あり一分間八十回轉す木綿綱直徑一時半のもの十本を使用する時は幾馬力を傳達し得るや、一分間に於ける綱の速度

$$= 3.1416 \times 14 \times 80 = 35200 \text{呎}$$

第十九表には三千五百廿呎なる速度なき故に其最も近き數3500を取り綱の直徑の下を見れば36.81なる數あり即ち一本の綱が三十六、八一馬力を傳達するなり問題の綱車は十本の綱を有するを以て之れを十倍するば可なり。

$$\text{傳達馬力} = 36.81 \times 10 = 368.1$$

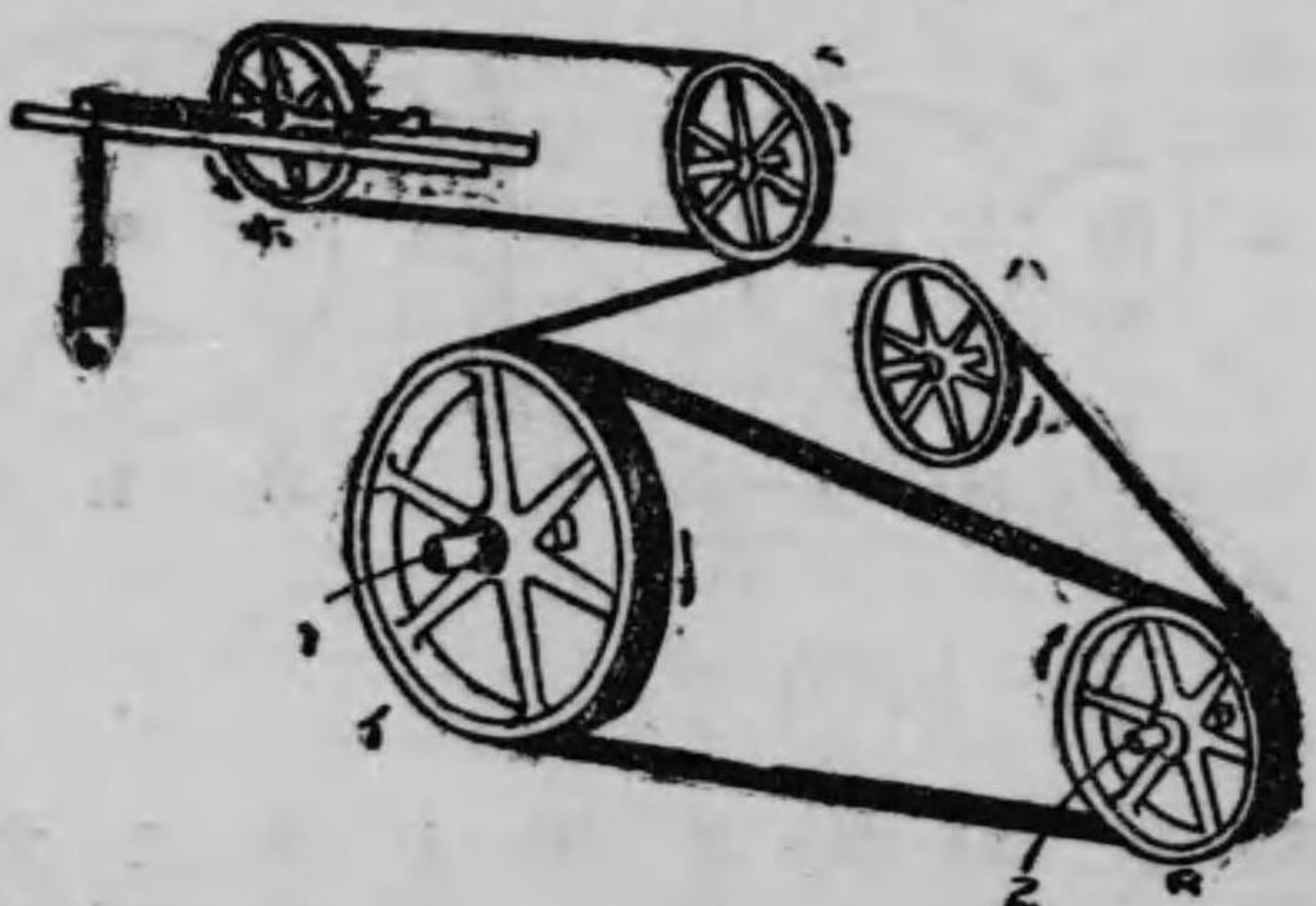
略 368 馬力 略 四百六十八馬力

單獨式綱車を使用する時には綱の數は計算上の價よりも一本若くは二本増すを可とす何となれば若し多數の綱中過度に延長し使用に堪へざるものある時は之れを切斷し汽機を停止せしめて動力を傳達し得るが故なり又各綱の耐久の度を増加するの利あり。

連續式

(第二)連續式 (Continuous rope driving) は一本の綱をして綱車の周圍に巻き其端を終尾連結せしものなり此式の利とする所は綱車の軸間の距離を短縮し得ること

第百九圖



適當に調合し之を塗るを可とす。

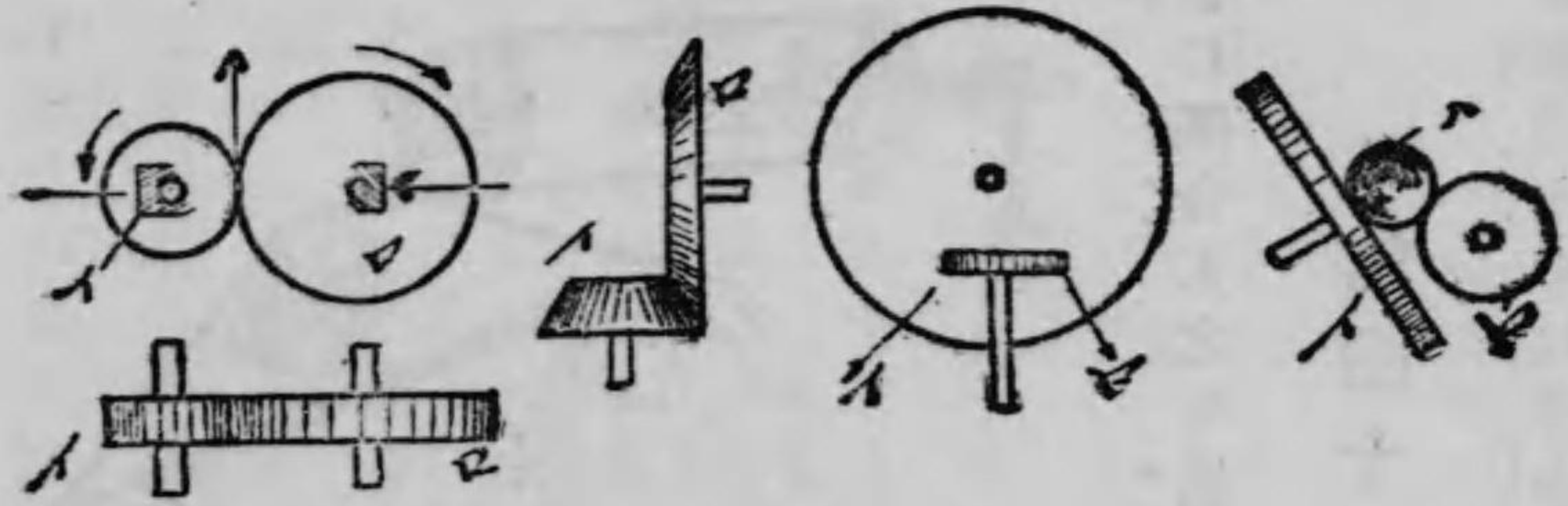
及び綱の各部が均一なる張力を受くること等なり然れども綱若し切斷する時は之を取代ふるに手數を要するのみならず時に非常なる損害を與ふることあり第百九圖は連續式綱車を示すものなり圖中(イ)は原動車(ロ)は受動車なり(ハ)及び(ニ)は誘導綱車(ホ)は綱の張力を整調する車(Rope tightener)なり綱延る時は(ト)なる重錘に依り綱車を引き適當の張力を與ふるなり神戸市増田製粉所の動力傳達装置には此連續式を使用せり木綿綱を使用する時は其表面を平滑ならしむる必要あるを以て黒鉛ヘット石鹼等を

第四十五 摩擦傳動車 (Friction Gearing)

摩擦傳動車は傳達する動力少き場合又は時々動力傳達を絶つ時に用ひるなり。



圖十百第 圖二十百第 圖三十百第 圖四十百第



圖一十百第

然れども時としては特別なる装置を備へ大なる抵抗力に打ち勝ち勢を傳達することあり。

第一百十圖及び第一百一圖は原動軸并に受動軸共に平行なる場合を示す。圖中(イ)は原動車にして矢の如く回転す。然れば(ロ)は之れと反對の方向に回転するなり。第一百二圖は二軸直角なる場合を示す。(イ)及び(ロ)の車は歪齒輪の表面を平滑にせしものに等し。第一百三圖は前記の車は異りたる目的に使用せらるるものなり。圖中(イ)は原動車(ロ)は受動車なり。(イ)の回転するに従ひ(ロ)も同じく回転す。(イ)の回転速度一定なる場合には(ロ)の回転速度は(ロ)の車の位置に依り差異あるなり。即ち(ロ)が(イ)の中心に近き程回転速度小なり。又(ロ)の回転数を増加せんとせば之れを(イ)の外周に近き所に下すべし。此の如く受動車の回転速度をして必要に應じ變化せしむることを得るなり。此

摩擦車は往々小なる錐採機械に應用せらるるなり。然るに第一百十三圖の(ロ)の車の周囲は、其上部と下部とは少しく速度を異にするを以て不平均に磨耗するなり。此害を防ぐ爲めに、ジェームズ・トムソン氏 (James Thomson) は第一百十四圖に示す如き摩擦車を發明せり。圖に於て(イ)は原動車(ロ)は受動車なり。(ハ)は重き金屬製の球なり。動力は摩擦に依り(ハ)に傳はり後(ロ)を回転するなり。此車中(ハ)の位置を變すれば從て(ロ)の回転速度を増減し得るなり。

摩擦車の傳達する馬力は、車の接觸面の摩擦係數、輪周の速度、并に車の接觸面上に於ける直壓力に依り定まるなり。

(例四十一) 二軸平行なる鑄鐵製摩擦車あり。原動車の直徑十吋、受動車の直徑五吋なり。若し原動車一分間に百回転せば、受動車は幾回転なすや。

此は調車の場合と同様の計算法を用ひて可なり。

受動車の回転數 =  $10 \times 100$  (原動車の直徑)  $\times 100$  (原動車の一分間の回転數)  $\div$  (受動車の直徑)



紙製摩擦車ノ幅一時ニ付百五十封度ノ壓力ヲ受テ運轉スル際ニ於テ其幅一時ニ付テノ傳達馬力數

摩擦車ノ直徑 (吋)	一分間ノ回轉數										
	25	50	75	100	150	200	300	400	600	800	1000
4.....	.0238	.0476	.0714	.0952	1.428	1.904	.2856	.3808	.5712	.7616	.9520
6.....	.0357	.0714	.1071	1.428	.2142	.2856	.4284	.5712	.8568	1.1424	1.428
8.....	.0476	.0952	.1428	1.904	.2856	.3808	.5712	.7616	1.1424	1.5232	1.904
10.....	.0595	.1190	.1785	.2380	.3570	.4760	.7140	.9520	1.4280	1.9040	2.380
14.....	.0833	.1666	.2499	.3332	.4998	.6664	.9996	1.3328	1.9992	2.6656	3.332
16.....	.0952	.1904	.2856	.3808	.5712	.7616	1.1424	1.5232	2.2548	3.0164	3.808
18.....	.1071	.2142	.3213	.4284	.6426	.8568	1.2852	1.7136	2.5704	3.4272	4.284
24.....	.1428	.2856	.4284	.5712	.8568	1.1424	1.7136	2.2848	3.4272	4.5396	5.712
30.....	.1785	.3570	.5355	.7140	1.0710	1.4280	2.1420	2.8560	4.2840	5.7120	7.140
36.....	.2142	.4284	.6426	.8568	1.2852	1.7136	2.5704	3.4272	5.1408	6.8544	8.568
42.....	.2499	.4998	.7497	.9996	1.4994	1.9992	2.9988	3.9984	5.9976	7.9968	9.996
48.....	.2856	.5712	.8568	1.1424	1.7136	2.2848	3.4272	4.5696	6.8544	9.1392	11.424
50.....	.2975	.5950	.8925	1.1900	1.7850	2.3800	3.5700	4.7600	7.1400	9.5200	11.500

第二十表は紙製摩擦車の傳達馬力數を示すものなり之は米國ロツクサブ會社 (Rock woodmanufacturing Co.) に於て實驗上定められたるものなり。

44

(例四十二)

上記の場合に於て原動車と受動車の接觸面に百封度の壓力を加ふるにせれば幾馬力を傳達し得るや但し鑄鐵車の摩擦係數を0.15とす。

$$\text{摩擦力} = 0.15 \times 100 = 15 \text{ 封度}$$

$$\text{輪周の速度} = \frac{3.1416 \times 10 \times 100}{12} = 261.8$$

$$\frac{15 \times 261.8}{33000} = 0.12 \quad \text{答略〇・一二馬力}$$

摩擦車は製絲機械工作機械其他各種の機械に應用せらるる時に車の摩擦係數を増加せしむる爲め其表面を調草護謨等にて包被することあり。

第四十六 鏈條 (Link)

鏈條は動力傳達裝置として多く應用せらるるなり而して其數甚だ多きが故に其最も普通なるものを例示すべし。

第百十五圖は汽機の車を運轉する目的に使用せし裝置を示す圖に於て(又)なる

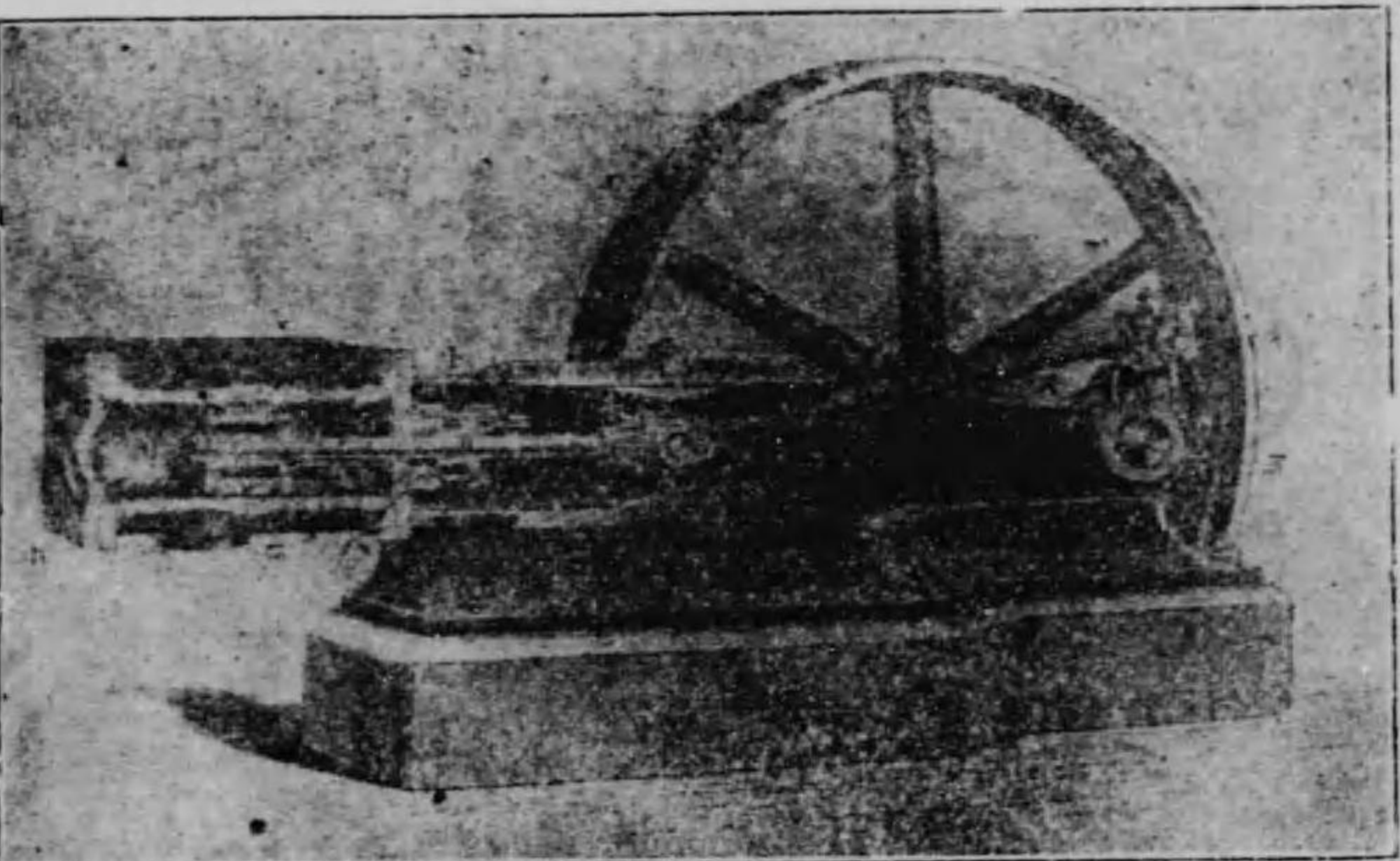


圖 五 十 百 第

圖



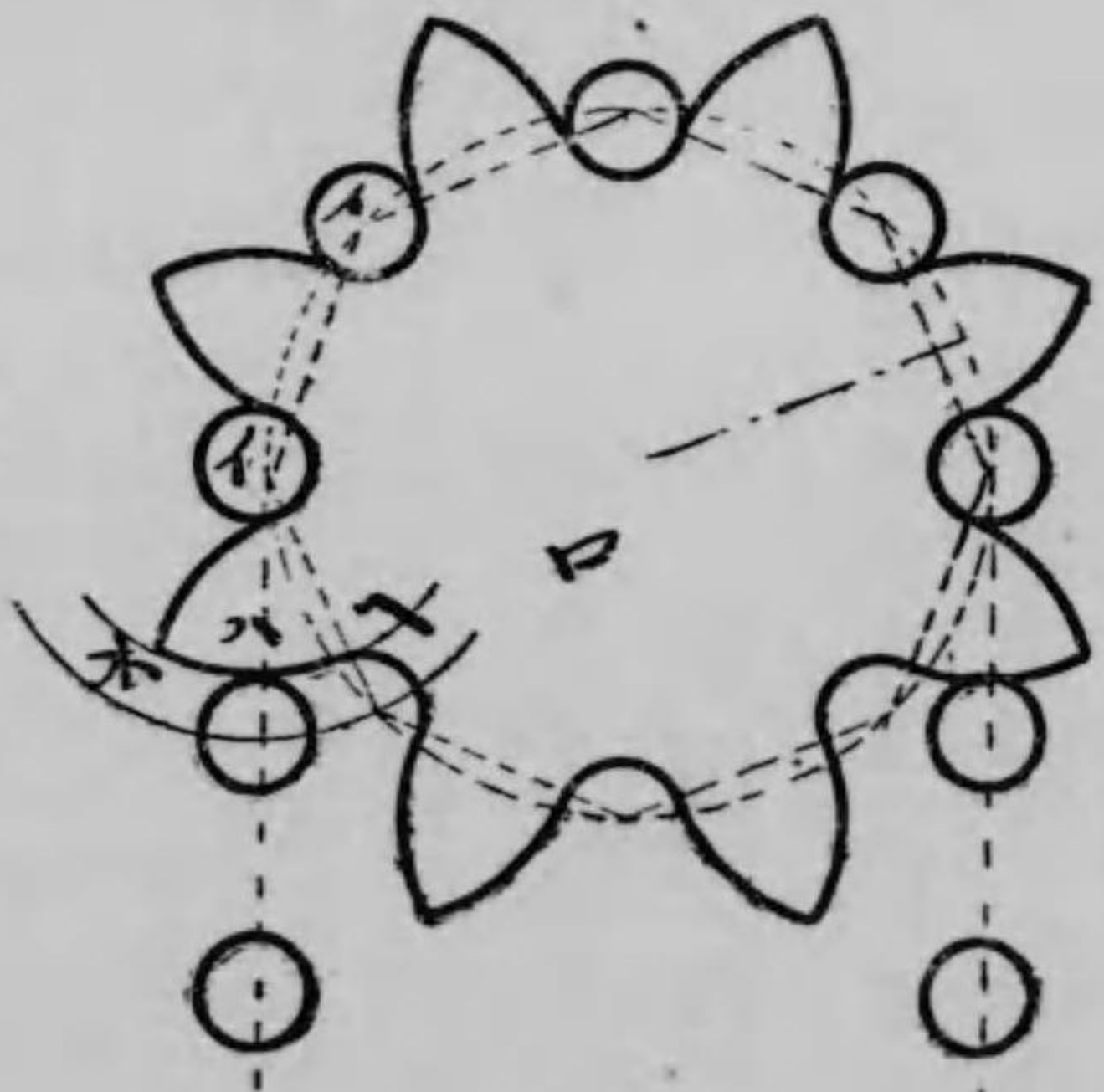
一五六  
連接桿 (Connecting rod) 曲柄 (Crank) 唧子桿 (Pistons rod) (リ) は皆一の鏈條なり蒸氣は (ロ) なる唧子面に働きて (ワ) なる車を回轉せしむるなり。

節鎖車

圖六十百第



圖七十百第



第四十七

節鎖車

(Pitch chain searing)

節鎖車も時として  
は勢即ち動力の傳達  
に於ては滑り多く又場所を要すること大なり故  
ち少しも滑る事なく動力を傳へんとする場合には最も  
適當なるものなり自轉車起重機等には平且なる小片よ  
り成る鎖を用ゆ又近來は工作機械に節鎖車を應用するに至れり彼の高速刃物鋼

簡單なる  
機構

を使用する施盤に於て普通の調革にては滑り多く又場所を要すること大なり故  
に特種の節鎖車を用ゆ第百十六圖はハンス・レノルド氏 (Hans Reinold) の作りたる節  
鎖車を示す圖に於て節鎖車 (イ) は (1) の方向に回轉し抵抗力は (2) の方向に働くなり、  
此車は電動機旋盤其他工作機械に應用せらる鎖の速度は一分間四百呎乃至千六  
百呎なり然れども非常なる高速度に之を使用する時は鎖に與へし油飛散し爲め  
に摩擦抵抗力を増加するの不利あり或工場に於て研磨機に之を用ゐる過度なる高  
速度に運轉せし爲め鎖を損傷せし事あり第百十七圖は一の節鎖車を示す鎖の中  
心は各邊鎖の「ピッチ」に等しき多角形の角點にあるを要す此齒車の齒形を畫くに  
は (イ) を中心とし (イ) の長さ即ち「ピッチ」より鎖栓の直径の二分の一を減じたるも  
のを半径として圓弧を畫き (ホ) の形を作るべし他側の齒形も同様にして之を定  
むるを得るなり。

第四十八 簡單なる機構

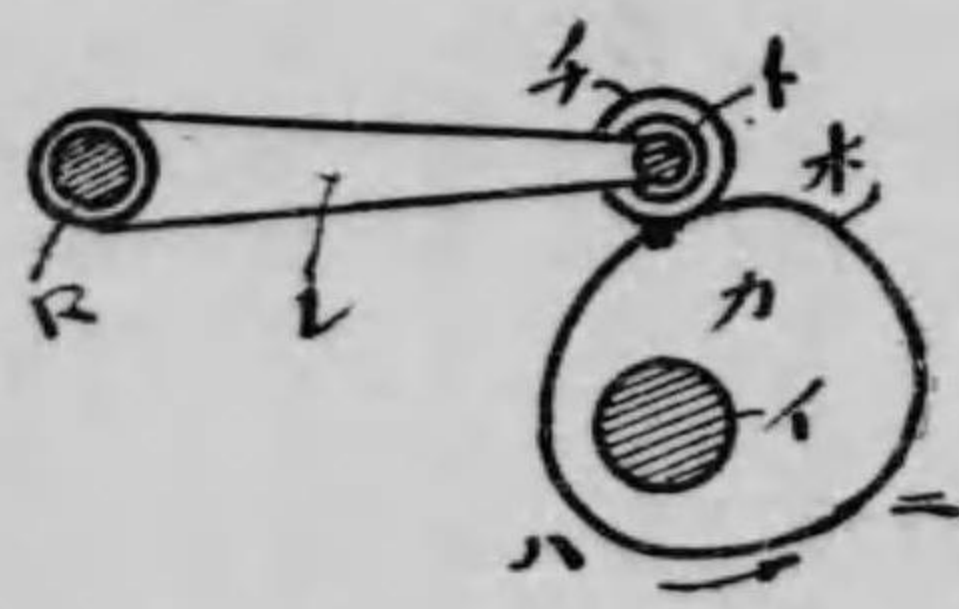
前に勢の傳達装置を説明せしが次に各機械に應用せらるる機構中簡單にして



必要なるものを説明すべし。

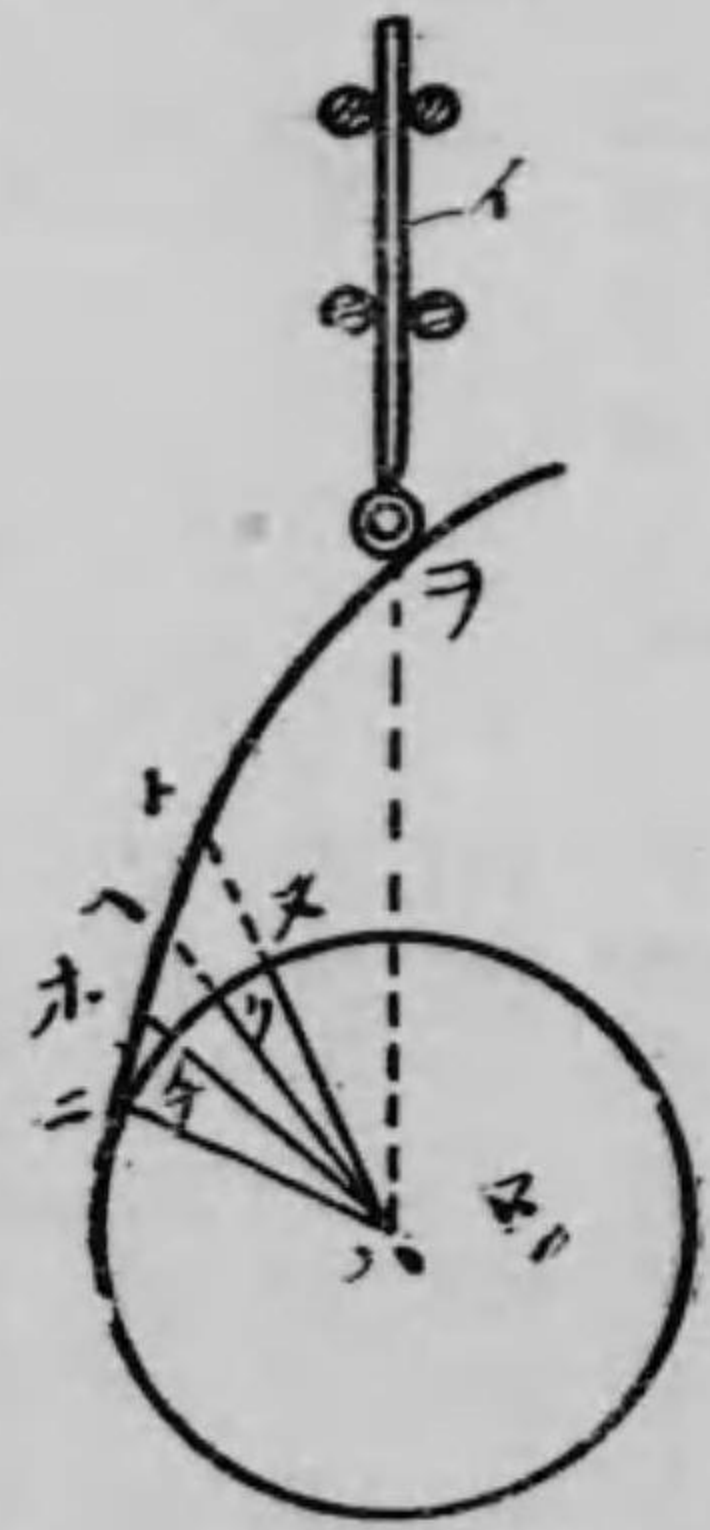
(1) 架武 (Cam) 架武は一の曲線状の形を有する板又は曲線状の溝若くは凹凸部を有する板にして、圓運動 (Circular motion) を所要の往復運動 (Reciprocating motion) に變化する場合に使用せらるるものなり。第百十八圖は一種の架武を示す。(カ)は架武にして(イ)なる原動軸に固定し常に等速度にて圓運動をなす。

圖八十百第



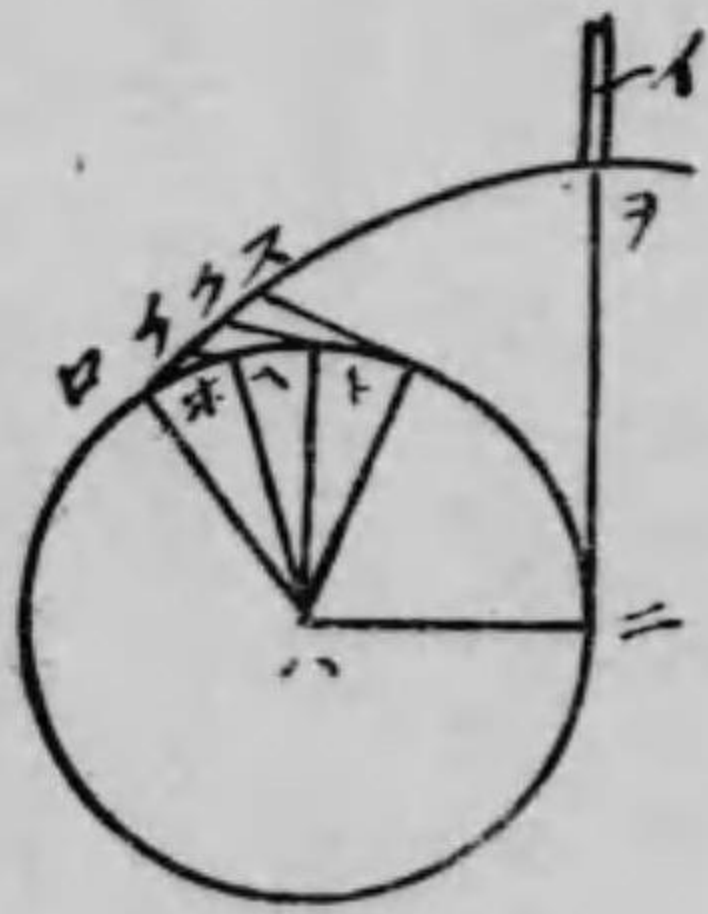
(レ)は一の槓杆にして(ロ)を支點とし其右端に轉子 (Roller) (チ)を有す(レ)の運動は(カ)なる外周の曲線に依り定まるなり。圖に於ては(ハ)(ホ)(ニ)及び(ニ)(ハ)なる三種の曲線より成るなり。今架武が矢の方向に回轉する時は轉子が(ハ)(ホ)の曲線に接觸する間は(レ)は上昇し(ホ)(ニ)に觸るゝ間は殆んど其高さを變せず一定の位置にあり又(ニ)(ハ)の曲線に接觸せば轉子は漸次下降す故に此種の架武を使用する時は槓杆(レ)は上下に往復運動をなし且最上端に昇りし時に於て少時間止まるなり。此の如く架武の外周の曲線を種々に組合す時は各機械の部分に所要の往復運動を與ふる事を得るなり。又等速圓運動

圖九十百第



を架武に與へ往復部の速度をして均一又は所要の目的に適するやう變化せしむることを得るなり。第百十九圖に於て往復運動をなす部分の一は摺動桿 (Sliding bar) にして其延長線は架武の中心(ハ)を通

圖十二百第

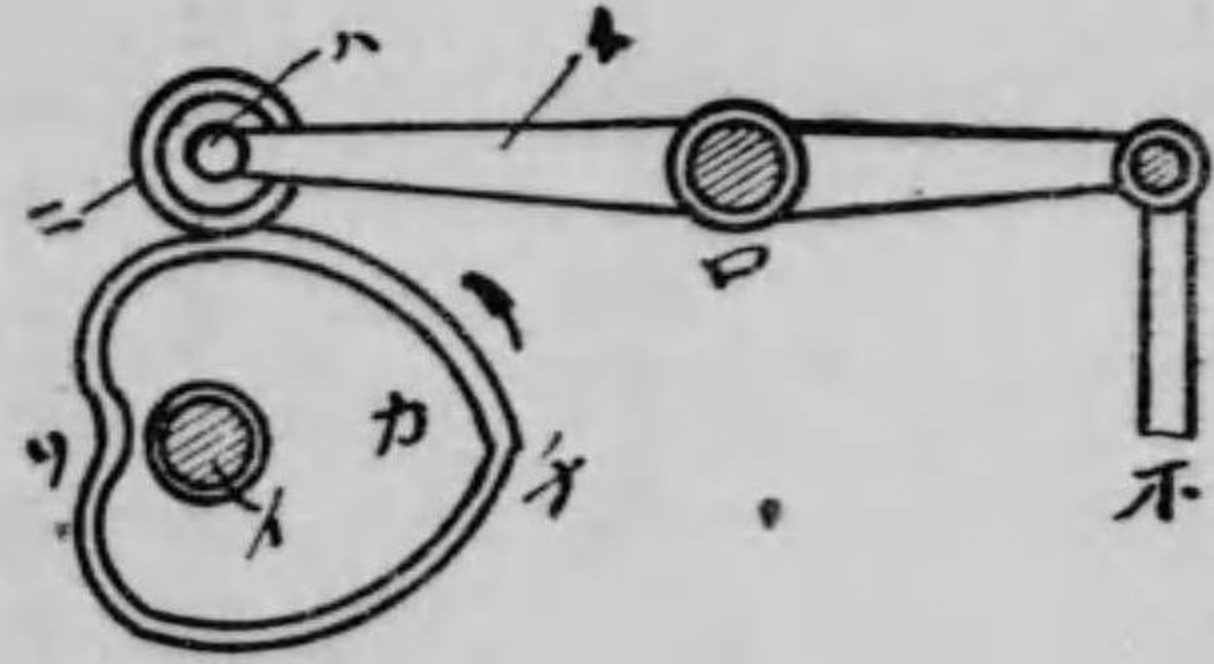


し(ハ)を中心として圓を畫き(ニ)點より圓弧を右方に任意の數に等分す(チ)(リ)(ヌ)は各等分點を示す。此等分點と(ハ)を連結し周圍外に延長し(ホ)(チ)(ヘ)(リ)(ト)(ヌ)の長さをし(イ)なる摺動桿のなす運動に適する様其長さを定むべし。此の如くにして作りたる曲線(ニ)(チ)は所要の架武の形を示すなり。次に架武の回轉軸の中心が摺動桿の延長線と一致せざる場合を説明すべし。第百二十圖に於て(イ)は摺動桿(ハ)は架武の中心な



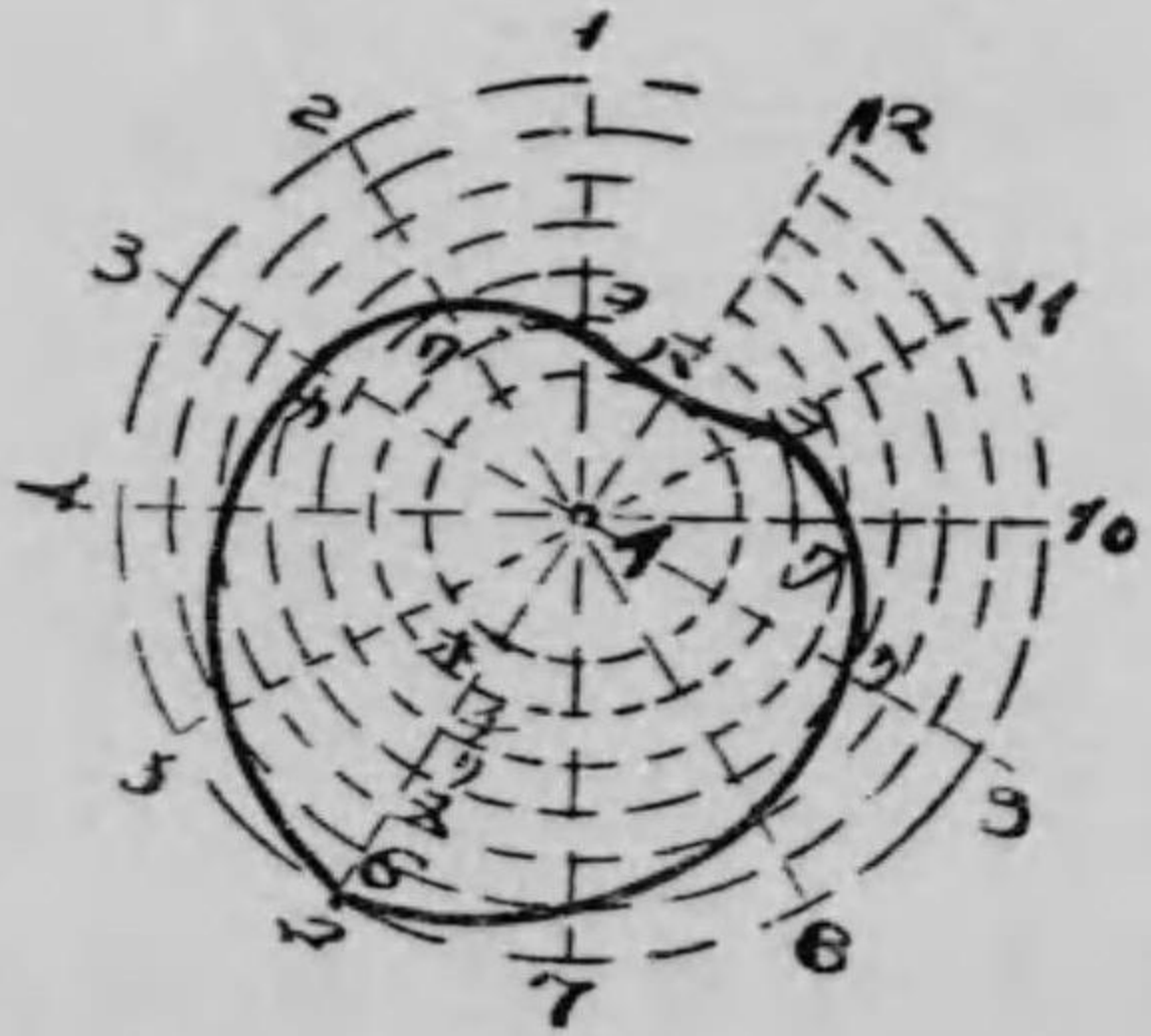
り、(イ)の延長線上に(ハ)(ニ)なる垂線を下し(ハ)を中心とし、(ハ)(ニ)を半径として圓を畫くべし、(ロ)が(ニ)の位置に來りたる時に架武の運動を開始するものとし、其形を定む。今(ロ)(ニ)の弧を任意の數に等分し(ホ)(ヘ)(ト)の點を定む。各點より圓に接線即ち半径に直角の方向に線を引き其長さを(イ)を運動せしむる所要の高さに等しからむ。此の如く各點を求め之を連結する時は(ロ)(チ)(ヲ)なる曲線を得るなり。此は求むる所の架武の外周なり。今(ロ)(ニ)の弧の長さ(ニ)(ヲ)に等しき時は架武の外周曲線は圓の漸伸線 (Involute of circle) となるなり。上記のもの、外心臓形架武 (Heart cam) と稱するものを使用することあり。此は等速度にて回轉し、槓杆を等速度にて往復運動せしむるものなり。第百二十一圖は心臓形架武を示す。圖に於て(カ)は架武(イ)は原動軸(ト)は槓杆(ロ)は支點(カ)なる架武を回轉する時は槓杆は圖に示す如く上下に往復運動をなす。即ち(チ)點が(ニ)の轉子に接する時は槓杆(ト)の左端は最上點に昇る、又(リ)點が轉子に接すれば(ハ)は最下點に下るなり。(ホ)の運動は恰度(ハ)の

圖一百二十一



依り定まるものなり。を半径として圓を畫く、(ホ)(ロ)の長さを所要の衝程に等しく取り、之れを任意の數に等分すべし、(イ)を中心とし、各等分點(チ)(リ)(ヌ)等に至る距離を半径として圓を畫くべし。本圖に於ては(ホ)(ロ)を六等分せり、後外圓を(ホ)(ロ)の等分數の二倍即ち本圖に於ては(ホ)(ロ)の數に等分すべし。後(イ)並に各等分點を通じ直徑を引くべし。此直徑と前に畫きし等分圓の交點(ヲ)(ワ)(カ)等を連結すれば、(ヲ)(ワ)(カ)(ロ)なる曲線を得るなり。(ハ)(ロ)の左右に等しき形を畫くべし。然る時は第百二十二圖に實線にて示す心臓形架武を畫き得るなり。此種の架武は其用途頗る廣く紡績機械織物機械、製絲機械等に多く使用せらるゝなり。

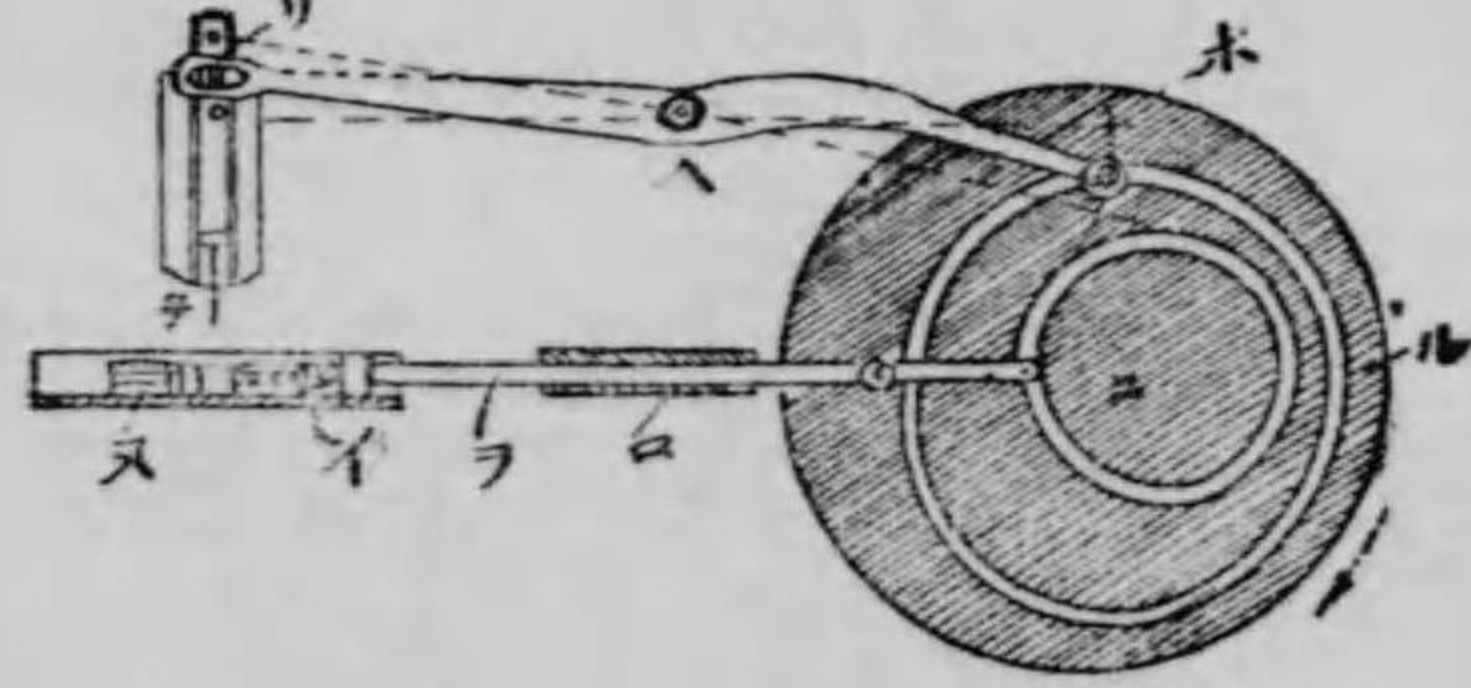
圖一百二十二



反對なり。此架武を使用する時は槓杆の一端は(イ)(チ)の長さより(イ)(リ)を減せし高さの衝程をなすなり。此心臓形架武を畫く方法は極めて容易なり。第百二十二圖に於て(イ)を中心とし、適當の長さ(イ)(ハ)此長さは槓杆の衝程の長さと架武の大きさに依り定まるものなり。を半径として圓を畫く、(ホ)(ロ)の長さを所要の衝程に等しく取り、之れを任意の數に等分すべし、(イ)を中心とし、各等分點(チ)(リ)(ヌ)等に至る距離を半径として圓を畫くべし。本圖に於ては(ホ)(ロ)を六等分せり、後外圓を(ホ)(ロ)の等分數の二倍即ち本圖に於ては(ホ)(ロ)の數に等分すべし。後(イ)並に各等分點を通じ直徑を引くべし。此直徑と前に畫きし等分圓の交點(ヲ)(ワ)(カ)等を連結すれば、(ヲ)(ワ)(カ)(ロ)なる曲線を得るなり。(ハ)(ロ)の左右に等しき形を畫くべし。然る時は第百二十二圖に實線にて示す心臓形架武を畫き得るなり。此種の架武は其用途頗る廣く紡績機械織物機械、製絲機械等に多く使用せらるゝなり。



時としては二個の異りたる架武を同時に働かせしめ機械をして所要の運動をなさしむることあり第百二十三圖は縫物機械に應用せし溝形架武(Grooved cam)を示す

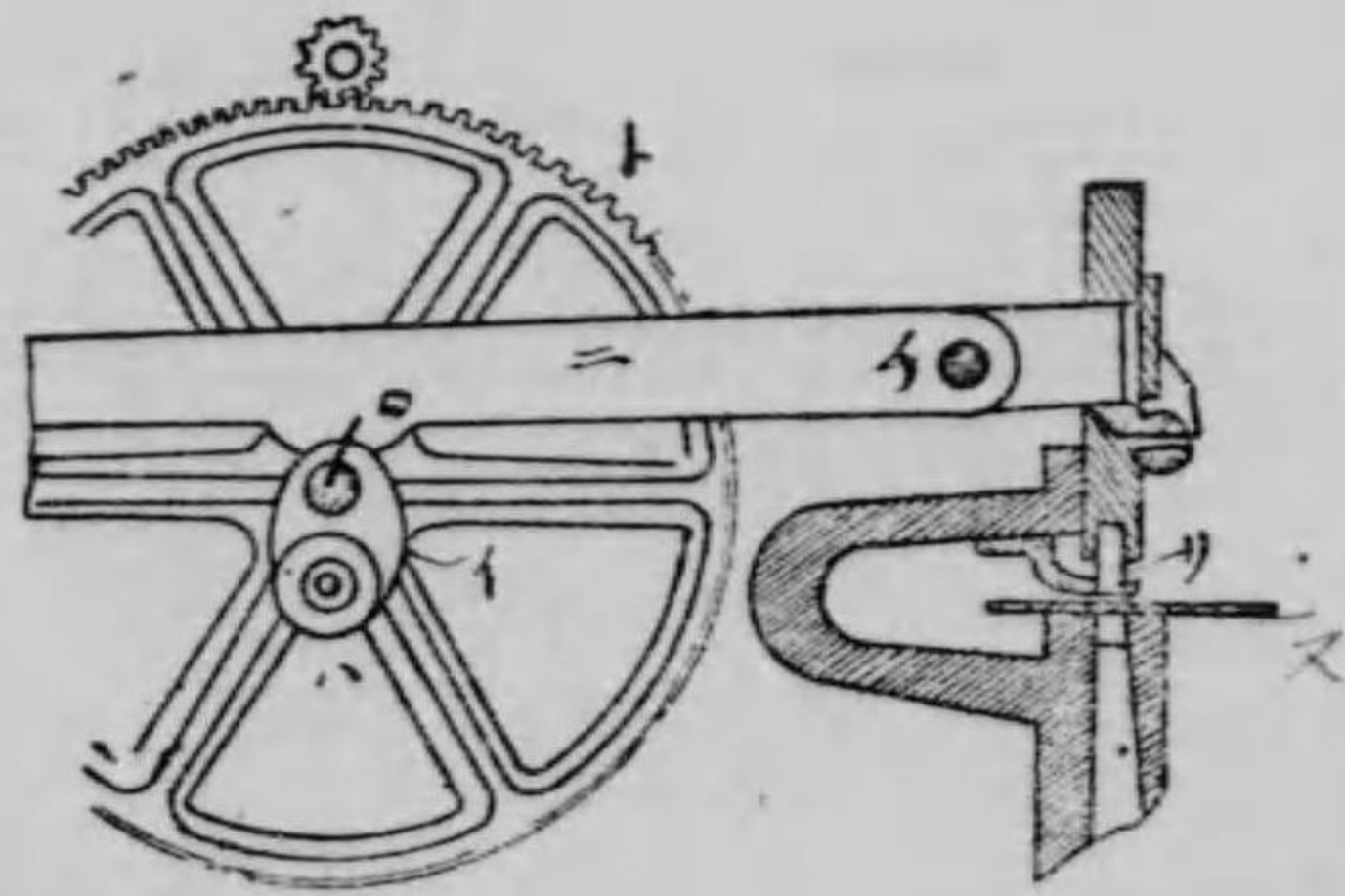


圖三十二百第

時(イ)は梭(Shuttle)なり(イ)と(チ)とは同時に水平竝に垂直直線運動を行ふなり此目的の爲め(ハ)なる槓杆と(ヲ)なる摺動桿を用ゆ槓杆は(ハ)を支點とす(ヲ)は(ロ)なる誘導部に依り水平線上に誘導せらる今圓板(ル)は(ニ)を中心とし矢の方向に回轉す此表面に二種の溝あり外部の溝中には槓杆(ハ)の一端(ホ)挿入し内部の溝には(ヲ)の右端に附せし栓入るなり然る時は槓杆は(ハ)の圓板の回轉するに従ひ點線を以て示す如く上下に往復運動をなす(ヲ)は水平狀に左右に運動するなり此二運動は圓板(ル)の回轉と共に同時に起るなり圖は針が上方にありて働きのなさざる狀を示す今圓板矢の如く回轉すれば(ヲ)は左方に運動し同時に針は下方に垂直動をなすなり(イ)竝に(チ)の衝程

の長さ定まれば架武の形状も之れに依り畫くことを得るなり架武は之を應用する機械に依り其形狀を適當に作るなり第百二十四圖は壓穿機(Punching machine)に應用せしものを示す圖中(ハ)は原動車にして齒車(ト)を回轉す(ト)の軸は(ロ)にして此に架武(イ)を固定す(ハ)は一の轉子なり(ニ)は槓杆にして(チ)なる栓を中心とし運動す(ヌ)は孔を打抜くべき金屬板(リ)は壓穿子(Punch)なり(ト)の齒車回轉する時は(ニ)の槓杆は往復運動をなし(リ)は所要の孔を板より打抜くなり(イ)なる架武の曲線は(ロ)の一回轉中四分の一丈(即ち九十度)槓杆を上昇し且四分の一丈槓杆を下降せしめ残り二分の一

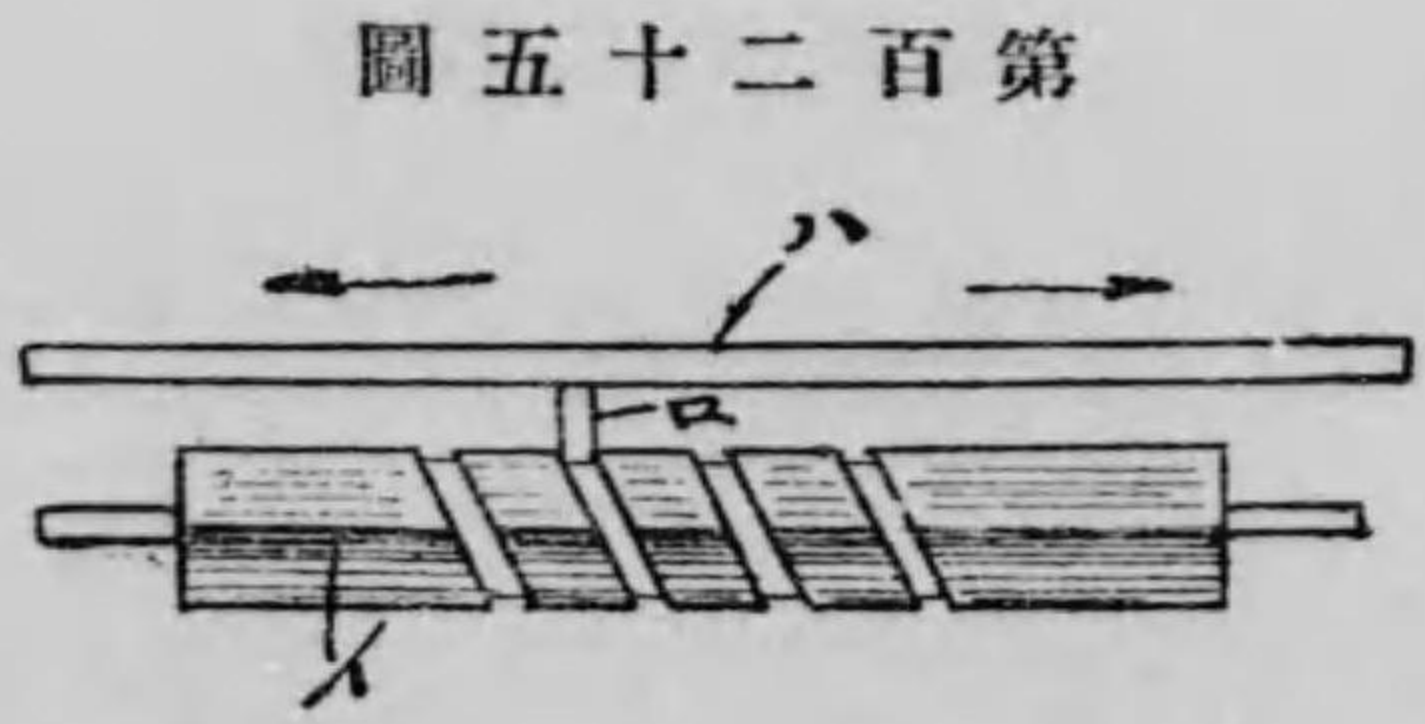
圖四十二百第



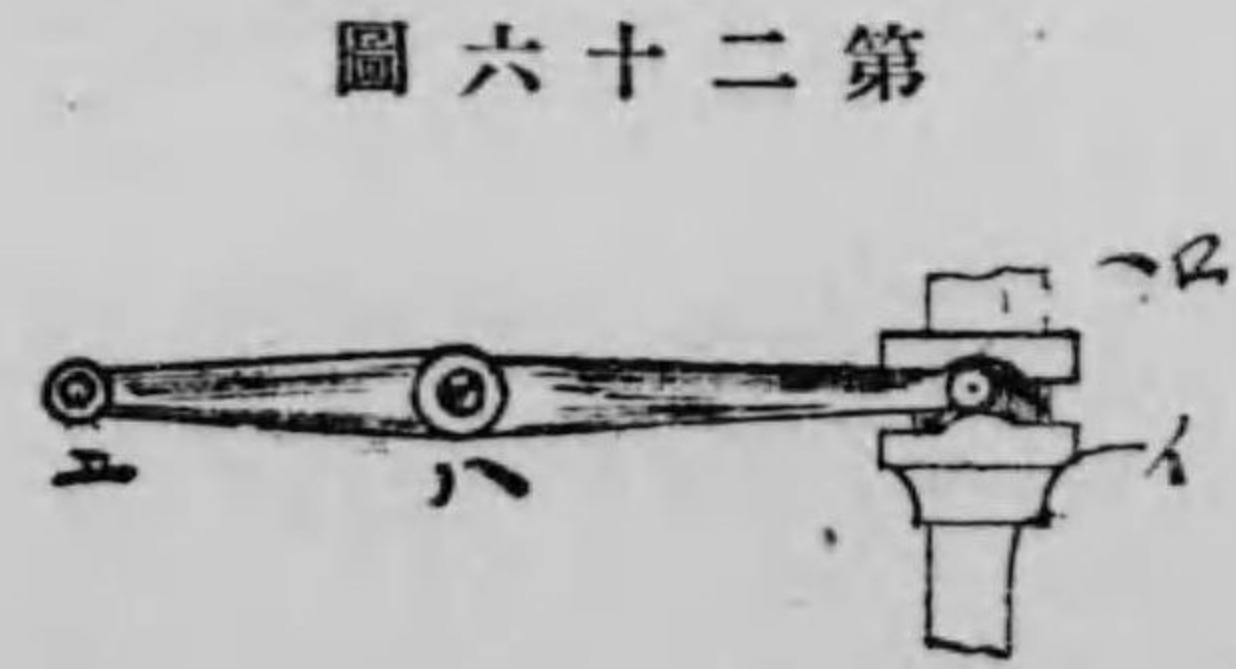
回轉は(ボンチ)は板を離れて極めて僅に運動し職工に金屬板の位置を變更するに充分なる時間を與へ得る様作られしものなり(ハ)なる轉子は架武が最大なる壓力を蒙りし時摩擦を減少する爲めなり。



第百二十五圖は常に等速度を以て摺動鐸に往復運動を與ふる架武なり圖に於て(イ)は其表面の一定の節を有する螺旋形の溝を有す(ロ)は(ハ)に固定せし栓にして



圖五十二百第



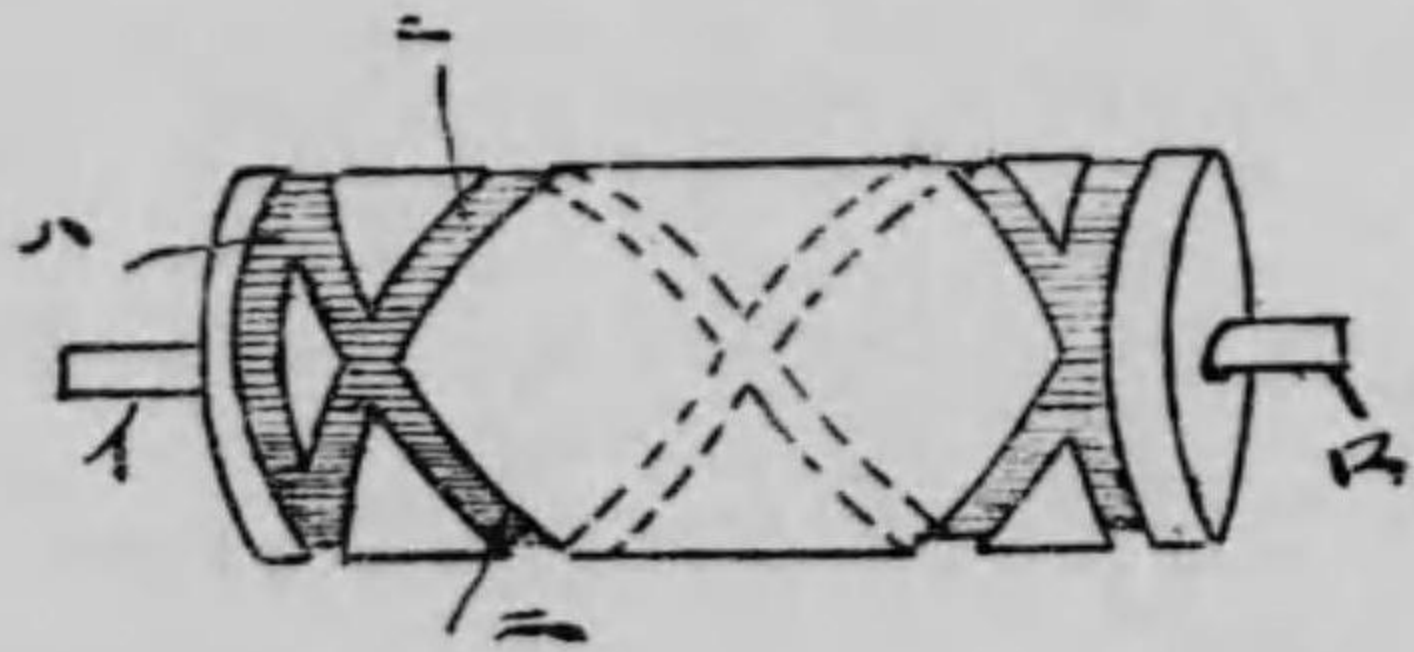
圖六十二第

(イ)の溝中に入るなり今(イ)を回轉すれば一方に等速度を以て水平運動をなす(ハ)が所要の距離丈運動せし時(イ)を前と反對の方向に回轉すれば(ハ)なる鐸は前と反對なる方向に運動す此の如くにして(ハ)に往復直線運動を與ふる事を得るなり。

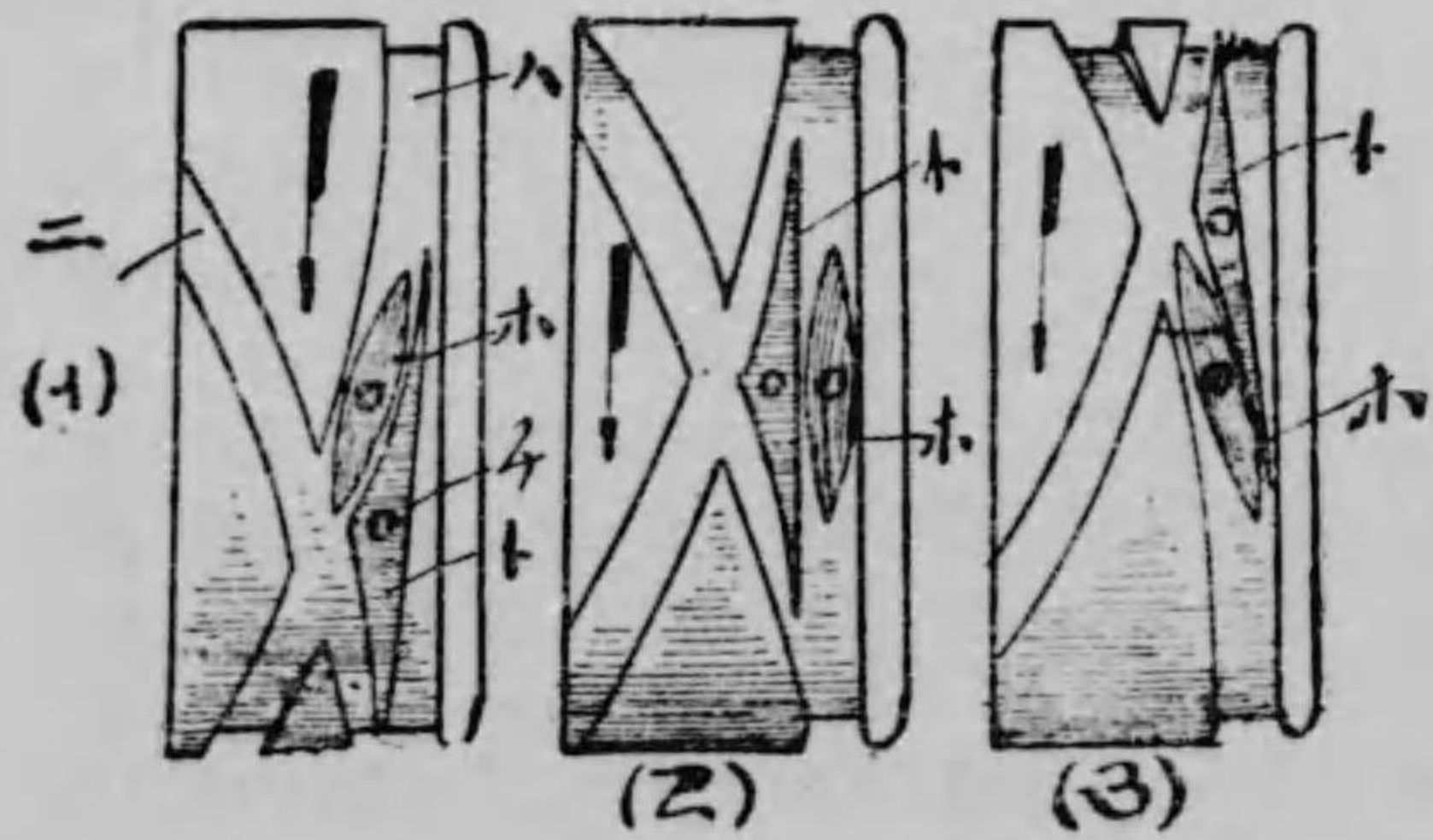
第百二十六圖は轉軸の表面に山形の溝を作り之れを回轉し(ハ)なる槓杆に上下の往復運動を起さしむるものなり圖に於て(ハ)は支點(ロ)は槓杆の端に附せし栓(ニ)をして溝中に挿入す(イ)回轉すれば(ロ)は溝に沿ふて動き從て(ニ)は上下に往復運動をなすなり此槓杆の端は常に彈條其他の装置に依り溝の面に對し壓すること必要なり。

時としては架武を常に同一方向に回轉し一の鐸をして往復運動をなさしむるものあり且鐸が架武の兩端に來りし時暫時靜止して前と反對の方向に摺動せしむるものあり此装置は綿絲紡績機械又は印刷機械等に應用せらるゝなり第百二十七圖は其最も簡單なるものを示す圖中(イ)(ロ)は回轉軸(ニ)

圖七十二百第



圖八十二百第



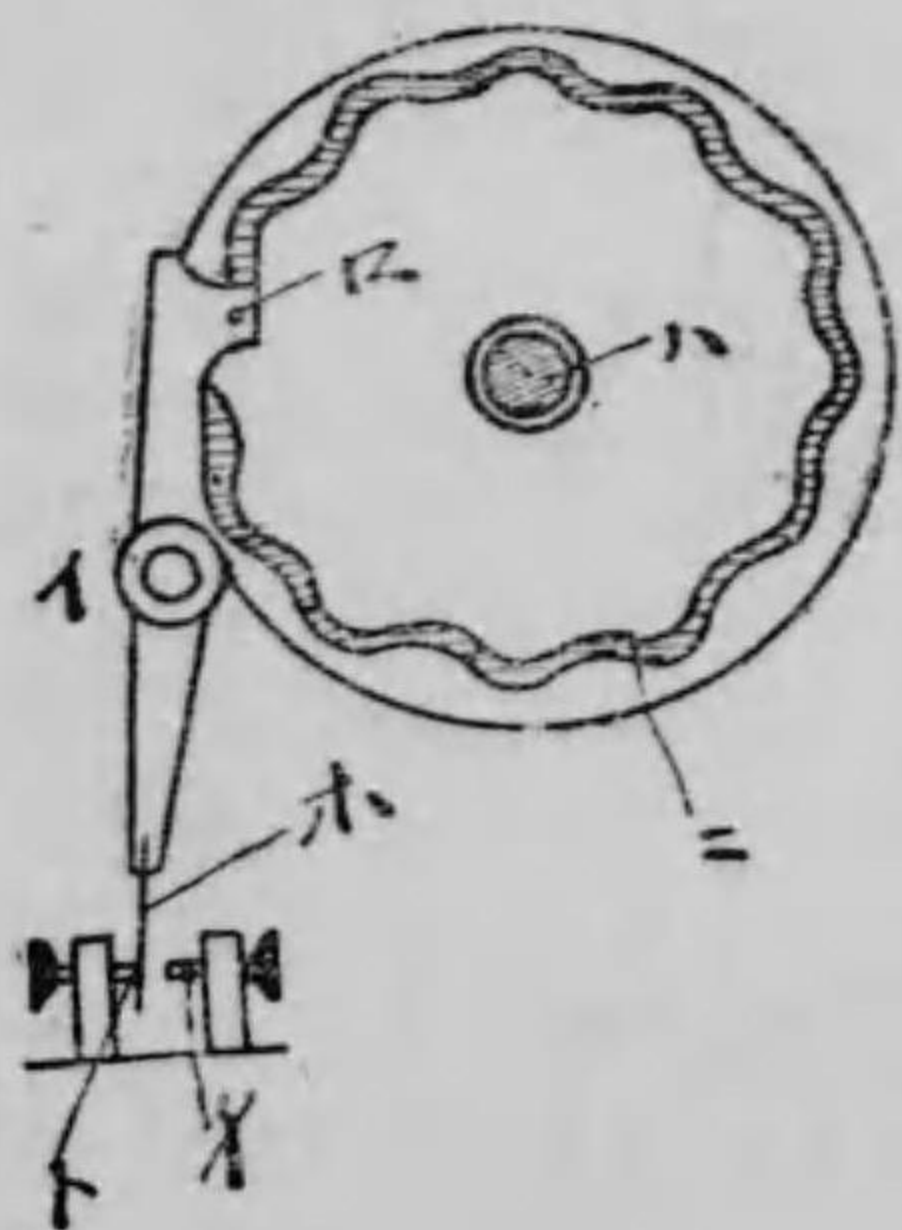
を有する栓を附し之れを(ハ)の溝中に入れ(イ)(ロ)を回轉する時は栓は溝に誘導せら



れて左右に往復運動をなし、兩端に來りし時は(ハ)の溝は單に環狀をなすを以て栓は一時運動を止むれども、或時間の後(ハ)なる環狀の溝より(ニ)なる螺子形の溝に入る時は再び架武の軸線に沿ふて運動を始むるなり。

又時としては栓が架武の端に達せし時架武の一回轉以上静止せしむる必要あり、此場合には特種なる誘導片を使用す、第百二十八圖は此誘導片を示す圖中(チ)は誘導片にして、彈條に依り常に左方に壓せられ且架武軸線に沿ふて平行に僅に動き得るものなり、今(一)に示す如く(ホ)なる栓が(ハ)なる環狀の溝に入らんとする時は、(チ)は少しく傾けらる又架武が一回轉すれば(二)の位置に來るなり、然れども(ホ)は未

圖九十二百第



だ架武の軸線に沿ふて運動せず、尙架武が回轉し(三)の位置に來る時は(ト)は反動力に依り右方に進み(ホ)を螺旋溝に誘導するなり、此れより後に栓は架武の軸線に平行なる運動を始む、此の如く(ホ)の静止する時間を架武の一回轉以上に延すことを得るなり。

架武の一回轉中鐸をして數多の回數往復運動をなさしむることあり、第百二十九圖に示すものは電氣機の轉路器(Commutator)に使用せらるる装置を示す、(ニ)は表面に波形を有する架武にして(ハ)を中心として回轉す、(ロ)(イ)(ホ)は一の槓杆にして(イ)を支點とす、(ロ)は栓にして波形の溝に依り誘導せらる、架武が回轉するに従ひ槓杆(ロ)(イ)(ホ)は左右に往復運動をなし、(ト)又は(チ)と交互に接觸するなり。

圖十三百第



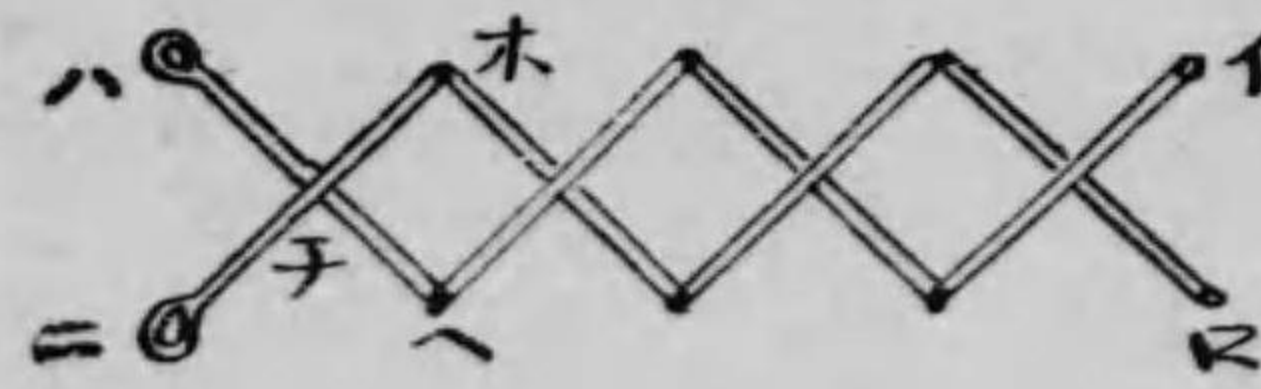
架武は各種の機械に應用せらる、第百三十圖は瓦斯機關(Gas engine)の排氣瓣(Exhaust valve)に應用せしものを示す、圖に於て(イ)は排氣瓣(ト)は架武軸(Cam shaft)にして、曲柄軸より運動を傳へらる(ニ)(ロ)(ハ)は一の屈曲槓杆(Ball crank lever)にして、(ハ)を支點とす、瓦斯機關の排氣瓣は曲柄軸の二回轉毎に一回開き、架武軸は曲柄軸一回轉に付二分の一の一回轉す故に、瓣は架武軸の四分の一の一回轉毎に之を上昇し、開孔すれば可なり、理論上架武の高き部分即ち圖の(チ)より(リ)點の部分の回轉角は九十度にて可なれども、實地上此架武は衝程の終



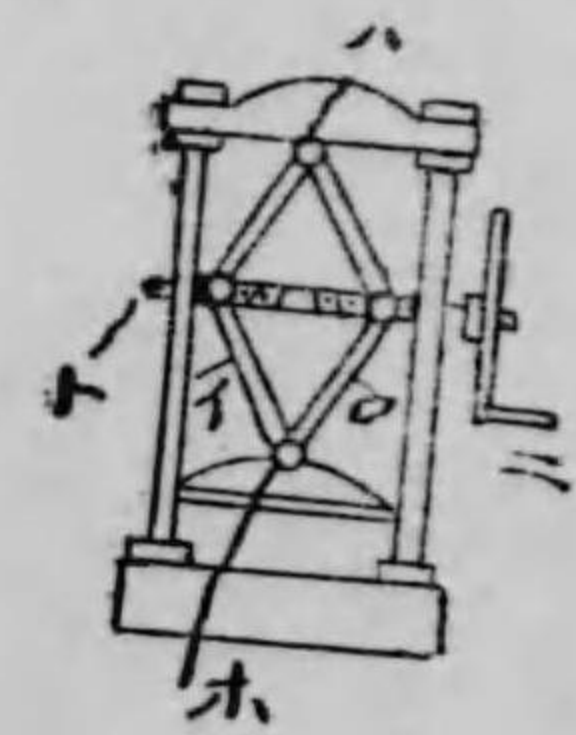
より少しく前に開く故に排氣瓣を上昇せしむる部分の回轉角(α)は九十度より少しく大なるを常とす。

(2) 合成運動を行ふ機構 (Aggregate motion) 機械又は運動する物體に於て二つ若しくは二つ以上の運動が同時に一の物體若しくは部分に起ることあり此運動を稱して合成運動と云ふ此運動は各種の機械に應用せられ極めて有要なるものなれば、今最も簡單なるものに付き説明すべし、第三百三十一圖はレトジータング (Lazy tang)

圖一十三百第



圖二十三百第

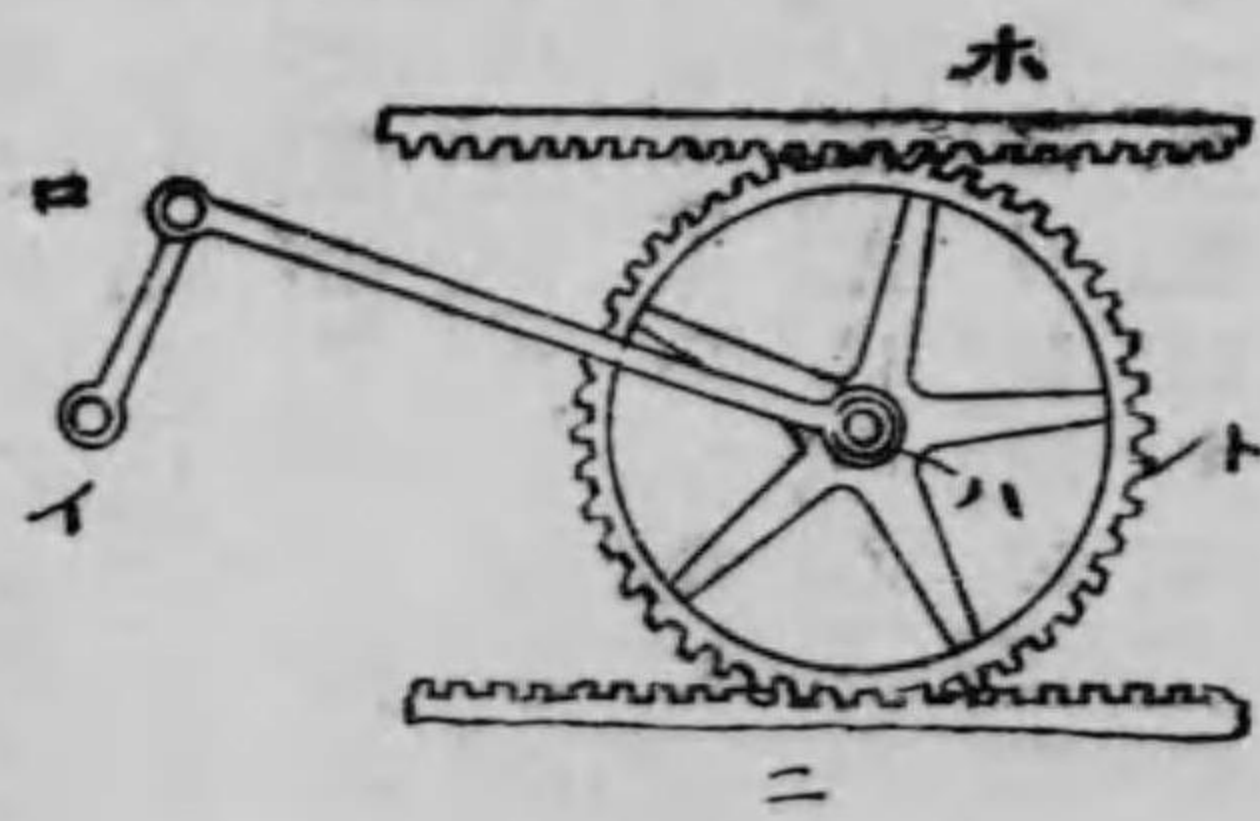


と稱する機構なり、今手にて(ハ)(イ)の部分を外方に擴ぐれば角點(ホ)及び(ハ)は支點(チ)を中心として少しく回轉すべし、其の他の各點も同様に支點を中心として一部分回轉す、此の全部の運動は(イ)(ロ)に傳り(イ)(ロ)は極めて速かに左方に來るべし、若し(ハ)(イ)を前と反對に動かす時は(イ)(ロ)は大なる速度を以て右方に進むべし、上記の(イ)(ロ)に起る運動は即ち合成運動なり、第三百三十二圖に示すものは、トツグルジョイント (Toggle joint) を

應用せし壓縮機 (Press) を示す、此も合成運動の一例なり、圖に於て(ハ)は支點(ホ)は鑄鐵製の壓縮板にして品物を(ホ)と臺との間に入れ壓縮するなり、(ト)は一の螺絲鐸にして右螺子及び左螺子を有し、(イ)(ロ)の中央部に附せし雌螺子に噛み合ふなり、今把車(ニ)を回轉する時は(イ)及び(ロ)は同時に内方に進み(ホ)を下方に壓す、此機械は往々油壓搾機 (Oil Press) として使用せらるゝなり。

第三百三十三圖は印刷機械 (Printing machine) に應用したる機構を示す、圖中(ホ)は左

圖三十三百第



第四十八 簡單なる機構

右に摺動する平板(ニ)は機枠 (Frame) に固定せられたる齒鐸 (Rack) なり、(ト)は一の齒車にして(ハ)なる中心を以て自由回轉す、此中心は(ロ)(ハ)なる連接鐸 (Connecting rod) 及び(イ)(ロ)なる曲柄に連結し、(イ)(ロ)は(イ)を中心として回轉す、今曲柄端に連接鐸に於て單に(ホ)を(ロ)(ハ)なる連接鐸に連結し、(イ)(ロ)を回轉する時は(イ)(ロ)の一回轉に付曲柄の二倍の長さに等しき距離摺動するなり、然るに圖の如く齒車を連接鐸及び曲柄に連結し、(イ)を中心として回轉し、(ト)の回



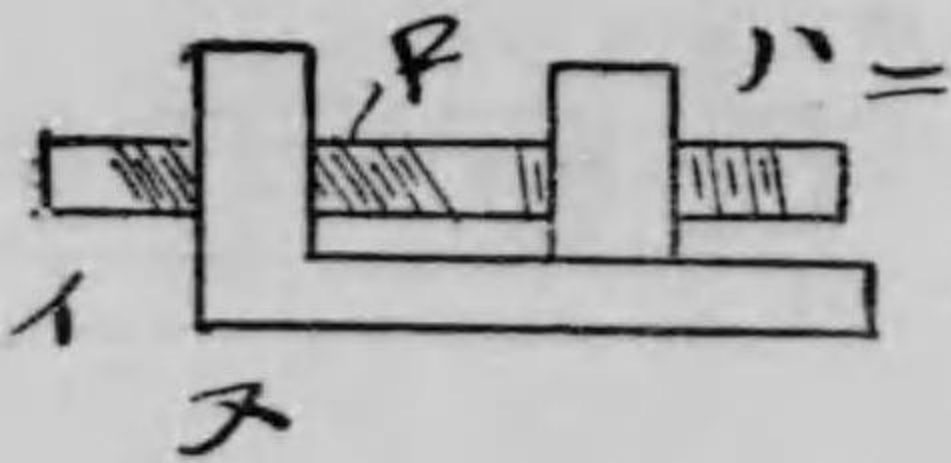
轉運動と同時に其軸心(ハ)を直線上に左又は右に運動せしむる時は(ホ)なる平板は同時に(ト)及び(イ)(ロ)の作用を受け、曲柄をして單に(ホ)を回轉せし時摺動する距離の二倍丈運動す即ち前の場合の二倍丈(ホ)を摺動し得るなり、此理論は次の如し(ト)の齒車の頂點(ホ)と噛み合ふ點は(ニ)より(ト)の直徑に等しき距離にあり、又其中心點(ハ)は(ニ)より(ト)の半徑に等しき高さにあるなり、故に(ニ)を支點として考ふる時は(ト)の齒車の頂點は中心(ハ)の二倍の距離にあるなり、今(ハ)を水平線に沿ふて右又は左に動かす時は齒車の頂點の線速度 (Linear velocity) は(ハ)の二倍なり、即ち齒車の頂點は常に(ハ)の運動する距離の二倍丈運動するなり、此機構に於て齒車(ト)の大きさ變ずるも其周點と支點(ニ)との距離は常に支點(ニ)より中心點迄の距離の二倍に等しければなり。

微動螺子

微動螺子 (Differential screw) 微動螺子も亦合成運動をなす一の装置なり、第三百十四圖は微動螺子を示す圖に於て(イ)は一の圓錐にして(ロ)及び(ニ)なる二種の節相異なる螺子を有す(ハ)は一の雌螺子なり、今(ロ)及(ニ)の節を夫々(ト)及(チ)とし(イ)を一回轉せば(ハ)は如何程動くやを研究すべし(イ)の錐一回轉せば(ヌ)の部分に螺子あるを以て

(ロ)の節(ト)丈錐右方に前進す、即ち(ハ)は錐と共に(ト)丈進まんとするなり、然るに(ハ)に雌螺子あるを以て(ハ)は(イ)の一回轉に付(ニ)の節(チ)丈後方に進まんとす、此の二つの作用の爲め結局(ハ)は節(ト)と(チ)の差丈右方に進行す、故に(ハ)は極めて小なる距離進行す、此微動螺子は力比を増加する場合に多く使用せらるゝなり、今例を取りて之れを説明すべし。

圖四十三百第



(例四十三) 第三百十四圖に示す微動螺子あり、同圖の螺絲錐(ロ)の節を四分の一時(ニ)の節を十六分の三時とす、今(イ)の端に直徑十時の把車を固定し其周圍に三十封度の力を加ふるとせば(ハ)は幾何の抵抗力に打勝て進行するや、

先づ把車の一回轉に付(ハ)の進行する距離を知るを要す。

(イ)の一回轉に付(ハ)の進行する距離  $\parallel \frac{1}{4} - \frac{3}{16} \parallel \frac{1}{16}$  (寸)

消費せし勢は若し摩擦抵抗を除去する時は爲したる仕事に等しと云ふ原則に依りて

$$\frac{3.1416 \times 10}{12} \times 30 = \frac{1}{16} \times \frac{1}{12} \times (\text{ハ}) \text{の抵抗力}$$



消費せし勢(尺封度) = 爲したる仕事(尺封度)

12にて除したるは、運動せし距離(吋)にて測りしものなるを以て之れを呎に換算する爲めなり。

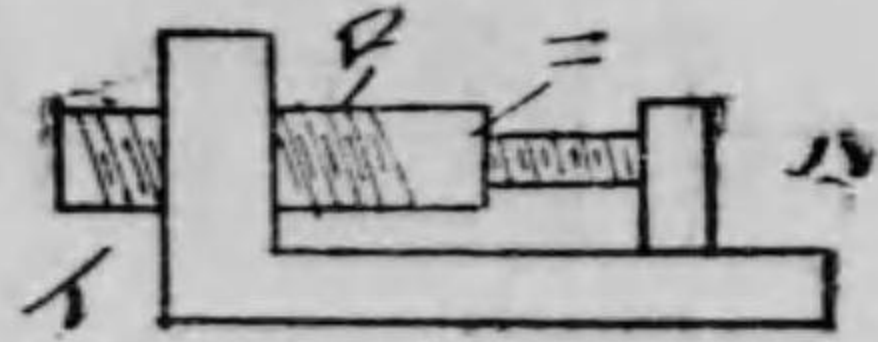
$$\begin{aligned} \text{(イ)の抵抗力} &= \frac{3.1416 \times 10 \times 30}{1} = 3.1416 \times 10 \times 30 \times 16 \\ &= 15079 \text{ (封度)} \end{aligned}$$

$$\frac{15079}{2240} = 6.7 \text{ 噸}$$

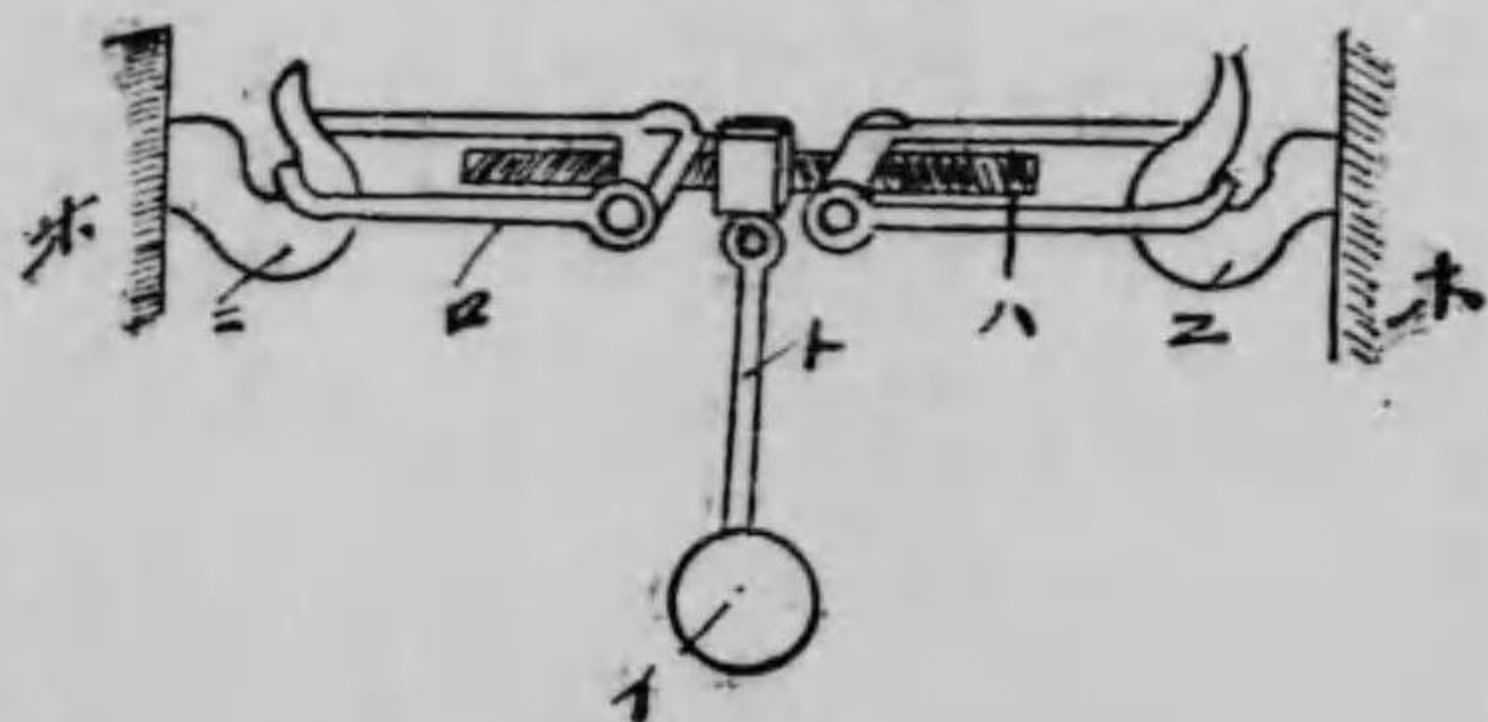
噸 六七噸

僅かに把車の周圍に三十封度の力を加へしに(ハ)に於ては六、七噸の抵抗力に打勝つことを得るなり、然れども實際の場合には螺絲の接觸部の摩擦抵抗力の爲め其價を減少するなり。

圖五十三百第



圖六十三百第



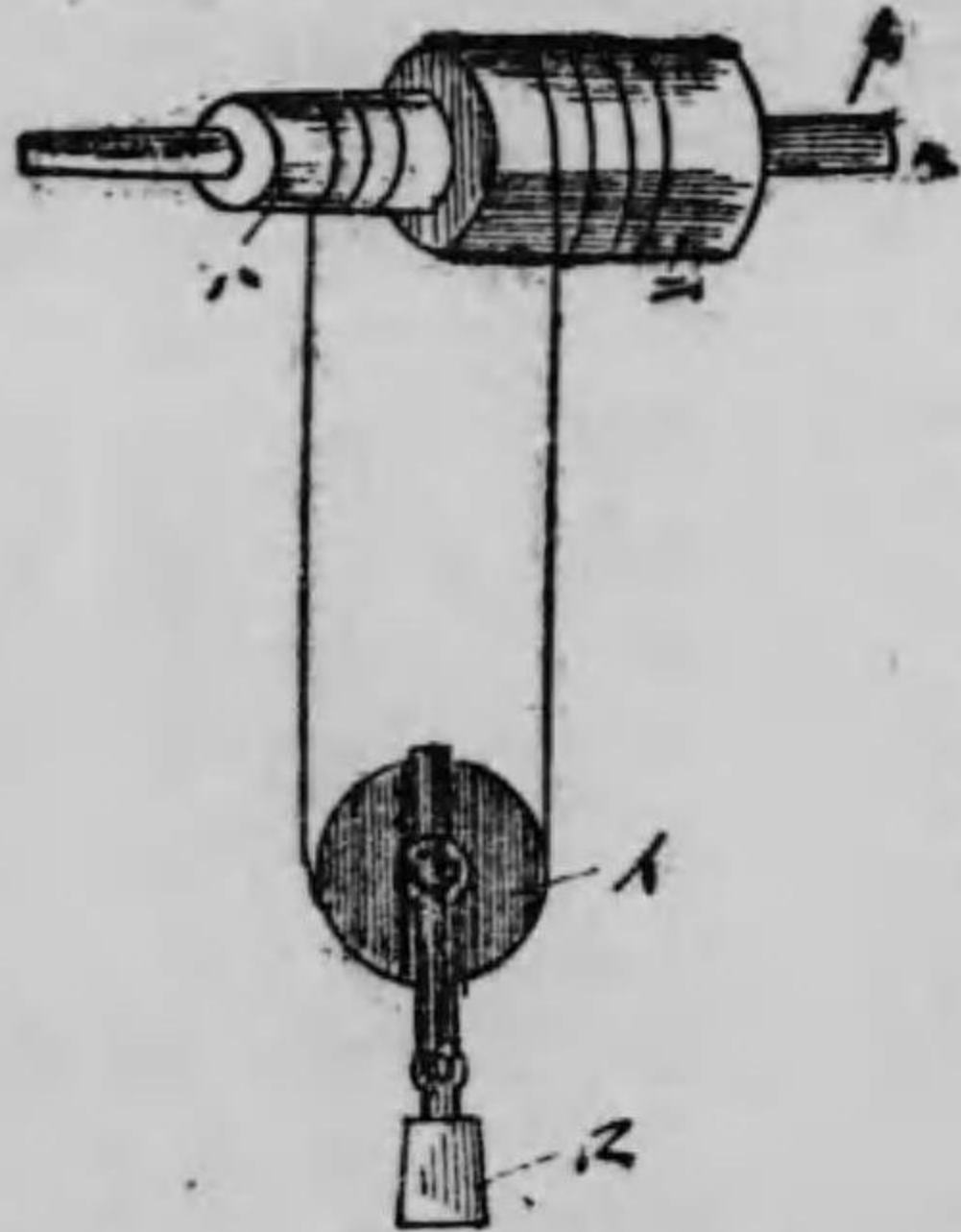
第三百三十五圖は「ハンター」式螺子(Hunter's screw)と稱するものにして、微動螺子の少しく變りたるものなり、圖に於て(ロ)は普通の螺子にして其右端の中部は雌螺子

五〇

となり(ニ)なる雄螺子を挿入す、(ニ)の先端には(ハ)なる片を附し(ハ)は回転することを得ざらしむ、今(イ)を右方に一回轉する時は(ハ)は鐸と共に(ロ)の節丈右方に進まんとす、然るに(ニ)は(イ)が右方に一回轉すれば反て左方に退かんとす、故に(ハ)は(ロ)及び(ニ)の節の差丈進行す、此働きは前に説明せし微動螺子に等し、上述の場合には凡て右螺子を全部に切りしものを示す、若し二本の雄螺子(ロ)及び(ニ)が一方右螺子にして他方左螺子の場合には鐸の一回轉に付(ハ)は二つの螺子の節の和に等しき距離進行す、此左右螺子を併用する事は多く各機械に應用せらるゝなり。

五一

圖七十三百第



なり。

第三百三十六圖は、鐵道の客車を連結する接

合部(Coupling)を示す圖に於て(ホ)(ホ)は客車の一部、(ニ)は客車に附したる鈎を示す、(ト)を回転すれば同時に(ロ)及び(ハ)の左右螺子を回転し、(ニ)を接近し、又は反對に回転し之を分離せしむることを得るなり、(ト)なる横杆が相當の長さを有する理由



は螺子を回轉するに容易ならしむる爲めなり又(イ)なる重錘は客車運轉中螺子の弛む事を防ぐ爲めに附せしものなり小なる力を以て重大なる品物を揚ぐるに用ひる捲揚機(Windlass)は合成運動の一例なり第三百三十七圖に於て(ハ)及び(ニ)の大き異なる圓筒に互に反對の方向に綱を巻き其一端に荷重を附し圓筒を回轉し荷重を揚ぐるなり今圓筒を矢の方向に回轉すれば(三)は綱を巻き揚げ同時に(ハ)は綱を巻き戻すなり故に荷重は其差丈上昇し從て筒に小なる力を加へ大なる荷重を上昇し得るなり。

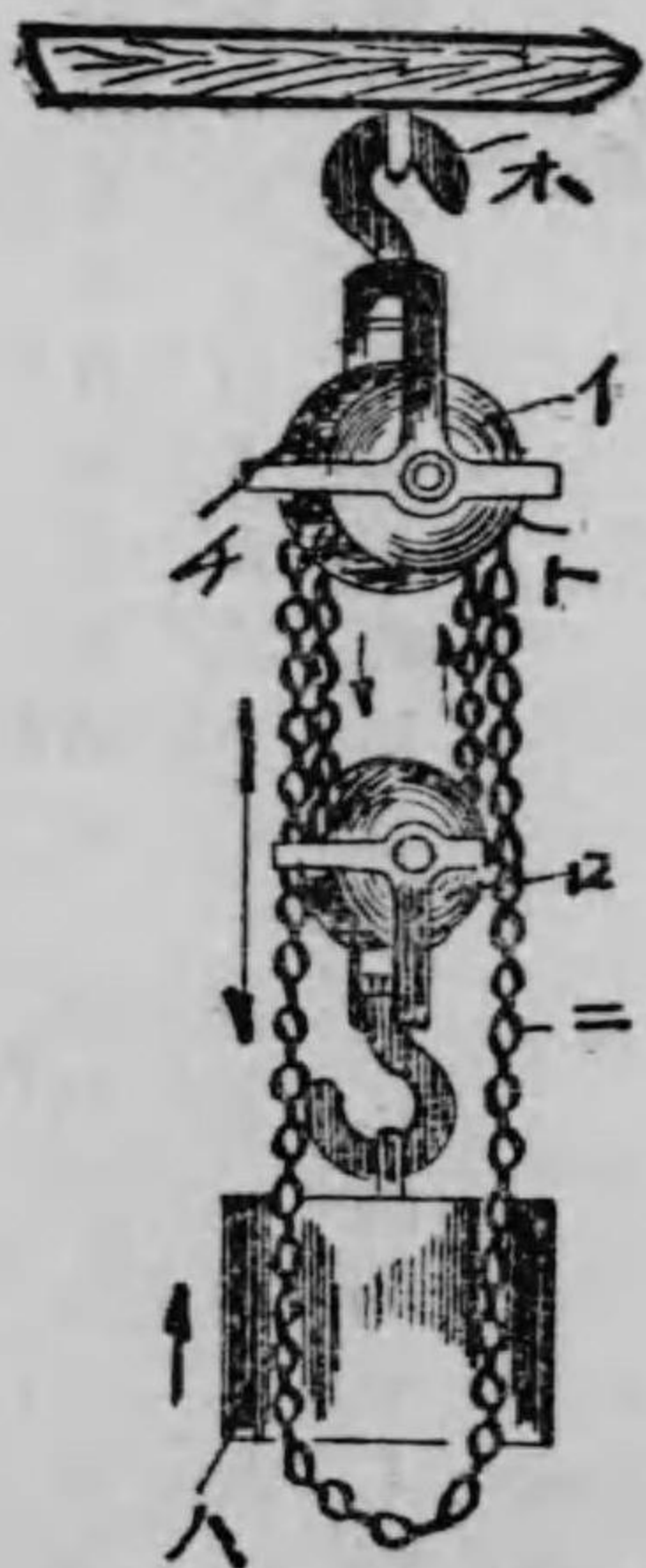
(例四十四) 捲揚機あり大なる圓筒の直徑十一吋小なる圓筒は十吋の直徑を有す、

今此圓筒の軸に半徑廿吋の把手(Handle)を附し之れに十封度の力を加ふれば幾封度の荷重を上昇し得るや。

圓筒一回轉に付荷重の上昇する高さ

$$= 3.1416 \times 11 - 3.1416 \times 10 = 3.1416 \text{ 吋}$$

圖八十三百第



圖九十三百第



第四十八 簡單なる機構

即ち加ふる力の八十倍丈の荷重を上昇し得るなり。

捲揚機の缺點は綱の長さを多く要するにあり此缺點を補ふ爲めに有名なる

「ウエストン」式微動滑車 (Weston's differential pulley-block) 發明せられたり。

第三百三十八圖は上記微動滑車を示す圖に於て(イ)及び(チ)は其直徑の差小なる滑車にして一體の車として上部の軸上に於て回轉す此滑車並に(ロ)の滑車に首尾連結せる鎖を附し下端に(ハ)なる荷重を懸く第三百三十九圖は上部の滑車の切斷圖第四百十圖は微動滑車の略圖を示す第四百十圖に於て(リ)をし

荷重のなしたる仕事は若し摩擦抵抗を除算する時は加へたる勢に等しきが故に

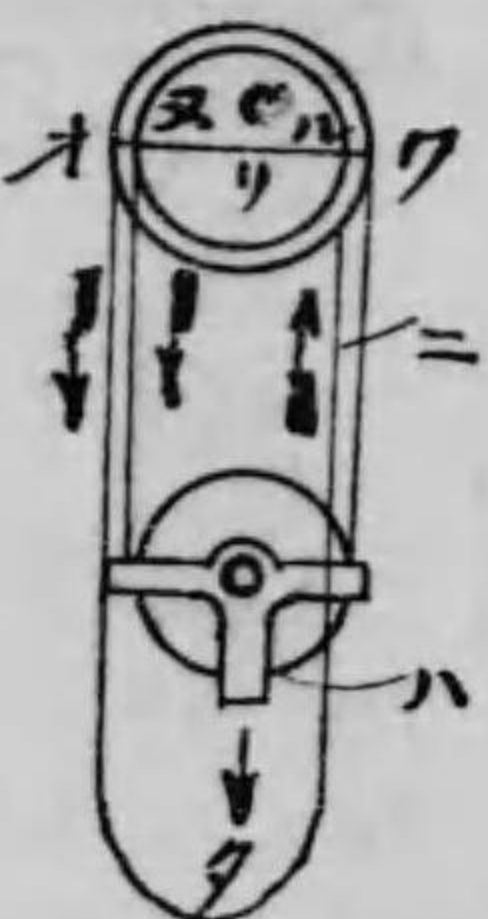
$$\frac{3.1416}{12} \times \text{荷重} = \frac{2 \times 20}{12} \times 3.1416 \times 10$$

$$\text{荷重} = \frac{2 \times 20 \times 3.1416 \times 10}{12} + \frac{3.1416}{12} = 2 \times 2 \times 20 \times 10 = 800 \text{ 封度}$$

答 八百封度



圖十四百第



て上部滑車の中心とし之を通じて(オ)(リ)(ワ)なる水平線を引くべし。今鎖は滑車の周圍に於て少しも滑らざるものとす。此場合に於て荷重を引き揚ぐる爲め鎖に加ふる力は下記式に依り之を算出することを得。

$$\text{鎖に加ふる力} = \frac{\text{荷重} \times (\text{オの半径} - \text{リの半径})}{2 \times (\text{オの半径})}$$

即ち「ウエストン」式微動滑車に於て荷重を上昇するに要する力が荷重に上部二つの滑車の半径の差を乗じ之れを大なる滑車の半径を二倍せしもの即ち直径にて除せし商なり。

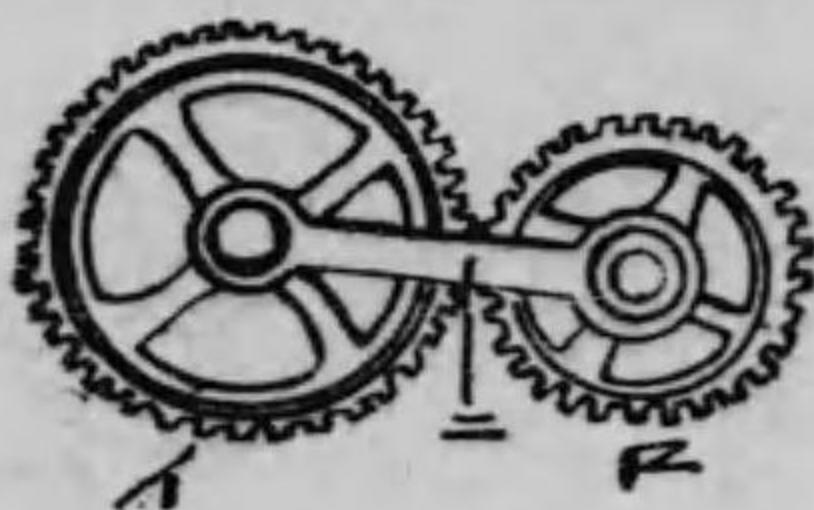
上記の式は力率の理論並に仕事の原則等に依り容易に證明することを得るなり。

(例四十五) 「ウエストン」式微動滑車あり上部大なる車の直径十五吋小なる車の直径十四吋なり。今此滑車を用ひ百貫目の荷重を上昇せんとす。鎖に加ふる力幾何なるや。

$$\text{鎖を引く力} = \frac{100 \times \left( \frac{15}{2} - \frac{14}{2} \right)}{2 \times \frac{15}{2}} = \frac{100(15-14)}{30} = 3.333$$

略 川崎川田川十川

圖一十四百第

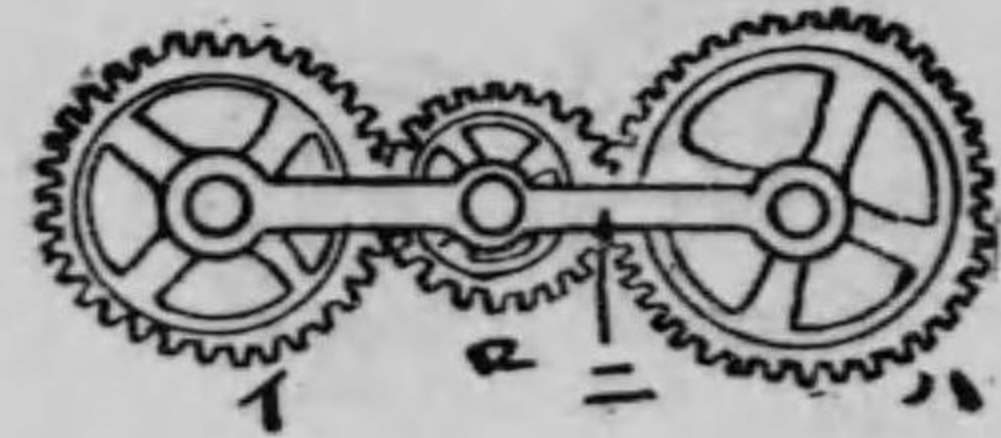


第四十八 簡單なる機構

齒周外轉齒車 (Epicyclo train) 此齒車は普通のものとは異り齒車の回轉すると同時に之れを支持する軸も回轉するなり。第百四十一圖は最も簡單なる齒周外轉齒車を示す。圖に於て(イ)なる齒車は一個所に固定せられ、少しも回轉すること能はず。(ロ)なる車は(ニ)の支持臂を(イ)の中心を中心とし回轉すると同時に其軸心に於て回轉するものとする。今支持臂を一回轉する間に(ロ)が幾回轉するやを研究すべし。便宜の爲め(イ)及び(ロ)の齒數を夫々四十五枚及び三十枚とす。支持臂の一回轉に付(ロ)は恰も  $\frac{30}{45} = \frac{2}{3}$  回轉をなすが如く見ゆれども、此は誤りにして實際(ロ)は臂の一回轉に付  $\frac{2}{3} + 1 = \frac{5}{3}$  回轉するなり。今此理由を説明するが爲めに三つの齒車の場合を取るべし。第百四十二圖に於て(イ)は固定したる齒車(ロ)は中間

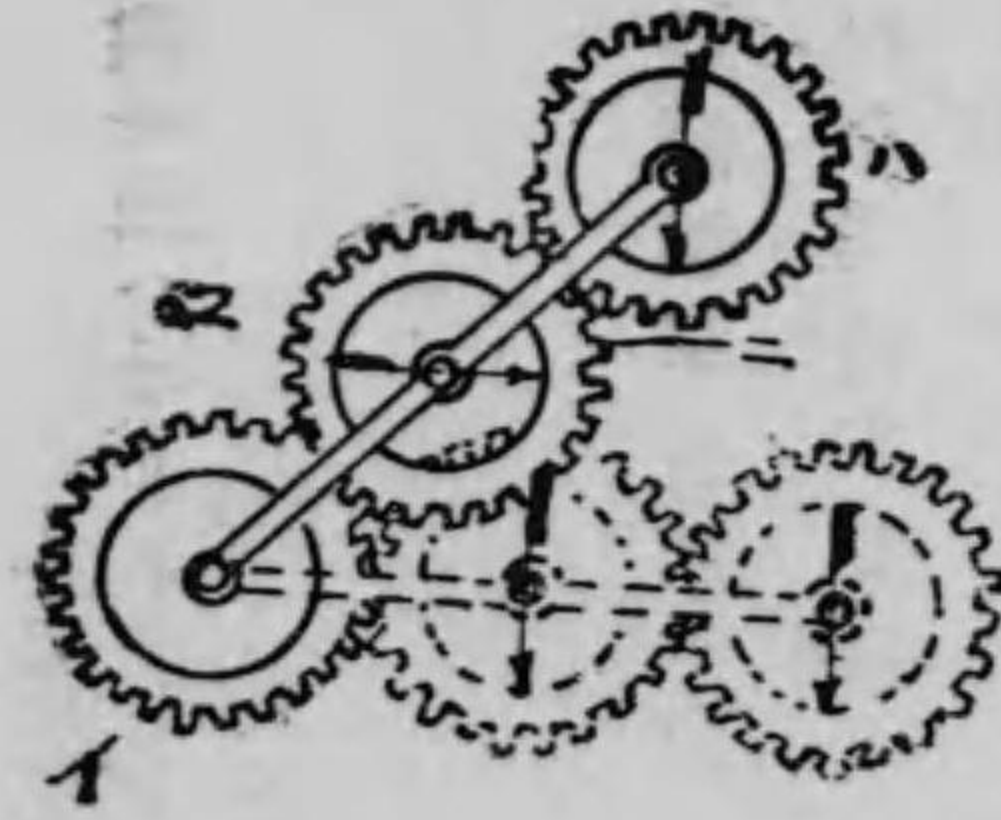


圖二十四百第



齒車(ハ)と(イ)と齒數等しき齒車とす。圖中(ニ)なる支持臂を(イ)を中心として一回轉する時は、(ハ)の齒車は臂(Arm)の回轉する方向に反對なる方向に一回轉せんとし、且同時に臂上にあるを以て臂と同方向に一回轉せんとす。故に此二つの合成運動の結果は(ハ)をして少しも其軸心に於て回轉することなからしむ。即ち臂を一回轉するも(ハ)は少しも回轉せざるなり。第四百十三圖は上記運動の有様を示すものなり。圖は臂(ニ)を原位置より四十五度回轉せし狀を示す。(ロ)の齒車は九十度回轉し(ハ)は少しも回轉せざるなり。點線は齒車の原位置を示す。此事實は常識にて考ふるも明かに了解し得るなり。一般に齒周外轉齒車に於て定時間に於ける臂の回轉數を(オ)とし、第一の齒車が回轉するものとし、同時に於ける回轉數を(ワ)とす。又臂に附したる最後の齒車の回轉數を(カ)とす。又列輪の價(Value of train)定時間

圖三十四百第



に於ける原動車の回轉數にて、受動車の回轉數を除せしものなり。第四十一列輪の項を參照すべし。(ヨ)とす。然る時は第一の齒車は臂に對し(ニ)(キ)回轉す。即ち齒車は軸心に於て(ワ)回轉し同時に臂は(オ)回轉するが故に齒車が臂に對する關係運動は上部二つの回轉數の差に等し、同様にして最後の齒車も臂に對し(キ)(キ)回轉す。換言すれば第一の齒車が(ニ)(キ)回轉する間に最後の齒車は(キ)(キ)回轉す。故に列輪の價(ヨ)は下の如し。

$$\text{列輪の價(ヨ)} = \frac{\text{(カ)} - \text{(オ)}}{\text{(ワ)} - \text{(オ)}}$$

齒周外轉齒車には三種の場合あり、第一は第一の齒車は其軸に固定せられ少しも回轉する能はざる時、此場合には上式の(ワ)の價を零とすれば可なり。臂の回轉數に對する最終の齒車の回轉數は

$$\text{最終の齒車の回轉數(カ)} = \text{臂の回轉數(オ)} \{ 1 - \text{列輪の價(ヨ)} \} \dots \text{(甲)}$$

$$\text{最終の齒車の回轉數(カ)} = \text{臂の回轉數(オ)} \{ 1 + \text{列輪の價(ヨ)} \} \dots \text{(乙)}$$

上式中(甲)最終の齒車の回轉の方向最初の齒車と同一なる時、又(乙)は反對なる時



に用ゆ。

(例四十六) 齒周外轉齒車あり各五十枚の齒數の齒車二個を有す此中第一の齒車は軸に固定し回轉せず今第一の齒車の軸心を中心とし臂を一分間百回轉せしむる時は第二の齒車は一分間幾回轉するや。

此場合に於て若し第一の齒車が回轉するものとせば第二の齒車は反對の方向に回轉す此場合に於ける列輪の價は  $\frac{50}{50} = 1$  なり故に(乙)式を用ゆ。

最終の齒車即ち第二の齒車の回轉數=(臂の回轉數)  $100 \times (1) = 100 \times 2 = 200$  回轉

答 一分間二百回轉

此の如く二個の同齒數を有する齒周外轉齒車に於て第一の齒車固定する時は第二の齒車は臂の回轉數の二倍丈回轉するなり。

(例四十七) 齒周外轉齒車あり三個の齒車を有し第一、第三の齒車は同齒數なり、此場合に於て臂を一分間百回轉する時は、第三の齒車は一分間幾回轉するや。

列輪の價は 1 に等しく最終の齒車は第一のものと同方向に回轉す故に(甲)式を

用ゆ。

用ゆ。

第三の齒車の回轉數  $= 100 \times (1-1) = 0$  答 第三の齒車は少しも回轉せず

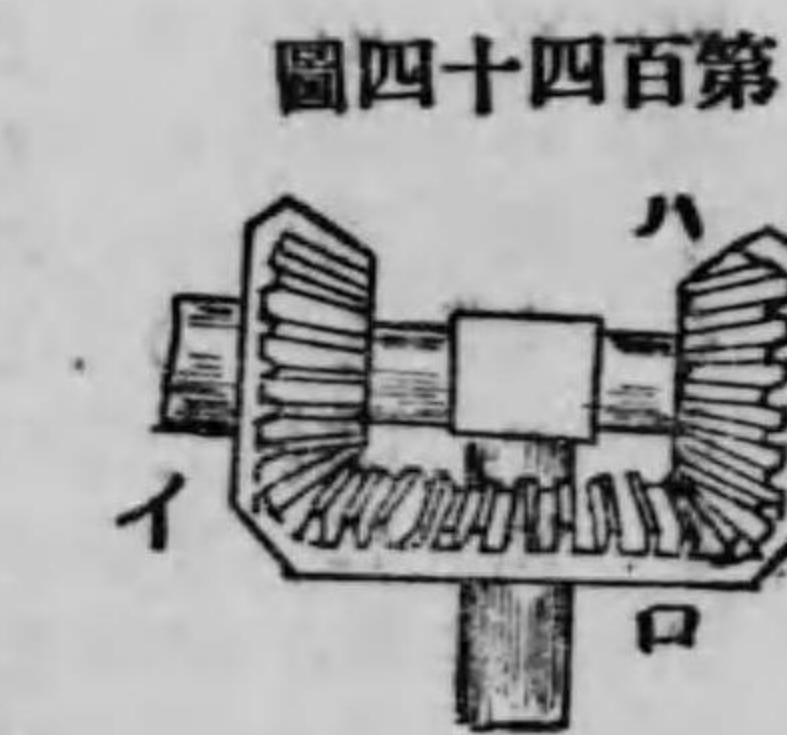
此は既に第四百十二圖に於て説明せし事實に一致するなり。

(例四十八) 第四百十一圖に示す齒周外轉齒車あり第一の齒車及び第二の齒車の齒數は夫々四十五枚及び三十枚なり今臂を一回轉する時は第二の齒車は幾回轉するや。

此場合に於ける列輪の價は  $\frac{45}{30} = \frac{3}{2}$  なり前記(乙)式に依り

$$\text{第二の齒車の回轉數} = 1 \times (1 + \frac{3}{2}) = \frac{5}{2} = 2.5$$

答 二五回轉即ち臂の二回轉に付第二の齒車は五回轉す



齒周外轉齒車は正齒輪のみならず歪齒輪にも同様に應用せらるゝなり、第四百十四圖は其一例を示すものなり、圖に於て(イ)は左方軸に固定し少しも回轉し得ざる齒車なり、之を靜止齒車(Dead wheel)と云ふ(ロ)は臂の軸上にありて自由に回轉し得るなり、(ハ)は一の



歪齒輪にして右方の軸に楔栓 (Key) にて固定す、今歪齒輪 (イ) 及び (ハ) の齒數を等しきものとす、歪齒輪 (ロ) を有する臂を一回轉せしめ、若し (ロ) をして軸上に於て回轉せざるものとすれば、臂の一回轉に付 (ハ) は同じく一回轉すべし、然るに (ロ) は構造上臂の回轉と共に軸上に於て回轉するを以て、此運動を (ハ) に傳へ (ハ) を尙一回轉せしむべし、即ち (ハ) は臂の一回轉に付丁度二回轉するなり、此は前に説明せし公式に依り計算することを得、上の場合には最終の齒車 (ハ) は最初の齒車 (イ) と回轉の方向を異にす、故に公式 (乙) を用ゆ。

最終の齒車の回轉數 = 臂の回轉數 (イ) + 列輪の價

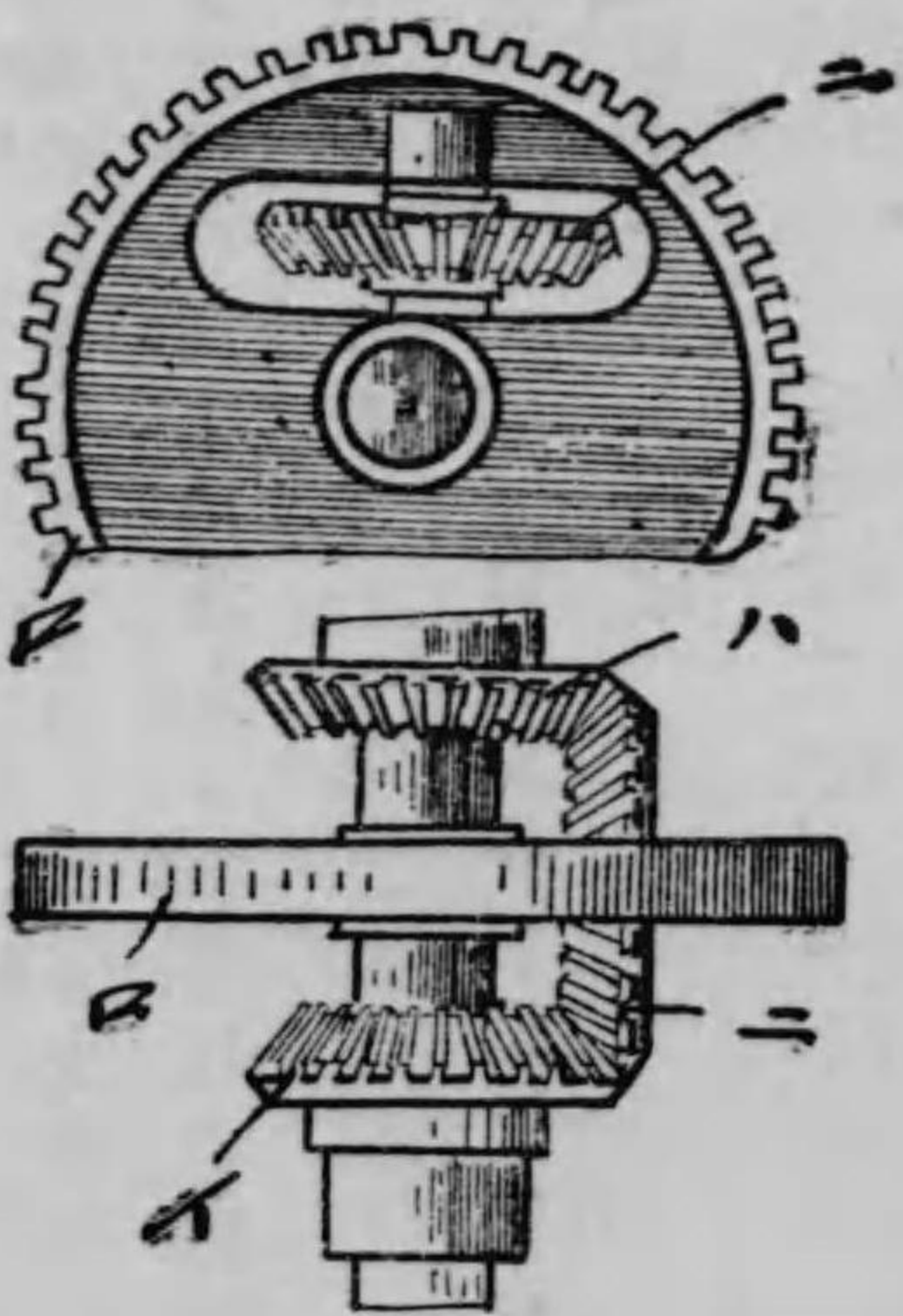
(イ) 及び (ハ) は同齒數なるを以て列輪の價は 1 なり故に

最終の齒車 (ハ) の回轉數 =  $1 \times (1 + 1) = 2$

二回轉なり、即ち前述の結果と相一致するなり。

歪齒輪を用ひし齒周外轉齒車は、綿絲紡績機械の初紡機に應用せらる、此機に於ては篠 (Silver) は常に一定の速度にて轉子 (Roller) より送出され、其下部にある木管 (Bobbin) に巻き付けらるゝなり、故に木管の直徑は篠の巻き付くに従ひ其大きさを増

第四百四十五圖



第四百四十六圖

加す、從て木管の回轉速度は漸次之を減少するを要す、此目的を遂ぐる爲め齒周外轉齒車を使用す、第四百四十五圖及び第四百四十六圖は上記装置の中齒周外轉齒車を示すものなり、圖に於て (イ) 及び (ハ) は同一の齒數を有する歪齒輪にして各異りたる軸上に固定せらる、(ロ) は大なる正齒輪にして其内部に (ニ) なる歪齒輪を有す、(三) は其自身の軸に於て自由に回轉し得るなり、此機構は恰度第四百四十四圖に示すものに等し、第四百四十五圖に於ては臂の代りに (ロ) なる正齒輪を代用せしのみなり、今 (イ) なる歪齒輪を定速度に回轉し、此と同時に (ロ) を回轉する時は、(ハ) は (ロ) の回轉數に依り所速の回轉速度にて回轉す。

此は齒周外轉齒車の第二の場合にして、最終の齒車 (ハ) の回轉數は下の式に依り算出することを得。



最終の齒車の回轉數 = (1-1) 列輪の價(臂)の回轉數 + (最初の齒車の回轉數 × 列輪の價) ……(丙)

最終の齒車の回轉數 = (1+1) 列輪の價 × 臂の回轉數 - (最初の齒車の回轉數 × 列輪の價) ……(丁)

上式は一般に最初の齒車臂及び最終の齒車が皆回轉する場合に應用するものにして(丙)は最終の齒車の回轉の方向が最初の齒車と同一なる時又(丁)は反對なる時に用ゆ。

初紡機に應用したる機構に於ては最終の齒車の回轉の方向は最初のものと同なり故に(丁)式を用ゆ。

此場合に(イ)(ロ)(ハ)を以て夫々歪齒輪(イ)臂(ロ)及び最終の歪齒輪(ハ)の回轉數とし且(イ)(ニ)(ハ)の齒車は其大さ相等しく列輪の價は1なるを以て(丁)式を應用すれば下の公式を得るなり。

$$(ハ) = (1+1) \times (ロ) - (イ) \times 1 = 2 \times (ロ) - (イ)$$

兩項に(イ)を加ふれば

$$(イ) + (ハ) = 2 \times (ロ)$$

即ち下の規則あり。

「最初の歪齒輪並に最終の歪齒輪の回轉數の和は臂の回轉數の二倍に等しく最終の歪齒輪の回轉數は臂の回轉數の二倍より最初の歪齒輪の回轉數を減じたるものに等し」

(例四十九) 第四百十六圖に示す齒周外轉齒車あり歪齒輪(イ)及び正齒輪(ロ)は同方向に一分間三百回轉す最終の歪齒輪(ハ)の回轉數幾何

$$(ハ) = 2 \times (ロ) - (イ) \text{ 式を應用し}$$

$$(ハ) = 2 \times 300 - 300 = 300$$

答 一分間三百回轉

(例五十) 同上の場合に於て正齒輪(ロ)が一分間二百二十五回轉し(イ)が一分間三百回轉する時は(ハ)は一分間幾回轉するや。

$$(ハ) = 2 \times 225 - 300 = 150$$

答 一分間百五十回轉

(例五十一) 右の場合に於て(ロ)が一分間百五十回轉し(イ)が前と等しく一分間三百回轉する時は(ハ)は一分間幾回轉するや。

$$(ハ) = 2 \times 150 - 300 = 0$$

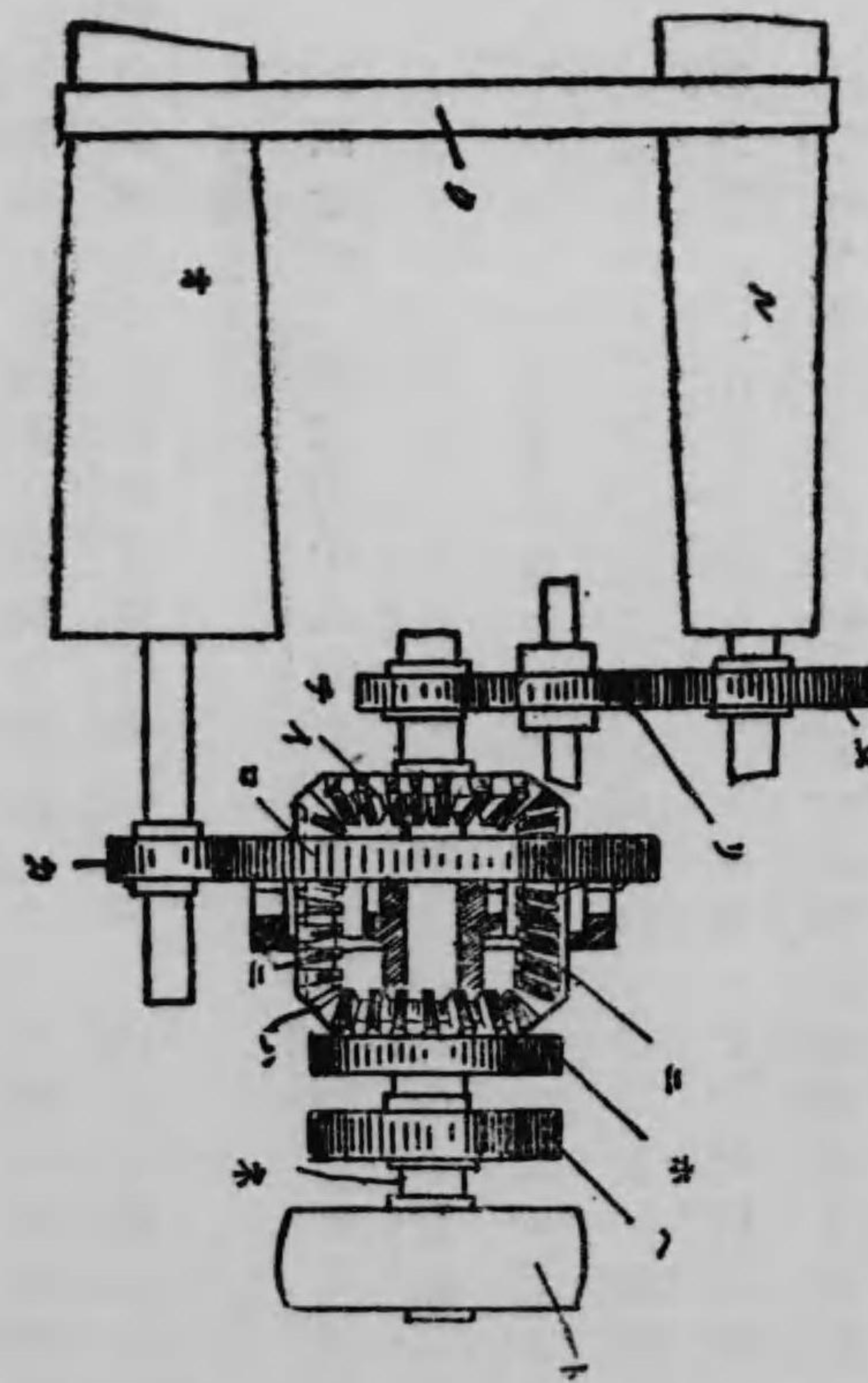
答 回轉數零なり即ち(ハ)は少しも回轉せず

(ロ)の回轉數が若し(イ)の回轉數の二分の一以下なる時は(ハ)は前と反對の方向に



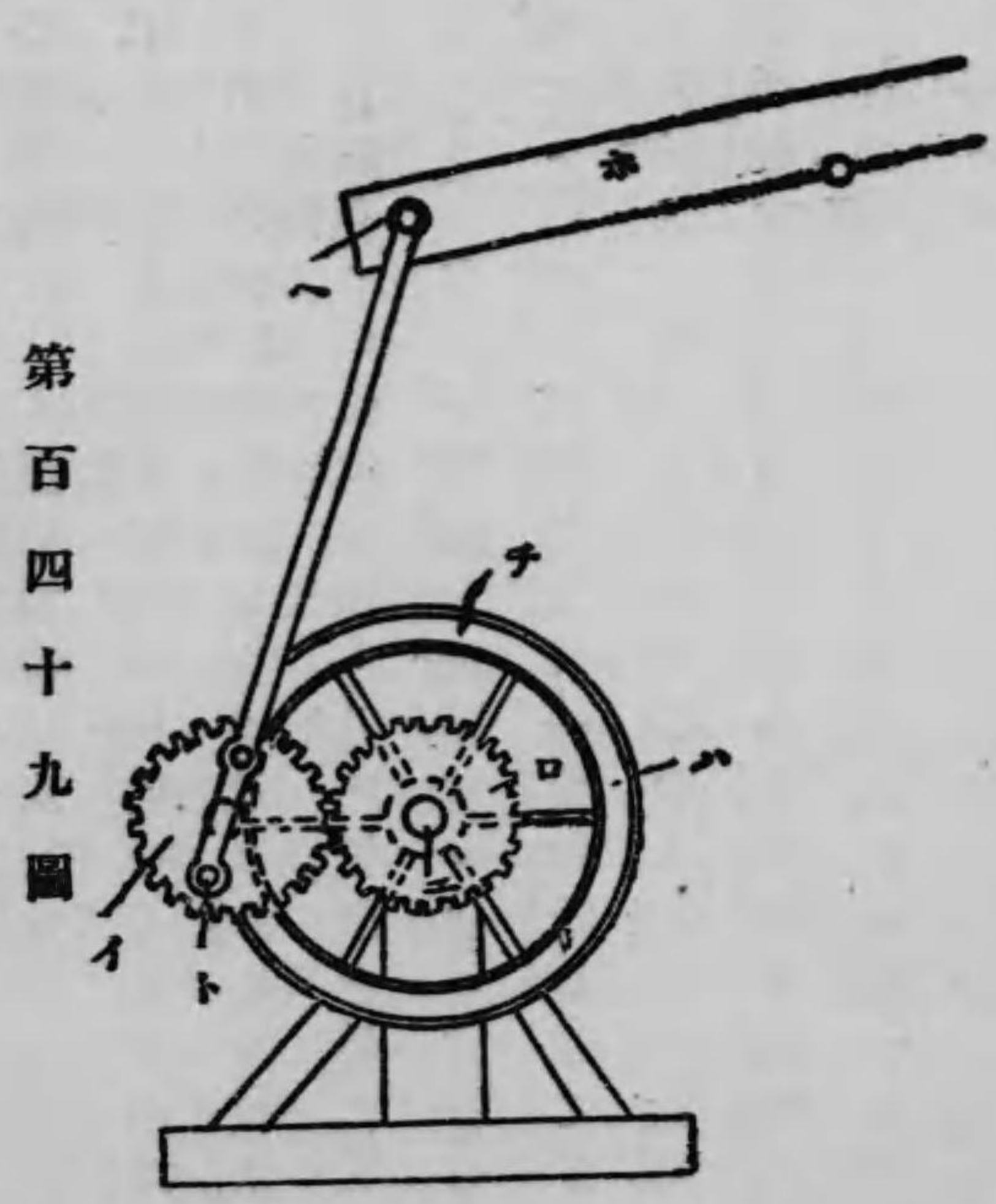
回轉するなり此の如く(イ)の回轉數一定なるも正齒輪(ロ)の回轉數を増減する時は最終の歪齒輪(ハ)の回轉數は自由に變更し得るなり此の原理に基き一の歪齒輪を一定の速度に回轉し此外に二個の圓錐調車(Cone pulley)を用ひ正齒輪の回轉速度を自動的に變更せしむる機構を作り之れを初紡機に應用せしものあり。

圖六十四回可第



第百四十七圖は初紡機の木管を回轉する機構を示す此運動を稱して「ディフェレンシアルモーション (Differential motion)」と云ふ。圖に於て(ト)は調車にして線軸より回轉運動を傳達す(ハ)なる齒車は(ト)と等しく(ネ)軸に固定せらる(ヘ)の回轉運動は齒車装置に依

第百四十八圖



第百四十九圖

り第百四十八圖に示す歪齒輪(レ)に傳達す(ニ)は(ス)なる直軸(Spindle)に固定す(ス)の上端には(ヨ)なる飛子(Fly)ありて軸と共に回轉す(ツ)は後にして飛子の回轉に依り(ソ)なる木管に巻き付けらる第百四十七圖の(ホ)なる齒車は歪齒輪(ハ)と同體にして(ネ)なる軸に固定せず單に挿入せしものなり(ホ)は齒周外轉齒車に依り回轉せられ其運動は適當なる齒輪裝置に依り第百四十八圖に示す歪齒輪(タ)に傳達せられ(タ)は木管(ソ)を回轉するなり第百四十七圖の(ネ)軸の左端には(チ)なる齒車を固定し(リ)(ヌ)