同濟雜誌

DUNG-CHIH-MONATSSCHRIFT

1. OKTOBER 1922.

本　期　目　錄

插　圖

醫　學

工　藝

自　然　科　學

Nr. 12　第十二期

民國十一年十月一日發行

吳淞同濟醫工大學同濟雜誌社出版

中華郵務局特准掛號認爲新聞類紙

本大學校長阮介藩先生肖像

民國十一年七月三日本大學醫科第九屆畢業諸君攝影

梁伯強　顧寶璈　許重五　谷鏡汧　朱仁芳　褚通爵　陳元喜　曾立羣　顧祖仁　徐明哲

附註　尚有祝君君儀一名因事未到

醫學

前後包莖之新治法

尹志伊

前包莖者(Phimose)包皮括束太緊。龜頭不克脫出包皮之謂也。後包莖者(Paraphimose)包皮括束太緊。龜頭不克縮入包皮之謂也。兩者均可於先天得之。亦可於後天得之。勢別輕重。狀呈同異。茲舉其簡要者分言之。

(一)前包莖

前包莖之輕勢者。若以力脫之。猶能使龜頭脫出包皮之外。然若或染生殖器病。如龜頭炎(Balanitis)如瘡瘍(Ulcus)則輕勢之前包莖反成重勢。遂使龜頭直無脫出之日。此外亦因積垢。而致包皮於狹窄。乃成前包莖症。若夫前包莖之重勢者。多與有生以俱來。殆不可以力脫也。

前包莖得之於後天者。其包皮本與尋常之包皮無異。若遇有發炎。或龜頭腫脹。則包皮之伸縮裕如者。至時殊形狹窄。前包莖於焉成立。如是而成之前包莖並無所謂誘因者。(Disposition)導之於前。蓋發於偶然耳。

此偶然成立之前包莖。既可生自包皮。亦可生自龜頭。其主因。則爲積垢，淋濁，龜頭炎，軟硬性下疳，尖式贅疣，(spitzes

Kondylom) 瘻瘤，創傷等患。前包莖未愈之前。則所舉諸疾俱難辨識。是以欲求正確之診斷。首須治愈其前包莖。若是則主病顯露於外。不難一一求其眞相矣。

此病之妨礙人身。莫甚於小兒時代。最苦惱者。爲其溲溺之不滑利。欲求便下。須運全力以助排洩。如是者日久。則小腸疝氣生焉。肛門脫焉。卵囊水腫(Hydrocele)成焉。不特此數者而已也。便溺滯留於包皮之囊內。(Praeputialsack) 甚且結爲包皮石(Praeputialstein)。爲患何如哉。

前包莖一症。辨識殊不爲難。試一較包皮之長短。及能否以手作隨意之伸縮。類可立下診斷。

治療前包莖。未著手之先。務須注意其病源所在。倘不能根本敎治。而遺有硬結症(Sklerose)。或軟性侵蝕瘡瘍 (Weiches, serpiginoeses Geschwuer)。則將使陽具不成其爲形。甚且發生漏瘡(Fistelbildung)。不美孰甚。

正當之治法。首須將陽具洗滌清潔。然後用消炎藥如鉛水(Bleiwasser)。如五千倍之昇汞水 (Sublimatloesung 1:5000)。如百分之二之醋酸化鋁水 (Liq. alumin. acet. 2%) 等。灌之浴之。或以白濁注射器 (Tripperspritze)。將該藥注射於包皮與龜頭之間。然後牢紮陽具於腹部。包以醋酸化鋁綳帶。俾令靜處。倘此無效。而炎發未退。則亟宜以刀割去之。

割治前包莖之手術甚簡易而無害。以史萊希氏滲透麻醉術。

(Schleich'sche Infiltratanaesthesie) 卽可免痛。其割法乃取背面切式(Dorsalincision)。先用一有溝消息子 (Hohlsonde)。通入包皮囊中。乃以刀剪沿其溝。將包皮之內外兩層切開之。再以線將兩面縫合卽畢事。如包皮太長。則將包皮之兩層。割去一三角片。此三角片之尖角。須指向龜頭頸(Corona glandis)。然後內外縫合。使兩層包皮密接。以不流血爲度。

此外尙可用圓轉切法 (Cirkumcision)。將包皮完全割去。割時先以鑷子。將龜頭固定。然後曳長其包皮之內外兩層。使立於鑷子以外者。以刀剪悉行割去。若包皮內層過長。可重行用鑷子夾起。繞匝截之。再照前式割去一三角片。使其尖角向前。而將邊緣如法縫合。此勞塞爾氏 (Roser) 法也。

前包莖之得自先天者。其包皮內層恆與龜頭之表面相結合。此須完全剝脫。如結合甚固。尤須脫之務盡。此在前包莖潰爛之時。屢見不鮮。非可忽視者也。

得自先天之前包莖。往往所生之繫帶 (Frenulum) 亦嫌太短。日後不免礙及陽具之勃起(Erectio penis)。且因繫帶太短之故。龜頭被其牽曳。不免向下低垂。而在交媾時。繫帶恆有裂破之虞。是可用刀預爲割斷。或以火灼之。皆可獲良好之結果。

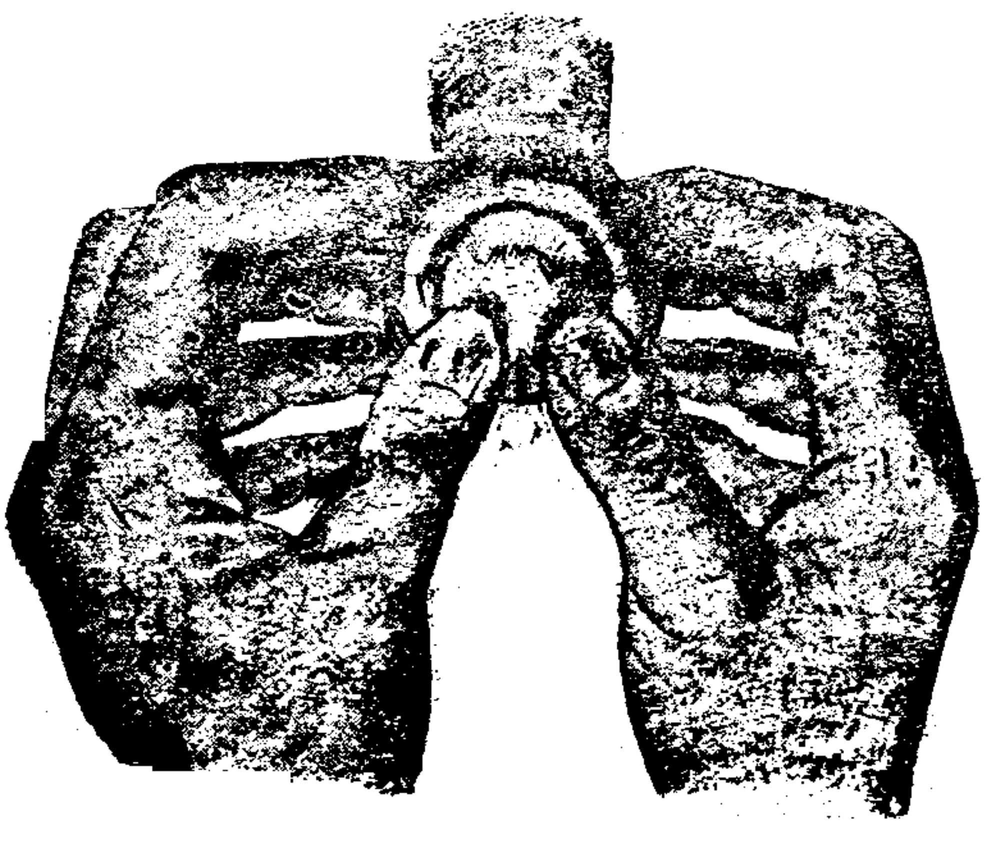
(二)後包莖

後包莖之成立。係因包皮狹窄。但能緊束龜頭之後。不克逾越龜頭之前。原因多秉之先天。然亦有因洗滌龜頭。將包皮曳回。

不能推之復出者。於是血液循環受其影響。致龜頭與包皮內層。悉行腫脹。而其結果。不免使龜頭發炎。甚且變爲壞疽(Gangraen)。但壞疽多生於周圍束緊之處。久之括束之緊張(Spannung)失力。而後包莖遂自就痊愈。亦造化之巧也。

後包莖之還納法

Repostion der Paraphimose.



後包莖無論係何形式。當治療之先。首須行還納法 (Reposition)。法以兩拇指抵住龜頭。而以餘指就包皮臃腫之處。力挽之使前。(如圖) 如不可能。則須將周圍束緊之包皮。割破一處或數處。以使龜頭完全脫出爲止。如因龜頭腫脹過甚。一時不能還納。不妨包以冰冷之繃帶。靜俟腫退之後。再行還納。庶幾無障礙矣。

肺臟運動及其與全體衛生預防治療之關係

San.-Rat Dr. Ide in Amrum 著

魯 棐 然 譯

盡力呼吸以使肺臟運動，其對於健康及作事能力，疾病之預防及治療，即在現在醫學界中，識者亦少。茲欲明由合規則之肺臟運動，可使肺臟能力強盛增進。故將予之小兒療養院今年夏季在四十二小兒中所得之效果，統言之：例如十四齡之童 Kurt P. 肺臟間之淋巴腺 (Hilusdruesen) 可見。每日練習約 20 分鐘：則

	胸廓擴張	腹廓擴張
開始：	77／50＝7 cm	69／64＝5 cm
一星期後：	78／70＝8 cm	67／63＝6 cm
六星期後：	80／70＝10 cm	70／64＝10 cm
增加：	3 cm	5 cm
		共增加 8 cm

(用X光檢察，認定完善之呼吸，橫膈膜在吸息時，降下 6-8cm. 此乃普通之腹廓擴張也，故吾輩可——近似的——以此代彼。)

對於肺臟運動所獲之效果，欲加一正確判斷，可將練習開始之肺擴張，與練習終止之擴張，比較之。所得比例如上所述 7+5:

10+10=12:20, 然則肺擴張之增加，殆倍於初時矣。

四十二小兒中，練習 6 乃至 13 星期後，肺擴張至少增加一倍者，19 人，增加一半者，29 人。獲最良効果之比例爲 5: 24, 最不良効果之比例乃 13 : 16 —— 特不良者，乃多數小兒之腹呼吸；其中 10 人，練習之初，腹呼吸等零，或爲謬誤型(卽吸氣時腹部凹入)，然於練習之終，則得 5-12cm 腹擴張。

如此增進之肺能力，對于全身極大之關係，瞭如指掌。而獲其利益最先比較的最多者，厥維肺臟自身。玆特詳述之。據病理解剖，人類百分之九十以上，皆有結核菌之傳染，此人所盡知者也。但僅作用不良，及血流通過不足之肺，獨被其害耳，其他俱能勝之。除普通肺病預防之外(此於肺結核家庭之小兒爲尤要)卽病人而至肺間淋巴腺已爲結核菌所創，苟處適當之肺臟運動，亦可限止其創傷擴大。脫肺臟受病如肺尖已炎 (Lungenspitzenkatarrh), 組織已變硬 (Verdichtung), 已結疤 (Narben) 愚意小心將事亦可行也。Neuberg 氏主張於此諸病象時不可行，而 Hofbauer 氏則以由病灶 (Erkrankungsherd) 吸收毒素，獲自身結核毒素療法 (Autotuberculinbehandelung) 而言其殊効。據彼及 Jessen 氏之說雖有出血 (Blutung) 之傾向，亦絕無禁忌可言。此時，用適當肺臟運動——此等病者自須由對於此事有經驗之醫生教之方可——而使肺臟作用增進，其於營養，及新陳代謝關係絕大，因對於此種病者，尤爲緊要之故，據予之經驗不得不推舉之也。小心應用，

茲有二點：其受重傷之肺尖，或其他肺之部分，以適當之方法，多少制止其呼吸。且肺中空氣出入之途愈廣，則吸氣時，所入之空氣愈多，而血之注入，則因之愈少，於是吾人呼吸，同時用口鼻，所以減少肺擴張時，吸血之力，卽以防肺出血之危險也。

且完美之肺擴張與收縮，對於炎症作用後餘留之鬱血 (Blutstauung)，肺臟密着 (Atelektase)，癒着 (Verwachsgungen) 有善良之効果，固無待證明矣。因盡量呼吸而致迅速變換之充血，則肺毛細管之緊張，血壓之高低亦爲迅速變換。於是肺毛細管運動，亦因肺臟運動而施行。後者於慢性炎症及因此而發之哮喘，殊有効。在年幼者則此等療法，尤足治療此等病症，適時之肺運動，可治肺膨脹之胸廓變硬 (Thoraxstarre bei Emphysem)，觀於肺擴張之增進，其理自明。

因肺臟運動，而獲完善之肺擴張，此與胸腔及腹腔之關係，固已明矣。在上述之練習中，可見腹腔擴張之增加能自 0 至 12 cm 及增加原擴張之一倍者四十二人中，有 24 人，此等吸氣時之擴張表示腹腔上下方之縮小度及縱橫方之擴大度，呼氣時則反之。胃腸之蠕動因之而促進。交替之壓力與吸力，振興乳糜之吸收，腹部器官血液之流通，亦爲旺盛，而直接位於橫隔膜下之肝臟，獲其最大利益。故當腹部有慢性鬱聚狀態時 (Stauungszustand 在肝臟爲尤要) 則以多作肺運動爲宜。禁忌之處，自爲急性炎。對癒着則有極善之結果。而於傾向胆結石時，肺臟運動，乃極有

價値之治療法。蓋良善之血液循環，肝可排洩稀薄之胆液，由較强之壓力，而肝胆之分泌，因而旺盛，故胆石之凝結乃制止也。

更進而觀肺臟運動或較良呼吸對於心臟，及血液循環之效果，由日常之經驗，可知空氣窒塞，則心跳速而强，空氣流暢，則心跳緩而弱，以故呼氣多則心臟可以休息，衰弱時，可望其補救。因較良之呼吸，輸入多量養氣。固可促進血液循環，而由吾輩强盛之呼吸機制 (Mechanismus) 亦可獲增益之効，其効之大，實出吾人意料之外。觀於窒闢孔者，及因他故而脈搏滅絕者，加以人工呼吸，可完全返於脈搏進行中。其循環促進之効，乃係於胸腔腹腔之血液排出，及吸入之力，故此二腔擴大縮小之度愈大，而促進血液循環之効，必因之愈强也。若吾輩衝撞呼出 (stossweise)，則其効力之於循環，將益加高。因此時所施之壓力，加於內臟，則心及胸腹腔內之脈幹，必自外受其壓迫，而迫走之血量，對心及脈幹之內面，施壓迫之刺激。故心壁，脈壁被一種按摩，(Massage) 其緊張性 (Tonus) 因之而增，其筋肉因之而强。至於盡量之腹呼吸，可助門脈之循環，可促乳糜 (Spaisebrei) 之吸收及改造，通暢痔瘤靜脈瘤之鬱血又其餘事。

除血液循環外，體內須納多量之養氣，即血液之自身亦受其改善之効。高山養氣分壓 (Sauerstoffpartiardruck) 薄弱時，或因病而肺之某部分無功用時，或努力體作之後，體中養氣缺乏，則紅血球之數，比較增多。反之，身中紅血球雖已加多，而當養氣

充足時，其數乃減退，故養氣充足時，生血器官 Blutbildender Apparat 可以休息，而在生血能力衰萎，供過於求，及因故已患貧血病之時，其關係爲尤巨也。

良善呼吸之効，如養氣之供給，生血能力，與血液循環，消化與營養之於全身器官，及其身體上精神上之工作能力，其効已明如指掌。激烈運動時，每因呼吸之不給，而能力爲之限止，尤足以證其關係之重要。餘如障礙物生於呼吸道（扁桃腺漲大，肉瘤 Polytpen）之學童，受精神工作能力之損害，及除去後可由理解遲鈍之頑童，而成一穎悟易教之少年，此爲顯著之事。盡人皆知者也。普遍性之神經衰萎（allg. Nervenerschoepfung）據余多數之觀察，誤謬之呼吸型，乃其最後原因（verkehrter Atem-tyhus）.以故肺臟運動，宜多行於學校中。而對於肺臟受病之幼童，爲尤要。凡人之欲保有其健康，增高其工作能力者，自然亦可行之。

至言肺臟運動詳細之法，則距題太遠，可參觀 Lehrbuch d. Lungengymnastik v. H. Hughes 及予之 „Praktische Lungengymnastik" 茲不具述，下列諸條不過緊要之點而已。

1. 告病人以肺臟運動，練習呼吸，大都得効甚微，蓋僅少數之人，有此必要之獨立行動，及施行之忍耐性也。故練習必從醫生或於此道有素之看護婦實行，且定於每星期內，一量胸腹擴張。對於誤謬呼吸型尤宜注意。

2.練習之始令其由口呼吸，蓋——於完全鼻呼吸，或於窄狹之鼻——由肺吸入過多之血量，則易罹腦貧血，及頭暈也。

3.呼氣較吸氣尤爲重要。練習開始，須自儘量强度之呼氣起。當空氣缺乏時，則自能以强度之吸氣補救之。其缺乏之原因，往往(殊於肺擴張 Emphysem 爲然) 爲不足之呼氣也。

4.步行時練習呼吸最爲適用，或與一運動同時作之——蓋呼吸之長短，可以一步及所作之運動節制之也。

5.肺臟運動，其法甚多，可分肩胛（卽上肺）胸部及腹部之呼吸，最重要者，乃多少廢除一肺尖之呼吸運動，卽將同邊之手儘量置於腋窩內，其他一手則高舉下垂。許多實地練習，已詳上述。

注射新銀六零六後卽用溴化鈣及綠化鈣以防中毒現象

匈牙利國 Dr. Desider Kenedy 著

陳 雨 亭 譯

德意志醫學週刊本年第四十八卷第七期 E. Pulay 氏著文論患楊梅之病人。其神經系及內部器官。如同受感染。則混合注射六零六及鈣。可以免去不良之副現象。根據此論。予有下之報告。

去年吾治一女病人。用服量最低之新六零六。(0,15 至 0,30) 此病人已得高度之浮腫。及面部四肢汎發性皮膚炎。(diffuse Hautentzuendung) 頗具兇劇之普通反應。熱至四十度。因此之故。不得不將六零六舍去勿用。由吾輩用 Optokalcil 治籌痲疹病人之經驗。遂於注射六零六後。給此病人以鈣。在 Optokalcil 內溶解之六零六。其無害已經證明。Optokalcil 者。乃一緊張過度變鈣後清淨溴化之鈣溶液。(hypertonische kalzinierte Calcium bromatum purıssimum Loesung) 病人得鈣之後。注射六零六。遂無困難。

此人病床日記如下。姓名。P. E. 成婚婦。年三十歲。具傳播丘疹結痂楊梅性之皮膚發疹。(ausgebreitetes papuloes-krustoeses syphi itisches Exanthem) 未來就診之前。其家庭醫生注汞於其體內。已屆三十次。而其皮膚現象。未見稍減。

一九二一年五月二十三日。注射 0,15 新六零六。入晚頭痛。其體覺有熱疾。

五月二十日。注射 0,30 六零六。入晚寒冷戰慄。熱度四十。四肢及面部大浮腫。目腫脹。面部及四肢之皮膚。透紅而熱。尤以上部肢體爲甚。尿中無蛋白質。次日病體無熱。第三日浮腫及皮膚炎均去。

六月九日。注射 0,15 新六零六。入晚從新得四十度之熱。浮腫。皮膚炎。此種現象。僅經三日之久。因病人甚瘦削。楊梅之皮膚現象。完全痊愈。故不復用六零六之療治。

十月二十九日。病人復至。復用 0,15 新六零六。入晚病狀毫無變更。熱，浮腫，皮膚炎。

十一月六日。注射 0,15 新六零六後。卽用 10 ccm 之 Optokalcil (Marberger)。遂無熱浮腫及皮膚炎矣。病人自覺完全舒服。

十一月十一日。 0,30 新六零六溶解於 10 ccm 之 Optokalcil 後。注射於體內。

至此病人共得十六次六零六 à 0,30。溶解於 Optokalcil 內。毫無不良之現象。

其後予用一10％之綠化鈣溶液。(Calcium Chloratum-Lcesung) 以代 Optokalcil. 其收效亦相同。

疥瘡之新劑

德國 Dr. Smechula 著

楊尙恆 譯

治疥瘡之藥劑。須具以下之條件。

1. 應有良好迅速之功用。換言之。卽將在皮膚上或在皮膚內之疥瘡蟲 (Milben) 及其卵。立卽滅絕。

2. 良好功效不可引起對於皮膚或腎之激刺。

3, 不可損衣或汚衣。此種要求。現在最爲重要。

4. 應無如硫黃或祕魯拔爾撒謨 (Perubalsam) 之特別氣味。

5. 價値低昂適宜。

近年以來。發現許多療治疥瘡之液體新劑。但此等新劑。有硫膏及祕魯拔爾撒謨之功效。而無其汚衣等之害。最著名者，爲

Ecrasol, Mitigal, Perugen, Peruol, Prantto!, Ristin, Skaben, 及 Sproetol 等。其中最常用而爲人最喜用者。厥維 Ristin 及 Mitigal. Mitigal 與上說五種條件全合。其他各種。則多有出入之處。

去年秋。漢諾甫(Hannocer)之新藥公司。(Neopharm-Gesellschaft)出一治疥瘡之新劑。其名爲,,Sarscato". 是又別開生面者也。

此劑爲一硫質與水素之化合。其詳細成分。及製造方法。屬於該公司之祕密。無從宣佈。亦係一液體。外觀似乳。淡黃而白。脂潤。氣味甚佳。此種氣味。由於一種防護香料。(Deckparfuem)用以壓硫化水素。最爲重要。此新劑在放置時呈一沈澱。用時加以搖動。則出最多之白泡。傾注少許於手心。擦入皮膚內。速而易。毫無餘剩。衣服既不受損。又不被汚。療治之法如下。熱水沐浴後。(如熱水沐浴不可得。則不用亦可)。從頸項至足趾。以藥水遍擦之。半鐘或一鐘後。再擦一次。第二日施第三次之摩擦。此兩日內。舊衣可以不換。在第三日。則多用肥皂大澡一次。衣被等類。可以更易。而療治亦已告終。用方適宜。則每一療治。至多不過100或150格蘭姆。卽已足矣。此劑之益處。卽在較之其他疥瘡劑。收效迅速。兩日卽可完事。價値不比 Mitigal 貴。而較之 Ristin. 則覺其廉。由吾之經驗。判定其功效。至少與 Mitigal 相等。較之 Rist n. 則過之。予在漢諾甫。用此新劑。治各種年紀之男病人。約有二百人之多。小孩皮膚雖脆。而對於此劑。亦可受用。固從未見生出何種激刺也。各種疥瘡。如手上易發

小疱疹之地與瘡道。以及全身傳染濕疹者。均可用之。雖在此種重病。仍無何種激刺發生。初擦時。病人大部覺有兇劇之燒熱。第二日第三日。已無此現象。皮膚大部分發疹及大傳染。於療治後用膏藥以貼之。欲達此目的。則用此新劑時。須加 Ichthyol. 其效果固不一致。但較之未加 Ichthyol. 則有不同之處。但非謂必用 Ichthyol. 以防疥瘡後發濕疹。因與其功用相較。功用所得不足以償其昂貴之價。故亦可去之。

大傳染(小膿疱疹 Impetigenes, 皮脂囊炎 Follikulitiden) 在施療治時。多痊愈無餘。各種同類之皮膚疾患。此劑對之。均有同樣效力。

在皮膚上。少見有激刺。在腎內亦然。

吾輩對於 Sarscato 在疥瘡蟲及其卵生出之功用。確已表示滿意。復發症吾僅見一人約於四日之後。三人於數星期後。但因此謂疥瘡藥不靈。則誤矣。其早期復發之原因。多由病人擦藥時。未細心用足。以至疥瘡蟲未盡殺死。數星期後復發者。則多由於病人愈後。復與疥瘡病人同住。或臥未曾去毒之疥瘡床被。以致從新傳染。吾所見之病人。多爲此種情形。究竟其原因由於根本未愈。或從新傳染。病人不能說明。醫生亦無從知之也。總之在新劑 Sarscato 內。實有治疥瘡之奇效。前述各種條件。亦能全合。對於實習醫生。儘可以此爲介紹也。

流行感冒

趙昌

鄙人在母校畢業後。出外行醫。於玆二載。以昔日所學。供今日實際之用。每覺醫學趣味。愈久愈深。研究之道。亦愈多愈妙。楊君倘恆現在主持同濟雜誌編輯事。日前承囑作文一篇。固辭不獲。因思本年秋間。流行感冒。各處均有。且傳染最盛。何不就此病而略加論列。本述而不作之義。以為一般人醫學常識之一助。或亦閱者所贊成歟。

流行性感冒。為急性傳染病。引起此病之桿菌，由扁桃腺(Mandeln) 而入血液。此病最易授與感染連鎖狀球菌葡萄狀球菌肺炎球菌之機會。以致引起變遷。死者不少。一八九一年至九二年冬。R. Pfeiffer 氏在痰唾中。Conon 氏在血中發見之感冒桿菌。似僅為現尚未知感冒引起物之嚮導也。

此病初起時。每卽發熱。而寒冷者亦不少。頭目四肢疼痛。甚覺無力。食量亦甚少。大便多滯。眠臥不寧。無能興奮。此種"神經現象"。每可不變。但亦有數日後。呼吸器官發出病症者。如寒冒，嗄聲，氣管炎，及胸骨上壓覺，(Druchgefuehl) 氣枝管炎，及苦痛之咳嗽是也。消化損害，如嘔吐，下瀉，胃痛等比較為少。因此之故。流行感冒遂有神經性炎性胃腸性之分。但尋常多為混合式。脾僅間時可觸。最重要者。卽普通健康。大受損害。

病經一星期或數星期。則復痊癒。雜發病如中耳炎，氣枝管肺炎，胸腔膿，神經痛，麻痺。以顯微鏡檢其血。則白血球尚無增加。病情重者。嗜紅染色性細胞 (eosinophile Zellen) 至於減少。繼發症爲神經病，及肺臟經久之痼疾等。

欲求 Pfeiffer 氏之流行感冒桿菌。須以培養微菌法證明之。

療治之法。厥惟眠臥休息。病者宜與未病者隔絕。欲求預防。宜服 Jodkali (三次0,5)。初患者每因大汗因而減輕。溫濕包裹身體。心劑如咖啡質及樟腦等。須早用。弗蘭克氏 (Francke) 以在流行感冒肺炎 (Grippepneumonie) 宜用 Infus. Fol. Dig. 1,5:150,0, Natr. salicyl. 7,0, Antipyrin 3,0, 兩鐘內服一食匙。新近預防之法。則用 Eucupinum basicum. 三鐘內一粉末 à 0,5g. 和以牛乳。空胃及晚間不宜服。 Hoechst 之流行感冒血清。亦或試用。筋肉內注射靜脈內注射均可。接續兩日內注射 50 ccm. 大便祕結時。用甘汞及蓖麻油。對於頭及肢體痛。則用 Chinin (每日二次 0,5) Aspirin, Antipyrin, Salipyrin 或 Phenacetin (每日三次 1,0) 及 Antifebrin 每日二至三次0,5)。最要之疾苦。如氣枝管炎，消化不良，神經痛，少眠之類。須愼重早治。洗濯鼻孔。頗可收效。將痊愈時。須大加注意。未愈而早離床。最爲危險。

半邊頭痛之概略

楊尙恆

半邊頭痛又名偏頭痛。初起時。頭之半部疼痛。與眩暈，不快，嘔吐相連者亦不少。經過數鐘或一日。數日者不多見也。患病時。頭有壓感。(druckempfindlich) 熱而紅。蒼白及涼者。比較爲少。不能作事。對於光線，灼熱及高大聲音。易於感覺。許多病人。病初起時。眼花閃發。或閃輝昏瞑。(Flimmerskotom) 在此種屬於視官之半邊頭痛。(Hemicrania ophthalmica) 曾有幾次發現瞼垂，(Ptosis) 半身不遂，(Hemiparese) 或不能言語諸症。其餘則在此時。無其他各種損害也。

診斷此病。並不覺難。但不應忘者。即半邊頭痛又爲一腦病之徵候。如在麻痺瘤腫是也。此病發於中年。至於眞正之半邊頭痛。則多發於孩提或少年。遺傳者亦多。

療治之法。首在使其身體及精神。從事休息。黑咖啡及各種藥品。均須應用。但用之宜適時。否則由嘔吐或且使藥性減輕也。下列各藥。任人選擇。要須對症而用耳。

Chinin 0,5, Natr. salicyl. 1,0-2,0, Antifebrin 0,5-1,0, Antipyrin 1,0 至 2,0 Salipyrin (同上), Pyramidon 0,3 - 0,6, Migraenin 1,1, Phenacetin 1,0-2,0, Salophen 0,5-2,0, Laktophenin 0,5 至 2,0, Citrophen 0,5-2,0, Aspirin 1,0-2,0, Kryofin 0,5-1,0, Coffeinum natriosalicyl. 0,1-0,25, Pasta Guarana 0,5-2,0 (約合 5% 咖啡質) 如痛不可當。則用嗎啡 0,01-0,02. 皮下注射。

痛可限制至一定之程度。勞動過度。及各種過度之事。如飲酒之類。均須避免。住居山中或海上。頗覺適宜。冷擦身，久用溴鉀，(Bromkalium) 金雞納霜，鐵劑或砒劑亦可。

精 神 病 談

（續 第 十 一 期）

丁 惠 康 編 譯

第九 精神病者與自殺

精神病者多自殺，人之所熟知也。其自殺之原因，不外感情沈鬱，憂愁，苦悶等。凡患精神病者，必感情抑鬱，故每出於自殺。

最多者爲憂鬱病者之自殺。其時患者感情陷於憂愁悲傷，有種種妄想，或自念身體虛弱，不能奮鬬於生存競爭之場；或自想今生已陷於種種罪惡，非自殺無以謝世人；於是演成自殺之慘劇。其次如麻痺性痴病，早發性痴病，老耄性痴病，亦多自殺。

此等精神病者自殺之際，不獨限於病者一人，往往妻子眷屬，均供其犧牲，被其傷害。如某甲年僅三十五，夙在某小學校爲教員，不幸患憂鬱病，每年發病一回，二三月始愈，當其發作時，家人本注意其行動，去年十二月舊病復發，夜間輾轉不寐，心

中非常煩悶，遽從床上躍起，取剪刀傷妻之咽喉，二子亦受重傷，迨爲家人察覺，則自悔盂淚，乘人不備，投井而死。此例確見於新聞紀載。其他或自縊，自殺，及臥鐵軌而死，落河海而死，各國此等實例，皆非稀有，考其原因，無非精神病爲之厲階耳。

凡有精神病素質之人，其抑鬱狀態，多突然發作，故自殺亦出於突然，不能預防之。監護精神病之人，宜日日注意其行動，防其自殺，但患者苟起自殺之念，則蓄意求死，防範偶然疏忽，卽有變故，故精神病者，居家最難監視，置之病院，有專員看守，方爲妥當。歐美精神病院中，如繩紐，刀刃，釘鉄之類，皆不得貯於室內，甚至窗柱，衣鈎，亦不存於患者居室，布置可謂周密矣；然仍不免有自殺之例，某精神病者，在病院內大便，看護者坐待於便所之旁，經二十分鐘，尙不見病者出，視之則患者以手巾縛於頸，已氣絕矣，急施以人工救急法，始醒。

尤不可不注意者，入院後病情減輕，歸家後突然自殺。在外國屢屢見之。此因其居院時，環境變遷，病勢大愈；及其歸家，則目睹周圍現狀如故，刺戟如故，而精神再生障礙，爲自殺之因。故醫者遇精神病初愈，不可驟斷其無病，使之歸家，仍宜於一定時間，派人監視，始無後患。

玆舉精神病自殺者之例，在世界上最有名者，時一千八百八十六年也。德王 Friedrich 二世，患精神病，起自殺之念，精神病大家古藤氏，在旁如左右供治療及看護之職，已一年餘，是年六

月十三夜，宮中忽不見王與氏之蹤跡，遍尋之，則王宮內有一大湖，湖之旁岸，爲古藤氏之屍身，而湖之中央，王屍在焉。推究其致死之原因，蓋德王好消遙於湖濱，氏常侍其側，是日王在湖濱，不知如何，忽圖自殺，躍入湖心，氏驚遂躍入以救王，而德王身體肥胖，（四十二歲）氏年已六十有二，遂不能救起德王，反自喪其生也。氏爲治療精神病，而不惜以生命供精神病者之犧牲，是以世界無不知其名。

第十　遺傳與變質

精神病多遺傳於其子孫。然精神病者之子孫，未必常起精神病，不過其子孫遺傳精神病的素質，有易罹精神病之傾向，較諸普通之人，容易受外界刺戟，而發精神病。

遺傳之種類不一，有與祖宗起同樣之病狀者，曰同種遺傳。有與祖宗起變樣之病狀者，曰異種遺傳。其原因多由於疾病，酒精中毒，梅毒，及不良生活等。

精神病之能遺傳於其子孫者，約占百分之七十或八十，百分之三十或二十，爲不遺傳總數。遺傳之疾病種類，如精神病，神經病，酒客，中風，氣質異常，自殺，犯人，及傳染病（梅毒尤甚）等。

遺傳之程度，深淺不一，發病起源亦不同。最危險者，父母兩方俱有精神病，則遺傳最重。父母之中，僅有一人病者，則父之遺傳力較大。又父多遺傳於子，而母遺傳於女。男與女比，則男

受遺傳難而女受遺傳易。又兒女不止一人者，長子受遺傳尤易，此因其父母，俱在年少精力强盛故也。以歐美之統計觀之，私生兒多爲精神病，且犯罪者與不良少年，亦多屬私生兒。其原因有二，第一私生兒之父母，大抵先有病的素因。第二受胎時，男子多飲酒，而其種子，多易受中毒之影響也。

有遺傳素因者。又常爲變質者。何爲變質者，身體具一定之變化，迥異常人者也。古人所謂神童與天才，亦可視爲變質者之一。其人或精於一技一藝，爲人之所不能爲，然其精神，不能一律發達，每有智力超越尋常，而感情十分冷淡，意志亦不强固，故想像與創作之力雖富，不能營秩序之生活，及有慈愛之性質。是等之人，其身體或有異常之處，如骨格，頭蓋，齒，顎，咽喉，耳目，生殖器，皮膚，毛髮，多生變形。

龍巴氏者研究犯罪之名人也。調查犯罪人之身體，必有一種異常；例如前額削殺，頭蓋骨特異之類，名之曰犯罪者定型。由今日觀之，未必犯罪者有此等徵候，不過犯罪人，多爲變質者，與精神病者，而變質者之身體，概有異常徵候，故犯罪人與身體變相，遂有密切之關係耳。

以上所述，皆言精神病，酒精，梅毒之影響。此外則一般生活狀態，與血族結婚，亦每使身體，精神變相，而爲痴病，及一切精神病之原因。社會愈進化，生活愈困難，則刺戟吾人之精神愈劇烈，而人之抵抗力，若不能抵禦之，則身心漸趨於疲弱，久

之影響及於子孫，起種種精神病症，故精神之疾病與變質，與文明之程度，互為比例。生活簡單之田夫，比複雜困難之城市居民，罕罹精神病，即明證也。故生存競爭愈烈，則憂苦煩悶愈加，而自己之意志日趨於薄弱，精神逐漸萎靡，所謂外傷性神經病、與强迫觀念症，即文明進化之副產物也。且也現代之教育，多專用意於精神方面，不注重身體之保養；日常生活狀況，與自然相去太遠，衣過暖，食過豐，故身體日就孱弱，加以職業服務之關係，世情之險詐，身心疲勞益甚，故人之精神逐漸軟化，身體之抵抗力逐漸減少，不若古代之人，渾渾噩噩，與世無競，其精神鞏固，身體發達，俱臻上壽之域也。

又文明進化愈甚，則社會漸為共同的關係，而個人之關係較少，故個人反被社會生活而犧牲。自宗教之教義言之，利人博愛之念最重，寧犧牲一己以利羣衆，故少種族保存之念，而開自殺之風，或謂世愈文明，自殺愈盛，非無故也。

野蠻之人，茹毛飲血，而身體乃甚健全。現代之人，食物精美，衣服輕暖，而消化之力薄弱，禦寒之力減小，加以夜間工作之多，晝夜娛樂之衆，睡眠之時間過少，元氣之銷沉日盛，遂使國民之意志日益薄弱，此神經病之所以多也。

抑病者弱者，自然歸於消滅，乃天然淘汰之法則也。例如北方寒地之鳥，年向南方飛行，體力虛弱者，中途殞死，惟優勝者，得達於目的地，產卵子，生子孫。今社會習慣，往往使病弱者

，不能自然淘汰，而病的素質遺傳於子孫，將見謬種流傳，人類益爲柔弱無能矣。至於戰爭與諸種工廠之災厄，亦爲消耗强者，遺留弱者之大因，故國民之精神，每況愈下，而變質日衆。同時文明進化之結果，生活困難，獨身者與晚婚者日多，結婚時只知注重財產，益難得健全之子孫；有此種種原因，是以古代少精神病，與變質者，而今則日見其多也。

子孫之多痴狂或聾者，普通原因，關於血族結婚亦不少。依動物之試驗，血族結婚之後代，其性質，概比非血族者優良。但其蕃殖力，與生活能力減少。人類之血族結婚，則無良好結果。若爲精神病系之血族結婚，其危險尤甚。但種族迥異之結婚，結果亦不佳。雜種兒往往多病者，與四肢五官等不完全者，職此故也。

第十一 酒與梅毒

酒與梅毒二者，爲精神病之大因，前已述之。今更述酒與梅毒，如何遺害於其身心，且爲遺傳之關係。如次。

我國人爲飲酒而罹精神病者雖甚鮮。外國則屢見之，尤以德人爲多。德人每百名精神病者中，四十人爲酒精中毒，犯之者概爲男子。若婦女則皆屬於下等社會及娼妓等，因此等人好飲酒故也。酒之種類不一，要以高粱，白蘭地爲最强，故易中毒。若啤酒則較弱，故中毒難。考酒之所以成毒，由於酒精侵害人身腦髓，因而破壞腦髓之組織，雖在健全之人，苟平常好飲過量之酒，

則酒毒漸影響及於精神，漸致記憶力減退，判斷力遲鈍，道德與審美的感情，次第麻鈍，更進遂爲酒精性精神病矣。

有病的素質之人，其抵抗酒類之力，與常人異，每每狂呑豪飲，尙以爲不足，終至酩酊大醉，喧嘩橫暴，致演出傷人放火之暴動，爲禍不可勝言。

酒之害且不僅及於一人，又能遺傳於其子孫。據精神病專家之調查，好飲者所生之兒女，每五十七人中，健全者僅有十人，其餘二十五人早夭，二十三人爲四肢或五官不完整者。反之不飮酒者之兒女，五十一人中，早夭者五人，患神經病者四人，不具者二人，其餘皆爲健全者。又某學者調査低能兒受胎時日，多在正月或祭節等飲酒最多之時。故酒之禍害及於子孫甚巨，不可以細微而忽之。

梅毒亦爲最易傷害腦髓之原因。每有梅毒已治，已經過五年十年者，然其毒依舊潛伏體內，仍爲可恐之精神病。例如麻痺性癡病，卽因此原因而釀成。此病一發，二三年卽行斃命，重者一週間內致死，其徵候爲身體漸漸麻痺，精神漸漸痴呆，因之不治。

凡患梅毒之父母，其所生兒女多爲低能兒，縱生長成人，亦必成精神病，蓋患者之胚種，早已受毒，故害及於子孫，可不懼哉。

第十二　精神病之豫防

上章言精神病之種類，與精神病之原因，及精神病之可恐，

讀者當已知其大略矣。今述其預防法之大要數項如下：

(一)精神病者之結婚　依精神病學者之研究，凡家犯精神病過半數者，概由於父母或祖先遺傳。故精神病者，當禁止結婚。乃社會上重大之問題也。或主張精神病者結婚，反能使病情輕減，然最新之學說，則絕對不採其說，且謂有精神病素因者結婚，非但誘起其舊病，并能以素質遺傳於子孫，實最可恐之事也。故欲社會減少精神病者，非嚴禁精神有障礙之人結婚不可。即其人現在未發精神病，苟遺傳素質確切，即不可結婚。

(二)育兒注意　當小兒產出之際，若有假死，或受產門壓迫，外傷，以致小兒頭腦損傷，則其兒鮮有不成痴愚或魯鈍。故個人衛生，與產科醫生及產婆，不可不注意此點。次則授乳時間，不能過長過短。母乳不良者，切勿哺之於小兒，乳母倘有神經病性，或貧血性，其乳汁亦不可飲。故雇乳母時，宜格外注意。哺乳時間，至少以七個月爲度。又次則小兒所居之室內，氣溫不可過熱過冷。衣服不可溫暖。沐浴時浴湯溫度不宜過高。當小兒生齒時間，頭腦容易充血成痙攣，患痙攣之兒童，將來易爲精神障礙，故尤宜注意之。平時對於小兒之皮膚，宜使强固。腸胃宜使康健。食物多取消化之物，避有刺戟性者。以上數端，皆育兒上重大之要點也。

此外則小兒之感情與性格，隨人而異，故宜注意其舉動，養成柔順溫良之習慣，不可使之任性遂情，執拗頑强，貽將來之害，

(三)學校教育　兒童之腦髓，發育未充足，多數兒童，聚居一級之中，心身發達之程度不能相同，故若不注意其個性，而强授以各種艱難學科，則幼童頭腦，不堪負擔，遂至日就萎靡，不可救藥。故爲校醫者，當考察兒童之智力發育程度，與精神狀態，有無障礙，所授學科，是否無過重之弊。若爲病的氣質，不能勝學業之繁重，則宜令之退學，或減輕其課程，不可遽施以責罰，不顧其能力如何也。

(四)家庭教育　兒童出校之後，大都在家自修，其時間之長短，與課程之難易，亦宜依兒童年齡之長幼，并身體精神之健否，適當增省之。若家庭自修之功課過重，兒童不勝其擔負，則爲害及於精神，終爲一生之大患。又父母待遇兒童，宜寬嚴得中，常示以模範，不可動輒怒駡鞭笞。其次則注意兒童之日常生活，毋令沾染各種傳染病，及腦病，外傷等，蓋此等病，爲起精神病之原因也。他如身體的疾患，如耳病口病鼻病及貧血症，亦爲精神變調之原因，不可不從速療治之。

(五)戀愛　男女至春情發動期，則生理心理，漸次變化，其時當十分注意，而於早期春情發動者尤要。此時若無自治能力，缺乏道德觀念，則成爲色狂，或爲不正當舉動，而爲特種精神病之前驅症。婦女之色情非常亢進者，尤易墮落，而爲自殺及厭世之原因。若其人屬於精神病性之遺傳素質，則斯時更不可不愼重保護之。

(六)結婚　結婚之直接爲精神病原因者雖不多，然結婚問題，每與青年男女之感情有大關係。當定婚之後，男女每有種種空想，喜悅之情，或憂苦之念，雜然並起，因之腦神經受刺戟，而精神上生出一種危險。其在神經質之青年男女，尤屬危險。次則早婚與晚婚，亦爲精神之害。早婚者生殖機能尙未完全發育，因之身體精神方面，俱受鉅害，影響遂及於子孫。晚婚者苟爲強壯之男子，則房事斷禁，能使心身受不良影響。（但非人人如此，前已述之）。又婦人結婚之後，每有苦慮妊娠分娩之困難，及迫於家計生活之艱苦，而害及精神者，不可不於締婚之時，愼重考慮也。最後當嚴禁血族結婚，前已述血族結婚之父母，多生痴𤺋，盲啞等不良子孫，蓋血族結婚，有類於動物之擇配，而非人道所宜有，爲青年者，不可不再三注意也。

(七)職業選定　人之職業能力與抵抗力，各不相同，凡選一種職業，必求其合於自已身心，苟有不合，則影響於身心者至大其須次則預防過勞，不可不知足，偶有不如意之事，當退步想，不可存得隴望蜀之心。又水夫，航海者，排字工人，火夫，俳優，妓女等職業，最易發一種疾病，直接間接，遺害於精神，尤宜注意之。

(八)酒及梅毒　酒與梅毒之害，不惟個人受毒，又能遺傳於子孫，爲人類之大敵。其原因已見於前，茲不贅。

第十三　保護救濟

保護精神病者之生命，及預防其傷害他人，不可不住之病院，或禁之私宅，以防危險。若爲狂暴騷亂之人，尤當愼重注意之。歐美有所謂精神病者監護法，專對於保護精神病者而設也。

古昔治精神病，不及今日之進步，往往將病者認爲罪惡，處之監獄之中，視若囚卒。加以種種虐待。今科學漸次昌明，精神病成爲醫學之一科，可以醫學治療之。於是始知精神病爲疾病之一種，未嘗不可加以療治，精神病之救星至矣。

依外國之統計，每人口三百人或五百人中，有精神病者一人。日本人口總數爲四千九百餘萬，精神病者僅有二萬九千零八人，恰爲二千與一之比，其數較西洋爲少。彼國學者，歸咎於統計不確，謂若精密調查日本全國之精神病者，當不下十萬人。我國人口調查，未盡眞實，若依四萬萬計算，至少亦有八十萬精神病者，吾人曷起而極救之乎！

外國精神病院之設備，非常完美，或爲國立，或爲私費，其布置皆極完全。在病院療治之患者，約百分之二十六，有痊治之望。死亡者僅百分之十四。我國此種病院，尙未設立，每以精神病者，禁閉於私宅，所居之室，旣不清潔，日光不足，空氣汚濁，加以食物與衣服不注意，看護不周到，無異置病者於死地，卽不然，亦與牛馬同樣生活而已。今後希望醫學家研究精神病學，與精神病療法；尤望有志之士，創辦精神病院多所，以收容多數之病人，乃爲切要之務。

精神病者之經過，長短殊無一定。外國病院中，有病人已居留二十年以上，仍未治愈者。經過最長之人，其結果精神完全頹廢，僅有形骸血肉，然猶得保其生命十數年，蓋完全與動物相等，不能稱之爲人類矣。他種疾病，如霍亂，腸窒扶斯，肺結核皆有一定之經過，惟精神病不然。或既治而再發，或終身不治。故其治療與看護，最與患者之經濟有關。家計寬裕者，固可就醫療治，不致發生困難問題。而家計窘迫者，則萬難勝任，故精神病者之保護救劑，必賴夫國家社會之補助；而病院之維持設立費用，皆有賴於慈善家之協濟也。

外國精神病院，因精神病之種類，有種種之設備機關。列如對於興奮騷亂之患者，則設安靜之室以處之，如軟木之壁，綠色之漆，隔音之室，並可使之不通光線，同時進以安靜藥，或令行接續浴，浴至五時至八時間爲度。對於非常抑鬱之患者，則投以阿片，防其自殺。對於絕食之患者，則施人工營養，將滋養液由他孔注入腹內，一日三度。對於不眠者，服催眠藥。此外尚有種種設備及治法，不盡述。

病情甚輕之患者，許其自由外出，能作業者，女使之編物裁縫，男使之貼紙糊物，從事園藝。又從各人之嗜好，而爲種種工作。其製品如手套，皮夾，香煙盒之類，有時擇佳者販賣於市，人亦樂用之也。病院之中，每隔數日，輒聚患者於一室，表演歌舞，音樂，及戲劇，以慰患者之寂寥，助患者之興趣。若患者能

骨牌，骰子等遊戲，及胡琴，弦管等樂器，則給以此等器具，鼓舞患者之精神，故此等病院，不盡爲治療之務，兼有陶情作樂之用焉。

外國對於善良之精神病者，不必入院者，在適當之家庭，施種種設備，名家庭看護。規模稍大者，日部落看護。聚多數病人於一村落，欲病人經營田園，養雞牧羊諸雜務，同時有種種設備，與醫生監護，其成績不亞於病院，我國亦可倣行之。　（完）

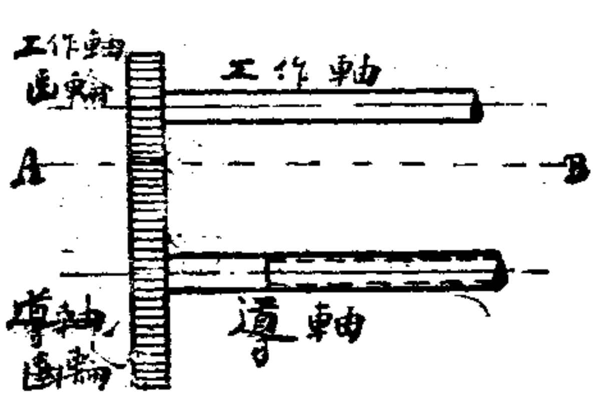
工藝

替換輪使用上之計算法

陸振邦

替換輪乃齒輪之具等齒距而作等齒式者，車床上恆有品也。習車床之技者，莫不知其爲用之宏，而實能神其用者，我見則罕。往者僕嘗實習於本校鐵工廠，從事於車床各種工作，至應用替換輪時，有以使用法示其大略者，心竊憾其說之晦，以爲未足以盡其用；顧工場操作有定時，亦無暇細究也。今夏讀關於工作機各書，暇輒尋繹其條理，摭拾其說之一二，隨以證向所學於工廠中者，覺往之所懷疑莫釋者，頗有所豁悟；而替換輪之使用法，亦粗獲其梗概。乃舉瀏覽所及，綴爲斯篇，存以備考。一孔之見，初非敢出以示人也。雜誌社徵稿，急無以應，不得已重爲增删，錄而畀之。世不乏公輸子才，能勿嗤其陋而糾其失乎？企予望之！

第一圖



車床之制，顯而易見。有志於研究替換輪者，必皆有車床之普通知識者也。若者爲工作軸，若者爲導軸，其位置宜不待言而自明。玆爲免除誤會起見，特附簡圖於左(第一圖)，以資參考。

替換輪之用不限於車床，而其使用之繁則無過於車床；鐫刻螺紋，又繁中之藏巧者也。就繁巧者立說，則其簡且易者皆不難迎刃而解。故本篇所述，胥以鐫刻螺紋為例，觸類旁通，是在閱者。

欲製適宜之螺紋，必用適宜之替換輪，求替換輪應用之適宜，有不可不知者三：一曰螺程率，二曰斜度率，三曰齒輪率。是三者皆所以馭遲速，準大小，而莫不以替換輪為之樞紐，以致其用焉。

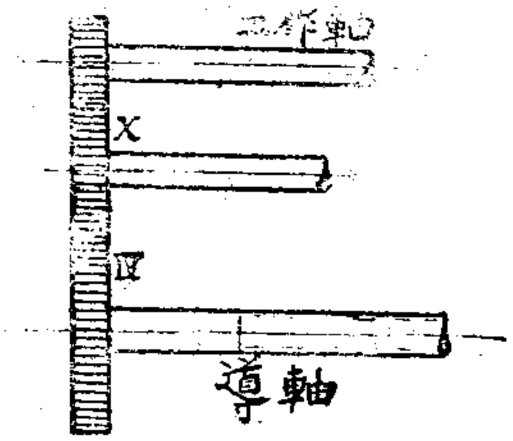
螺程率者，工作軸螺程數與導軸螺程數之比也。例如螺程率為 12:4, 意謂工作軸之螺程其數為十二，導軸之螺程其數為四；所謂十二，所謂四，又皆指一英寸長度所容之螺程數也。抑有言焉，導軸之螺程，名是而實亦如之，工作軸之螺程則不然，其曰螺程，不過想像中之螺程，軸固不受鐫刻，實生螺程者僅為工作物耳。不過導軸工作軸，二者相成為用，並舉為率，眉目較清，故引用之，幸勿以辭害意也可。

斜度率者，工作軸螺紋斜度與導軸螺紋斜度之比也。簡而易明。不再舉例。

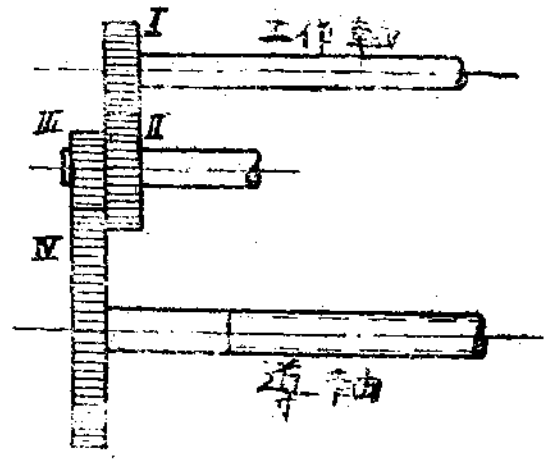
齒輪率者，主動軸上齒輪齒數與被動軸上齒輪齒數之比也。例如第一圖中，工作軸齒輪直接配合於導軸齒輪，因工作軸齒輪常為主動，而導軸齒輪常為被動，其齒輪率適為工作軸齒輪齒數與導軸齒輪齒數之比。然工作軸齒輪與導軸齒輪常不相為隣，往

往以中間齒輪爲傳力之媒介，故齒輪率概不如是之簡單，其作用恆有如第二圖所示者：I, II, III, IV 俱爲齒輪，I 固著於工作軸，II 與 III 同居一軸，IV 則固著於導軸，I 傳力於 II, II 傳力

第二圖



第三圖



於 III, III 傳力於 IV. 以 I II 言之，則 I 爲主動齒輪，II 爲被動齒輪；以 III IV 言之，則 III 爲主動而 IV 爲被動。遞遞相成，而齒輪率以生。以式表之，得

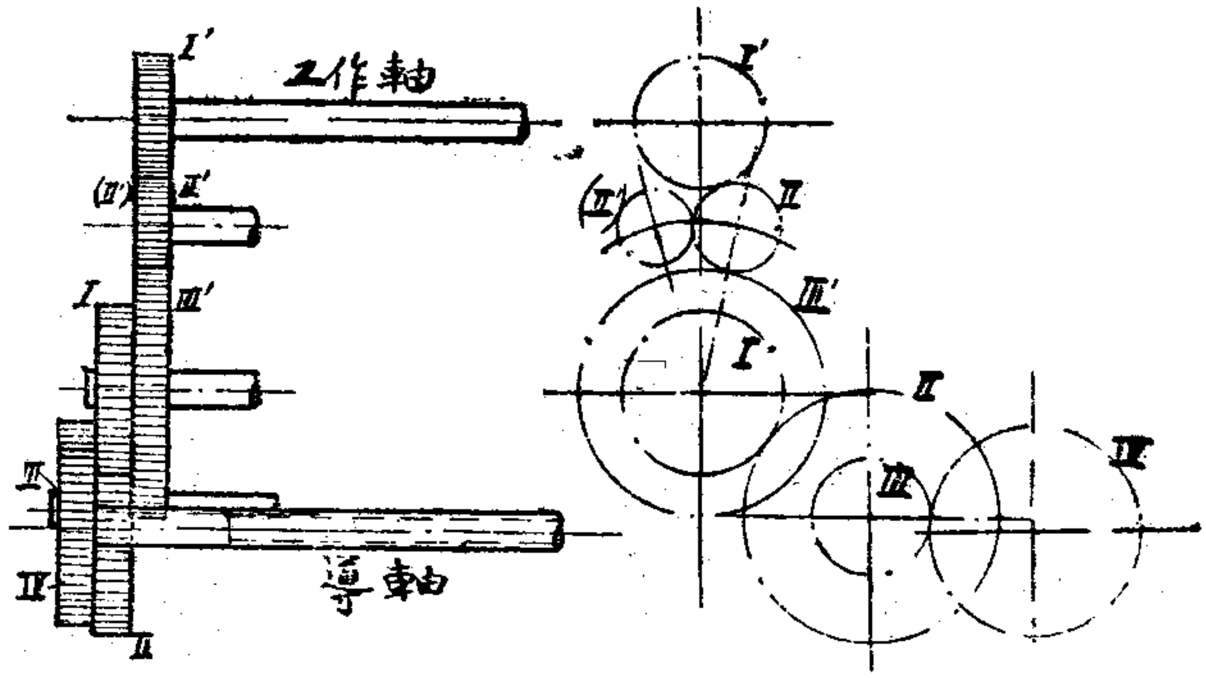
$$\text{齒輪率}=\frac{\mathrm{I}\cdot\mathrm{III}}{\mathrm{II}\cdot\mathrm{IV}}=\frac{\text{主動齒輪齒數之積}}{\text{被動齒輪齒數之積}}.$$

若 II III 二齒輪之齒數相同，則第二圖之裝置式，可變成第三圖，而其作用與第一圖無異。換言之，工作軸齒輪與導軸齒輪之間，任意加入一個齒輪，其齒輪率恆與不加入者等。以式表之，得

$$\text{齒輪率}=\frac{\mathrm{I}\cdot\mathrm{III}}{\mathrm{II}\cdot\mathrm{IV}}=\frac{\mathrm{I}\cdot\mathrm{X}}{\mathrm{X}\cdot\mathrm{IV}}=\frac{\text{工作軸齒輪齒數}}{\text{導軸齒輪齒數}}$$

第一第二第三三圖均不過示其作用而已，欲知工作軸與導軸間齒輪之實際排列式，可觀第四圖。I II III IV 爲替換輪，I 之

第　四　圖



先有 I' II' (II') III' 三齒輪。I' 固著於工作軸，而 IV 則固著於導軸，其餘各齒輪又順次相聯，各居適當之軸而爲傳力之媒介。以言主動，則 I', II', I, III 諸齒輪是；以言被動，則 II' III' II IV 諸齒輪是。由是得

$$齒輪率=\frac{\mathrm{I'\cdot II'\cdot I\cdot III}}{\mathrm{II'\cdot III'\cdot II\cdot IV}}=\frac{\mathrm{I'}}{\mathrm{III'}}\cdot\frac{\mathrm{I\cdot III}}{\mathrm{II\cdot IV}}.$$

I II III IV 俱爲替換輪，故 $\frac{\mathrm{I\cdot III}}{\mathrm{II\cdot IV}}$ 可名之曰替換輪率，於是得

$$替換輪率=齒輪率:\frac{\mathrm{I'}}{\mathrm{III'}}=\frac{\mathrm{III'}}{\mathrm{I'}}\times 齒輪齒=\frac{\mathrm{I\cdot III}}{\mathrm{II\cdot IV}}$$

$\frac{\mathrm{I'}}{\mathrm{III'}}$ 之値，在普通車床概等於一，故替換輪率適等於齒輪率。惟有所謂精密車床者 (Praezisionsdrehbaenke)，其制恆含一暗藏之精密率，卽 $\frac{\mathrm{I'}}{\mathrm{III'}}$ 之値之謂也。凡有精密率之車床，欲計算其替

換輪率，可以其齒輪率用精密率之反商値乘之，卽得。

有齒輪率而後有替換輪率，有替換輪率而後可求相當之替換輪。是故不論何題，但求得其齒輪率，則已足謂獲其半解。至於由齒輪率以求相當之替換輪，則當另爲立說以解之。

雖然，不明螺程率，斜度率與齒輪率三者之相互關係，則齒輪率亦未易求得也。爰述定理三則於下。至其證明，姑從省略。

(定理一) 螺程率與斜度率互爲反比，以式表之，則得

$$\frac{\text{工作軸螺程數}}{\text{導軸螺程數}}=\frac{\text{導軸斜度}}{\text{工作軸斜度}}$$

(定理二) 螺程率與齒輪率互爲反比，以式表之，則得

$$\frac{\text{工作軸螺程數}}{\text{導軸螺程數}}=\frac{\text{被動齒輪齒數之積}}{\text{主動齒輪齒數之積}}$$

(定理三) 斜度率與齒輪率互爲正比，以式表之，則得

$$\frac{\text{工作軸斜度}}{\text{導軸斜度}}=\frac{\text{主動齒輪齒數之積}}{\text{被動齒輪齒數之積}}$$

援用上述三定理以求齒輪率，其術頗易。所宜注意者，任求何率，咸當自工作軸入手，否則游移不定，必多外錯。蓋工作軸位居上部，導軸位居下部，設於其間畫入一線，如第一圖所示(A…B)，則直可以分數式視之，而分數式又適與比之爲義相合，利用之以便推算，簡捷孰甚？

齒輪率之値至不同也；替換輪率之値亦至不齊也；有替換輪率而求相當之替換輪，若者爲可能，若者爲不可能，其解又至不

一律也；是故旣明替換輪率之算法，又須知替換輪之求法，而後使用替換輪之能事始畢。玆順次說明之如下。

(一) 齒輪率之求法

齒輪率恆視工作物所需要之螺程數與斜度而異其值。需要之螺程數或斜度，苟爲已知，則與導軸之螺程數或斜度相比，卽成相當之螺程率或斜度率，而齒輪率斯得矣。不過有時於導軸知其斜度，而於工作物則知其螺程數，或適得其反；又或一則以英寸表斜度之大小，而一則以公釐表之；參互錯綜，在在足以滋一時之疑竇，而起無謂之踟躕。不爲分途立算，恐索解匪易。爰爲分段詳述於下。

1. 導軸與工作物所需要之螺程數爲已知，求齒輪率。

工作軸螺程數與導軸螺程數之比，是謂螺程率。依定理二，螺程率與齒輪率互爲反比，是故倒置螺程率之已知値，卽得所求之齒輪率。

例：設導抽之螺程數爲四，工作物所需要者爲二十六，求齒輪率。

解：$$\text{螺程率}=\frac{\text{工作軸螺程數}}{\text{導軸螺程數}}=\frac{26}{4}=\frac{13}{2}$$

故 $$\text{齒輪率}=\frac{1}{\text{螺程率}}=\frac{2}{13}.$$

2. 導軸之螺程數與工作物所需要之斜度以英寸計者爲已知，求齒輪率。

單稱螺程數而不另綴他文字者，普通皆指一英寸長度所容者言。斜度云者，單位螺程之長度，故與螺程數適爲反比。今已知之斜度，亦以英寸計，則二者同名，而相互關係可推而知。舉隅言之：螺程數爲四，則斜度爲四分之一英寸；斜度爲十六分之一英寸，則螺程數爲十六；依此類推，不難明也。螺程數與斜度之關係既定，則齒輪率可按定理二或定理三求得之。

例：設導軸之螺程數爲四，工作物所需要之斜度爲$\frac{2}{27}$英寸，求齒輪率。

解一：由　$\text{導軸之螺程數}=\frac{1}{\text{導軸之斜度}}=4,$

得　$\text{導軸之斜度}=\frac{1}{4}\text{英寸}$；

因之得　$\text{斜度率}=\frac{\text{工作軸斜度}}{\text{導軸斜度}}=\frac{2}{27}:\frac{1}{4}=\frac{8}{27}$；

故　$\text{齒輪率}=\text{斜度率}=\frac{8}{27}$。

解二：由　$\text{工作軸之斜度}=\frac{1}{\text{工作軸之螺程數}}=\frac{2}{27}\text{英寸}$，

得　$\text{工作軸之螺程數}=\frac{27}{2}$；

因之得　$\text{螺程率}=\frac{\text{工作軸螺程數}}{\text{導軸螺數程}}=\frac{27}{2}:4=\frac{27}{8}$；

故　$\text{齒輪率}=\frac{1}{\text{螺程率}}=\frac{8}{27}$。

二解相較，第一解爲便。第二解較爲委曲，而結果則同。

3. 導軸之螺程數與工作物所需要之斜度以公釐計者爲已知，求齒輪率。

螺程數與斜度爲不同名，似不足以言乎比矣。然公釐與英寸之自有相互之長度比在。依權度比較制，一英寸合二十五又十分之四公釐；則凡與公釐不同名之英寸，皆可化以二十五又十分之四公釐而代之。如是則不同名者，卽易爲同名。乃由螺程數與斜度互爲反比之關係，求螺程率或斜度率，而齒輪率亦由之而得。此入算之大要也。

例：設導軸螺程數爲四，工作軸之斜度應爲 $1\frac{3}{4}$ 公釐，求齒輪率。

解：　導軸之斜度 $=\frac{1}{\text{導軸之螺程數}}=\frac{1}{4}$ 英寸 $=\frac{1}{4}\cdot 25{,}4$ 公釐；

因得　斜度率 $=\frac{\text{工作軸斜度}}{\text{導軸斜度}}=1\frac{3}{4}:\frac{25{,}4}{4}=\frac{7}{4}\cdot\frac{70}{254}=\frac{35}{127}$；

故　　齒輪率＝斜度率 $=\frac{35}{127}$.

4. 導軸與工作物所需要之斜度以公釐計者爲已知，求齒輪率。

斜度俱以公釐計，是爲同名，同名相比，斜度率已成，求齒輪率之易，蓋無逾於此者矣。推而論之，若導軸與工作物所需要之斜度以英寸計者爲已知，則亦屬同名，欲求齒輪率，法亦如之。

例：設導軸之斜度爲六公釐，工作物應有之斜度爲十分之八公釐，求齒輪率。

解：　齒輪率＝斜度率$=\frac{8}{10}:6=\frac{2}{15}$．

5. 導軸斜度之以公釐計者與工作物所需要之螺程數爲已知，求齒輪率。

斜度與螺程數可按第三節所述，變爲同名數，卽可求斜度率或螺程率，而齒輪率亦唾手可得。

例：設導軸之斜度爲十公釐，工作物應有十二螺程，求齒輪率。

解一：由　導軸之斜度$=\frac{1}{\text{導軸之螺程數}}=10$公釐$=\frac{10}{25,4}$英寸，

得　導軸之螺程數$=\frac{25,4}{10}$；

因得　螺程率$=12:\frac{25,4}{10}=\frac{12\cdot 10}{25,4}=\frac{600}{127}$；

故　率輪率$=\frac{127}{600}$．

解二：　工作軸之斜度$=\frac{1}{12}$英寸$=\frac{25,4}{12}$公釐，

因之得　齒輪率＝斜度率$=\frac{25,4}{12}:10=\frac{25,4}{120}=\frac{127}{600}$．

6. 導軸之螺程數與工作物所需要之斜度以模數計者爲已知，求齒輪率。

模數爲高等數學中習見之名稱。玆所謂模數者，乃齒輪工業

中自有銑齒一法以來所沿用者也。曰模數一，無異指一綫之長 $\pi=3,1416$ 公釐者言，曰模數二，無異指一綫之長 $2\pi=6,2832$ 公釐者言，曰模數三，無異言一綫之長 $3\pi=3\cdot3,1416=9,4248$ 公釐者，以此類推，可得而知也。或問若是則模數亦一長度耳；既有英寸，又有公釐，儘足用矣，又加以模數，不亦徒滋紛擾乎？曰，是不然。有模數之制，而後齒輪直徑悉爲正整之長度；便於工作，實非淺鮮。或又疑直徑之長度固爲正整數矣，齒輪距之大小，數猶畸零，豈亦便於工作乎？是則明於銑齒之理者方能知之，茲不贅述。

模數之定義既明，則齒輪率之求法亦自易易。何以言之？夫曰螺程數，則含有英寸之名可知；曰模數，則含有公釐之名可知；二者不同名，未可以相比。然而模數一之爲3,1416 公釐，一英寸之爲25,4 公釐，其長度俱可以變成同名，而模數一於是必等於 $\frac{3,1416}{25,4}$ 英寸，約爲整分數，則

$$\text{模數一}=\frac{12}{97}\text{英寸。}$$

由是螺程數與斜度均爲同名，而螺程率或斜度率已默闇可求，齒輪率自無待言。

例：設導軸之螺程數爲四，工作物應有斜度之模數爲二又四分之三，求齒輪率。

解一：　　$\text{工作軸之斜度}=\text{模數}\times\frac{12}{97}=2\frac{3}{4}\times\frac{12}{97}=\frac{132}{388}\text{英寸，}$

$$\text{工作軸之螺程數} = \frac{388}{132},$$

$$\text{因之得}\quad \text{螺程率} = \frac{388}{132} : 4 = \frac{97}{132},$$

$$\text{故}\quad \text{齒輪率} = \frac{132}{97}.$$

解二： 依前解得 $\text{工作軸之斜度} = \frac{132}{388}\text{英寸},$

$$\text{導軸之斜度} = \frac{1}{4}\text{英寸},$$

$$\text{故}\quad \text{齒輪率} = \text{斜度率} = \frac{132}{388} : \frac{1}{4} = \frac{132}{97}.$$

7. 導軸之斜度以公釐計者與工作物所需要之斜度以模數計者爲已知，求齒輪率。

模數之定義已述於上節，模數一之爲 3,1416 公釐亦具見於前。導軸斜度與工作軸斜度二者適爲同名，故可逕求其斜度率，而齒輪率自易求得。所應注意者，實用上恆視模數一作 $\frac{22}{7}$ 公釐之分數值，而不作 3,1416公釐，蓋 $\frac{22}{7}=3,1428$，與 π 值相較，所差僅萬分之十二。無礙於實際，而便於佈算多多也。

例： 設導軸有十公釐之斜度，而工作物應有之斜度爲模數 $3\frac{3}{4}$，求齒輪率。

$$\text{解：}\quad \text{工作軸之斜度} = \text{模數} \times \frac{22}{7} = 3\frac{3}{4} \cdot \frac{22}{7} = \frac{165}{14}\text{公釐},$$

$$\text{因得}\quad \text{齒輪率} = \text{斜度率} = \frac{165}{14} : 10 = \frac{165}{140} = \frac{33}{28}.$$

（附注）　普通螺旋之斜度，以模數計者，今倘罕見。第六第七兩節所述齒輪率之求法，爲製螺旋軸 (Schnecke) 者所不可不知。因螺旋軸常與螺旋齒輪聯合工作，螺旋齒輪之齒距，恆以模數計算；設螺旋軸不以等模數爲其斜度，則齒距與斜度之大小各異，工作時有扞格不相入之虞。

8. 求短縮差螺旋之齒輪率。

螺旋有於螺紋鐫成後，再須堅化之者。因堅化而生收縮作用，作物遂不復能保持其固有之長度，而短縮差以生焉。彌補其短縮差，使堅化後適得其應有之長度，此短縮差螺旋創造之本意也。短縮差螺旋僅用於精確之工具。尋常機件實無需乎此。然其螺紋之鐫刻法，亦不可不知也。大約鋼經堅化，每英寸縮短百分之四公釐至百分之五公釐。故其短縮率約爲$\frac{1}{685}$至$\frac{1}{508}$。依此推之，設短縮率爲$\frac{1}{508}$，作物未堅化前之長度爲$\frac{509}{508}$，則堅化後縮短其$\frac{1}{508}$，必爲$\frac{509-1}{508}=\frac{508}{508}=1$；反言之，欲作物之長度，於堅化後爲單位長，則其未堅化前之長度。必爲其$\frac{509}{508}$倍而後可。此長度與短縮率之關係，亦卽斜度與短縮率之關係也。由是齒輪率與短縮率之關係，亦可得而求焉，列式於下。其關於短縮差螺旋各數，附＊號以表之。

齒輪率*＝斜度率*＝(1＋短縮率) x 齒輪率。

例：　設短縮率爲$\frac{1}{508}$ (卽每英寸縮短 0,05 公釐)，導軸螺程數爲四，短縮差螺旋之斜度爲 1,2 公釐，求齒輪率*。

解： 依前法得 齒輪率＝斜度率＝$1,2:\frac{25,4}{4}=\frac{1,2\cdot 4}{25,4}=\frac{24}{127}$；

故 齒輪率＊＝$\frac{24}{127}(1+\frac{1}{508})=\frac{24}{127}\cdot\frac{509}{508}$.

（附注） 短縮率俱爲經驗值，故遇必要時，可以量爲增減，參閱替換輪之求法（甲）。

（二） 替換輪之求法。

有齒輪率則替換輪率可依公式

$$替換輪率＝齒輪率\times\frac{1}{精密率}$$

求得之。若精密率爲一，則

$$替換輪率＝齒輪率，$$

此在一般車床恆如是。

既得替換輪率，乃可以求相當之替換輪。替換輪之最通行者，其齒數殆不出 20,20,25,30,35,40,45,50,55,60,65,70,75,80,85,90,95,100,110,120,125,97,127. 之外。集上列齒數不齊之衆齒輪爲一組，以供不時替換之用，是爲替換輪組。替換輪組中之附有 97,127 齒兩齒輪者，並不多覯。故普通所謂替換輪組，咸不過指前列之二十一齒輪而言，最末二齒輪，皆具有特殊之效用。非一般車床之所共有也。

由替換輪率以求替換輪，其解法有一索即得者，有略爲推演然後得之者，亦有限於替換輪之齒數，僅能求其近似解法者。法無一定，要在相題佈算，斯爲得之。然其大概，亦可得而言焉：

替換輪率分子分母之可以分解爲因子者，先分解之，其不能分解者仍之。替換輪俱以對計，故分母之因子有幾，則分子之因子數亦必同之，其不足者，以一補足之。大約替換輪率之值，大於$\frac{1}{6,25}$而小於$\frac{6,25}{1}$，(註一)則可以得一對替換輪之簡單解法；小於$\frac{1}{6,25}$而大於$\frac{1}{37,5}$或大於6,25而小於$\frac{37,5}{1}$(註二)，則至少必用兩對替換輪；小於$\frac{1}{37,5}$或大於$\frac{3,75}{1}$，則至少必用三對替換輪；故分解替換輪率之分子分母爲因子時，不以分解至質數爲能事，而以各隨其分數值之大小，察其至少當用若干對替換輪而分解爲若干對因子爲適宜。既得分子分母之因子，乃用通分法化各個因子之值爲適宜之數量。所謂適宜數量，當視替換輪組中所有齒輪齒數而定。若以普通替換輪組言之，則分子分母中之各因子值，如爲 20,20 25,30,35,40,45,50,55,60,65,70,75,80,85,90,95,100,110,120,125,皆可謂之適當數量。蓋替換輪率之分子，本爲主動齒輪齒數之積，分母本爲被動齒輪齒數之積，有其數而無其齒輪，必不能施諸實用，故除上述各數以外之數量，皆不得謂之適當，而上述諸數量，既皆與齒輪組中所有之齒輪齒數相同，加以化得之替換輪率，其值又與原有之替換輪率相等，是則既與理論相合，而又不背於實際之措置，欲不謂之適當，又烏乎可？

(註一)此僅據普通替換輪組而述其可能性，非必然之意。一對替換輪所能生之替換輪率，自$\frac{120}{125}=\frac{24}{25}$或$\frac{125}{120}=\frac{25}{24}$至$\frac{20}{125}=\frac{4}{25}=\frac{1}{6,25}$或$\frac{125}{20}=\frac{6,25}{1}$而爲極限。欲替換輪率之値小於$\frac{1}{6,25}$，或大於$\frac{6,25}{1}$，皆非一對替換輪所能爲力，故云然也。

(註二)此亦僅就普通替換輪組而言之，兩對替換輪所能生之替換輪率，其極限為$\frac{20\cdot 20}{125\cdot 120}=\frac{10}{375}=\frac{1}{37,5}$，或$\frac{125\cdot 120}{20\cdot 20}=\frac{37,5}{1}$。

導軸與工作軸之斜度，一以英寸計，一以公釐計時，所求得之替換輪率恆發現127一數在其中。試觀下表，並可知其為不能或免之數目。故精密之車床，每特備一127齒之齒輪；普通車床則無之，而於必要時用近似解法求他種替換輪代之。

$$2\text{ 螺程}=\frac{1}{2}\text{英寸斜度}=\frac{25,4}{2}=\frac{254}{20}=\frac{127}{10}\text{公釐斜度}$$

$$2\frac{1}{2}\text{ 螺程}=\frac{2}{5}\text{英寸斜度}=\frac{25,4}{2,5}=\frac{254}{25}=\frac{2\cdot 127}{25}\text{公釐斜度}$$

$$3\text{ 螺程}=\frac{1}{3}\text{英寸斜度}=\frac{25,4}{3}=\frac{254}{30}=\frac{127}{15}\text{公釐斜度}$$

$$3\frac{1}{2}\text{ 螺程}=\frac{2}{7}\text{英寸斜度}=\frac{25,4}{3,5}=\frac{254}{35}=\frac{2\cdot 127}{35}\text{公釐斜度}$$

$$4\text{ 螺程}=\frac{1}{4}\text{英寸斜度}=\frac{25,4}{4}=\frac{254}{40}=\frac{127}{20}\text{公釐斜度}$$

$$5\text{ 螺程}=\frac{1}{5}\text{英寸斜度}=\frac{25,4}{5}=\frac{254}{50}=\frac{127}{25}\text{公釐斜度}$$

$$6\text{ 螺程}=\frac{1}{6}\text{英寸斜度}=\frac{25,4}{6}=\frac{254}{60}=\frac{127}{30}\text{公釐斜度}$$

以下類推。

熟玩上表，則計算齒輪率時尤覺便利。於此不過藉以明127齒齒輪之由來而已。

又有97齒一齒輪者，亦惟精密之車床有之，乃用以製螺絲

軸者也。因螺旋軸之斜度以模數計算，而模數一等於$\frac{12}{97}$英寸，是以任何模數變為英寸時，均不能避免 97 之數量，試列表於下以明之：

模數 1 $=\frac{12}{97}$英寸

模數 $\frac{1}{2}$ $=\frac{6}{97}$英寸

模數 $1\frac{1}{2}$ $=\frac{18}{97}$英寸

模數 2 $=\frac{24}{97}$英寸

模數 $2\frac{1}{2}$ $=\frac{30}{97}$英寸

模數 3 $=\frac{36}{97}$英寸

以下類推。

車床之無 97 齒齒輪者，遇必要時祗能用近似解法求他種齒輪代用之。

總之，替換輪之求法，以數理言之，本極淺顯。若替換輪組中所有之齒輪，其齒數——自一以上——逐數皆全，則既有替換輪率，已無需另求替換輪；即以替換輪率之分子值分母值為替換輪之齒數，而於替換輪組中擇相當之齒輪用之可矣。然實際上製造齒輪之手續既繁，經濟上亦萬不許若是之浪費，故有普通替換輪組之設，於是齒輪之為數僅二十一，而參互錯綜，已可應無窮之用。惟替

換輪之求法，則隨替換輪率而各異，以言定則，蓋無有也。茲為簡明起見，設為已經求得種種替換輪率之值，而示其求替換輪之法，先其易而後其複雜者，閱者神而明之，庶幾有當於萬一矣乎？

（甲） 用普通替換輪組而能得其的解者，舉例於下

1. 設替換輪率$=\frac{2}{11}$，求替換輪。

解：
$$\frac{2}{11}=\frac{2\times10}{11\times10}=\frac{20}{\underline{110}}=\frac{\text{主動齒輪齒數}}{\text{被動齒輪齒數}}。$$

20齒與110齒兩齒輪，俱為普通替換輪組中所備有之齒輪。$\frac{20}{110}$與$\frac{2}{11}$，值又相等，故謂之的解，本題因$\frac{2}{11}>\frac{1}{6,25}$，故能得一對替換輪之解法。

2. 設替換輪率$=\frac{10}{27}$，求替換輪。

解：
$$\frac{10}{27}=\frac{2\cdot5}{3\cdot9}=\frac{20\cdot50}{\underline{30\cdot90}}=\frac{\text{主動齒輪齒數之積}}{\text{被動齒輪齒數之積}}$$

20,30,50,90 皆為合於替換輪率$\frac{10}{27}$之適當替換輪齒數。$\frac{10}{27}=\frac{1}{2,7}>\frac{1}{6,25}$而並不能得一對替換輪之解法，故曰法無一定也。本題又可得別解如下

$$\frac{10}{27}=\frac{1\cdot10}{3\cdot9}=\frac{20\cdot100}{\underline{60\cdot90}}；\quad \frac{10}{27}=\frac{4\cdot25}{3\cdot9}=\frac{40\cdot25}{30,90}=\frac{25\cdot40}{\underline{30\cdot90}}$$

∴20,60,100,90;25,30,40,90 亦皆為適當之替換輪齒數。以後分數值下附以橫線者，皆作為是觀，不再重言，以省煩複。

3. 設替換輪率$=\frac{2}{15}$，求替換輪。

解： 因$\frac{1}{37,5}<\frac{2}{15}=\frac{1}{7,5}<\frac{1}{6,25}$，至少必用二對替換輪，故分解分子分母爲二對因子，

$$\text{即得}\quad \frac{2}{15}=\frac{1\cdot 2}{3\cdot 5}=\frac{20\cdot 40}{60\cdot 100}$$

$$\text{或}\quad =\frac{20\cdot 30}{60\cdot 75}$$

$$\text{或}\quad =\frac{25\cdot 40}{75\cdot 100}$$ 等等相當之替換輪

4. 設替換輪率$=\frac{1}{28}$，求替換輪。

解： 因 $\frac{1}{37,5}<\frac{1}{28}<\frac{1}{6,25}$，至少必用二對替換輪故分解因子如下：

$$\frac{1}{28}=\frac{1\cdot 1}{4\cdot 7}=\frac{20\cdot 20}{80\cdot 140}$$

20,80,20 皆爲適當之替換輪齒數，惟 140 一數，不合實用，而亦無法可以使之變爲適當數量。乃知本題决非兩對替換輪所能解，因增其一對而試其可否如下：

$$\frac{1}{28}=\frac{1\cdot 1\cdot 1}{1\cdot 4\cdot 7}=\frac{20\cdot 20\cdot 25}{20\cdot 80\cdot 175}=\frac{20\cdot 20\cdot 25}{(20\cdot 5)80\cdot\left(\frac{175}{5}\right)}=\frac{20\cdot 20\cdot 25}{35\cdot 80\cdot 100}$$

20,35,20,80,25,100 爲適當之替換輪齒數。

5. 設替換輪率$=\frac{24}{127}$，短縮率爲$\frac{1}{508}$，求替換輪。

解： 替換輪率* $=\left(1+\frac{1}{508}\right)\cdot\frac{24}{127}=\frac{509}{508}\cdot\frac{24}{127}$

因短縮率爲經驗值而非絕對值，故爲便宜計，得量爲增減，以施約分法手續，本題$\frac{509}{508}$若易以$\frac{508}{507}$,則得

$$\frac{508}{507}\cdot\frac{24}{127}=\frac{(4\cdot127)\cdot(3\cdot8)}{(169\cdot3)\cdot127}=\frac{4\cdot8}{169\cdot1}=\frac{4\cdot8}{13\cdot13}=\underline{\frac{20\cdot40}{65\cdot65}}。$$

觀此，知須有兩個 65 齒齒輪，方數應用。此在製造短縮差螺旋時，大概如是。有時尙須用 127 齒之齒輪，見(乙)節。

提要： 凡製短縮差螺旋，$\frac{509}{508}$一數爲計算時常遇之數。509 不可分解，而 508,507,506, 均易分解，故恆易$\frac{509}{508}$爲$\frac{508}{507}$或$\frac{507}{506}$，然後入算，蓋$508=4\cdot127$;$507=3\cdot13\cdot13$,而 $506=2\cdot11\cdot23$;以其因子求替換輪，自屬不難。若用$\frac{1}{635}$爲短縮率，則常易$\frac{636}{635}$爲$\frac{625}{624}$而分解爲$\frac{5\cdot5\cdot25}{4\cdot12\cdot13}$。此雖恆技，而實不可不知也。

(乙) 用普通替換輪組及127 齒或 97 齒齒輪而能得其的解者，舉例於下。

1. 設替換輪率爲$\frac{9}{127}$,求替換輪。

解： $$\frac{9}{127}=\frac{2\cdot4,5}{1\cdot127}=\underline{\frac{20\cdot45}{100\cdot127}}$$

2. 設替換輪率$=\frac{3}{254}$，求替換輪

解： $$\frac{3}{254}=\frac{1}{84,66\cdots};$$

因 $\frac{1}{37,5}>\frac{1}{84,66\cdots}$。而知至少須用三對替換輪，

$$\frac{3}{254}=\frac{1\cdot1\cdot3}{1\cdot2\cdot127}=\frac{20\cdot20\cdot30}{20\cdot40\cdot127\cdot10}=\frac{20\cdot20\cdot30}{100\cdot80\cdot127}=\underline{\frac{20\cdot20\cdot30}{80\cdot100\cdot127}}.$$

3. 設替換輪率$=\frac{3}{25}$，短縮率$=\frac{1}{508}$，求替換輪。

解： 替換輪率*$=\frac{3}{25}\cdot\frac{509}{508}\sim\frac{3}{25}\cdot\frac{508}{507}$；

$$\frac{3}{25}\cdot\frac{508}{507}=\frac{3\cdot4\cdot127}{25\cdot3\cdot13\cdot13}=\frac{1\cdot4\cdot127}{13\cdot13\cdot25}=\underline{\frac{20\cdot25\cdot127}{65\cdot65\cdot125}}。$$

4. 設替換輪率$=\frac{123}{97}$，求替換輪。

解： $\frac{132}{97}=\frac{11\cdot12}{1\cdot97}=\underline{\frac{55\cdot60}{25\cdot97}}$。

5. 設替換輪率$=\frac{508}{485}$，求替換輪。

解： $\frac{508}{485}=\frac{4\cdot127}{5\cdot97}=\underline{\frac{40\cdot127}{50\cdot97}}$。

(丙) 用普通替換輪組而祇能解以近似法者。

已知替換輪率而求替換輪，有時因限於替換輪之齒數，決不能得適宜之齒輪者，譬如替換輪率爲$\frac{5}{53}$，必特製一 53 齒齒輪而後可。若於普通替換輪組之中，選用其他齒輪以代之，則其值必不能與原值無絲毫之差。然普通車床之工作密度，本極有限。茍有術焉，能不用特製齒輪，純用普通替換輪組中所有之齒輪代之，而其替換輪率之值之差在千分之一以下者，則普通工作亦正合用。是則近似解法亦烏可或忽哉？

明近似解法而舉凡疑難之題，皆不難决，所宜注意者，近似值與原值之差，必當不憚繁瑣，覆驗其是否在千分之一以下，庶免太不精確之弊。

近似解法之要點，在求一極近原有替換輪率之近似替換輪率，然後由近似替換輪率而求相當之替換輪。若求得之近似替換輪率與原值相去較遠，或亦不適用，則有待於復求。求近似替換輪率之法如下。

(一)變易原有替換輪率之分子或分母，使可約小，但其變易值以愈近原有值爲愈妙。

(二)用相當數量校正其分數值，如是共得四個因子量，而可以視作二個分數式。

(三)將第二個分數式之分子與分母微爲增減，使可約小；有時宜先二倍其值或三倍四倍五倍……其值而後微爲增減，然後約小之者。

(四)於是驗其值之與原值相差幾何，若在千分之一以下，則爲適用。

例一：　求合與$\frac{24}{47}$之近似替換輪率並替換輪。

解　(1) $\frac{24}{47}$與$\frac{24}{48}=\frac{1}{2}$相近；

(2) $\frac{24}{47}=\frac{24}{48}\cdot\frac{48}{47}=\frac{1}{2}\cdot\frac{48}{47}$

(3) $\frac{24}{47}=\frac{1}{2}\cdot\frac{48}{47}\sim\frac{1}{2}\cdot\frac{49}{48}=\frac{49}{96}$；

近似替換輪率$=\frac{49}{96}$；

(4) $\frac{24}{47}=0,5106$

$\frac{49}{96}=\frac{0,5104}{0,0002}$

二值相較，其差爲 0,0002, 即$\frac{0,0002}{0,5106}=\frac{2}{5106}\sim\frac{1}{2500}$，已在千分之一以下，故爲適用，

(5) $\frac{49}{96}=\frac{7\cdot 7}{8\cdot 12}=\frac{35\cdot 70}{\underline{40\cdot 120}}$。

35,40,70,120 爲相當替換輪。

例三： 求合於$\frac{34}{53}$之近似替換輪率並替換輪。

解： (1) $\frac{34}{53}\sim\frac{34}{51}=\frac{2}{3}$

(2) $\frac{34}{53}=\frac{34}{51}\cdot\frac{51}{53}=\frac{2}{3}\cdot\frac{51}{53}$

(3) a. $\frac{34}{53}\sim\frac{2}{3}\cdot\frac{50}{52}=\frac{2}{3}\cdot\frac{25}{26}=\frac{25}{39}$；

近似替換輪率$_1=\frac{25}{39}$

b. $\frac{34}{53}\sim\frac{2}{3}\cdot\frac{52}{54}=\frac{2}{3}\cdot\frac{26}{27}=\frac{52}{81}$；

近以替換輪率$_2=\frac{52}{81}$

(4) $\frac{34}{53}=0,6415$ $\frac{34}{53}=0,6415$；

$$\frac{25}{39}=0,6410 \qquad \frac{52}{81}=0,6419$$

$$0,0005=\frac{5}{6415} \qquad 0,0004=\frac{4}{6415}$$

故$\frac{25}{39}$，$\frac{52}{81}$二值均屬可用，但尙可求得一更精密之近似替換輪率如下：

由(3)b得 $\frac{34}{53}\sim\frac{2}{3}\cdot\frac{26}{27}$，

三倍其分子分母，得 $\frac{34}{53}\sim\frac{2}{3}\cdot\frac{78}{81}$

微變其值，得 $\frac{2}{3}\cdot\frac{78}{81}\sim\frac{2}{3}\cdot\frac{77}{80}=\frac{77}{120}$；

$$\text{近似替換輪率}_3=\frac{77}{120}$$

覆驗： $\frac{34}{35}=0,6415$

$\frac{77}{120}=0,6416$

$0,0001=\frac{1}{6415}$。

(5) 求替換輪： $\frac{77}{120}=\frac{7\cdot11}{6\cdot20}=\frac{35\cdot55}{\underline{30\cdot100}}$

例三： 求合於$\frac{127}{122}$之近似替換輪率並替換輪。

解： 本題之分子分母值，相差甚微，無約小之可能性。故其近似値可求之如下：

$\frac{127}{122}\sim\frac{126}{121}$； 近似替換輪率$=\frac{126}{121}$；

覆驗：　$\frac{127}{122}=1,0409$

$$\begin{array}{r} \frac{126}{121}=1,0413 \\ \hline 0,0004=\frac{4}{10409}\sim\frac{1}{2500} \end{array}$$，可用。

求替換輪：　$\frac{126}{121}=\frac{7\cdot18}{11\cdot11}=\frac{70\cdot95}{110\cdot55}=\underline{\frac{70\cdot95}{55\cdot110}}$。

他若$\frac{73}{72}$之適當近似值可爲$\frac{76}{75}$；$\frac{79}{80}$之適當近似值可爲$\frac{77}{78}$亦可爲$\frac{80}{81}$，皆相同之解法也。

例四：　求合於$\frac{500}{314}$之近似替換輪值並替換輪。

解：　與$\frac{500}{314}$相近而可以約小之分數爲$\frac{500}{300}=\frac{5}{3}$；

$$\frac{500}{314}=\frac{500}{300}\cdot\frac{300}{314}=\frac{5}{3}\cdot\frac{300}{314};$$

$$\frac{500}{314}=\frac{5}{3}\cdot\frac{300}{314}\sim\frac{5}{3}\cdot\frac{300}{315}(\text{註一})=\frac{5}{3}\cdot\frac{20}{21}\sim\frac{5}{3}\cdot\frac{21}{22}$$

$$=\frac{5\cdot7}{22}=\frac{35}{22},$$　　近似替換輪率$=\frac{35}{22}$

覆驗：　$\frac{500}{314}=1,5923$

$$\begin{array}{r} \frac{25}{22}=1,5909 \\ \hline 0,0014=\frac{14}{15923}\sim\frac{1}{1100} \end{array}$$，可用。

求替換輪：　$\frac{35}{35}=\frac{5\cdot7}{2\cdot11}=\underline{\frac{50\cdot70}{20\cdot110}}$。

(註一) $\frac{300}{314}$ 之分子分母值，比較的可稱甚大，微變其分母或分子，所得之值，其差甚微，而分數式可以約小，故以$\frac{300}{315}$易$\frac{300}{314}$也。若分子分母之值，比較甚小，則此法不可引用。果用之，則覆驗所得結果，鮮有能滿意者。

例五： 求合於$\frac{67}{20}$之近似替換輪率並替換輪。

解： $\frac{67}{20} \sim \frac{60}{20} = \frac{3}{1}$；

$$\frac{67}{20} = \frac{3}{1}\,\frac{67}{60} \sim \frac{3 \cdot 70}{1 \cdot 63} = \frac{3 \cdot 10}{1 \cdot 9} = \frac{10}{3},$$

近似替換輪率$=\frac{10}{3}$；

覆驗： $\frac{67}{20} = 0,3350$

$\frac{10}{3} = 0,3333$

$0,0017 = \frac{17}{3350} > \frac{1}{1000}$，不適用。另求之如下：

$$\frac{67}{20} \sim \frac{3 \cdot 10}{1 \cdot 9}\,\frac{3 \cdot 20}{1 \cdot 18} \sim \frac{3 \cdot 19}{1 \cdot 17} = \frac{57}{17},$$

近似替換輪率$=\frac{57}{17}$；

覆驗： $\frac{67}{20} = 0,8353$

$\frac{57}{17} = 0,3353$

$0,0003 = \frac{3}{3350} \sim \frac{1}{1100}$可用。

求替換輪：$\frac{57}{17}=\frac{3\cdot19}{1\cdot17}=\underline{\frac{60\cdot95}{20\cdot85}}$。

(丁) 替換輪損壞或遺失之補救法

替換輪組中所有之齒輪，不能必其無隅然失蹤之虞，亦不能必其永不損壞也，設需要之替換輪，一時無從檢出，亦無從假用，則補救之法，大約有四，分述如下：

(1) 所缺少者爲主動齒輪，可以其齒數與任一被動齒輪齒數之比爲齒輪率，而代以一對與之等比之齒輪；所缺少者若爲被動齒輪，可以其齒數與任一主動齒輪齒數之比爲齒輪率，而代以一對與之等比之齒輪。

例：設求得替換輪爲$\frac{20\cdot50}{60\cdot120}$而缺 60 齒齒輪一枚，試示補救之方。

解：$\frac{20}{60}=\frac{1}{3}=\underline{\frac{25}{75}}$或$=\underline{\frac{30}{90}}$；

或 $\frac{50}{60}=\frac{5}{6}=\underline{\frac{25}{30}}$或$=\underline{\frac{75}{90}}$；

故得 $\underline{\frac{25\cdot50}{75\cdot120}}$，$\underline{\frac{30\cdot50}{90\cdot120}}$；$\frac{20\cdot25}{30\cdot120}$或$\underline{\frac{20\cdot75}{90\cdot120}}$ 各種代用替換輪。

(2) 分解分子或分母爲因子，而另樣集合之，亦可消去所缺之齒輪。

例：設求得替換輪爲$\frac{20\cdot90}{85\cdot125}$而90齒齒輪已杳，則可以$\frac{30\cdot60}{85\cdot125}$

代用之，演式如下：

$$\frac{20\cdot90}{85\cdot125}=\frac{20\cdot3\cdot30}{85\cdot125}=\frac{60\cdot30}{85\cdot125}=\frac{30\cdot60}{\underline{85\cdot125}}。$$

(3) 若所用車床，能容三對替換輪者，則二對替換輪中或有缺輪，不妨分解爲三對。

例：設求得$\frac{25\cdot65}{80\cdot120}$而乏80齒齒輪，則上述二法俱不能解，用本法卽得

$$\frac{25\cdot65}{80\cdot125}=\frac{1\cdot25\cdot65}{2\cdot40\cdot125}=\frac{30\cdot25\cdot65}{\underline{60\cdot40\cdot120}}。$$

(4) 用上述各法而皆無濟於事，則惟有用近似解法以彌其憾。

例：設求得$\frac{35\cdot60}{85\cdot110}$而85齒齒輪無從尋覓，又不克用三對替換輪，則舍用近似解法外，別無補救之道矣。

解： 1) 求其原比之值：$\frac{35\cdot60}{85\cdot110}=\frac{7\cdot6}{17\cdot11}=\frac{42}{187}=0,2246$；

2) 求近似值：$\frac{42}{187}=\frac{42\cdot168}{168\cdot187}\sim\frac{1}{4}\cdot\frac{160}{180}=\frac{1}{4}\cdot\frac{8}{9}=\frac{2}{9}=$

0,2222；

3) 覆驗：

$$\begin{array}{r}0,2246\\-0,2222\\\hline 0,0024\end{array}=\frac{46}{2246}>\frac{1}{1000}，$$不適用。

4) 重求近似值：$\frac{42}{187}\sim\frac{1}{4}\cdot\frac{8}{9}\sim\frac{1}{4}\cdot\frac{9}{10}=\frac{1}{4}\ \frac{36}{40}\sim\frac{1\cdot35}{4\cdot39}$

$=\frac{35}{156}=0,2244$；

5)覆驗：
$$\begin{array}{r} 0{,}2246 \\ -0{,}2244 \\ \hline 0{,}0002 \end{array} = \frac{2}{2246} \sim \frac{1}{1100}$$，可用。

6)求代用替換輪：$\frac{35}{156}=\frac{5\cdot 7}{12\cdot 13}=\frac{25\cdot 70}{120\cdot 65}=\frac{25\cdot 70}{65\cdot 120}$。

(三) 結論

替換輪之求法已具述於前，掛一漏萬，在所不免，然尋常應用，大略已備。若夫擴而充之，則其用亦正無限。最新式之車床人皆知用槓桿裝配法以變易齒輪率矣，然仍不能舍替換輪而獨自爲用。故替換輪計算法之立，終不可以已也。東考槓桿所能變易之齒輪率，不過其部分齒輪率而已，可由實際考察而知之；若以實際之考察爲不便，可由粘於車床上之表中求得之。既得其部分齒輪率，則不論何題，皆可依前法求得其必要之替換輪。或曰，車床上既粘表式，何煩再算？殊不知表中所示，其用有限。苟遇表中所無者而又不諳其算法，不將徒嗟奈何乎？本篇欲爲好學深思者進一解，故並舉例及之，彼夫好恃表式爲機械的生活者，我又奈之何哉？

例如導軸斜度爲十公釐之車床，粘有下列表式，並知替換輪組中所備齒輪爲 25,34,40,50,55,60,65,70,75,80,90,95,100,120,125,127, 求製 $6\frac{1}{4}$ 公釐斜度之螺旋所用之替換輪。

槓桿所在				A	B	C	D	E
應需替換輪				斜度（以公釐計）				
0	0	0	0	9	7	6	5	4
60	100	25	125	1,8	1,4	1,2	1	0,8
50	80	60	125			3		
75	50	55	125				5,5	
75	50	65	125				6,5	
				螺程數				
127	100	25	125			10		
127	80	25	125			8		
127	70	25	125			7		
127	75	40	120			4.5		
127	50	40	100			2.5		
127	100	80	40			1		

徧觀表中，未有述及 $6\frac{1}{4}$ 公釐斜度者。是故必先求得其各個部分齒輪率，而後本題始解。

求部分齒輪率之法，可任取表中含有替換輪各行之一，反求得之。應用公式，彙錄於下：

$$齒輪率=斜度率=\frac{1}{螺程率}\cdots\cdots\cdots 1.$$

$$部分齒輪率=\frac{齒輪率}{替換輪率}\cdots\cdots\cdots 2.$$

設以 60,100,25,125 | 1,8;1,4;1,2;1;0,8 爲例，得

部分齒輪率 $A=\frac{1,8}{10}:\frac{60\cdot25}{100\cdot125}=\frac{9}{50}\cdot\frac{25}{3}=\cdots\cdots\frac{3}{2}$;

" $B=\frac{1,4}{10}:\frac{60\cdot25}{100\cdot125}=\frac{7}{50}\cdot\frac{25}{3}=\cdots\cdots\frac{7}{6}$;

" $C=\frac{1,2}{10}\cdot\frac{25}{3}=\cdots\cdots\frac{1}{1}$;

" $D=\frac{1}{10}\cdot\frac{25}{3}=\cdots\cdots\frac{5}{6}$;

" $E=\frac{0,8}{10}\cdot\frac{25}{3}=\cdots\cdots\frac{2}{3}$。

於是依前法求合於 $6\frac{1}{4}$ 公釐斜度之替換輪，得下列多種之解法

槓桿在 A： 替換輪率$=\frac{6\frac{1}{4}}{10}:\frac{3}{2}=\frac{25}{40}\cdot\frac{2}{3}=\frac{5}{8}\cdot\frac{2}{3}=\frac{5}{12}$;

故得 $\frac{5}{12}=\frac{1\cdot5}{3\cdot4}=\frac{25\cdot50}{75\cdot40}=\underline{\frac{25\cdot50}{40\cdot75}}$。

槓桿在 B： 替換輪率$=\frac{6\frac{1}{4}}{10}:\frac{7}{6}=\frac{5}{8}\cdot\frac{6}{7}=\frac{15}{28}$;

故得 $\frac{15}{28}=\frac{3\cdot5}{4\cdot7}=\frac{75\cdot50}{100\cdot70}=\underline{\frac{50\cdot75}{70\cdot100}}$。

槓桿在 C,D 或 E 類推。

鎔鐵(Flusseisen)在建築上之彎折度(Knickung)及其可許負擔力(Zulaessige Beanspruchung).

Dr.-Ing. Dietrich Ruehl. 原著

薛 祉 鎬 譯

若依尤拉公式(Euler'sche Formel)計算，而可許負擔力超過 1400 公斤／平方公分 (kg／cm²； 1400 kg／cm²=19912 lb／sqin)以上，則鐵架(Fachwerk)雖有四倍彎折安全度(4fache Knicksicherheit)，亦甚危險。須用他種公式(如塔脫梅易 Tetmajer 等公式)以驗鐵架之能否勝任；有時無需乎四倍之安全度。受壓桿最少須有二倍或二倍半之安全度。桿愈細長，安全數(n)亦隨之而增。若其長度比(Schlankheitsverhaeltnis) $\frac{l}{i}=105$, 則 n=5. 此種規定，按之經驗，實爲不可忽視者。若以 1600 公斤／平方公分 (22757 lb／sqin)爲可許負擔力，則因外來之加重，驟然衝撞之外力及鐵桿內張力(Spaunung)之變化，鐵架卽極爲可危。

德國工業統一會(Deutache Industrienormen；縮寫之爲 DIN, 下俱如此)發表其對於鎔鐵在建築上之可許負擔力之規定後，引起一般爭論。關於此點，本篇須下明白判斷；蓋若仍因襲舊章，而仍不愼於可許負擔力之選擇，實爲建築上極危險之事。DIN於此似不宜不依經驗及學術而詳加考慮。

審定彎折度及彎折安全度，爲最重要而最難之問題。所可異

者，DIN 猶以尤拉公式為繼續可用；且以為在負重情狀極危險時，四倍之安全度爲已足。其對於各種負重情狀所應取之安全度，含糊不明。吾人既由多數已經倒塌之鐵架及大規模之試驗得極多之經驗，似不宜再引用此種不完全之規定以為標準；DIN 宜參考各種經驗及理論上之觀察以爲規定之繩墨。

一千九百十年以來，普魯士竭力改良其建築上之規定，以求與經驗相符。故于一九一二年三月十日發表其對於受壓桿之構造及計算之規定；且極注意於分節彎折桿 (gegliederte Knickstaebe)。然此規定仍照昔例，許用尤拉公式以計算彎折安全度，實爲憾事

依此類規定而謹慎從事，亦可建穩固之鐵架，而無需夫四五倍之安全度。但在全部鐵架中，受壓桿之安全度常較小於受拉桿之安全度。

及一九一九年十二月廿四日之規定由命令發表後，始大爲改良；歐戰期內所得之經驗，俱包括在此規定內。其第六章云「計算極大之鐵架時(例如甚高之塔頂，甚大之飛機場，及甚高之起重機架等) 因雪壓力風壓力之故，各種假定須較嚴；且多節之桿，固度常較小，故計算須較嚴」。

此種危險雖已顯明，然終仍未除去之。英格梭 (Engesser) 與甲爾曼 (Karmann) 所定之理想式彎折問題 (Knickproblem in der idealen Form) 之公式，因包括各種長度比，固尚非實習者所能明瞭。然若用較淺明之公式于適宜之處，其結果雖非極準確，在實

用上亦甚合經濟。

整桿(vollwandige Staebe)之實在彎折安全度(wirkliche Knicksicherheit),在$\frac{l}{i}<105$時可用塔脫梅易公式計算之。若用尤拉公式以計算此種粗短之桿,則依普魯士之規定,安全度須為四倍或五倍,然安全度隨長度比之減少而銳減,如第一表之所示。

依尤拉公式所得整桿之重心張力(以 公斤/平方公分 計)及實在安全度

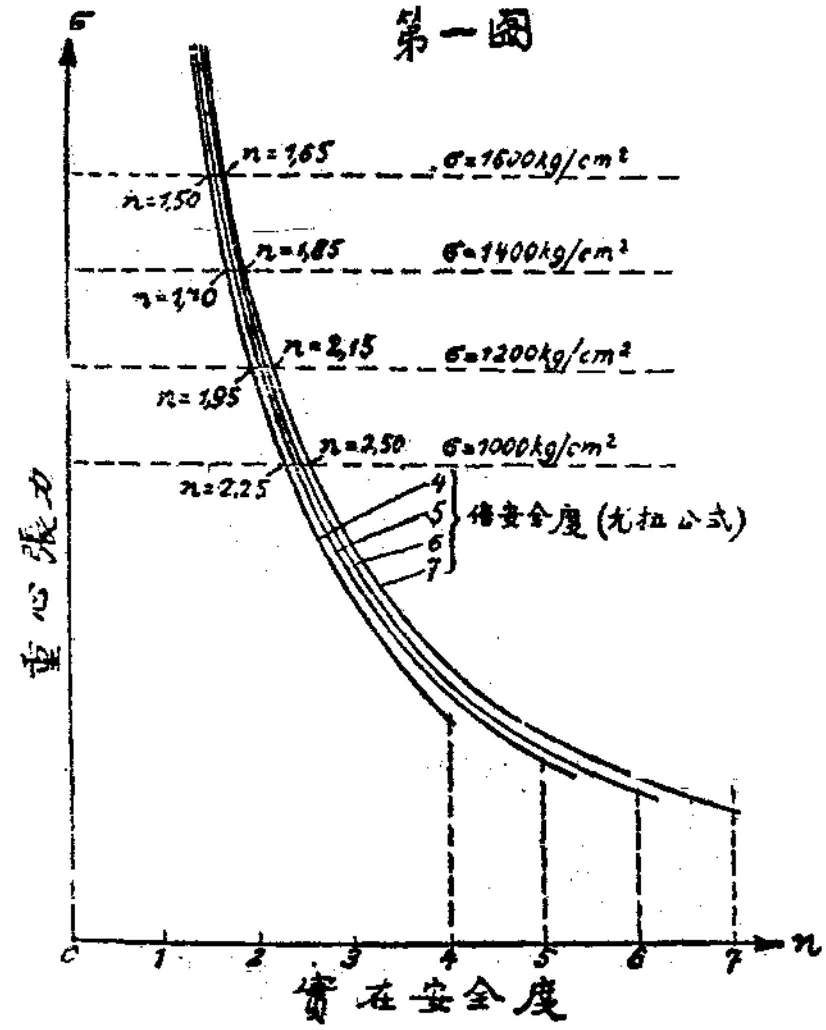
長度比	20	30	40	50	60	70	80	90	100	105
依尤拉公式之彎折張力(σ_E)	52500	23300	13100	8400	5830	4280	3280	2600	1200	1900
依塔脫梅易公式之彎折張力(σ_T)	2870	2760	2650	2580	2420	2300	2190	2075	1960	1900
彎折張力之比 $V=\frac{\sigma_T}{\sigma_E}$	0,055	0,12	0,22	0,30	0,42	0,54	0,67	0,80	0,93	1,00
依尤拉公式 =4 時之實在安全度	0,22	0,48	0,88	1,20	1,66	2,16	2,68	3,20	3,72	4
依尤拉公式 n=4 時之重心張力	13100	5800	3280	2100	1460	1070	820	650	525	475
依尤拉公式 n=5 時之實在安全度	0,27	0,60	1,10	1,50	2,07	2,70	3,35	4,00	4,65	5
依尤拉公式 n=5 時之重心張力	10500	4660	2620	1680	1165	855	655	520	420	380
依尤拉公式 n=6 時之實在安全度	0,33	0,72	1,32	1,80	2,49	3,24	4,02	4,80	5,59	6
依尤拉公式 n=6 時之重心張力	8750	3880	2190	1400	970	714	546	433	350	317
依尤拉公式 n=7 時之實在安全度	0,38	0,84	1,54	2,10	2,90	3,78	4,70	5,60	6,51	7
依尤拉公式 n=7 時之重心張力	7500	3340	1870	1200	833	612	469	372	300	272

彎折張力即能使鐵桿折斷之張力,由塔脫梅易公式所求得者甚合實情。

普魯士規定云「依尤拉公式計算,可許之負擔力不得超出 1200,1400 及 1600 公斤/平方公分 以外」。如此則由第一圖,其最小

之安全度爲 1,95；1,70 及1,50. 在安全度小時，可許負擔力之變動與其在安全度上之影響成比例，因此時曲線幾皆直立故也。

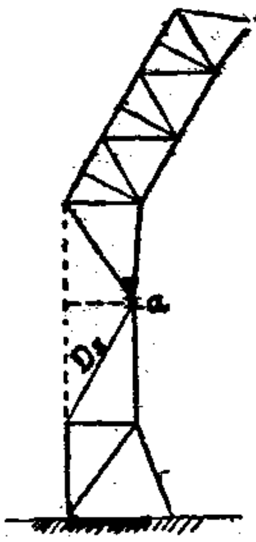
第一圖



所最宜注意者，在長度比$\frac{l}{i}<60$。及可許負擔力爲自 1200 公斤／平方公分 至 1600 公斤／平方公分 時，依尤拉公式雖已有六七倍安全度，然實在安全度仍甚小，因各曲線在此處互相接近故也(第一圖)。例如在可許負擔力等于 1600 公斤／平方公分 時，依尤拉公式之安全度爲四倍，而實在安全度則祇爲 1,5 倍；若依尤拉

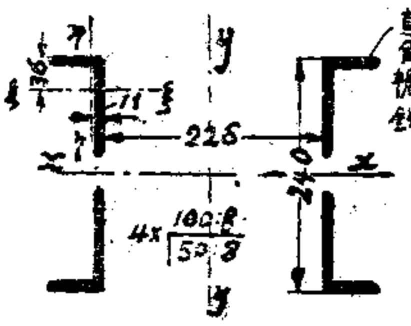
公式之安全度爲七倍，則實在安全度亦僅爲 1,65 倍。普魯士規定云「若已假定壓力正在受壓桿之中心，而卽以最小安全度計算，則可許負擔力不得超過其最低限度」。此種規定仍未妥當，亦不能保鐵架之穩固；如上述之例，依尤拉公式之安全度自4 倍增至 7 倍，卽增加百分之七十五時，實在安全度則僅自 1, 5 倍增至 1,65 倍，祇增加百分之十。而鐵架在安全度等于 1,6 倍時極爲危險。若以分節桿之負能 (Tragfaehigkeit) 爲具等惰率 (Traegheitsmoment) 及等橫截面之整桿負能之百分之七十五至百分之八十，則已無背乎普魯士之規定，而所得之實在安全度僅爲 1,4 倍，欲鐵架之久存難矣哉。要之，此種規定實不可恃。故對於彎折問題及彎折安全度加以較深之研究，實今日急不容緩之事。

漢堡 (Hamburg) 蓄汽臺倒坍後，英格棱，格郞 (Krohn) 及米洛百來司老 (Mueller Breslau) 諸氏有極關緊要之研究，可爲解決分節桿彎折問題之助。又在歐戰時(一九一七年)有一極大飛機場倒坍，此飛機場已經二年。架脊 (Binder) 爲三活節弧 (Dreigelenkbogen)，其基節 (Fussgelenk) 在 a 處(第二圖)，下以支座 (Widerlagerboecke) 承之。與支座相連之斜桿 (Strebe) D_s 爲最危險。其橫截面如第三圖。四條不等邊之直角輾鐵 (Winkeleisen) 以桁檔及聯板 (Bindebleche) 互相連結。依靜力學計算之最大壓力，合架之本重，應用重 (Nutzlast) 雪重及風重而計之，共爲 63 噸。昔曾假定 D_s 爲具等惰率之整桿，而以尤拉公式計算其安全度。

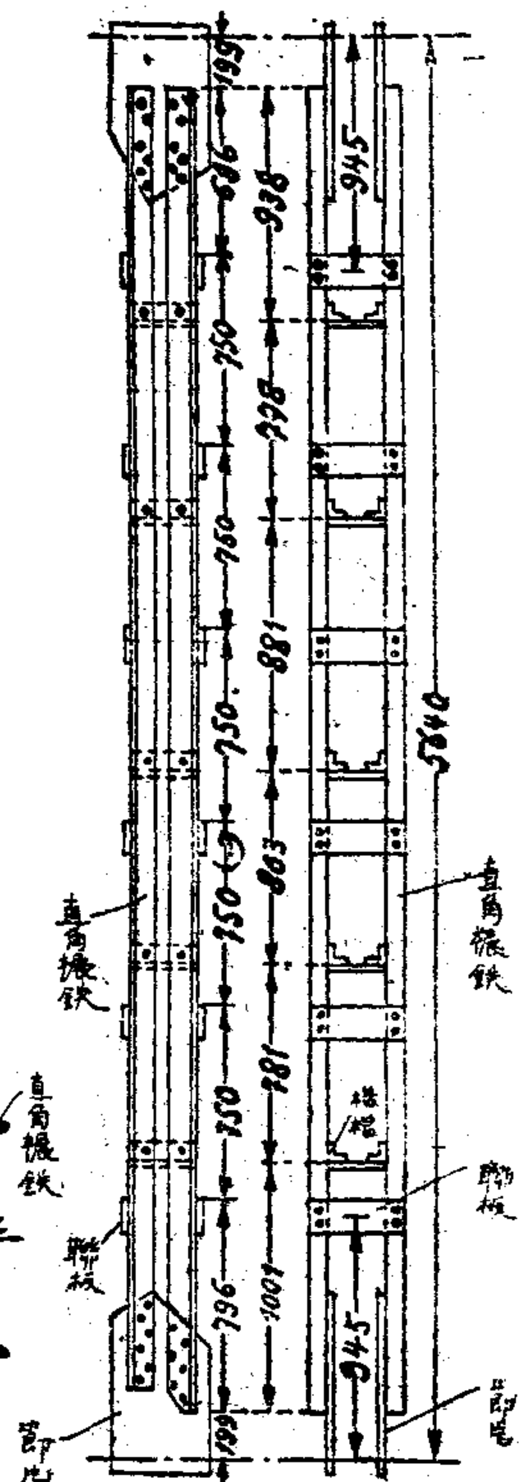


第二圖

D₁之橫截面



第三圖



第四圖 第五圖

每條輾鐵之：

橫截面 $F_1=11,5$ 方公分

對于ξ軸之惰率 $I_\xi=116$ (公分)^4

對于ξ軸之惰率半徑 $i_\xi=3,18$ 公分

對于η軸之惰率 $I_\eta=19,6$ (公分)^4

對于η軸之惰率半徑 $i_\eta=1,30$ 公分

Ds 全桿之：

橫截面 $F=4\cdot 11,5=46$ (公分)^2

對于 x 軸之惰率 $I_x=4(116+11,5\cdot 8,4^2)=3708$ (公分)^4

對于 x 軸之惰率半徑 $i_x=9,0$ 公分

對于 y 軸之惰率 $I_y=4(20+11,5\cdot 12,4^2)=7152$ (公分)^4

對于 y 軸之惰率半徑 $i_y=12,5$ 公分

Ds 全桿之長 $l=564$ 公分 各聯板闊 10 公分，厚 0,6 公分，全桿每面共有六塊聯板，其間之距離爲 75 公分

第一聯板與全桿下端之距離爲 945 公釐。聯板之間有橫桿，其距離自 778 至 881 公釐 不等。此種橫檔祗以一個帽釘(Niet)與輾鐵相連。最初依尤拉公式之計算，因 $I_x=3730$, $I_y=7180$, 故其：

對于 x 軸之安全度 $n_x=\dfrac{\pi^2 E\cdot 3730}{564^2\cdot 63}=3,9$ 倍

對于 y 軸之安全度 $n_y=\dfrac{\pi^2 E\cdot 7180}{564^2\cdot 63}=7,5$ 倍

其計算 Ds 之安全度與計算整桿時同。此飛機場不在普魯士境內；依該地之規定，若用尤拉公式祗需 4 倍安全度。

審查之初步，須先察其與一九一二年三月十日普魯士之所規

定者有何不合之處：

1) 對於 x 軸之彎折：

在架脊平面(Binderebene)內之橫檔，皆以一個帽釘與輾鐵相聯，此已違最普通之法則及普魯士之所規定者：橫檔與直桿須用二個帽釘相連，聯板亦須以二個帽釘與直桿相連。

聯板祗有一個帽釘，不能增高全桿之堅度；而 D_s 之彎折反不在架脊平面內；全桿且在此平面外凸出，因在此方向內之彎折安全度較小故也。且在架脊平面內，節片 (Knotenbleche) 之連結甚固，故全桿不能在平面內彎折。

假定各輾鐵之兩端在節片平面內完全爲節片所箝牢，則其對于 ξ 軸之安全度爲：

$$n_\xi = \frac{\pi^2 \cdot F \cdot 116}{\left(\frac{564}{2}\right)^2 \cdot \frac{63}{4}} = \frac{16 \cdot \pi^2 \cdot 116\ E}{564^2 \cdot 63} = \underline{1,95} \text{ 倍}$$

2) 對于 y 軸之彎折

聯板間之距離爲 75 公分 故各輾鐵之安全度非爲7,5倍，而爲：

$$n_\eta = \frac{\pi^2 E \cdot 19,6}{75^2 \cdot \frac{63}{4}} = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot E \cdot 19,6}{75^2 \cdot 63} = \underline{4,6 \text{ 倍}}。$$

又下端节點 (Knotenpunkt) 太弱：下端二塊聯板離節點太遠；節片釘在輾鐵上，故其外面稍强；此外無他物能增高節點之堅度。二塊聯板理自直接釘在節片之後。

依普魯士所規定之條例，在兩端上應有充分長之中片 (Stege)

以禦剪力(Scherkrafte)；D_s之桿端則無此中片，不能傳導剪力。

由尤拉公式及普通法則，祇能知此鐵架之甚爲危險，而不能測定其實在能負擔若干。此卽現今所行條例之大缺憾。工程師若祇用尤拉公式以計算，常不能測知鐵架之負擔及其與折斷限度(Bruchgreuze) 相去之程度。近二十年來，鐵架之因受壓桿安全度不足而倒坍者亦已多矣；此皆足以證明尤拉公式之不適于用；而于鐵架之實能負擔若干，工程師自不能不瞭然也。

若以各節點爲充分強固，而用新觀察法審查之，則得結果如下：

1)依塔脫梅易公式計算之安全度。

a)假定 D_s 爲具等惰率之整桿，則$\frac{1}{i_x}=\frac{564}{9,0}=62,6$； 故其對于x軸之彎折張力 $\sigma_K=3100-11,4\cdot62,6=2385$ 公斤／平方公分

彎折壓力 $P_k=2,385\cdot46=110$ 噸；故其對于x軸之

實在安全度 $n_x=\frac{110}{63}=1,75$ 倍 (前以爲 3,9 倍)

又$\frac{1}{i_y}=\frac{564}{12,5}=45,2$；故其對于y軸之

彎折張力 $\sigma_K=3100-11,4\cdot45,2=2585$ 公斤／平方公分

彎折壓力 $P_k=2,585\cdot46=119$ 噸；故其對于y軸之

實在安全度 $n_y=\frac{119}{63}=1,89$ 倍 (前以爲 7,5 倍)

b)各輾鐵對于 η-軸之安全度； $l_1=75$ 公分 其 $\frac{l_1}{i_y}=\frac{75}{1,3}=57,8$；

故其對于 η-軸之：

彎折張力 $\sigma_K=3100-11,4\cdot57,8=2442$ 公斤／平方公分

彎折壓力 $P_k=2442\cdot11,5=28,120$ 噸；故其對于 η-軸之

實在安全度 $n_\eta=\frac{28,12}{\frac{63}{4}}=1,78$ 倍 (前以爲 4,6 倍)

在下端之長 $l_1=945$ 公釐，則：

$n_\eta=1,66$ 倍

c) 若以各輾鉄桿端在節片平面內爲充分牢固，則其對于 x—軸之彎折安全度 $n_x=1,53$ 倍 (前以爲 1,95 倍)。

因 D_s 曾對于 y-軸而折斷，故以下祇審查其對于 y-軸之彎折安全度；且横檔以一個帽釘與輾鐵相連結，故其對于 x-軸之彎折安全度，須另由他法計算之。

2) 依英格梭公式計算之彎折安全度。

全桿之理想長度比，可以下列公式表之：

$$\lambda^2_o=\left(\frac{l}{i_y}\right)+\left(\frac{l_1}{i_y}\right)^2+\frac{l_1 h f}{I_b}。$$

h 爲在 x-軸方向內輾鉄重心之距離，I_b 爲每雙聯板對于 y-軸之惰率，F 爲全桿之横截面。D_s 之 $\lambda_o=79$。在 $\lambda_o\leqq105$ 時，則彎折壓力 $P_k=0,9(3,100-0,0114\cdot\lambda_o)\cdot F$。式內之因數 0,9 所以補正不重要各部之影響。

$P_k=0,9\ (3,1-0,0114\cdot79)\cdot46=91$ 噸

彎折安全度 $n_y=\frac{9,1}{63}=1,45$ 倍 (前以爲 7,5 倍)

3) 依格朗公式計算之彎折安全度。

各輾鐵桿之彎折壓力：

$$\frac{l}{i_y}=\frac{75}{1,3}=57,7$$

$$P_1=(3,1-0,0114\cdot 57,7)\cdot 11,5=28,1 \text{ 噸}$$

全桿之彎折壓力：

$$P_k=P_1\frac{F}{F_1}\left(1-\frac{11,4\cdot l}{3100\cdot i_y}\right)=28,1\cdot 4\left(1-\frac{11,4\cdot 564}{3100\cdot 12,48}\right)=93,6 \text{ 噸。}$$

故 $n_y=\frac{93,6}{63}=1,49$ 倍（前以爲 7,5 倍）

4）依米洛百來司老公式 (Mueller Breslau'sche Formel) 計算之彎折安全度。

a）設力點與全桿中心之距離爲 δ，桿受壓後之彎曲數爲 a，二者之和爲 $\delta+a=\frac{l}{200}$，則依近似公式可求得桿之彎折壓力：

$$P_k=\frac{200h}{100h+l}\left(3,100-0,0114\cdot\frac{l}{i_y}\right)\cdot F'$$

$$=\frac{200\cdot 24,8}{100\cdot 24,8+564}\cdot 2,442\cdot 23=91,5 \text{ 噸。}$$

故 $n_y=\frac{91,5}{63}=1,45$ 倍（前以爲 7,5）。

b）力點與全桿中心之距離及桿受壓後之彎曲數對於堅度之影響，亦經審查。所得結果如下：

邊桿(Gurt)之在下端第一幅(Feld)之右者，其邊張力(Randspannung)爲最大。假定彎曲數 a＝2,73 公分 或 $\frac{a}{l}=\frac{2,73}{564}=\frac{1}{206}$ 時，則邊張力已超過比例限度 (Propottionalitatsgrenze 2,4 噸／平方公分)；雖祇加以應用重量，邊桿卽斷。米洛百來司老以爲：雖以二倍

應用之重量加於 $a=\frac{1}{200}$ 處，所生之邊張力，不許超過比例限度。

此張力最大之邊桿，曾由理論求得之，與實際情形相符合；蓋受推最烈者，亦此桿也。

5) 依哥唐 Gordon) 公式計算之安全度。

$$\text{全桿之彎折張力}\,\sigma_K=3100\left(1-0{,}0044\cdot\frac{1}{i_y}\right)$$

$$=3100\left(1-0{,}0044\cdot\frac{564}{12{,}5}\right)$$

$$=3100\cdot 0{,}802=2500\ \text{公斤/平方公分}$$

$$\text{彎折壓力}\ P_k=2{,}500\cdot 46=116\ \text{噸}$$

$$\text{故得安全度}\,n_y=\frac{115}{63}=1{,}83\ \text{倍}\ (\text{前以為}\ 7{,}5\ \text{倍})$$

依上述審查之結果，實在安全度幾皆在 1,45 與 1,45 之間。此低小之安全度，自不能使鐵架久立不倒。依米洛百來司老之計算，若 $a=\frac{1}{200}$（此乃甚易發生之實在情形，蓋力點與中心常不相合也）， 則雖祇加以應用重量，鐵架都倒，斯時 D_3 之安全度祇在 1,00 與 1,49 之間。

由上述計算之結果，得斷語如下：

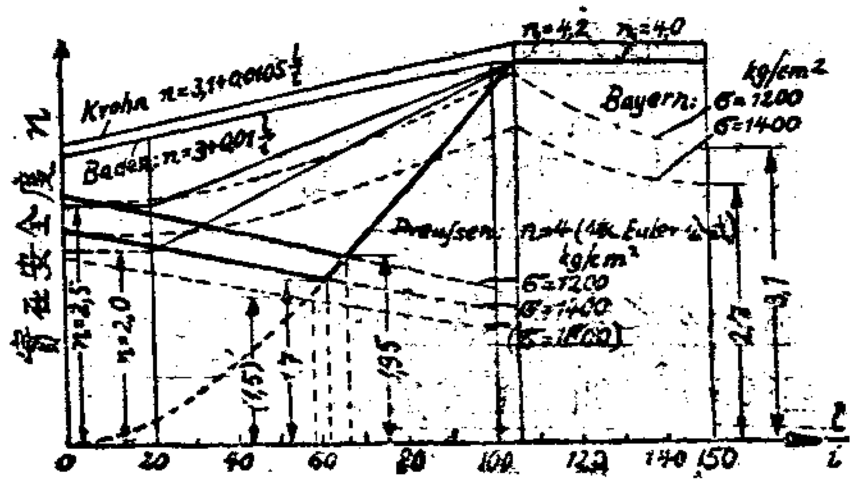
1) 凡鐵架之安全度在 1,5 左右者，必漸漸倒坍。

2) 用英格梭，格耶及米洛百來司老公式以計算分節桿，其結果皆相等，且與實際情形相符合；故此公式甚可信任。

要之，用新法以計算受壓桿，無需夫四五倍之安全度；設 $\frac{l}{i} \leqq 20$, 而以 1200→1400 公斤／平方公分 爲可許負擔力，則如受壓桿之有 2,5 倍或 2 倍之安全度已甚足；若以 1400 公斤／平方公分 爲可許負擔力則安全度不得少於三倍。自 $\frac{l}{i}=20$ 以上，安全度須隨長度比而增加，至 $\frac{l}{i}=105$ 時，須爲五倍。若以鐵架內各桿之全長爲其受彎折力之長，則安全度須在二倍與四倍之間。二倍以下之安全度不可用。

依現行各種主要條例所得之整桿實在安全度如第六圖。圖內附註依上述新法計算之實在安全度。在 $\frac{l}{i}=60 \rightarrow 70$, 及可許負擔力爲 1200 公斤／平方公分 及 1400 公斤／平方公分 時，依普魯士之條例計算之安全度爲四倍，其實在安全度則祇爲 1,95 倍及 1,70 倍。$\frac{l}{i}=60 \rightarrow 70$ 爲在實用上常遇之數。若可許負擔力爲 1600 公斤／平方公分，則在依尤拉公式計算之安全度等於四倍時，實在安全度祇爲 1,5 依倍。依巴得 (Baden) 條例，實在安全度之最少

第六圖



者亦等于受拉桿之安全度，依直線而增大，至$\frac{l}{i}=100$時爲四倍。格耶之提議與巴得條例相同。巴陽(Bayern)條例介乎普魯士(Preussen)條例與巴得條例之間，依巴陽條例在$\frac{l}{i}>105$時實在安全度降至3,7倍及2,7倍，桿長者受最大橫力(Querbelastung)之影響亦能增高其安全度。

由上述各項得下列各條：

在載重情狀最危險時（本重，常重，交通重，起重機重，以及風雪重量一齊作用時），則：

1)就整桿而言：

若$\frac{l}{i}\geqq 105$，依尤拉公式柱體須有五倍安全度，鐵架桿須有四倍安全度；桿之$\frac{l}{i}\geqq 200$者須禁用。

若$\frac{l}{i}<105$須依塔脫梅易公式計算，在$\frac{l}{i}=20$時，安全度最小須等於2倍，$\frac{l}{i}$漸大則安全度依直線升至四倍及五倍。

2)就分節桿而言：

分節桿可用英格梭法或格耶法或米洛百來司老法計算之，安全度之倍數隨依英格梭公式計算之長度比而異：

$$\lambda_e^2=\left(\frac{l}{i}\right)^2+\left(\frac{l_1}{i_1}\right)^2+\frac{l_1 h F}{I_b}$$

由實驗認爲必要之安全度如下：

$\lambda_e \geqq 105$， 四倍至五倍；

$\lambda_e = 20$， 最小須爲二倍，

λ。在 20 與 105 之間，安全度依直線爲增減。 λ。不得超過 200 以上，亦不得等於 200。

3) 就以欄格 (Vergitterung) 連結之整桿而言：

一部份用整塊鐵板，一部份用欄格連結之桿之計算法，與分節桿之計算法同。計算時因求簡捷起見，初不顧及鐵板之存在；及後依實在橫截面與理想橫截面(即指無鐵板而言)之比而增大其負擔力。安全度之倍數與2)同。

DIN 規定可許負擔力時，未嘗注意及於張力之變動及返復，例如起重機之重及風與雪之重。依勞恩哈威洛公式 (Launhardt-Weyrauch) (此公式根據佛拉 Waehler 之試驗) 原始堅度 (Urspruugsfestikeit) (張力常自零變至最大，復自最大變至零) 等於靜時載重之三分之二，振動堅度 (Shewingnngsfestigkeit) (張力常自負最大變至正最大，復自正最大變至負最大) 等於靜時載重之三分之一。例如容鐵靜時堅度爲 4000 公斤／平方公分，其原始堅度約等於 2700 公斤／平方公分，振動堅度等於 1350 公斤／平方公分。費伯兒 (Foeppl) 以爲依鮑星格 (Bauschinger) 試驗，鎔鐵之振動堅度約爲 1980 公斤／平方公分，已近比例限度，原始堅度則爲 2200—2400 公斤／平方公分。要之，鐵架內張力若常在 1350 公斤／平方公分與 2000 公斤／平方公分之間變動，則鐵架終必倒坍。因鐵架內張力變動不若橋梁內之劇烈 (鐵架上裝起重機時，不在此例，須另用他法計算之)，故可以 2800 公斤／平方公分爲原

始堅度，而以 2000 公斤／平方公分 爲振動堅度。然若以 1600 公斤／平方公分 爲可許之張力，殊屬不妥。卽以 1200 公斤／平方公分 及 1400 公斤／平方公分 爲可許張力，於計算時及構造時，亦須取嚴格主義。若於鐵架上轉運重物，例如用起重機以運貨，則鐵架常受驟然衝撞之壓力；在建築學內，以此壓力等於起重機載重之一倍半。

彎折堅度隨載重之久暫及重量之變動次數而異。上述關於彎折安全度之各條，可適用於各種彎折問題上。

注意： 篇內於整句下畫有橫線，所以示該句之緊要。於數字下畫有橫線，所以示該數字合爲名詞，須連讀之。

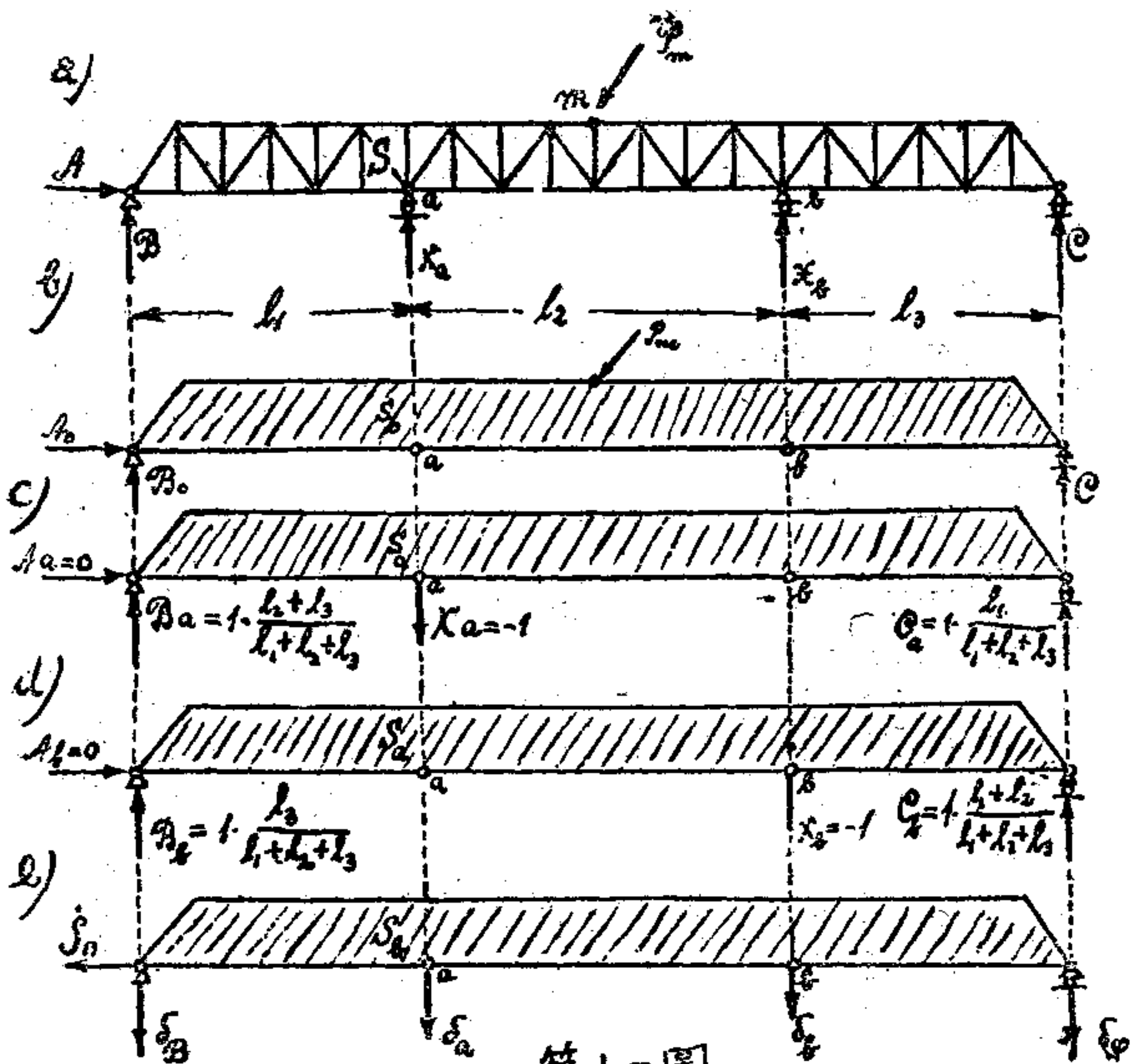
靜力學不定系撮要

（續第十一期）

崔延昇

(四)基本法則

援諸前篇之要理，於此可以進而硏究靜力學不定系之計算矣。蓋其所需者爲工作方程式 $\Sigma \overline{Q}\delta = \Sigma \overline{S}\Delta s$。此式之爲用甚廣，可以解決靜力學可定系與不定系中之種種問題。其關於靜力學可定系者，姑置不論。茲爲說明靜力學不定系計算之手續起見，且述下題之解法：



第十二圖

第十二圖 a 係一平面梁架，其支枕之設置悉如第八圖。故爲二次的靜力學不定系。其中之靜力學不定值當爲中間之二反應支力。倘先假定此二不定值爲已知數——譬如使之等於零，換言之即將中間之兩滑動支枕除去——，此梁架則變爲靜力學可定系，其支力及棒內緊張力皆可依平衡律而定之矣。此種梁架名爲所研究者之主綱，其所含之棒體名曰主棒或需要棒。同樣亦有需要支

力及過多支力之名稱，（本圖 a ）中之 x_a 及 x_b 卽所謂之過多支力也。

因平衡律俱爲一次方程式，故任一主棒之緊張力 S 亦爲 P, x_a, x_b 諸力之直線函數；其式爲

$$\left.\begin{aligned} S &= S_0 - S_a \cdot x_a - S_b \cdot x_b \\ A &= A_0 - A_a \cdot x_a - A_b \cdot x_b \\ B &= B_0 - B_a \cdot x_a - B_b \cdot x_b \\ M &= M_0 - M_a \cdot x_a - M_b \cdot x_b \\ N &= N_0 - N_a \cdot x_a - N_b \cdot x_b \end{aligned}\right\} \cdots\cdots\cdots\cdots (17)$$

此外則

本篇大旨在求靜力學不定系任一棒內之 S。故今但就 S 而言。上式之 S_a, S_b 與重 P 及諸力 x_a, x_b 毫不相關。但 S_0 乃爲 P 之直線函數。S_0, S_a, S_b 諸值之解釋如下：

1) 設 x_a, x_b 皆等於零，僅原有之重 P 施於主綱，則所研究之棒體受緊張力 S_0.（本圖 b ）之載重狀況簡名之爲『狀況 $x=0$』。

2) 設 P 及 x_b 皆等於零，僅有 $x_a=-1$ 施於主綱，則棒體所受之緊張力爲 S_a,此種載重狀況（如 c 圖所表）簡名之爲『狀況 $x_a=-1$』。梁架兩端所起之反應支力亦如圖中所表。

3) d 圖中之載重狀況名曰『狀況 $x_b=-1$』。其所起之反應支力亦如圖中所表，其所起之棒內緊張力則爲 S_b。

S_0, S_a, S_b 諸緊張力依靜力學之普通法則不難求出，而所不知者仍爲 x_a 及 x_b；故據公式，(17) S 仍不能得。於是其計算復歸

納於『求靜力學不定值 x_a 及 x_b』之問題矣。此問題可以工作方程式

$$\sum \overline{Q}\,\delta=\sum \overline{S}\cdot\Delta s$$

而解決之。試驗

理想的載重狀況 $x_a=-1$ 與實際的移動狀況。

理想的載重狀況 $x_b=-1$ 與實際的移動狀況

各列一工作方程式。因得二一次方程式，

但須先假定（或測得！）各支點因支柱之收縮而起之移動，如（e圖）所表：

支點B垂直向下之移動為 δ_B

支點a垂直向下之移動為 δ_a

支點b垂直向下之移動為 δ_b

支點C垂直向下之移動為 δ_C。

1）『狀況 $x_a=-1$』之工作方程式為

$$1.\ \delta_a+L_a=\sum S_a\cdot\Delta s. \qquad (18)$$

其中 $L_a=-1\cdot\frac{l_2+l_3}{l_1+l_2+l_3}\cdot\delta_B-1\cdot\frac{l_1}{l_1+l_2+l_3}\cdot\delta_e$

係其支力之虛像工作。

2）『狀況 $x_b=-1$』之工作方程式為

$$1.\ \delta_b+L_b=\sum S_b\cdot\Delta s. \qquad (19)$$

其中 $L_b=-1\cdot\frac{l_3}{l_1+l_2+l_3}\cdot\delta_B-1\cdot\frac{l_1+l_2}{l_1+l_2+l_3}\cdot\delta_e$

係其支力之虛像工作

Δs 乃棒體實際之伸張，原等於 $\frac{Ss}{EF}+\varepsilon\cdot t\cdot s$。為簡便起見，

姑使 $\frac{s}{EF}=\rho$。則(18), (19) 兩式可變爲

$$(20)\begin{cases}\delta_a+L_a=\sum S_a\cdot S_o\cdot\rho-x_a\sum S_a^2\rho-x_b\cdot\sum S_a\cdot S_b\cdot\rho+\sum S_a\cdot\varepsilon ts\cdot\\ \delta_b+L_b=\sum S_b\cdot S_o\rho-x_a\sum S_b\cdot S_a\cdot\rho-x_b\sum S_b^2\cdot\rho+\sum S_b\cdot\varepsilon ts\text{。}\end{cases}$$

依聯立方程式之解法可求出 x_a 及 x_b 之值。以之代入(17), 則不定系中 S 之難題可迎刃而解矣。公式(20)爲彈性方程式。

方程式(20)亦可用較簡之式表之，倘以

δ_{ma} 爲 P_m 之着力點 m 依其方向之移動，此移動之主因係『$x_a=-1$』。

δ_{ab} 爲 a 點依 $x_a=-1$ 方向之移動，此移動之主因係『$x_b=-1$』

$\delta_a t$ 爲 a 點依 $x_a=-1$ 方向之移動，假使靜力學可定的未任重之主綱僅受有溫度變化之作用。

於是可列以下之工作方程式：

1） 聯 載重狀況 $x=o$ 與 $x_a=-1$ 所生之變態狀況

及 載重狀況 $x=o$ 與 $x_b=-1$ 所生之變態狀況

則得工作方程式：

$$\left.\begin{aligned}&\sum P_m\cdot\delta_{ma}=\sum S_o\cdot\Delta s_a=\sum S_o\cdot S_a\rho\\ \text{及}\quad&\sum P_m\cdot\delta_{mb}=\sum S_o\cdot\Delta s_b=\sum S_o\cdot S_b\rho\end{aligned}\right\}$$

2） 聯 載重狀況 $x_a=-1$ 與 $x_a=-1$ 所起之變態狀況

及 載重狀況 $x_a=-1$ 與 $x_b=-1$ 所起之變態狀況

作工作方程式：

$$\left.\begin{aligned}&\delta_{aa}=\sum S_a\cdot\Delta s_a=\sum S_a^2\cdot\rho\\ \text{及}\quad&\delta_{ab}=\sum S_a\cdot\Delta s_b=\sum S_a\cdot S_b\cdot\rho.\end{aligned}\right\}$$

3) 聯 載重狀況 $x_b=-1$ 與 $x_a=-1$ 所起之變態狀況

及 載重狀況 $x_b=-1$ 與 $x_b=-1$ 所起之變態狀況

作工作方程式：

$$\left.\begin{aligned} \delta_{ba} &= \Sigma S_b \cdot \Delta s_a = \Sigma S_b \cdot S_a \cdot \rho \\ \text{及}\quad \delta_{bb} &= \Sigma S_b \cdot \Delta_b = \Sigma S_b^2 \cdot \rho \text{。} \end{aligned}\right\}$$

4) 聯 載重狀況 $x_a=-1$ 與溫度變化所起之變態 δ_t 及 $\varepsilon \cdot t \cdot s$

及 載重狀況 $x_b=-1$ 與溫度變化所起之變態 δ_t 及 εts

列工作方程式：

$$\left.\begin{aligned} \delta_{at} &= \Sigma S_a \cdot \varepsilon ts, \\ \text{及}\quad \delta_{bt} &= \Sigma S_b \cdot \varepsilon ts. \end{aligned}\right\}$$

然後則彈性方程式(20)變爲

$$\left.\begin{aligned} \delta_a + L_a &= \Sigma P_m \cdot \delta_{ma} - x_a \cdot \delta_{aa} - x_b \cdot \delta_{ab} + \delta_{at} \\ \delta_b + L_b &= \Sigma P_m \cdot \delta_{mb} - x_a \cdot \delta_{ba} - x_b \cdot \delta_{bb} + \delta_{bt} \end{aligned}\right\} (21)$$

由 2, 3, 之中得 $\delta_{ab}=\delta_{ba}$. 此之謂變態之相互關係，適與馬克斯維你氏之定理相吻合。至公式(21)甚爲適用，因諸點之移動用圖畫法頗易確定也。

結輪：凡遇一梁架須先考察其究爲靜力學可定系抑爲靜力學不定系。倘爲靜力學不定系者，則先除去其過多支力或過多棒體緊張力，使之變爲靜力學可定的主網。繼使諸載重狀況 $x=o$, $x_a=-1$, $x_b=-1$, $x_t=-1$ 以及溫度變化挨次在此主網上發生作用，因得棒體緊張力 S_o, S_a, S_b, S_t。假定或測定諸支點之移動，則

可據彈性方程式以求諸靜力學不定值 x_a, x_b, x_c：

$$\delta_a+L_a=\sum S_a\cdot S_o\cdot\rho-x_a\sum S_a^2\cdot\rho-x_b\cdot\sum S_a\cdot S_b\cdot\rho$$
$$-x_c\cdot\sum S_a\cdot x_c\cdot\rho-\cdots+\sum S_a\cdot\varepsilon\cdot ts,$$
$$\delta_b+L_b=\sum S_b\cdot S_o\cdot\rho-x_a\cdot\sum S_b\cdot S_a\cdot\rho-x_b\cdot\sum S_b^2\cdot\rho$$
$$-x_c\cdot\sum S_b\cdot x_c\cdot\rho-\cdots+\sum S_b\cdot\varepsilon\cdot t\cdot s,$$
$$\delta_c+L_c=\sum S_t\cdot S_o\cdot\rho-x_a\sum x_c\cdot S_a\rho-x_b\cdot\sum x_c\cdot S_b\cdot\rho$$
$$-x_c\cdot\sum x_c^2\cdot\rho-\cdots+\sum x_c\cdot\varepsilon\cdot t\cdot s。$$

倘使諸移動 δ 可用圖畫法求出，則 x 亦可用下式求之：

$$\delta_a+L_a=\sum P_m\cdot\delta_{ma}-x_a\cdot\delta_{aa}-x_b\cdot\delta_{ab}-x_c\cdot\delta_{ac}-\cdots\delta_{at},$$
$$\delta_b+L_b=\sum P_m\cdot\delta_{mb}-x_a\cdot\delta_{ba}-x_b\cdot\delta_{bb}-x_c\cdot\delta_{bc}-\cdots+\delta_{bt},$$
$$\delta_c+L_c=\sum P_m\delta_{mc}-x_a\cdot\delta_{ca}-x_b\cdot\delta_{cb}-x_c\cdot\delta_{cc}-\cdots+\delta_{ct}。$$

x_a, x_b, x_c 求出之後，則靜力學不定系中之任何力 R (支力，棒體緊張力，力能率，橫力，等)皆可由公式(17)而算出：

$$R=R_o-x_a\cdot R_a-x_b\cdot R_b-x_c\cdot R_c-\cdots,$$

其中之 R_o, R_a, R_b, R_c 當爲與載重狀況 $x=o$ 及 $x_a=-1, x_b=-1, x_c=-1$ 有關之數值。

一九二二年九月十五日。

水　輪

馮朱棣

吾浙以產紙名。產紙各區。恆有藉水力以造輪碓。用舂紙料者。惜其製簡陋。爲力殊小。苟能稍事改良。則水輪之製。不僅爲舂碓而已也。舉凡一切工機之運動。莫不可利賴之。爲利當較溥也。

水力，天然力也。用水輪則燃料省。雖其力遠不逮透平。唯以透平價昂。建設費鉅。非有較大水力不濟。極大資本不辦。故於尋常谿水。稍事經營。水輪亦足應用。水輪之製。就其裝置。約可分三類。分述之如下。

(一)上冲水輪 oberschlaechtige Wasserraeder,

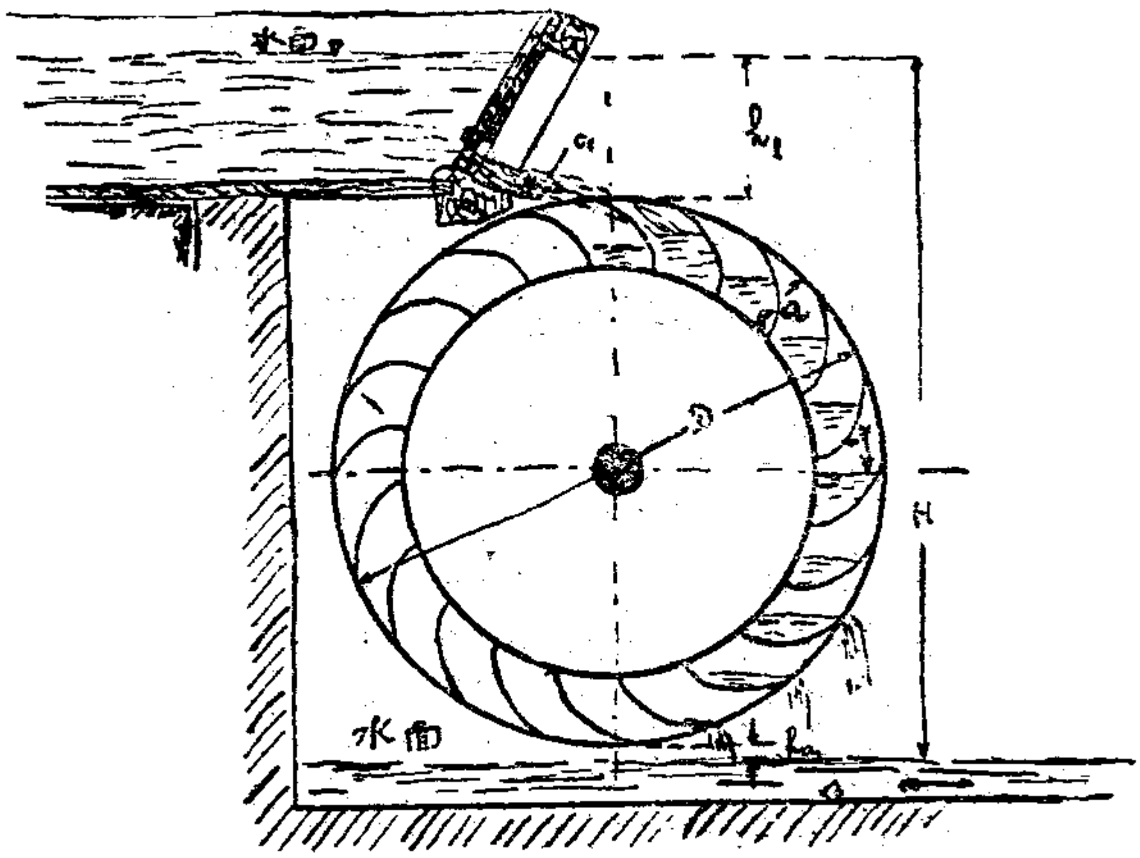
(二)中冲水輪 mittelschlaechtige Wasserraeder,

(三)下冲水輪 unterschlaechtige Wasserraeder,

一・上冲水輪。

凡高四公尺至十公尺之瀑布。(一公尺爲營造尺庫平制三・一二五尺)而水量較少之區。且安設上冲水輪(圖一)。圖中泉水下注。輪葉承水。因重下降。藉以旋轉輪體。輪葉承水下降之路愈大。則旋轉愈速。但瀑布之下注也。非可任意放流。必也築堰瀦之。下通水孔。泉水自孔中直瀉輪葉。爲力底步。堰中水面與輪葉之相距爲 h。輪體上部輪葉受水。因重下旋。將水傾出。傾出

第　一　圖



之水。苟流入斜坡。則暢流無阻。苟輪下爲平溪。一時積水難瀉。隨傾隨漲。則輪葉因之淹浸。運動阻滯。爲預防計。輪體裝置宜稍高。下部輪葉與輪下所積水面當隔離。其距離爲 h_a。設堰中水面與輪下水面之高下相差爲 H。則輪體之直徑 D 爲：

$$D = H-(h_l+h_a)。$$

輪體旋轉速率。不得過高。平常每秒鐘爲一公尺半至二公尺半。

$$u=1,5\cdots2,5\ m/sek。$$

速率過高。則水因離心力而立即外溢。通常輪體每分鐘之最少旋轉數 n 爲四至八轉。輪葉之深爲 a。a 之大小。用下式求得之。

$$a=\frac{1}{4}至\frac{1}{6}\cdot\sqrt[3]{H}。$$

全輪輪葉。同時非盡能承水也。設承水之葉爲半或四分之一。則水量如下式。

$$Q=\left(\frac{1}{2}至\frac{1}{4}\right)\cdot a\cdot b\cdot u。$$

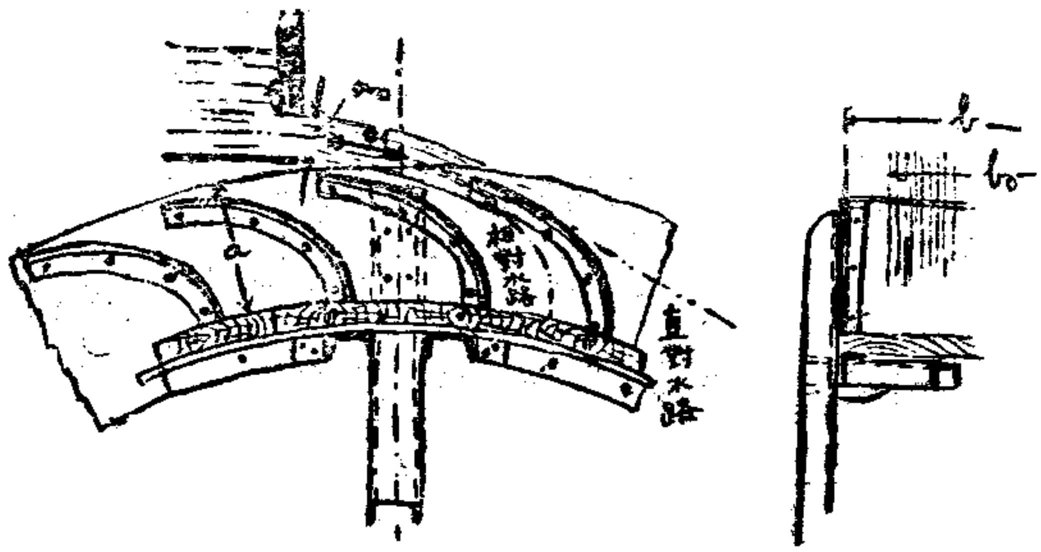
式中 b 爲輪葉之闊度。瀉水孔之闊。即輪葉承水之闊。當較全葉狹 200 至 400 公釐。其闊度以 b_0 表之(第二圖)。苟全葉承水。則水易外濺。着力反少也。瀉水孔之高爲 a_0。用下式求得之：

$$Q=a_0\cdot b_0\cdot c_1。$$

式中 c_1 爲瀉水孔水流速率。

$$c_1=u+(0,5至1\,m)。$$

第　二　圖



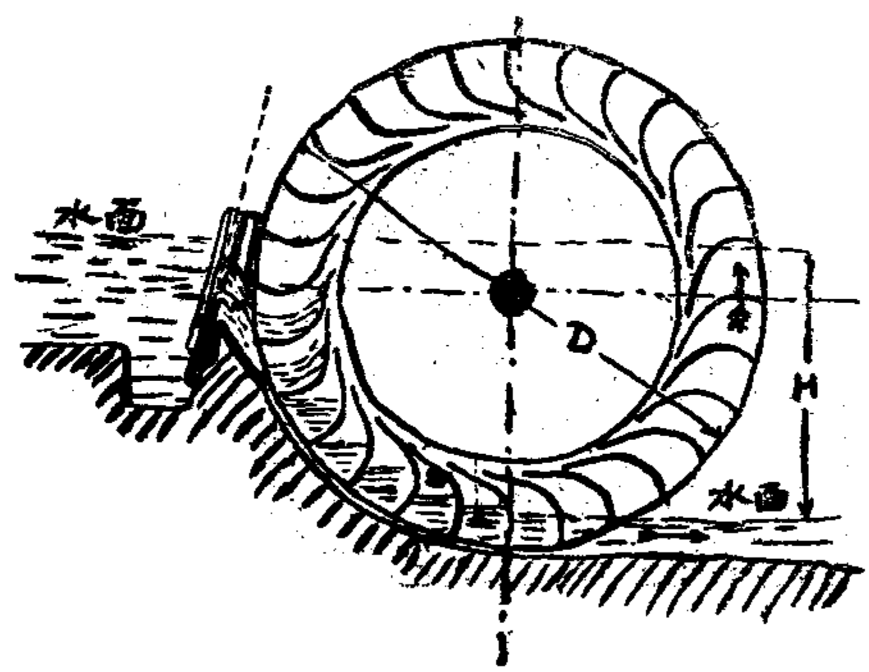
輪體重要部分爲輪葉。接水宜準。傾水宜緩。其彎曲形狀。則依流水之相對路而定。(流水之絕對路爲直線。相對路爲拋物線。如第二圖)。上冲輪之構造。種類甚多。最簡者全爲木製。

但未能耐久耳。欲務堅實。莫若鐵製。輪葉成自鐵片。葉底襯以木板（減少響聲用）。下接輪輞。輻用匚鉄。轂用鑄鐵。三部均用螺旋接合。上冲輪之効力。通常爲百分之七十至八十。

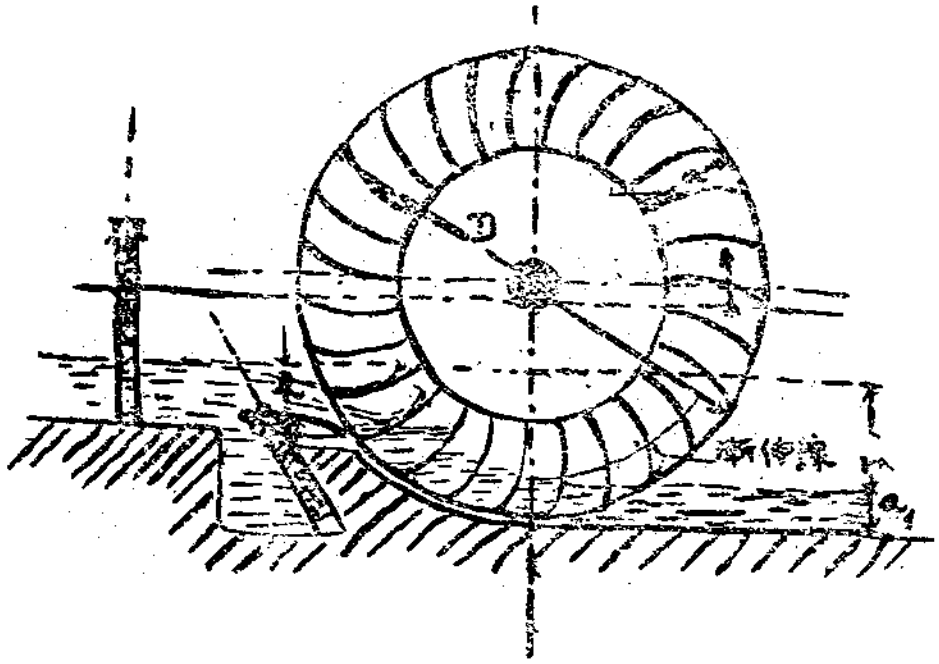
二• 中冲水輪。

中冲水輪之裝置。輪軸與上流水並高。輪葉大部承水。因重轉動。上流泉水。亦非直接放下。而須築堰渟瀦。另鑿水孔。上設閘板。司水孔啓閉。並司流下水量之多寡。所以調節水力之大小也。中冲水輪之置設。宜在水力較小。水流高一公尺至五公尺之區。輪體直徑之大小。視H而定。輪葉爲勺狀。中冲水輪。又可分二類。一曰中上冲水輪（第三圖）。一曰中下冲水輪。（第四圖）。

第　三　圖



第　四　圖



中上冲水輪者。上流水面高於輪軸。中下冲水輪者。上流水面低於輪軸也。中下冲水輪之裝置。宜在水流四公寸至一公尺半之區。裝置較他種爲便。故應用較廣。今舉一例。以示其應用。

例：設有湍急河流。每秒鐘流水量爲半立方公尺 (0,5 cbm)。濕度爲七十五公寸 (0,75 m)。臨河建廠。用中下冲水輪。引動唧筒。設効率爲 60%。則能力爲三匹馬力：

$$N_e=\frac{1000\cdot Q\cdot H\cdot 0{,}6}{75}=\frac{1000\cdot 0{,}5\cdot 0{,}75\cdot 0{,}6}{75}=3\ PS_e$$

輪體直徑 D 爲：

$$D=(3\text{ 至 }4)\cdot H=4\cdot 0{,}75=3\ m$$

輪體闊度擇定爲 $b=2$ m。旋轉速率宜較他種水輪爲小。假定爲 $u=0{,}8$ m／sec。則旋轉數 n 爲：

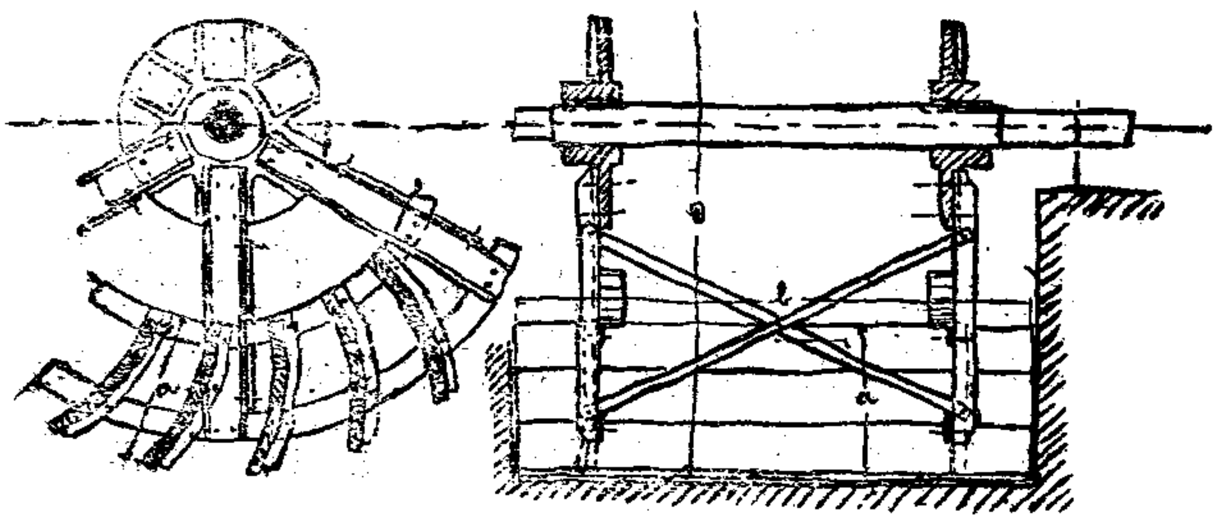
$$n = \frac{0,8 \cdot 60}{3 \cdot \pi} = \sim 5\text{(每分鐘)}$$

從水量 Q 及水流速度 u 求得淹浸深度 a_1（見第四圖）。

$$Q = a_1 \cdot b_0 \cdot u$$

$$a_1 = \frac{0,5}{2 \cdot 0,8} = 0,31\ m$$

第 五 圖



輪葉之深度。可擇定爲 a=700 mm。流水之闊度爲 b_0。較輪葉狹二十至四十公分。則流水闊度平均爲 2－0,3＝1,7 公尺。求流水高度可用下式：

$$Q = \mu \cdot b_0 \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}。$$

$\mu = \sim 0,45$。 $g = 9,81$。

$$h \cdot \sqrt{h} = \frac{0,5}{0,45 \cdot 1,7 \cdot \sqrt{2 \cdot g}} = 0,15$$

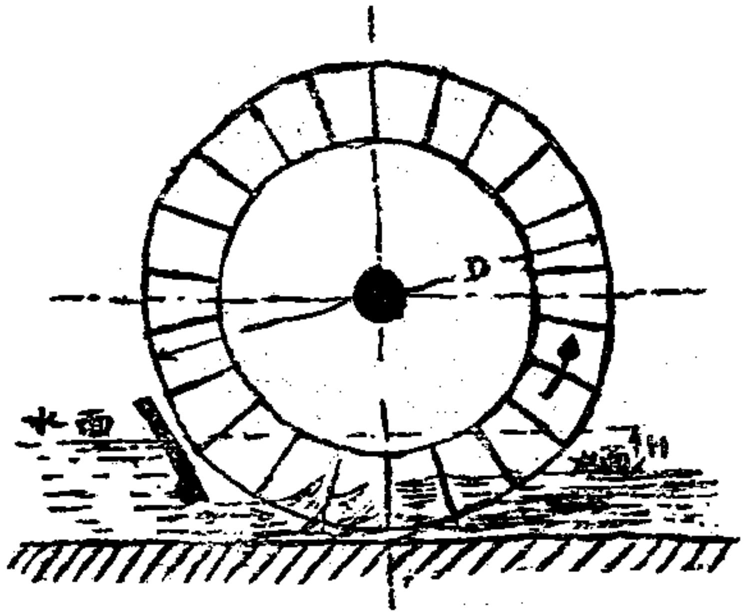
$$h = \sim 0,28\ m。$$

輪葉之形爲漸伸線 (Evolvente)。其基圓切於下流水面。於是下流水面爲此基圓之切線。輪葉由木片製成。下以乚鐵爲骨。連於輪輞。輪輞分內外二層。外層用平面鐵。內層用乚鐵。輻用匚鐵。轂用鑄鉄。全部接合。均用螺旋。

三• 下冲水輪。

第六圖爲下冲水輪。旋轉不籍水重。而籍水之冲力。輪之裝置。可在急流平水。或設閘阻水。下啓水孔。輪葉恰對洞口。輪葉爲直線形。如圖。下冲水輪効率之大者亦不過百分之三十至百分之三十五。故應用極少。

第六圖



總之水輪之裝置。宜用若何種類。須視水流之高下。及流水之分量而定。而輪體之大小。旋轉之緩速。亦因此而各異。因立下表。以爲水輪裝置之標準焉。

水輪種類	流水高度 H 公尺	水量 Q cbm/sec	每分鐘轉數	直徑D(公尺)	効率 η
上冲水輪	四至十	一	八至四	三,五至八,五	○,六至○,七五
中上冲水輪	二,五至六	一	八至四	四,五至八,五	○,六至○,七五
中冲水輪	一,五至五	二	七至三	五至八,五	○,六至○,七五
中下冲水輪	○,四至一,五	三	七至三	二至六	○,五至○,六五
下冲水輪	○,一至一	———	———	———	○,三至○,三五

自然科學

差級數與插入法

顧珊臣

插入法爲實用數學中重要方法之一，凡數表中（如三角函數表，對數表，平方表等）未列之數，或實測結果中未得之數，皆可依此法推算。漢籍中論此者，似不多見，因自 H. Mann: A Jextbook on Practical Mathematics for Advanced Technical Students 摘譯是篇，以供同好者參攷。 譯者誌

論插入法可自差級數入手。故本篇先述差級數中各項之關係，繼及插入法。

設有級數

$$u_0,\ u_1,\ u_2,\ u_3,\ u_4,\ u_5,\ \cdots\cdots\cdots\cdots(1)$$

將此級數之相連兩項，依次相減（自後減前）則得新級數

$$u_1-u_0,\ u_2-u_1,\ u_3-u_2,\ u_4-u_3,\ u_5-u_4,\ \cdots\cdots\cdots$$

簡記之爲 $\Delta u_0,\ \ \Delta u_1,\ \ \Delta u_2,\ \ \Delta u_3,\ \ \Delta u_4,\ \cdots\cdots\cdots\cdots(2)$

卽 $\Delta u_0=u_1-u_0,\ \Delta u_1=u_2-u_1$ 等等

再自 (2) 式作差級數如前，而以 $\Delta^2u_0,\ \Delta^2u_1,\cdots$ 等記 $\Delta u_1-\Delta u_0$，$\Delta u_2-\Delta u_1,\cdots$ 則得新級數

$\Delta^2u_0,\ \Delta^2u_1,\ \Delta^2u_2,\ \Delta^2u_3,$ ....(3)

依此可得多種級數

$\Delta^3u_0,\ \Delta^3u_1,\ \Delta^3u_2,\ \Delta^3u_3,$ ....(4)

$\Delta^4u_0,\ \Delta^4u_1,\ \Delta^4u_2,\ \Delta^4u_3,$ ....(5)

....

(1)爲原級數，(2)，以下皆曰差級數，(2)曰第一差級數，(3)，曰第二差級數，以下第三，第四等類推。

將上列俱級數成直列書之得表如下：

原級數	第一差	第二差	第三差	第四差	第五差	第六差
u	Δu	Δ^2u	Δ^3u	Δ^4u	Δ^5u	Δ^6u
u_0						
	Δu_0					
u_1		Δ^2u_0				
	Δu_1		Δ^3u_0			
u_2		Δ^2u_1		Δ^4u_0		
	Δu_2		Δ^3u_1		Δ^5u_0	
u_3		Δ^2u_2		Δ^4u_1		Δ^6u_0
	Δu_3		Δ^3u_2		Δ^5u_1	
u_4		Δ^2u_3		Δ^4u_2		Δ^6u_1
	Δu_4		Δ^3u_3		Δ^5u_2	
u_5		Δ^2u_4		Δ^4u_3		
	Δu_5		Δ^3u_4			
u_6		Δ^2u_5				
	Δu_6					
u_7						

依定義及參照上表可得

$$u_1=u_0+\Delta u_0 \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(7)$$

$$u_2=u_1+\Delta u_1 \qquad \Delta u_1=\Delta u_0+\Delta^2 u_0$$

故 $u_2=u_0+\Delta u_0+\Delta u_0+\Delta^2 u_0$

即 $u_2=u_0+2\Delta u_0+\Delta^2 u_0 \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(8)$

又 $u_3=u_2+\Delta u_2$

$$=(u_0+2\Delta u_0+\Delta^2 u_0)+(\Delta u_0+2\Delta^2 u_0+\Delta^3 u_0)$$

故 $u_3=u_0+3\Delta u_0+3\Delta^2 u_0+\Delta^3 u_0 \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(9)$

又 $u_4=u_3+\Delta u_3$

$=(u_0+3\Delta u_0+3\Delta^2 u_0+\Delta^3 u_0)+(\Delta u_0+3\Delta^2 u_0+3\Delta^3 u_0+\Delta^4 u_0)$ 即 $u_4=u_0+4\Delta u_0+6\Delta^2 u_0+4\Delta^3 u_0+\Delta^4 u_0 \cdots\cdots\cdots(10)$

自 (7) 至(10)四式觀之，可知 u_0, Δu_0, $\Delta^2 u_0$, $\Delta^3 u_0$,……等之係數適為二項式係數。故原級數之第(n+1)項 u_n 可書作

$$u_n=u_0+n\Delta u_0+\frac{n(n-1)}{1\cdot 2}\Delta^2 u_0+\frac{n(n-1)(n-2)}{1\cdot 2\cdot 3}\Delta^3 u_0+\cdots\cdots(11)$$

以上各式亦可以「記號式」記之如下，以便記憶。

$$u_1=(1+\Delta)u_0 \qquad =(1+\Delta)\,u_0$$

$$u_2=(1+2\Delta+\Delta^2)u_0 \qquad =(1+\Delta)^2 u_0$$

$$u_3=(1+3\Delta+3\Delta^2+\Delta^3)u_0 \qquad =(1+\Delta)^3 u_0$$

$$u_4=(1+4\Delta+6\Delta^2+4\Delta^3+\Delta^4)u_0 \qquad =(1+\Delta)^4 u_0$$

$$u_5=(1+5\Delta+10\Delta^2+10\Delta^3+5\Delta^4+\Delta^5)u_0 \qquad =(1+\Delta)^5 u_0$$

…………………………………………

$$u_n=\left[1+n\triangle+\frac{n(n-1)}{1\cdot2}\triangle^2+\frac{n(n-1)(n-2)}{1\cdot2\cdot3}\triangle^3+\cdots\cdots\right]u_0$$
$$=(1+\triangle)^n u_0$$

式中 $1+\triangle$ 記號施於 u_0, 卽表 $u_0+\triangle u_0$, $(1+\triangle)^2$ 卽表施 $1+\triangle$ 算法至二次。何則 $(1+\triangle)^2u_0=(1+\triangle)(1+\triangle)u_0$

$$=(1+\triangle)(u_0+\triangle u_0)$$
$$=u_0+\triangle u_0+\triangle(u_0+\triangle u_0)$$

而△意爲差，故 $\triangle u_0$ 卽 u_1-u_0,

$$\triangle.\triangle u_0 \text{ 卽 } \triangle u_1-\triangle u_0=\triangle^2 u_0,$$

故 $$(1+\triangle)^2u_0=u_0+\triangle u_0+\triangle u_0+\triangle^2 u_0$$
$$=u_0+2\triangle u_0+\triangle^2 u_0.$$

與原式合。故記號法可用。

例： 有級數 1, 4, 10, 20, 35, 56, ...

求第九項及普通項。

u	$\triangle u$	$\triangle^2 u$	$\triangle^3 u$	$\triangle^4 u$	$\triangle^5 u$
$u_0=1$					
	3				
$u_1=4$		3			
	6		1		
$u_2=10$		4		0	
	10		1		0
$u_3=20$		5		0	
	15		1		
$u_4=35$		6			
	21				
$u_5=56$					

自 $u_0=1$ 向右作下斜線，則線上之數即 u_0, Δu_0, $\Delta^2 u_0$, $\Delta^3 u_0$ 等值。自上列之表得

$u_0=1$, $\Delta u_0=3$, $\Delta^2 u_0=3$, $\Delta^3 u_0=1$, $\Delta^4 u_0=0$, 以下皆 0

第 9 項爲 u_8 即

$$u_8=(1+\Delta)^8 u_0$$
$$=1+8\,\Delta u_0+\frac{8\cdot7}{1\cdot2}\Delta^2 u_0+\frac{8\cdot7\cdot6}{1\cdot2\cdot3}\Delta^3 u_0+\frac{8\cdot7\cdot6\cdot5}{1\cdot2\cdot3\cdot4}\Delta^4 u_0+\cdots$$

今 $\Delta^5 u_0$ 以下高次差皆爲零，故

$$u_8=1+8.\Delta u_0+28\Delta^2 u_0+56\Delta^3 u_0$$

即
$$u_8=1+8.3+28.3+56.1$$
$$=1+24+84+56$$
$$u_8=165.$$

普通項爲第$(n+1)$項u_n, 依上言結果得：

$$u_n=1+n\Delta u_0+\frac{n(n-1)}{1\cdot2}\Delta^2 u_0+\frac{n(n-1)(n-2)}{1\cdot2\cdot3}\Delta^3 u_0$$
$$=1+n\times3+\frac{n\cdot(n-1)}{2}\cdot3+\frac{n(n-1)(n-2)}{1\cdot2\cdot3}\cdot1$$
$$=1+3\,n+\frac{3}{2}n(n-1)+\frac{1}{6}n(n-1)(n-2)$$

即
$$u_n=\frac{1}{6}\left[6+18n+9n(n-1)+n(n-1)(n-2)\right]$$
$$=\frac{1}{6}\left[n^3+6n^2+11n+6\right]$$

依前述之理，已知級數之第一數 u_0 及表中各差之第一數 Δu_0, $\Delta^2 u_0$, $\Delta^3 u_0$……等，則級數之任意一項可以推算。然有時未知第

一數而組中間一段。此算法亦可應用，惟須畧加變更耳。

設 u_0 為級數中任意一項，在 u_0 之後者依次仍以 u_1, u_2, u_3……等記之，在其前者依次向上以 u_{-1}, u_{-2}, u_{-3}, ……等記之，以示區別，而 u_0-u_{-1}, $u_{-1}-u_{-2}$,……等差則以 δu_0, δu_{-1} δu_{-2}……等記之，作表如下。

…… u	Δu	$\Delta^2 u$	$\Delta^3 u$	$\Delta^4 u_0$	$\Delta^5 u_0$
u_{-5}					
	δu_{-4}				
u_{-4}		$\delta^2 u_{-3}$			
	δu_{-3}		$\delta^3 u_{-2}$		
u_{-3}		$\delta^2 u_{-2}$		$\delta^4 u_{-1}$	
	δu_{-2}		$\delta^3 u_{-1}$		$\delta^5 u_0$
u_{-2}		$\delta^2 u_{-1}$		$\delta^4 u_0$	
	δu_{-1}		$\delta^3 u_0$		
u_{-1}		$\delta^2 u_0$			
	δu_0				
u_0					
	Δu_0				
u_1		$\Delta^2 u_0$			
	Δu_1		$\Delta^3 u_0$		
u_2		$\Delta^2 u_1$		$\Delta^4 u_0$	
	Δu_2		$\Delta^3 u_1$		$\Delta^5 u_0$
u_3		$\Delta^2 u_2$		$\Delta^4 u_1$	
	Δu_3		$\Delta^3 u_2$		
u_4		$\Delta^2 u_3$			
	Δu_4				
u_5					

故 u^n 取法有二種：在 u_0 之下者，仍如前法，

$$u_n=(1+\Delta)^n u_0$$

若下 u_0 之上，則依下法得之。

依定義

$$u_{-1}=u_0-\delta u_0$$

$$u_{-2}=u_{-1}-\delta u_{-1}$$

$$=u_0-\delta u_0-(\delta u_0-\delta^2 u_0)$$

$$=u_0-2\delta u_0+\delta^2 u_0$$

$$u_{-3}=u_{-2}-\delta u_{-2}$$

$$=(u_0-2\delta u_0+\delta^2 u_0)-(\delta u_0-2\delta^2 u_0+\delta^3 u_0)$$

$$=u_0-3\delta u_0+3\delta^2 n_0-\delta^3 u_0$$

$$u_{-4}=u_{-3}-\delta u_{-3}$$

$$=(u_0-3\delta u_0+3\delta^2 u_0-\delta^3 u_0)-(\delta u_0-3\delta^2 u_0+3\delta^3 u_0-\delta^4 u_0)$$

$$=u_0-4\delta u_0+6\delta^2 u_0-4\delta^3 u_0+\delta^4 u_0$$

…………………………………………

各式中 δu_0, $\delta^2 u_0$, $\delta^3 u_0$……等係數適為二項係數，故

$$u_{-n}=u_0-n\delta u_0+\frac{n(n-1)}{1\cdot 2}\delta^2 u_0-\frac{n(n-1)(n-2)}{1\cdot 2\cdot 3}\delta^3 u_0+\cdots\cdots$$

以記號式書之，得

$$u_{-1}=(1-\delta)\,u_0,$$

$$u_{-2}=(1-\delta)^2 u_0,$$

$$u_{-3}=(1-\delta)^3 u_0,$$

$$u_{-4}=(1-\delta)^4 u_0,$$

$$u_{-n}=(1-\delta)^n u_0$$

$(1-\delta)^2u_0$ 之意卽以 $1-\delta$ 之法施於 u_0 二次，$(1-\delta)^nu_0$ 卽以 $1-\delta$ 之法施於 u_0 n 次之。

例： 12, 12, 6, 0, 0, 12, 42 爲某級數連接七項之值僅 6 爲其第五項，求第一項及第十一項之值。

玆取中間之項爲 u_0 則上列各數可排列如下

u	Δu	$\Delta^2 u$	$\Delta^3 u$	$\Delta^4 u$
$u_{-3}=12$				
	0			
$u_{-2}=12$		-6		
	-6		6	
$u_{-1}=6$		0		0
	-6		6	
$u_0=0$		6		0
	0		6	
$u_1=0$		12		0
	12		6	
$u_2=12$		18		
	30			
$u_3=42$				

令 u_{-1} 爲原級數之第 5 項則其第一項當爲 u_{-5}

$$u_{-5}=(1-\delta)^5u_0$$

$$=u_0-5\delta u_0+10\delta^2u_0-10\delta^3u_0+5\delta^4u_0-\delta^5u_0$$

觀表知 $u_0=0$, $\delta u_0=-6$, $\delta^2u_0=0$, $\delta^3u_0=6$, 以下高次差爲零用故

$$u_{-5}=0-5\cdot(-6)+10\cdot 0-10\cdot 6$$

$$=30-60=-30$$

卽原級數之第一項爲 -30.

又第十一項爲 u_5. 故

$$u_5=u_0+5\Delta u_0+10\Delta^2 u_0+10\Delta^3 u_0+5\Delta^4 u_0+\Delta^5 u_0$$

今 $u_0=0$, $\Delta u_0=0$, $\Delta^2 u=12$, $\Delta^3 u_0=6$, 以下高次差爲零。

故 $$u_5=0+0+120+60=180.$$

上述結果 $u_n=(1+\Delta)^n u_0$ 及 $u_{-n}=(1-\delta)^n u_0$ 不僅 n 爲正整數時可用卽 n 爲分數或小數時亦能成立。若某次差 $\Delta^r u_0$ 之各項皆爲零則依二項式展開 $(1+\Delta)^n$ 或 $(1-\delta)^n$, 計算項數至 $\Delta^{r-1}u_0$ 或 $\delta^{r-1}u_0$ 可得精確之結果。其算法如下。

例如求 $u_{2\cdot 4}$ 之值。先變 u_2 之記號爲 u_0 則 $u_{2\cdot 4}$ 變爲 $u_{0\cdot 4}$ 然後自 u_0 作下斜線，求 Δu_0, $\Delta^2 u_0$,……等值代入 $(1+\Delta)^n u_0$ 卽得 $u_{0\cdot 4}$ 或取 u_3 爲標準，變 u_3 之記號爲 u_0 則 $u_{2\cdot 4}$ 當爲 $u_{-0\cdot 6}$ 自 u_0 作上斜線，求 δu_0, $\delta^2 u_0$, $\delta^3 u_0$ 等值，代入公式 $(1-\delta)^n u_0$, 則所求之值得矣。

應用上述原理推算數表中未含數或實測結果中未測數之法曰插入法。茲舉數例以明之。

例 1. 自實測某氣體得溫度 t (攝氏)與壓力 p (每平方英寸上之磅數) 之值如下

t	p	Δp	$\Delta^2 p$	$\Delta^3 p$
70	4.51			
		1.07		
75	5.58		0.21	
		0.28		0.03
80	6.86		0.24	
		1.52		0.02

85	8·38		0·26	
		1·78		0·06
90	10·16		0·32	
		2·10		0·02
95	12·26		0·34	
		2·44		0·05
100	14·70		0·39	
		2·83		0·05
105	17·53		0·44	
		3·27		0·03
110	20·80		0·47	
		3·74		0·08
115	24·54		0·55	
		4·29		0·04
120	28·83		0·59	
		4·88		0·07
125	33·71		0·66	
		5·54		0·04
130	39·25		0·70	
		6·24		0·09
135	45·49		0·79	
		7·03		
140	52·52			

觀上表 p, Δp, $\Delta^2 p$ 皆順次增加，惟 $\Delta^3 p$ 畧不正齊。此不正齊之原因大約屬於實測 t 及 p 之差誤。故 $\Delta^3 p$ 視爲定數亦無不可，且 $\Delta^4 p$ 以上之高次差，爲數甚微，$\Delta^3 p$ 卽非定數，亦省去無礙。〔注。表中第二行爲測得之數，餘 Δp, $\Delta^2 p$, $\Delta^3 p$ 皆自前行算出者〕

(1)求 $t=106^\circ$ 之 p.(表中未有之值)

以 u_0 表 $t=105^\circ$ 之 p 值則 u_1 表 110° 時之 p 值故相當於 106° 之 p 值當爲 $u_{0\cdot 2}$,於是

$$u_{0\cdot2}=(1+\Delta)^{0\cdot2}u_0$$

$$=u_0+0.2\Delta u_0+\frac{0.2(0.2-1)}{1\cdot2}\Delta^2u_0+\frac{0.2(0.2-1)(0.2-2)}{1\cdot2\cdot3}\Delta^3u_0$$

$$=u_0+0.2\Delta u_0-0.08\Delta^2u_0+0.048\Delta^3u_0$$

自 $u_0=17\cdot53$ 作下斜線，得

$$u_0=17\cdot53,\ \Delta u_0=3\cdot27,\ \Delta^2u_0=0\cdot47,\Delta^3u_0=0{,}08$$

入代 $u_{0\cdot2}$ 式中得

$$u_{0\cdot2}=17\cdot53+0\cdot2\times3\cdot27-0\cdot08\times0\cdot47+0\cdot048\times0\cdot08$$

$$=18\cdot15$$

卽 $t=106^\circ$ 時 $p=18\cdot15$.

此題亦可自 110° 出發若 $t=110$ 時 $p=u_0=20\cdot80$ 則所求之 p 得爲 $u_{-0\cdot8}$ 於是

$$u_{-0\cdot8}=(1-\delta)^{0\cdot8}u_0$$

$$=u_0-0\cdot8\ \delta u_0+\frac{0\cdot8(0\cdot8-1)}{1\cdot2}\delta^2u_0-\frac{0\cdot8(0\cdot8-1)(0\cdot8-2)}{1\cdot2\cdot3}\delta^3u_0$$

$$=u_0-0\cdot8\,\delta u_0-0\cdot08\,\delta^2u_0-0\cdot032\,\delta^3u_0$$

自 $p=20\cdot80$ 作上斜線則得

$$u_0=20\cdot80,\ \delta u_0=3\cdot27,\ \delta^2u_0=0\cdot44,\ \delta^3u_0=0\cdot05.$$

故 $$u_{-0\cdot8}=20\cdot80-0\cdot8\times3\cdot27-0\cdot08\times0\cdot44-0\cdot032\times0\cdot05$$

$$=18\cdot15$$

所得結果與前得者相同。故 $t=106^\circ$ 時 $p=18\cdot15$.

(2) 求 $t=92^\circ$ 時 p 之值。

與前法同。可取 $t=90^\circ$ 時 p 值爲 u_0 卽 $u_0=10\cdot16$, 而 $t=92^\circ$ 時

p 值爲 $u_{0\cdot4}$ 故

$$u_{0\cdot4}=(1+\Delta)^{0\cdot4}u_0=u_0+0\cdot4\Delta u_0-0\cdot12\Delta^2u_0+0\cdot064\Delta^3u_0$$

自 $u_0=10\cdot16$ 作下斜線得 Δu_0, Δ^2u_0, Δ^3u_0 之值。於是

$$u_{0\cdot4}=10\cdot16+0\cdot4\times2\cdot10-0\cdot12\times0\cdot34+0\cdot064\times0\cdot05$$

$$=10\cdot96$$

如自 $t=95^\circ$ 出發亦得相同之結果。

例 2. 下列爲 8·0 至 8·5 之立方值。求 8·23 之立方。

8·0	512·000				
		19·441			
8·1	531·441		0·486		
		19·927		0·006	
8·2	551·368		0·492		0
		20·419		0·006	
8·3	571·787		0·498		0
		20·917		0·006	
8·4	592·704		0·504		
		21·421			
8·5	614·125				

以各立方值爲 u, 求得 Δu, Δ^2u, Δ^3u 如上表第三，第四，第五行所列各數 $\Delta^4u=0$. 今取 $(8.2)^3$ 爲 u_0 則 $(8.23)^3$ 爲 $u_{0\cdot3}$.

$$u_{0\cdot3}=(1+\Delta)^{0\cdot3}u_0=u_0+0.3\Delta u_0-0.105\Delta^2u_0+0.0595\Delta^3u_0$$

$$=551.368+0.3\times20.419-0.105\times0.498+0.0595\times0.006$$

$$=557.442\ (\text{第三位小數})$$

或自 $u_0=(8.3)^3$ 出發，則 $u_{-0\cdot7}=(8.23)^3$

$$u_{-0\cdot7}=(1-\delta)^{0\cdot7}u_0$$

$$=u_0-0.7\delta u_0-0.105\delta^2u_0-0.0455\delta^3u_0$$

$$=571.787-0.7\times20.419-0.105\times0.492-0.0455\times0.006$$

$$=557.442$$ (算三位小數)

前後二結果亦合。

例 3. 70° 至 77° 間正切之値如下表所示。求 tan 70°36′ 及 tan 76° 36′ 之値。

70°	2·7475				
		0·1567			
71°	2·9042		0·0168		
		0·1735		0·0029	
72°	3·0777		0·0197		0·0007
		0·1932		0·0036	
73°	3·2709		0·0233		0·0013
		0·2165		0·0049	
74°	3·4874		0·0282		0·0013
		0·2447		0·0062	
75°	3·7321		0·0340		0·0018
		0·2787		0·0080	
76°	4·0108		0·0420		
		0·3207			
77°	4·3315				

(1) 若 $\tan 70^\circ=u_0$ 則 $\tan 70^\circ 36'=u_{0\cdot6}$

令　$$u_{0\cdot6}=(1+\Delta)^{0\cdot6}u_0=u+0.6\Delta u_0-0.12\Delta^2u_0+0.056\Delta^3u_0-0.0336\Delta^4u_0$$

自 $u_0=\tan 70^\circ$ 作下斜線，求得 Δu_0, Δ^2u_0, Δ^3u_0, Δ^4u_0 之値。

$$u_{0\cdot6}=2.7475+0.6\times0.1567-0.12\times0.0168+0.056\times0.0029-0.0336\times0.0007$$

卽 $\tan 70° 36' = 2.8396$

(2)若 $\tan 77° = u_0$ 則 $\tan 76° 36' = u_{-0.4}$

$$u_{-0.4} = (1-\delta)^{0.4} u_0 = u_0 - 0.4\,\delta u_0 - 0.12\,\delta^2 u_0 - 0.064\,\delta^3 u_0$$

$-0.0416\,\delta^4 u_0$ 自 77° 作上斜線,可求得 $\delta u_0, \delta^2 u_0, \delta^3 u_0, \delta^4 u_0$ 等值。

於是 $\tan 76° 36' = 4.3315 - 0.4 \times 0.3207 - 0.12 \times 0.0420$

$$- 0.064 \times 0.0080 - 0.0416 \times 0.0018$$

故 $\tan 76° 36' = 4.1976$.

空氣中氣體的青酸證明法

(錄自賴物齊希實用化學週報)

Nachweis gasformiger Blansâure in Luft.

A. Sieverts u. A. Hermsdorff 原著

章書謙譯

在美國用氣體的青酸(Blansaure 化學組織 HCN)毒殺害蟲。已經久已通行。當大戰時候。此法在德國傳播狠快。他的功效亦狠卓著。因此我們到現在要毒殺害蟲。仍然用這法子。不過依現在法律。氣體青酸是不准隨便施用。工藝衞生章程對此事取締甚嚴。獲得除外的。只有國家財產管理處國立的研究科學處。及德意志消滅害蟲有限公司等處。至於施用氣體青酸。所以如此取締的。已是不言自明。因爲他太毒了。雖然他的功用全在他的毒性上。然而我們總得小心。因爲施用此法的人。以及施用後就要到

含着這毒氣的地方去做事的人。往往不小心釀出禍患來。所以這法子亦只許學過的工人。還有專門家的領導。纔可施用的。平常人設不帶了養氣保護器。再不等青酸完全散清後。是絕對不可輕於嘗試混跑到這危險地方去的。

我們要知道這毒氣究竟已散清了沒有。是有種種方法來證明。試先就青酸的本身說。從前拜爾 (Bail) 同司克來里 (Skramlik) 曾解釋過。說我們可以由他的氣味(苦杏仁氣)滋味。(金類滋味)同我們氣管裏受他的刺激。(喉管鼻子裏作癢)眼皮上受他的刺激。以及他種客觀的 (objektiv) 試驗。可以證明他的存在。但是我們人類五官的感覺性。是各人不同。而且有種人體質特別抵抗毒氣力狠大。能受狠久毒氣的熏蒸。毫無損害的。所以我們主觀的 (snbjektiv) 證明法。專恃氣管眼皮的感覺性。究竟有點靠不住。

在最近時代。福魯利 (Flury) 同哈塞 (Hase) 想了法子。在用青酸時。同時放進不毒的而激刺性最强的氣體。使得人們受了刺激。立時知道此地有毒氣危險。庶幾不致受害。法子固是狠好。但是其中我們又得了一種困難。因為各種氣體的被吸性。(Absorption) 同他的自然養化性。(Autoxydierbarkeit) 快慢各有不同。所以借用的氣體的刺激性。歷時久暫不能同青酸的存在恰好吻合。所以我們因此仍然定不出青酸究竟散清了沒有。

到第二條路要證明青酸有無。只有用客觀的證明法。比如用一個化學反應。德國在一千九百十八年柏林附城達雷姆 (Dahlem)

所設理電化學書院院中工業董事會。已經將施行試驗一切手續。考究精詳。德意志消滅害蟲有限公司。每年卽照着去辦。他的實驗。現在已由各方證明了。我們以下數段。就專論他的反應用法以及他的感性。

我們證明氣體的青酸。雖是要用化學反應。但施行的手續。則必要簡捷而明快。狠複雜的儀器。是絕不可用。所以歷來化學實驗室裏用的證明青酸法子。如利用青酸化成黃血鹽。(1.) (gelbes Blutlaugensalz) 或羅旦亞摩尼亞。(2.) (Rhodanammunium) 固然他感性又迅捷又顯明。但是爲他手續太繁。我們仍然不能不割愛。從前碦培 (Schonbein) 曾用瓜牙松脂液。(3.) (Gnajakharz) 和青銅鹽做一個顏色反應。證明青酸。其後魏惠曾 (Weehuizen) 同田理 (Thiery) 用非羅夫塔林。(4.) (Phenolphtalin) 染青酸而成紅色。又毛爾 (Moir) 發明用本齋定 (5.) (Benzidin) 和青銅酸溶液。染着青酸而成藍色的沈粉。均是狠有價値的證明法。後來裴度西 (Pertusi) 同葛太爾的。(Gastaldi) 還曾將毛爾的法子細細考究了一番。然而可惜以上這些法子雖好。但並不止唯一一個青酸。具有染色的功用。其他助成養化物。(oxydierende Stoffe) 亦多有同樣的能力。所幸我們要考驗的空氣裏。大半只含有可怕的青酸頂多。再有空氣中含的一切不乾淨的羼雜物。別樣的助成養化物到甚少。所以這法子還不至十分的不可用。依裴葛兩氏考查的結果。上面所說之法。自然以毛法爲最優。至毛法之優點。就是我們所做的本齋

定同醋化青銅鹽的溶液。狠可經久。我們把兩液混合一起後。亦還可經過數週還可用。

最近安兜生(Anderson)同柯爾陀(Kolthoff)做的兩篇文裏。對于證明青酸不採用斐葛的法子。他說爪牙松脂法子。感性最强。依他兩人實驗給果。在一公升(1Liter)溶液裏。倘含有0,004公絲的青酸。都可用爪牙松脂法證出。我們倘用一條紙在爪牙松脂液裏浸濕了。放在一公升的溶液裏。倘使這裏含有4以上的青酸。那紙亦立刻變色。

至於這試驗對氣體的青酸感性如何。他兩人並沒有精詳的研究。

據福害利(Flury同夏伯萊(Henbner)說在一立方公尺空氣裏。設使青酸不到50那末人呼吸了倘不至如何危險。設使過了60-70那就狠危險了。

現在說到了我們本題。我們要借用的化學反應。最重要就是要定青酸這個濃度。(Konzentration)我們的試驗如下。我們先用一已知他含量的液體青酸。注在玻璃器中。着實的搖撼他。使青酸好散在器中空氣裏。然後將這器裏空氣引到第二個器裏。這裏裝了碘(Jod)和重炭酸化鈉($Na\ HCO_3$)同糊漿的混溶液。當此含有青酸的空氣經過時。先由碘和糊漿做成的籃色。漸漸消滅乾淨。然後我們再由引過空氣的容量。同用去了碘的多少。算出青酸在空氣中所佔的成分。

照以上的試驗。我們大約可開一表如下。

液體青酸	碘的溶液	引過空氣的容量（至藍色退盡爲止）	一立方公尺空氣中所含青酸
2 gr 青酸溶在100Cm³水中	10 Cm³ n/10※	200 Cm³	67500 mg
0,1 gr（公分）	10 „ n/100	40 „	3400 „
0,05 gr	10 „ „	82 „	1640 „
0,025 gr	10 „ „	176 „	770 „

※十分之一 Nrrmallosumg

我們由表中第一驗同第四驗看起來。可知青酸散在空氣中的濃度。同在溶液中的濃度。正好成一正比例。爲此吾們依着亨理的公理。 6.) 青酸的溶液。不可製的過濃。在實際上施用的青酸液。在 100 Cm³ 水中。只有 0,0025 gr 到 0,00025 gr 的青酸。那他散在空氣裏的分量。自然亦只有 77-7, 7 mg. 在一立方公尺裏了。

我們再依裴葛兩氏法來試驗。我們要用 10 Cm³ 三成的錯酸銅溶液。(Cupferacetat Cu $(CH_3\ CO_2)_2$) 50 Cm_3 冷飽溶醋酸本齋定。($(C_6H_4NH_3CH_3CO_2)_2$) 同 150 Cm³ 的水混合之。

試驗藥品做好。我們卽取一紙條在此溶液內浸濕了。再放在有青酸的空氣裏。我們注意他變色的時刻。着歷多久。這紙條變成藍色。我們又可立一表如下。

在一立方公尺濕空氣裏的青酸	七秒鐘後紙條之變色
77 mg	深藍
69 mg	深藍

62 mg	深藍
46 mg	淺藍
38,5 mg	淺藍
22,5 mg	微藍
15,4 mg	微藍
7,7 mg	不變

由上表看起來。倘使紙條在七秒鐘內變色的。則此空氣無論如何。總是危險。設不變色的。則我們方可放心無事。這試驗並不變熱度的影響。在攝氏零度。同在普通室中溫度是一樣的。至於他受空氣裏別的物質影響如何。我們還沒詳細的考查。我們只知道亞摩尼亞同福麻德希。並不妨礙這試驗。我們曾經在一室裏放了氣體青酸。濃度約有 77 mg. 在一立方公尺空氣裏。後來再放進的狠多亞摩尼亞。和福麻德希。約比青酸多一倍。七秒鐘後。紙條仍然變深藍色。不過這藍色藍裏略帶點綠色罷了。我們又曾經把三樣溶液。混在一道。($HCN+2NH_3+2H_2CO$)再試驗一次。得的結果。同上面一樣。當青酸漸漸散去的時候。他的濃度亦漸漸降下來。我們一次一次試驗的顏色。亦漸漸淡下去。但有時能歷三小時之久。青酸纔可散清。紙條纔不變色。至於別的助成養化物。(在工業界中首先要算綠氣同各種淡養氣)我們還沒一一的研究。或者這試體要受影響。亦未可知。不過大多數做這試驗的時候。除青酸外。空氣裏還不至多含他種物質。只要青酸過了二十五 mg (在一立方公尺空氣中)。那毛氏法子總比較的靠得住

也。

講實用。我們最好將醋酸銅。同醋酸本齋定分開藏着。庶幾用時可以現配起來。

第一溶液是醋酸銅　　定一立方公升中須含有 2,86 gr 醋酸銅

第二溶液是醋酸本齋定　一立方公升中須含有 4,75 Cm^3 飽溶醋酸本齋定同 525 Cm^3 的水

同時把兩樣配合起來。多少是一對一的。

德意志消滅害蟲有限公司製出的器具。是一盒裏裝了

1., 一瓶第一溶液。

2., 一瓶第二溶液。

3., 配合器一個上面有兩個記號。容量是一樣大。

4., 一個紙軸繞着試驗用的紙條。

5., 顏色標本用玻瓶裝着。

6., 六個空的厚玻瓶連活塞。

還有一張用法說明書。

說明書內容如下。

甲., 混合器中先倒入第一溶液。以平第一個記號爲度。再倒入第二溶液。以平第二個記號爲度。然後塞好。盡力搖之。使兩液混合。

乙., 取六個紙條。浸透了方做好的混溶液。放入六個空瓶中塞好。

丙., 這試驗切不可在施放青酸後。窗門大啓。通風透氣的時候去做。起碼須將窗門等關起一個鐘頭後。再去試驗。

試驗的人。取了六個瓶子。帶上保護器。走進這含着可怕的青酸的地方。先取出一條紙來。放在不靠近窗門的所在。嘴裏數着時候到了七秒鐘的功夫。倘使紙條並不變色。那這塊地方就可說。沒有危險了。以後再照樣做下去。把紙條放在別的角裏。但是要注意的。第一每個試驗的地方。要距離遠點。第二紙條須放在離地高低不同的地方。第三尤關緊要的。是特別危險地方。如牆角器具下面橱後等。假若試驗了兩次。紙條的顏色毫沒變動。那我們儘可放心到這屋裏去做事。假若在七秒鐘內變了色。那就是一個證據。這地方還有青酸的危險。我們應該立刻把窗門打開。使他通風透氣。然後等等。再關上門窗一個鐘頭再試驗。第二次未混合的兩種溶液。須塞好放在黑地裏。狠可經久。就是已混合了的。亦還可經過兩星期還可用。設使瓶裏結了深暗色塊狀的底子。這溶液就不可用了。

附件

製氣體青酸之注意。

最簡單製氣體青酸法。是用不過濃的硫酸。同青酸化鈉放在波提星(Botticben)瓶子裏。硫酸須先用水釋了。約合 60° Be 然後即在熱硫酸裏放進青酸鈉。假如我們要在一立方公尺空氣裏。有十二個公分青酸。那末我們對於一百立方公尺的地方。不可依理

論只用2.2(公斤)青酸鈉。須多用到 2,5-2,75 kg. 因爲平常的青酸鈉。旣含有不乾淨的混雜物。施放時還要損失許多也。硫酸的分量。須依青酸鈉的多少。設使用 1kg 青酸鈉。就可也用 1kg 的硫酸。(100%的硫酸)或是 1,28 kg 硫酸。(0,75 l 60° Be 分量成分 78% 比重爲 1,71) 水的多少。亦有一定。大約使得硫酸在羼水後。還有 30-40% 分量成分。

由我們做了許多分量分析的實驗。知道對於一公斤的青酸鈉。至多不過用 1,6 kg (0,94 l) 60° Be 的硫酸。但這硫酸還須用同樣分量的水來羼合了。倘使水用得太多。則青酸不能趕盡。以致還剩狠多在溶液裏。水用少了。則有一部份硫酸鹽等。到冷後結起晶來。沉在底下。因此我們要在100 m³ 空氣裏。放 1 Vol.% 的青酸。須依下表去做。

先用 4,4 l 的水。熱至攝氏 50-60 度。再用 2,6 l 60° Be 的硫酸。傾在一起。在這熱的溶液裏。趕緊到進 2,75 kg 的青酸鈉。

已化的青酸鈉。狠不適用。因其容易留底子。尤其以用着紙頭包過的爲容易犯了毛病。所以我們最好用在商場上可以買得着的 450 gr 重的青酸鹽塊。這鹽塊分解起來。旣快又盡。我們施用的時候。還要注意的。是這溶液裏常起了狠多沫子。要使這沫子不流出。最好我們倒在波提星時。只倒有四分之一高。又做氣體青酸時。狠多的水量因熱度的關係。變成水蒸氣。我們亦不可不注意。由我們經驗所得。在每一個公斤青酸鹽分解的時候。總

聯帶有 0,5-0,7 kg 的水蒸氣。

最後吾人還須聲明。重硫酸鈉($NaHSO_4$)頗可代替硫酸。設吾人傾 1kg 青酸鈉。在滾開的 4,8 kg 的重硫酸鈉同 9,6 kg 水裏。則冷後亦可保其澄清原狀。

由以上法子。可以製得 80-90 以上成分的氣體青酸。

註解：

譯者按 Antoxydierbarkert 亦可譯作兩級養化能。因依 Engle 解釋。凡物在空氣中養化。率先與一個 (Mol) 養氣分子結合而成過養化物 (Peroxyd). 然後再變爲正式之養化鹽。

1., 青酸化黃血鹽法。是在含有青酸溶液裏。滴入一滴二原的鉄鹽。(zweiwertiges Eisensalz) 再傾入輕養化鉀或鈉 (Na OH) 熱之。使之結成黃血鹽。(gelbes Blutlangensalz $K_4[Fe(CN)_6]$)然後以鹽酸中和之。至略具酸性爲度。再滴入一滴三原的鉄鹽。(dreiwertiges Eisensalà)則立成深鹽色沉粉。($Fe_4[Fe(CN)_6]_3$) 感覺性 1:50000

2., 以含有青釀溶液。同硫化亞摩尼亞 ($(NH_4)_2S$) 熱之。則得羅旦酸鹽。(Rhodansaures Salz) 以鹽酸中和之。滴入一滴三原鐵鹽。則溶液立變深紅血色。($Fe(CNS)_3$) 感覺性 1:4000000

3., 在爪牙松脂液中。約注酒精約 1:10. 然後以水羼之。再注入稍許硫酸二原銅鹽。則此容液染着少許青酸。即成藍色。他的原理。據譯者所知。是因二原銅鹽同青酸混合後。具有極大助

成養化性。所以無色物質。常遇之卽着色。但是這反應的公式。還沒有確實考究出來。

4., 我們設溶 $\frac{1}{2}$ gr 非羅夫塔里印 $\begin{array}{l} C_6H_4-C=(C_6H_4\cdot OH)_2 \\ \quad | \qquad\ \ | \\ \ CO-O \end{array}$ (Thenolphtalein) 於 30 Cm^3 酒精中。以水釋之。至溶液略呈渾沌。再注入 20 gr 輕養化鈉。及少許鋁粉。以溶液之色質退盡爲止。然後再和水 150 Cm^3 濾水。用漏斗濾去渣滓。卽得非羅夫他林溶液。(Thenophtalin) $CH\begin{cases}(C_6H_4.OH)_2 \\ C_6H_4CO_2H\end{cases}$ 但此溶液遇助養化物。卽變其方向。後成非羅夫塔里印。此鹽遇鹼性物。(Basen) 卽溶爲鮮紅色。其先液中旣有輕養化鈉。故一得青酸卽紅。

5., 據裴葛兩氏原著。他是將含有青酸溶液。置在製炭酸器前。使炭酸將青酸趕出。再用導管引到別一瓶中。瓶中裝醋酸本齊定及醋酸銅。混溶液得青酸而養化成本齊定鹽。(Benzidin blau)

感覺性 1:14000

6., 享理公理卽 Gesetz der Verteilungskontant in zwei Phasen. 公式表之。

第一體象(Thase)濃度＝K× 第二體象濃度

K＝分配常數(Vuteilunzskonstante)

露

馮朱棣

從前人都說：『露』是從天上落下來的，這種話，經史古籍中，所載很多，至於前代詞人，也有同一的理想。禮記月令篇說道：孟秋之月……白露降。三輔故事中說漢武帝承露盤，接天上降下來的玉露。風土記中有怎麼鶴警露，說八月降露。他如銀漢無聲露暗垂；天凝露以降霜兮等語；都是說露從天降的確據。非但中國有這種話，至於外國，也是這樣講，所以外國詩中說道“erquickende Tau, der vom Himmel faellt”。但是依現在科學的研究，覺得從前人所說的，很有不對的地方。

冬天的時候，室中生了火爐，玻璃窗上面，就有一滴一滴水珠；我們戴了眼鏡，從外面冷空氣中，走到暖室裏面，鏡片上面就有水暈罩住。從這兩個例看來，難到玻璃窗上的水珠，和鏡片上的水暈，也是從天上落下來的嗎？那自然不是的。露的結成，也是同一緣故。

地球表面，不論乾燥潤濕時季，常常包着水分。這種水分蒸發出去，就是地面空氣中，所含的水蒸氣。白晝天氣較熱，地面的水分就化了氣。離開地面。地面把水氣推出以後，水氣就沒處容身，空氣就把他儘量容納，但是量滿的時候，空氣就不能再容他，再要把他推出。空氣所含水蒸氣的量，到極點時，就叫飽和

(Saettigung),他有一定壓力,這壓力就喚做水氣壓力(Dunstdrnck),水氣壓力有一定溫度,這溫度就是露點(Taupunkt).倘使天氣比露點冷,空氣所含的水蒸氣,就變作水珠,這就是露。

水氣壓力是九公釐(9 mm),那末露點是攝氏寒暑表十度(10°c).夜間植物上溫度,比十度低些,空中水蒸氣,就附着葉尖,變作露滴。倘使水氣壓力低下,那末空氣中所含的水蒸氣就不能太多,露點也就低下。譬如水氣壓力是三公釐,露點就低至零下五度(—5°c),那時露滴就結成了冰,這就是霜。

短草叢生地方,結露最多,這是幾個個緣故:就是草葉和草莖蒸發面積很大;又植物本身也能夠分泌水分;此外就因爲生長植物的土地,地面疏鬆,地中水分容易透出。石板或瀝青路上面,永遠不會結露;因爲石板和瀝青,是不透性(undurchlaessig)物質所以地面的水分,不能通過揮發,那就不會結露。假使露從天上降下來的,應當各處都有。爲怎麼石板和瀝青路上面並不沾濕,偏偏疏鬆的草地上面,獨自零露瀼瀼的呢?(瓦屋上面也有露,因爲瓦質疏鬆,富有吸水能力,日間他能夠吸收空氣中的水蒸氣,到了夜間,就發洩出來)。所以露從天降這句話,應當可以打消。

地表和空中底溫度,是很不同,他的相差,常常在攝氏表六度與八度之間(C°—8°C)。上面說過:露點到零點的時候,就露結爲霜,可是霜降節的時候,天氣還不十分大冷,也就白露爲霜,這就是空中天氣和地表不同的緣故。空中氣候還沒有到零度,但

因地表和空中有六至八度之差，已在零度，所以就會結霜。

夏天早晨，草葉尖上都掛着露珠。我們就單從莓草觀察（蛇莓寒莓等類），他的葉片是分歧的，每歧的尖上，都結着露水，我們把他拭去，但是隔了不久，就會有新的水珠出來。這種天然現象，就在室內，也可攷察。我們可拿玉蜀黍秧種在盆內，盆內滿豬水分，使泥土濕透，然後把這盆用乾燥底玻璃鐘蓋住，隔了許久，玉蜀黍葉尖上，就有水珠掛着，玻璃鐘的裏面，也就有水珠流下。從這個試驗，就可以明白結露的道理；因爲玉蜀黍秧用玻璃鐘罩着以後，泥土和植物所分泌的水分，不會隔了這層玻璃，滲透到外面，所以玻璃鐘外的空氣，不能吸收鐘內的水分。隔了許久，鐘內泥土和玉蜀黍所分泌的水分，就愈積愈多，雖然室內空氣比外面暖些，但是鐘內空氣的體積很小，含了這許多水分，很容易超過飽和度，過了水氣壓力，水分就變作水珠，從葉尖和玻璃鐘上面流下。這種水珠，是和室外的露水一樣；不過外面的露水，因爲沒有什麼東西罩着，空氣的容積很大，他的飽和度也大些，所以近地面的溫度，必須較露點低些，才會結露，至於玻璃鐘內，空氣的容積很小，飽和度也就小些，溫度的高下，他就不管，所以雖然室內較暖，也會結露，這才是他們的分別咧。

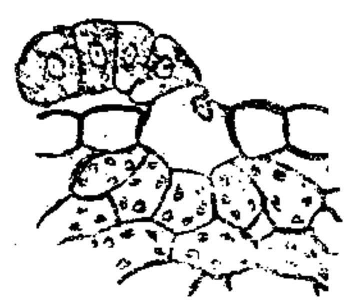
植物爲什麼分泌水分呢？——植物的養料是炭酸氣，水素，酸素，窒素，硫，燐，鉀，鈣，鎂，鐵。上面有幾種鹽類，是天然融解於地中的水內。植物就用根毛吸收這種含鹽類的水分，這

種水分，就喚作養液，根部細胞吸收養液過多的時候，他就澎脹，用壓力壓迫養液，昇入幹部細胞，這作用就叫滲透 (Osmose). 養液透過維管束，漸漸上昇到葉部，葉部的葉綠體 (Chorophyll), 靠了太陽光的能力，把養液和空中吸來的炭酸氣化合，變作澱粉和酸素，這個動作，就喚做同化 (Assimilation). 同化以後，葉部餘下的水分很多，倘使不把他洩去，那末植物底全本就被水分飽和，不能再吸新來底養液，好比人類便祕一般，所以葉部必須把餘多的水分排去，根部再把新的養液吸上，也是新陳代謝作用。葉部排去水分的動作，喚做蒸騰 (Transpir at ion). 日間天熱，他所排出的水蒸氣，人目不能看見，夜間空氣過了飽和度，到了露點，葉部排出的水分，結成了露，就掛在葉尖上。

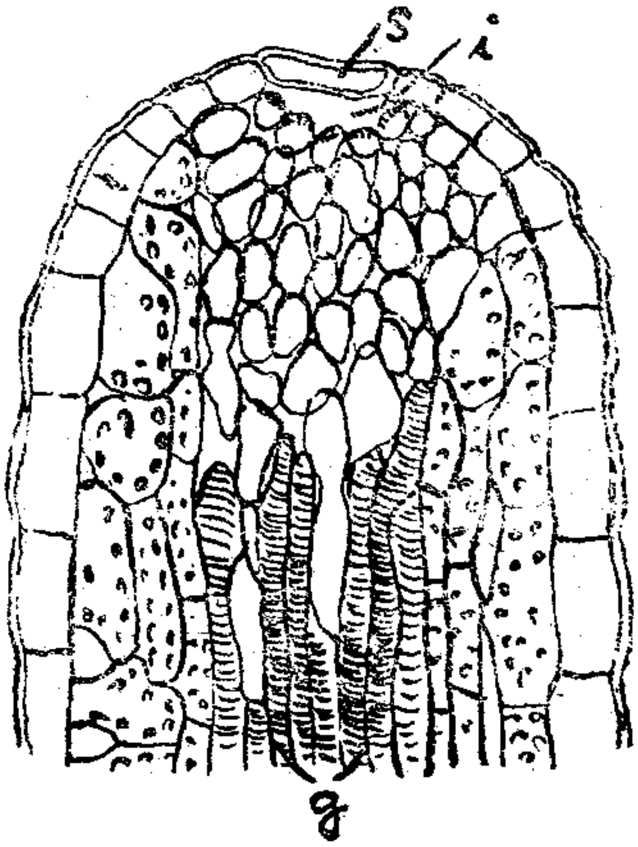
植物分泌水分，倘全賴氣孔，尚不濟事，所以另有別種器官，就是水孔 (Hydathode), 大都生在葉尖上面。氣孔和水孔，都是表皮細胞中間的空隙，他的兩旁，有新月形的東西，喚做保護細胞，司空隙啓閉。有些植物的水孔，也許是多細胞毛 (表皮細胞的變形)。 或是單細胞。這種分別，是依植物的種類而定的。

第一圖紅豆葉的水孔，是多細胞毛。第二圖是櫻草葉尖的水孔。圖中 S 是單獨細胞，i 是細胞空隙 (Inteizellularraeume), i 的下面，是維管束 g (Gefæssdestrang) 的末端。第三圖是南瓜葉的水孔 (上列三圖，均係放大)。

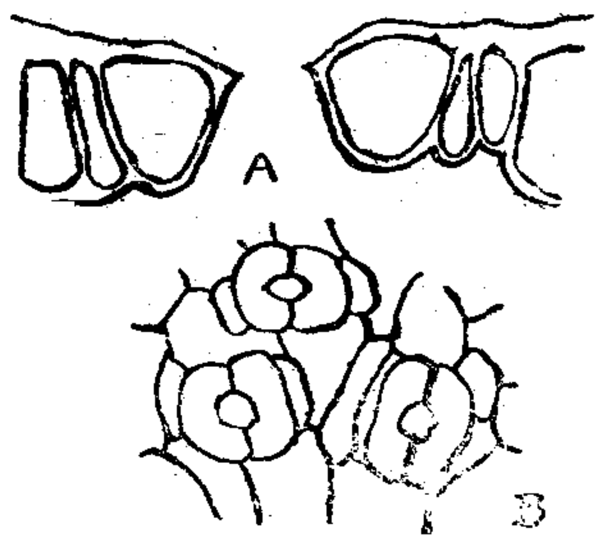
第一圖



第二圖



第三圖



A 剖面　　B 表面

我們一早從草地上走過，衣履就被露水沾濕，等到太陽漸漸地起來，露水得了他的熱氣，就化作水蒸氣，蒸發空中。草地就立刻乾燥。毛詩上說道：『湛湛露斯，匪陽不晞』；外國詩中說道："ersten Sonnstrahlen huessen sie weg" (sie 指露滴 Tropfen 的多數)， 這種話是很對的。

植物葉上結露，有怎麽利害？上面已經說過，但是上面所說的，是植物生理上的關係，現在再把物理的關係說一說。我們手上，蘸了液體，液體就漸漸化作氣體，蒸發空中，蒸發完了，手上就乾燥。液體化氣，必需熱量，手上液體化氣的時候，手上就

覺得很涼，這就是液體奪取手中的熱氣，供他化氣的作用。手上的涼氣，喚作蒸發冷 (Verdunstungskaelte). 晝間空中的空溫較熱，植物中的水氣，從葉部發洩出去，但是到了夜間，空氣溫度低下，倘使葉部蒸發不止，就能罹很大的蒸發冷，葉部未免受損，好在到了露點，葉上結了露珠，保持他的溫度，這才不致受很烈的蒸發冷，把葉部凍傷咧。

壬戌七月既望，於浙江長安。

銑

(續第十一期)

Dr. M. Centnerszwer 著

謝維耀譯

(六)放光能之測量

電氣測量法爲放光學 (Radiologie) 之極大進步。蓋其感覺較燐光及攝影之作用尤精細也。可作定量之測量。既速且確。爲普通之基礎量法。

第十二圖。卽爲測量定數之放光物質所製以洪的雛形設置。物放光質置於二隔電鈑A及B之間。在下面之A鈑。與一高壓電池之陽極相連接。得數百 Volt 不斷之電流。電池之陰極。導至地面。其原未受電之B鈑。則與電表相接連。A與B二鈑間之空氣。受下鈑放光物質之感應。而能導電。因其中含有陰隔極之加

第一圖

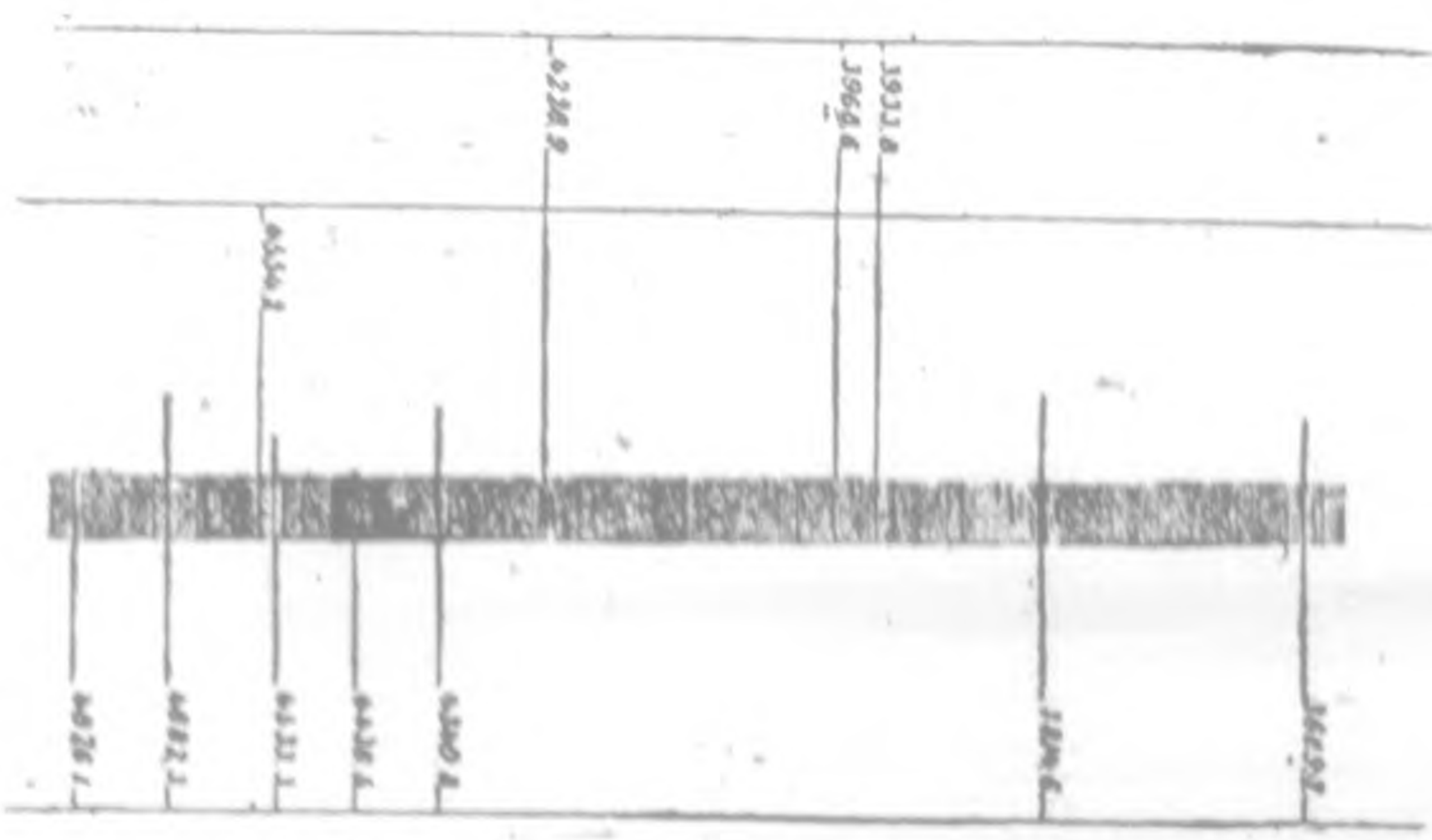
Fig. 1 Frau Marie Curie-Sklodowska.

第二圖

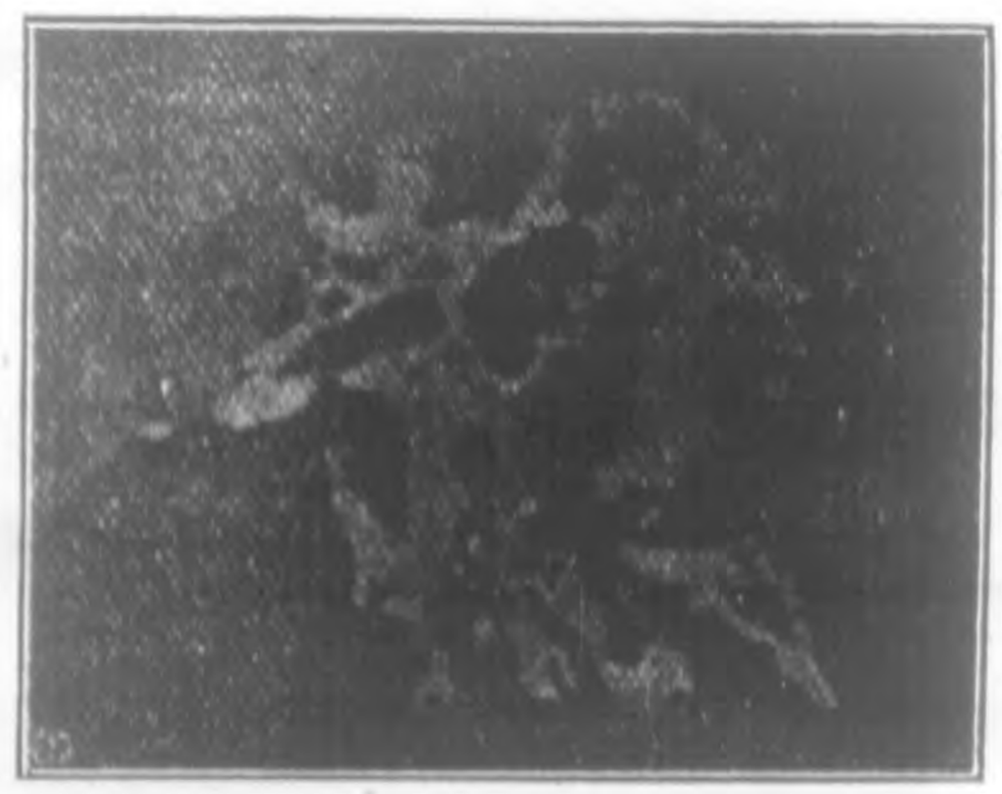
Fig. 2 Pierre Curie.

第三圖

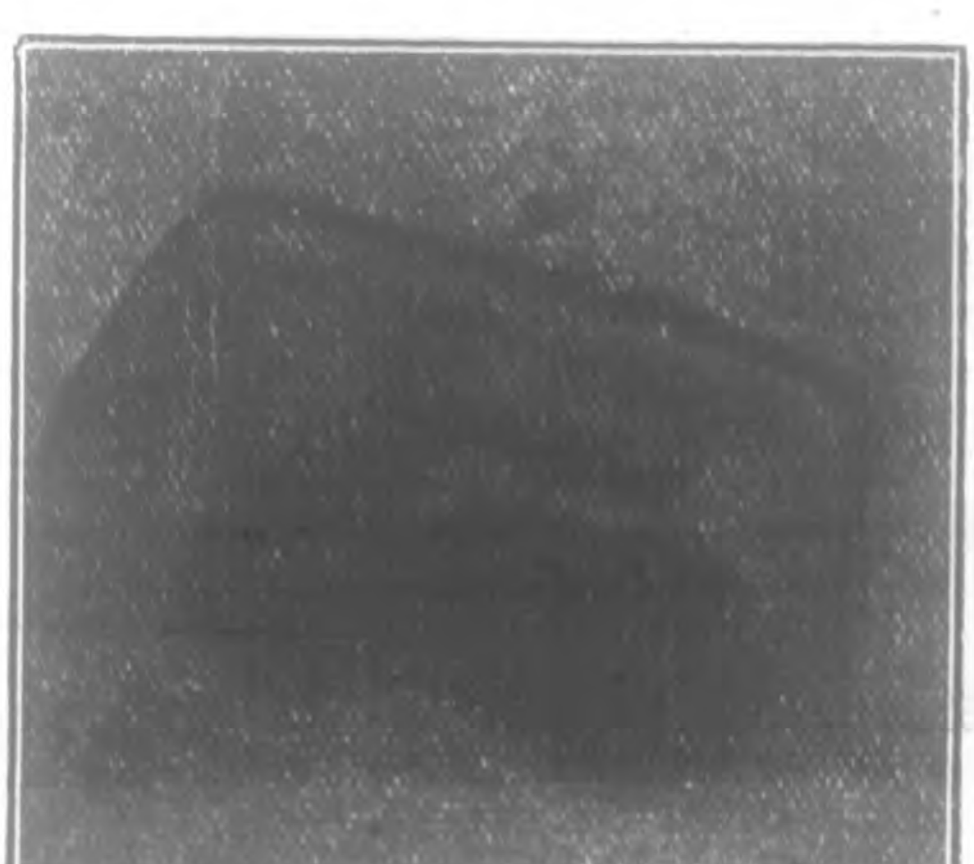
第五圖



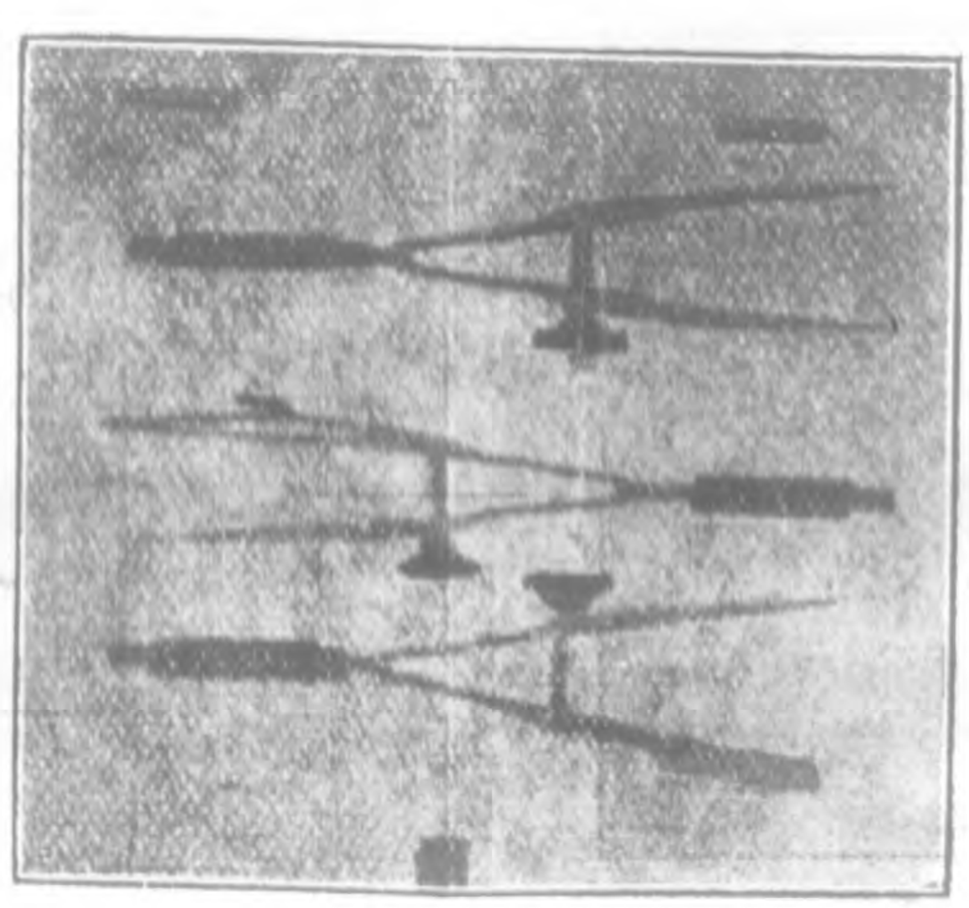
第四圖



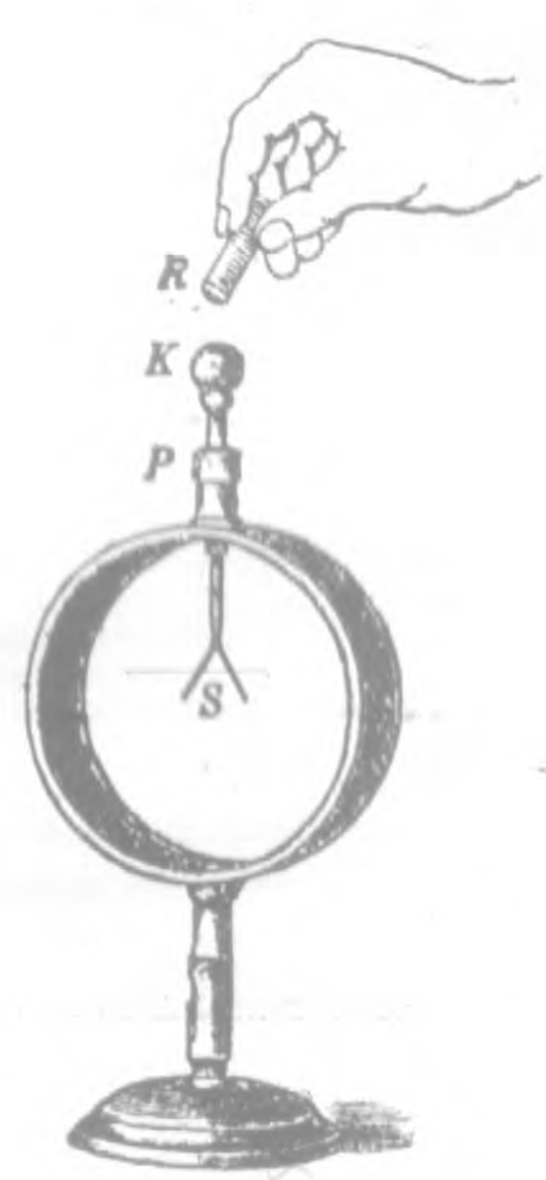
第六圖



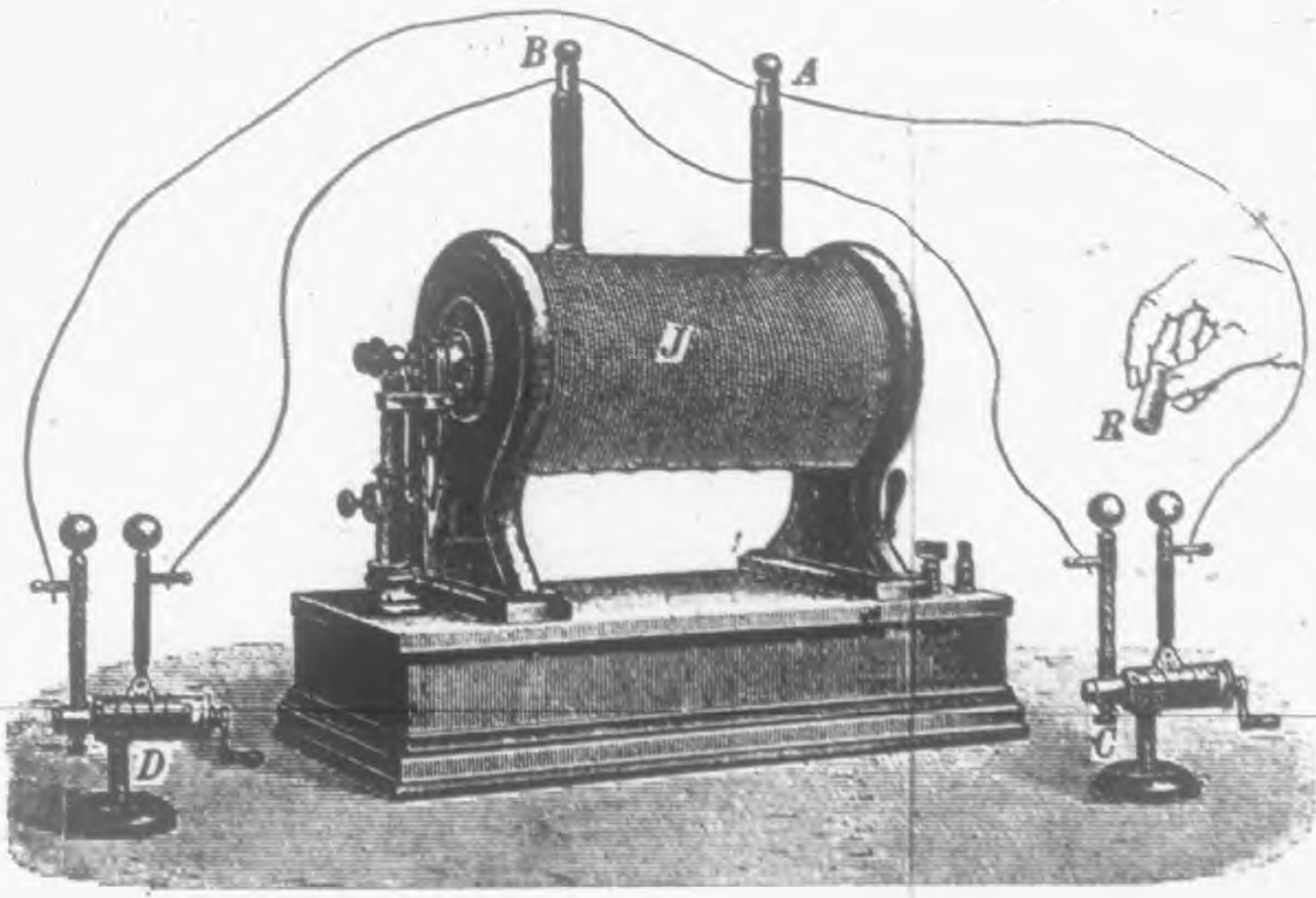
第七圖



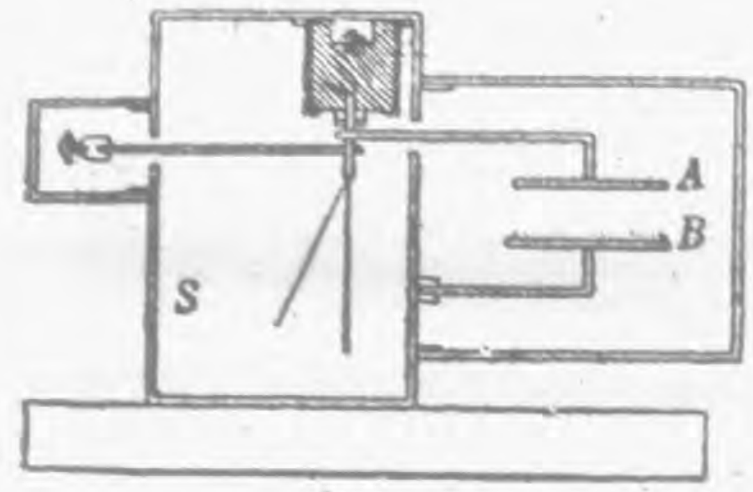
第八圖



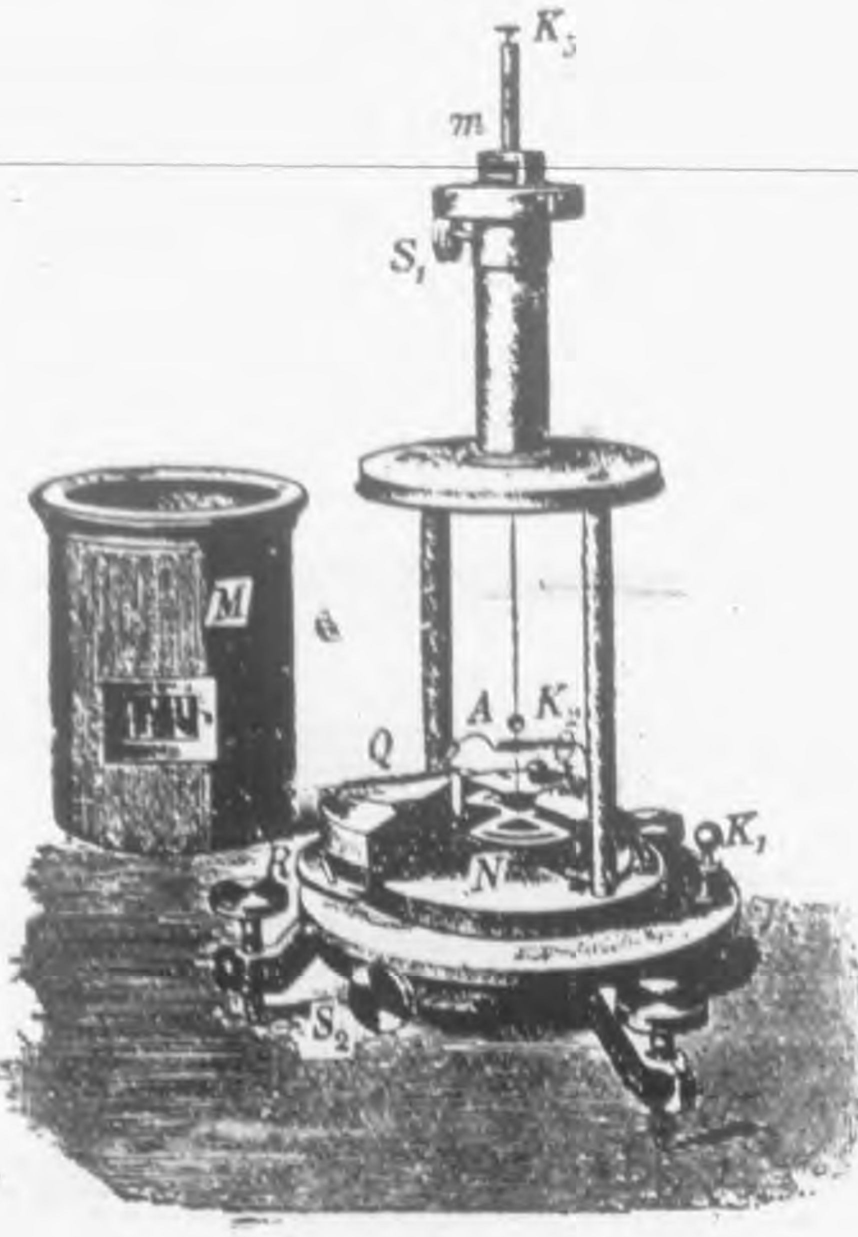
第　九　圖



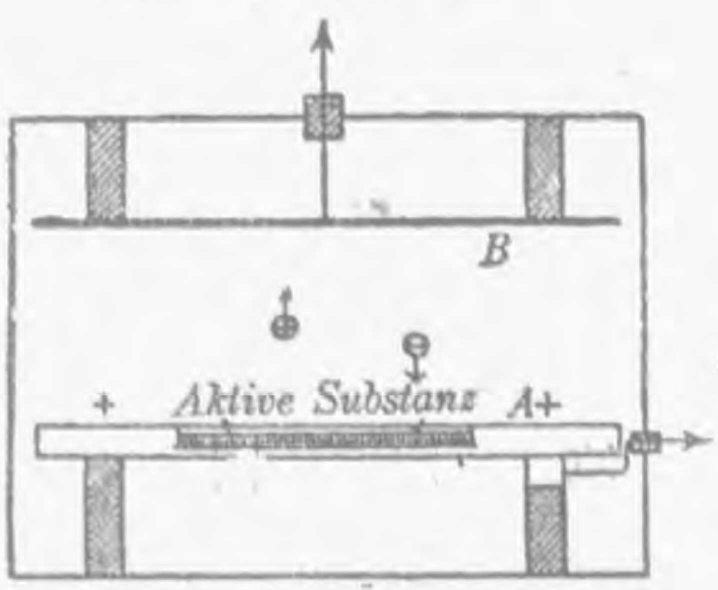
第　十　圖



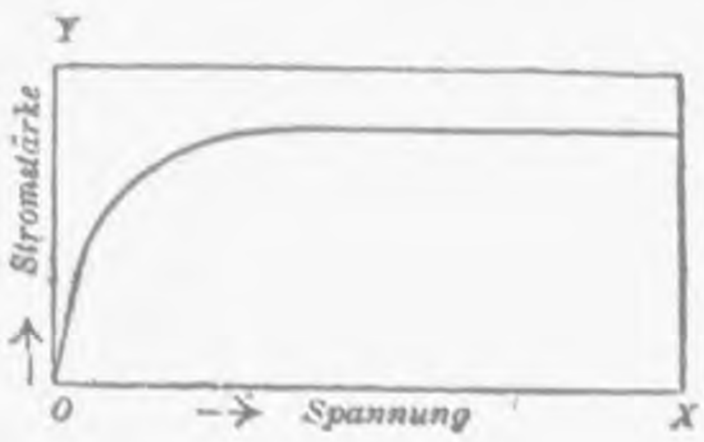
第　十　一　圖



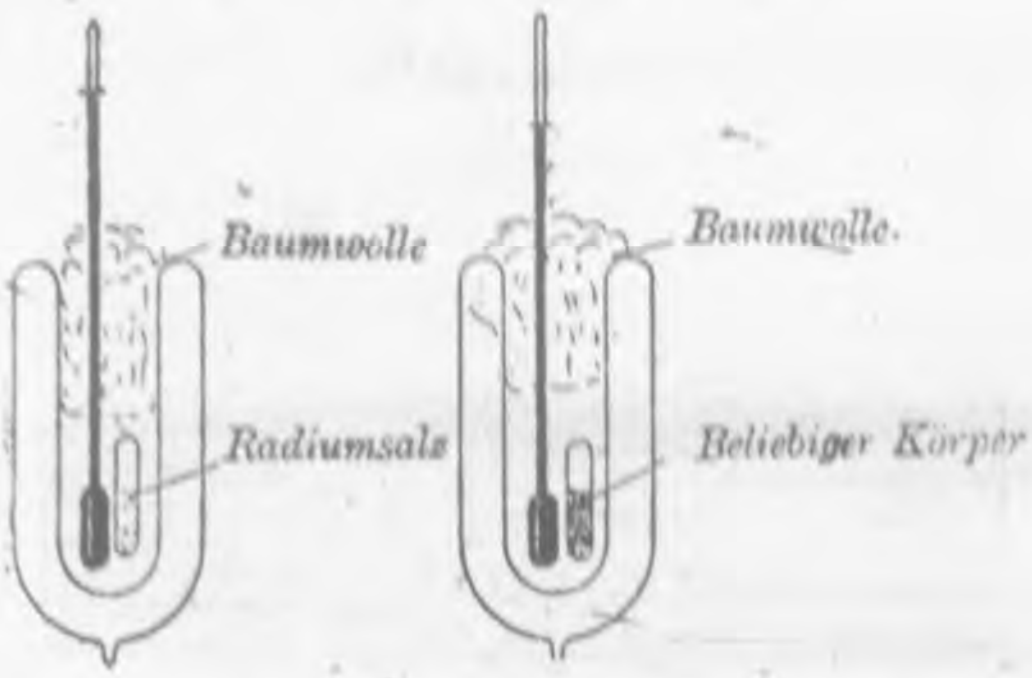
第　十　二　圖



第　十　三　圖



第　十　四　圖



第　十　五　圖

第　十　六　圖

第　十　七　圖

斯以洪(Gas on)也。陰以洪爲陽極A鈑所吸引。陽以洪則向未載電之B鈑而行。電流因是而成。無論流體氣體。其電子皆由以洪傳運也。按以上之設置。則與B鈑相連之電表所受者爲陽電。其受電之速率。與電流之强度。卽與以洪之數目成正比例。卽可用以爲度量也。

從事詳細研究射光測量之原理。須注意電學中之幾種簡明事實。按歐姆定理 (Gesetz von Ohm)。相接電流環的電流之强度與其電源(如電池，蓄電器等)之電壓(Spannung)成正比例。此定理僅適用於固質及流質之導電體。而氣體則不在此例也。第十三圖爲以洪化氣體在電田中之顯明態度。OX 線表示若干測量所得之電壓。OY 線則代表相屬之電流强度，於是得若干之點。連之。則成一曲線。卽用以表明電流在氣體中之經過 (Verlauf) 者也。電流强度之增加率。當小電壓之時。與電壓相當。觀圖之曲線。卽可知之，蓋氣質以洪此時速度之增加。與電壓成正比例。適合於歐姆定理也。

電壓如甚强。則電田之作用漲大。凡所有之以洪。皆向電極方面而行。初不自相結合。或因擴散而被吸收。各電極在一定之時間中。聚集異號之以洪。此以洪卽在此時間所成。是故凡在時間之單位 (Zeiteinheit) 中所成以洪之數目。倘不更變。則無論其電壓若何之大。所通過氣體容量之電流强度。不可踰限。最大之電流曰飽滿電流 (Saettigungsstrom)。倘氣體中所成之以洪。倘實際

能供傳電用之時。則電流始達飽滿之程度。於是電流曲線 (Stromkurve) 平行。實驗而知電流飽滿僅可在受倫根光感應或放光物以洪化氣體之中實現。而不能期諸電導體(例如在流質之中)。由是而有一實用之例。卽吾人測量放光能力。可利用電壓。但此電壓。則須較達電流强度飽滿之時所有者爲高。試驗物質的效力愈大。則使達飽滿之點。所需之電壓愈高。實驗所得。普通測量電壓。有 300 Volt 卽足矣。

按以上之原理。吾人可由連接B鈑的電表所受電之速率。以規定時間單位中所成以洪之數目。故以洪化能力 (Jonisierungsfaehigkeit)。卽放光物質效力 (Aktivitaet) 之量度耳。

空氣中所合之銧愈多。則其導電之能力愈大(及在其他相同之狀況中)。此事實可用以作定銧量之參考。克熱君夫婦最初之研究。卽利用此原理。從事集合放光鋇沈渣所含之銧。而鋇沈渣則爲提煉銧之質料也。土地中，礦泉及地中，或泉源所出之加斯內，提煉所含微細之銧。至今尙用此法則以定其量。

一九一一年。克熱夫人用純綠化銧(Radiumchlorid)製成一種射光測量之比較品。名曰本位標品(Standardpraeparat)。保存於巴黎(Paris)。旋製成若干同樣者。分貯於各重要之文明國。而萬國公共的射光單位。則爲一克熱 'Curie"。卽與一格蘭姆(Gramm)銧元質 (Radiumelement) 同重量之「放射量」(Emanationsmenge) 相等也。(可參考第十一章)最新之測量。每一克熱可當2,75X10⁶

電量單位 (elektrostatische Einheit) 之飽滿電流 〔=0,92 公絲安培 (Milliampere)〕。

定較小之射光效力。如在空中及泉源之中測量。則用「瑪孩單位」"Mache-Einheit" (M. E.)。此單位相當千分之一的飽滿電流。電量單位。其計算爲 1 瑪孩 "Mache"=3,64X10^{-10}克熱 "Curie"。

吾人可用精良之電表。測量五百萬分之一公絲鈤。電表測驗射光物質。其感覺如是精細。殊堪驚愕也。設以一裁紙刀尖之鈤鹽。分給全世界之人類。則每人所得者。藉精細電表之助。亦足作鈤之試驗矣。

化學證明元質。及分解元質。可利用驗電器。吾人用此新方法。非但可以考驗大部之物質。且可用以研究僅可暫時存在之物質。而此不能恆久之性質。又適足以强其放光作用。此節以後卽可知之。驗電器並有證實此種物質存在之能力。卽每秒鐘成一原子亦可。如是微小之物。非以秤可權者也。光帶分析之證明。亦與驗電器方法有密切之關係。

(七)造熱

克熱氏及拉報德氏 (Laborde) 最初之報告。謂鈤化物有無盡的造熱能力。殊堪令人驚奇。後由各科學家細心試驗。今始無疑義矣。

用中等之寒暑表。卽可驗明鈤標品之溫度。實較其周圍高數度：取相等之二寒暑表。置諸同樣保溫之玻璃管中(圖十四)。將鈤標品置於一管之中。則見其該管寒暑表之溫度上升。其度數恆

較他表爲高。此即鈤能無盡的造熱之明證也。

克熱氏及拉報德氏精細之測驗。實際所計算之熱量。不可過少。已由他研究家再四的精細試驗矣。於是規定。每格蘭姆之鈤。在一點鐘之內。可生 118 揩羅利 (Kialorie 熱之單位) 之熱。用以溶化一公分之冰。尙有餘耳。每一公分原子 (Grammatom) 之鈤 (=226 g)。在一點鐘內所生之熱。與一公分輕氣〔(Wasserstoff) (=1g)〕燃燒時所含之熱幾相等。就鈤之自身而言。所生之熱。已非少矣。吾人倘再進一層思之。則其熱素恆支持至百年之久。而不失其效力。則其熱不啻百萬倍於迄今所知之熱源。至第十五章尙有數目的說明。此處不過就主要者而聲明之。卽吾人得此碩大之熱量。而鈤標品初無顯然之變易也。

克熱氏及德瓦氏 (Dewar) 在流質溫度(—252°C) 中測量鈤生之熱。頗有趣味。其說謂熱之質量在最低之溫度中。與尋常之溫度相等。普道之化學作用初無相似者。蓋在流質輕氣溫度之中無不靜止者也。化學作用並無製造如此碩大熱量之能力。

(八)化學作用

玻璃細管之中。置鈤標品一。則逐時發現紫色。玻璃乃能持久之物。而受鈤之感應亦有如是之變化。克熱君夫婦之試驗。謂各種玻璃遇鈤則生變化。但其顏色則非恆等。數種玻璃變爲紫色。別種或爲褐色。且有黃色者。玻璃中顏色之變化。究屬何類化學作用。吾人今日尙無法以確證之。或爲玻璃中所含鐵 (Eisen) 之

養化感應歟。

且有若干極簡單之鹽類。受鈤光之感應而起顏色變化。此種較簡明之狀態。究屬於何種之化學作用。吾人尚不能明瞭。石鹽(Steinsalz)之結晶體。在鈤鹽之間。則為黃色。溶化之硼砂(Borax)。處相同狀況之中。則為藍色。此種顏色。一部分能歷時甚久。其他則不過暫時卽散。溶化之溴化鉀(Kaliumbromid)。受鈤光而變爲藍色。吾人俟鈤光作用中止之後。將鹽質加以燃燒。則其色褪去。特別迅速。

維也納(Wien)大學教授寶而德(Prof. Doelter in Wien)細心研究鑛質所含鈤及美術鈤品顏色之感應。而以其作用與倫根光線，陰極線及外紫色光線(Roentgen - Kathoden - und -ultravioletten Strahlen)相比較。於是未曾發明之染色原因。可知其與所考驗物質的組織之關係矣。

用實驗方法分解鈤染色(Radiumfaerbung)或易於說明。試將純粘土(Tonerde)與少許之養化鉻(Chrom)合相，鎔化之。可製賽眞的人工紅寶石(Rubin)。今日吾人早已知之。此種人工寶石的價值與天然者相等。其物理及化學之性質，與眞者完全相同。雖專家不能變其爲贋鼎也。有此效果。吾人於是更鼓勇試製他種人工寶石。如翡翠(Smaragd)，碧玉(Saphir)之類。惜此種試驗。尚未全達目的。且在今日。尚不能確知其美麗之彩色。究是何種成分。爰思利用鈤彩色。以染人工寶石。本此觀念。曾數作鈤染色

之實驗。此種試驗泰半爲博達士氏(Bordas)所爲。彼所試染者爲鋼玉(Korund)。曾向珠寶商人購買價值二佛郎一開 (Karat: 金及寶玉之衡量名) 之最廉鋼玉。將此鋼玉與一强鈤標品同時鎖置於一小箱之中。歷時一月之久。期滿取出。則石變色矣：無色之鋼玉。變爲黃色如璧璽玉(Topas)。藍色者變成翡翠。綠色紫色者則變成碧玉色。此價值二佛郎一開之石。其顏色竟與價值四十五佛郎者相同。此種方法迄今雖未盛行。而循此方針從事試驗。必有裨益於寶石工業。則可斷言也。

收納能力的變化乃學問上最大之觀察點。屬於此種變化者如下：

1. 養氣(Sauerstoff)變爲臭養(Ozon).

2. 水分解爲輕氣與養氣。

3. 無水炭酸分解爲炭素(Kohlenstoff) 養化炭及養氣。

4. 養化炭(Kolenoxyd)分解炭素與養氣。

5. 亞摩尼亞 (Ammoniak) 分解爲淡氣 (Stickstoff) 與輕氣，及復由淡氣與輕氣化合而爲亞摩尼亞。

6. 綠化輕(Chlorwasserstoff)之分解，及其反應之作用：卽將綠(Chlor)及輕混合而成爲鹽酸(Salzsaeure)。

鈤鹽與空氣接近。恆製成臭養。吾人開固封之盛鈤標品玻璃管。則聞得臭養之氣味。卽其明證也。

水中有鈤之化合物。則其成分定速度分解。蓋鈤之作用。此

際類似電流之分解水也。克熱，寶必耐，及湼姆賽 (Ramsay) 諸氏之試驗。謂 1 g 之鈤。在一點鐘之內。可分解出 0,5 ccm 之譜的酸水素加斯 (Knallgas)。所不可解者。卽造成之加斯。其養輕之比例。與在水中之時不同。輕氣之量。較前爲多。所缺少之養氣。究至何處。吾人今日。尙不能確證明之。肯報姆氏 (Kernbaum) 最新之分析。謂該一部分之養氣。與水養化而成爲過養化輕 (Wasserstoff-Superoxyd) 矣。多數之有機物質。受鈤光之感應而消散。或因鈤之作用而引起養化 (Oxydation)。於是糖遇鈤則變爲深棕色。紙遇鈤則成爲黑暗之色。且易破碎。植物之葉。遇鈤亦有相似之變化。

(九) 生理作用

極强之鈤的生理作用現象。或皆在此部之中。表面之作用尤强。而較重要。取一實鈤標品之小火棉樟盒 (Zelluloidkapsel)。置於皮膚之上。則所置之處。於數小時之後。現一塊紅斑。數日之後。則成爲傷。醫治甚爲困難。克熱氏將一弱鈤標品。置於其前臂之上。十點鐘之久。所成之傷。醫治四月始告痊愈。

鈤作用之特性。每歷一定時間之後。始現其效果。哥得白氏 (Goldberg) 自身作此實驗。曾將溴化鈤射光於其前臂上。可三點鐘。三日之後。皮膚始發紅。五日後成爲膿瘡 (Geschwuer)。醫治數月之久始痊愈 (第十五圖)。

由此偶然之觀察。而得有計畫的試驗。此種試驗。當然只可

施諸獸類。倫敦氏 (London) 在聖彼得堡學校 (St. Petersburger Institut) 之中。實驗醫學。用蛙鼠及兔爲試驗品。第十六圖蛙在瓶中。瓶頸以玻璃管與一實鈹之小玻璃瓶相連絡，大瓶盛少許之水。其鈹之作用。不直接施行。而經空氣傳達。其手續如下：鈹分泌一種氣質（將見於下章）。卽所謂「發射物」(Emanation) 是也。此氣質由玻璃管流至大瓶之中。與瓶中所含之空氣相混合。氣質隨空氣灌入蛙之呼吸器內。「發射作用」甚不利於蛙。二星期之後。卽置之於死地矣。有趣味者。卽此死蛙有射光之能力。其放射光與鈹相同。將此試驗之蛙。置於覆黑紙之攝影乾片上。則現一顯明之影。用小白鼠試驗。其結果相似。受鈹感應之幼鼠。三日後卽有呼吸困難之現象。旋卽窒死。

兔抵抗鈹光之力較强。倫敦氏會將兩雄兔。一雌兔閉於一鳥籠之中。籠頂之中央。則置一實 26 mg 溴化鈹之小盒。初二星期之內。三兔不變其常度。至第十六試驗之日。其皮膚之上。始顯鈹之作用：外部皮膚之上。各處有紅斑。毛脫。無毛之處則發炎，而漸成膿瘡。第十七圖。兔背之全面皆爲瘡。此動物於是不活潑而蠢笨。行動只能用前腿。而曳其後腿。在初數月之中。生殖仍無變化。雌者竟生產三次。此後其情慾 (Geschlechtstrieb) 即漸弱。至于毫無。最顯然者。卽此試驗之動物的重量。竟隨時增加。八閱月之後。始漸減。至於體瘦縮。循序試驗。可知鈹光於體之各器官。其作用之强弱。各不相同。除皮膚外。感應最深者。卽

爲神經系。及生殖器是也。

旦尼次氏(Danysz)試驗動物之結果。謂鈤光之作用。施於腦及脊髓者最虐。因此器官受其感應三點鐘之後。卽行痲痺。倘爲時頗短。則光經增高激刺時期。而繼以强烈之虛弱。用鈤標品之光。照射腦之各部。初非難事。故吾人可由此途徑試驗較高動物腦系之各種精神作用。頗饒趣味也。生殖器所受鈤光之感應作用。與受愛克司光線者相似。天笠鼠(Meerschweinchen)受其照射數回。每次歷時七十五分鐘。則睪丸(Hoden)萎縮。精蟲(Samentierchen)消滅。動物之精液(Samenfluessigkeit)爲漿液性而少雄精(Spermatozoid)。鼠受試驗則運動遲緩，而不活潑。鈤光感應雌動物之生殖器。與雄者相似。不過在雌者則卵巢(Eierstock)收縮耳。

生殖之原素亦大受鈤之影響。倫敦氏及哥德白氏之觀察。得悉天笠鼠之精蟲。受溴化鈤的作用。數點鐘後則失其運動之能力。鈤發表其作用在動物體中。恆不按一定之法則。楊屠氏(Jan Tur)所作雞卵之實驗。極饒趣味。蓋胚(Embryo)之一定部分。因鈤光之作用而阻礙其發育。於是而成畸形。彭恩氏(Bohn)發現未受孕之卵。受鈤光之感應，而能發育。換言之。卽有「不須交合之生產」(Parthenogenesis)的表示也。有若干實驗家。竟欲研究鈤，是否有用無機物質，如不受孕的「動物膠(Gelatine)」製成微小生物(Mikroorganismus)的能力。此種誤會觀念。顯然由於研究沈澱物的生存而來也。繼以上之試驗。而察知植物之種子。亦可

因鈇之作用而遲滯其生長。

鈇之感應下等生物。其結果並非完全相同。而於微生物(Bakterien) 則尤特別。額司基納氏 (Aschkinasz) 與喀司怕里氏(Caspari) 之試驗。謂鈇可死霍亂症 (Cholera)，窒扶斯病 (Typhus)，脾臟腐壞(Milzbrand)等症之病菌。除以上之著作家外。旦尼次氏亦謂鈇實有殺微生物之作用。惟於肺結核病菌 (Tuberkelbazillen) 則未確定耳。有幾種微生物，如發光微生物 (Leuchtbakterien)。則有相反之感應。受鈇之作用。以後非但不死亡。且繁殖較盛焉。

總觀此章所說者。可知。就普通而論。鈇施於細胞，及組織之作用。爲破壞的。因細胞不同。故其抵抗力亦各異也。就各種之狀態觀察。可以斷定。鈇施其破壞作用之始。必先有刺激作用。而於中央神經系則尤甚。此種事實。頗似有一普通的原理存于其間者然。

論鈇光破壞作用之原因。已有種種的見解。但就普通而言。則認爲；細胞的化學作用所經之時間。爲鈇之光線所變易。而有此現象也。解釋其關於病理的作用。則另有一觀念。即細胞內容(Zellinhalt)受鈇之感應。其最要之成分。曰雷齊汀 (Lezithin) 者。爲之破裂。他著作家又謂。與有機體。生活攸關之一定的發酵質(Ferment)爲鈇變强故有此現象。有機體中的化學作用種類紛亂。故用以解釋鈇光之化學作用問題。頗形困難。就前章觀之。吾人所知鈇與無機物質(anorganischer Stoff)的化學作用。亦不多也。

吾人不爲假說所拘束。或可得一臆揣的觀念。即細胞受鈹光之感應而蘊毒。所含之毒少。則細胞刺激。多則致死。　(未完)

(註)本期有圖數幅。已載過上期。以前次欠清晰。故此次一併再登。以補前失。

同濟雜誌第十二期

民國十一年十月一日發行

Dung-Chih-Monatsschrift

Nr. 12. **1. Oktober** *1922.*

本誌價目表

每月一期	大洋一角五分
全年十二期	大洋一元五角

每期郵費

國內一分半　日本二分　外國五分

(轉載須注明錄自本雜誌)

編輯者……同濟雜誌社編輯部
發行者……同濟雜誌社
印刷者……上海卡德路祥福里一〇七號 中國印刷廠 電話西二五七九
總發行所……吳淞同濟醫工大學 同濟雜誌社出版部
總代售處……上海中華書局
分售處……各省中華書局
公民書局
民智書局
泰東書局
亞東書局
甯波新學會社
蘇州振新書社
南京共和書局
紹興一誠堂
重慶商業塲振亞書局