

1941 年

第 卷

第 1-2 期

R
305
79426

編主館學科育教立省川四

刊季學教學科

(號刊創)

目要期本

發刊辭

郭有守

日晷之製造法

李珩

電子顯微鏡

許國樑

初高中數學科課程革新芻議

余介石

實驗幾何教學問題之商榷

陳伯琴

高中物理學應用之中等數學教材

李緒文

青城山採集記

禹瀚

中等學校化學教材之討論

康定夏

請交換

贈閱

版出日一月七年十三國民

行發廳育教府政省川四

國立北平圖書館藏

科學教學季刊

創刊號目錄

發刊辭	郭有守	1—2
日晷之製造法	李珩	3—8
電子顯微鏡	許國樞	9—19
初高中數學科課程革新蜀議	余介石	20—31
實驗幾何教學問題之商榷	陳伯琴	32—49
高中物理應用之中等數學教材	李緒文	41—56
中等算學教學之實際問題	陳伯琴	57—63
青城山採集記	禹瀚	64—74
中等學校化學教材之討論	康定夏	75—80
附錄：		
(一)三月來之中等數學研究委員會	陳伯琴	81—82
(二)部頒高初中生物設備標準暨改進意見	禹瀚	83—112

發刊辭

郭有守

科學教學的教育上的意義，在養成實證的習慣，培植創造的精神。科學教學有優良成績的時候，自然收到實際上的效益，足以利用厚生。這是就一般而言。我國現在正進行神聖的抗戰，同時又着手頭緒紛繁的建國大業，對於科學教學，尤其不能忽視。總裁說：「一切國防建設，必須利用最高度的科學精神與科學技術」。除了國防建設而外，建設的項目還有很多，規畫的時候，都需要充分的知識，實施的時候，都需要熟練的人手。若不在科學教學方面加緊努力，怎麼能達到國防建設以及其他各項建設的目的？

我國自從興辦學校以來，就有科學教學。只因繼承了科舉時代的傳統觀念，把「爲學」與「讀書」認作同樣意義的事兒，又把「讀書」的意義認得非常狹窄，以爲除了解釋記誦而外，再沒有別的事兒了，所以科學教學沒有多大的成效。依教育的見地說，這種現象固然不容延緩下去；依當前的情勢說，這種現象若延緩一刻，抗建工作就耽誤一分。科學教學必須改弦易轍，現在已不是創議的時期而是實踐的時期了。不只是讀幾本科學書，不只是做一些解釋記誦的工夫；最要緊的是養成實證的習慣，培植創造的精神；今後的科學教學，必須認清楚了這一層，加緊努力。

教育者對於科學在教育上的意義既已認識清楚，而在教學方面如果不很精熟，沒有達到得心應手的地步，那還不能收到多大的成效。科學經驗很豐富的人不一定就是勝任的科學教師，一個專門的科學家也許不能引導初學者走進科學的門徑，其故就在教學本身是一種技術，那種技術非特別訓練不可。今後要收到科學教學的成效，必須所有教師都有精熟的教學技術才行；這是不須細說的。

現在創辦這個「科學教學季刊」，宗旨就在促進科學教學；不



● 632476

日晷之製造法

李珩

日晷乃晝間測時之器。日光照於某物之上，因日在天球面上之視動（apparent motion）使此物背面所生之影漸次轉移，由此轉移之度，以測時間早晚，是即日晷之原理也。

日晷之發明，已有二千餘年之悠久歷史。自十七世紀鐘表發明以還，測時之器皆賴鐘表，已取日晷之地位而代之。今於通都大邑，欲求一晷而不可得，偶於歐西遊園見之，則已淪為點綴品矣。然日晷非完全無用之物，不獨觀其影可以較準鐘表之時刻，且係一具於學校園內，亦可以養或學生親測自然現象及留心時刻之習慣。是日晷富有教育之意義。郭子杰適長有見於此，請承囑筆者作一晷之製造說明書，並特參考中西書籍草寫此文，以就正於讀者諸君。若教廳所辦之科學儀器製造所能與此項儀器分發委川中小學校，以負郭廳長之期望，或於科學教育不無小補也。

日晷種類甚多，其面有水平面者，有垂直者，有傾斜者，有與赤道面平行者。晷面豎立之物，其式亦不一而足，或為細針，或為直杆，或為三角版，總之形式雖異，原理則同。晷物之影投於晷面，時時轉移，移至子午面內，時為正午，過而不及，則午後與午前可得而列焉。至若晷面時綫之刻劃，通例每時一格，每格復分為一刻或五分之間隔。太陽在天行十五度，影綫適移一格。格七十二，適應晝間十二時。第以蒙氣折光及夏季晷長之關係，須酌增格數，稍合實用。

日晷中有水平日晷一種，其晷面常保水平，面上豎立三角版，令版面適在子午面內。版之斜邊與底邊所成之角度，等於觀測地點之緯度。晷面之斜邊之方向恰指天球上之北極。第一圖表一八角形水平日晷，數字表時，細格表分。不足一刻者，用目力估計分數。晷之前面附說明表，可列時差表或時差曲綫（詳後或見第五圖），與地名、經緯度，及作者姓名，年代等項。此晷構造簡易，觀測利便，洵為日晷中之最適用者。就其影綫長短而言，一晷之中，太陽高度隨時變遷，自日出至正午，影綫由長變短；自正午至日沒，影綫由短變長。且一年之中，太陽赤緯逐日變遷；夏至之日，太陽在北緯 $23^{\circ}27'$ 有奇，中午影綫最短；冬至之日，太陽在南緯 $23^{\circ}27'$ 有奇，中午影綫最長。故每當中午，測測影綫之長短可以大略決定季節。此水平日晷測時之時，視影綫移度而定。初與影綫長短無關。所當注意者，晷面時綫之刻劃務與影綫相接，以利觀測。

茲先述水平日晷時綫刻劃之原理。第二圖，太陽從正午起於 ZSP' 面上之 m 點，繞 PP' 軸旋轉，迄於 PBP' 弧上之 m' 點，其間所牽角度，稱曰太陽之時角以 H 表之。

時角 360° 相當於24時，每 15° 相當於1時。此際三角版斜邊OP在晷面所投之影，由ON移至OA線，此二線所成之角，以 x 表之。PON角為觀測地點之緯度，以 ϕ 表之。因PNA為球面直角三角形，依算理得式如下：

$$\tan x = \tan H \sin \phi$$

式中 ϕ 為已知值，H為變值。以 $15^\circ, 30^\circ, 45^\circ$ 等順次代入，求出 x 之各值，則晷面時線之刻劃便可着手。今就吾川之重要城市數處，求出影線移度與時間之係數，列表如下。其餘各地，可按其緯度(見郵政大輿圖)，依同法算出之。

晷面影線移度與時間之關係表

時間	時角 $\phi = 26^\circ 45'$	宜賓 $\phi = 28^\circ 55'$	瀘縣 $\phi = 29^\circ 35'$	重慶, 樂山 $\phi = 30^\circ 41'$	成都 $\phi = 30^\circ 41'$	萬縣 $\phi = 30^\circ 41'$	三台, 奉節 $\phi = 31^\circ 5'$
正午	0° 0'	0° 0'	0° 0'	0° 0'	0° 0'	0° 0'	0° 0'
上午11時 下午1時	15° 7'	21° 7'	23° 7'	32° 7'	41° 7'	46° 7'	53° 7'
上午10時 下午2時	30° 15'	31° 15'	36° 15'	55° 15'	65° 15'	72° 15'	81° 15'
上午9時 下午3時	45° 25'	41° 25'	48° 25'	77° 25'	87° 25'	94° 25'	103° 25'
上午8時 下午4時	60° 39'	48° 39'	57° 39'	100° 39'	109° 39'	116° 39'	125° 39'
上午7時 下午5時	75° 60'	53° 60'	61° 60'	123° 60'	131° 60'	138° 60'	147° 60'
上午6時 下午6時	90° 90'	0' 90'	0' 90'	0' 90'	0' 90'	0' 90'	0' 90'
上午5時 下午7時	105° 119°	7' 119°	0' 118°	29' 117°	42' 117°	56' 117°	71' 117°

除以上推算方法以外，尚有作圖方法，可求時線位置。如第三圖，OT為圓半徑，NOL角表觀測地點之緯度，以成都為例等於 $30^\circ 41'$ 。今欲求下午五時之線，則先畫OA，使NOA角為 75° (相當於5時)。次畫TM及LM各與OT垂直。再畫AB與OT平行，過M於B。最後連OB，即為下午五時之線。證之如下：

$$\begin{aligned} \text{圖} \quad \tan x &= \tan \widehat{NO\delta} \\ &= \cot \widehat{TO\delta} \\ &= \frac{OM}{BM} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{又} \quad \tan H \sin \phi &= \tan \widehat{NO} \sin \widehat{NOL} \\ &= \cot \widehat{TO} \sin \widehat{OLM} \\ &= \frac{OT}{AT} \times \frac{OM}{OL} \\ &= \frac{OM}{AT} \\ &= \frac{OM}{BM} \end{aligned}$$

$$\text{故} \quad \tan x = \tan H \sin \phi$$

故由作圖法求時線之位置，絕對正確。下午其他時線，依此類推。上午之時線可由對稱之理求之，較為簡捷。茲為改善圖形起見，宜擇 ON 線上適當之點 C 為中心，另作一圓，與時線之引長綫相交，作為時之標點。綜觀簡表及作圖，可知太陽時角與影綫移度不成正比例。如欲刻畫精審，則雖一刻或五分之線，亦當由公式或作圖求其位置。

水平日晷刻劃之原理既如上述，今更述其製法。先定 OT 半徑為一呎，照前法繪時刻細綫於薄紙之上，註明數字，并附說明。次購備一吋厚之潔白大理石，或瀘縣所產之白石大小各一。命石匠截大石為 28 吋直徑之正八角形，截小石為第四圖之直角三角形，角度邊長悉照圖樣。次由刻字匠黏時綫圖樣於八角形石面，細加鐫刻。鐫畢以金絲鑄於陰紋之內，使臻明顯。最後用水泥膠合三角版底部於溝道之中，務使十分穩固。工畢既竣乃及日晷安置之法。就廣場中築一平臺，高可四呎，（若為小學校而設可較矮）置晷其上，用水準以使晷面在水平面上，且使三角版面指南北向。定南北向，即子午綫其法甚多，最簡單者，先以水泥平臺之中心為心，畫數個同心圓，然後在圓心上立一直桿，觀察此桿之影在午前與午後影端正與某圓相交之處，而記出二點，將此二點各與圓心聯接，如是所成之圓心角之平分綫，即子午綫也。然後將晷面置於平臺之上，而使三角版之底邊與此子午綫相重合，則大功告成矣。

日晷安置既成，乃靜待來朝，晨曦初上，影線現於晷面，測其時尚與真時不符。推其原因蓋有三端：其一，由於蒙氣折光之關係，使人感覺日位較高。日初出其視位約高於真位半度，所以晷時早於真時約為二分，歷十分鐘後晷時早於真時約為一分，此後所差甚微，至正午而為零，故日出之晷時減二分方為日出之真時，又日沒之晷時加二分方為日沒之真時。其二，由於視時與平時之不同。太陽在天球面漸向東移，每年一周，其速度非絕對均等，所以逐日時間微有參差。例如12月22日正午與翌日正午之時間，較3月15日正午至翌日正午約多一分鐘。此種日稱曰視太陽日，稱其所計之時，稱曰視太陽時。為日用便利計，將一年中視太陽日之時間平均之，使其長短折衷，此種日稱曰平太陽日，藉此所計之時稱曰平太陽時，全年之鐘表皆計平太陽時。視時與平時每年相合四次，即4月15日，6月14日，9月1日與12月24日是也。相差最盛者為2月11日及11月2日，前者平時快於視時14分30秒，後者平時慢於視時16分20秒。此種快慢之差，即平時與視時之差，稱曰時差 (Equation of time)，其曲線見第五圖。逐日差數，載於國立編譯館出版之天文年曆，或內政部教育司部頒佈「天文研究刊」製印之國民曆。吾人一經翻閱，則日晷所測視時，便可換算為平時。其三，由於地方時與標準時之差別。古昔交通不便，人民各居一方，殊方往來，甲乙二地之時差相異，而無妨礙。今則火車電報交通迅速，非有標準時之設，不足以資借。所謂標準時者，在一定區域內，採用同一之時刻也。吾國標準時為格林威治時間加八小時，即格林威治時間加八小時，是區早於格林威治七時。其中線於東經105°。中線以東之地，應由標準時減15°，乘以四而化為時間之分數，加於晷時之上。中線以西之地，應由105°減去經度，乘以四而化為時間之分數，加於晷時之上。年將咨檢等處應行加減之分數，表呈於下：

地點	經度 (東經)	應行加減之時分
樂山	103° 45'	+ 5分
成都	104° 12'	+ 3分
宜賓	104° 40'	+ 1分
瀘州	105° 05'	- 20秒
瀘縣	105° 30'	+ 2分
瀘州	105° 35'	+ 6分

萬縣	108	25	-14分
奉節	109	30	-18分

午設於一月一日晨，成都標準時見日影，測其時為上午 6 時 55 分，但與實際之平時不符，須經三次換算，始差吻合。一為蒙氣折光之差，應將上數減去 2 分；一為平時與視時之差，查得當日之時差為 8 分，應加於上數；一為地方時與標準時之差，檢上表成都應加 3 分。其結果為上午 6 時 59 分，是即元旦日成都日出之平時。

由是可見日晷之用途：其影線所指之時，一經換算便與鐘表同樣正確，其用一。市售鐘表不甚確者甚之，可藉日晷校準之，其用二。日晷與標準鐘并用，可以大略推算一地方之經度，其用三。社會上一般鐘表，其時異常參差，相差或盛至半時以上令人無所適從。間之則書與筆端一塵身章矣，以訛傳訛，莫知究極，守時之士引以為病。若各地普置日晷，使鐘表有所依據，庶幾時刻一致，足資信守。他如點綴園庭風景，發展兒童觀測習慣，皆其効用，由是以觀，日晷誠不可廢，郭廳長之提倡，非無故也。

本文參考書

- Alice morse Earle Sundials and Roses of Yesterday, mac millan Co, 1922
 Aithm Robert green; Sundials Macmillan Co, 1926
 Geoffrey W. Yoenslow; Ye Sundials Booke, London 1914
 Ency clopedia Britanica, Dialing.
 Nouveau Larousse Illud; Ciltan Solane
 Popular Astronomy Apul 1923, The Sundial and to Construction
 宇宙四卷一號：日晷(本文材料多出此文)

附註

吾國舊時日晷見有二種，一為長方盒水平式，一為圓盤面傾斜式，攜帶均便。但用磁針定向，與子午線多不相合。且晷面或以傾斜之細線，或磨寸許之銅片，其交角如何規定，已渺不可考。此種日晷間或適用於甲地，即不適用於緯度不同之乙地。由是所測之時，僅屬概數而已。

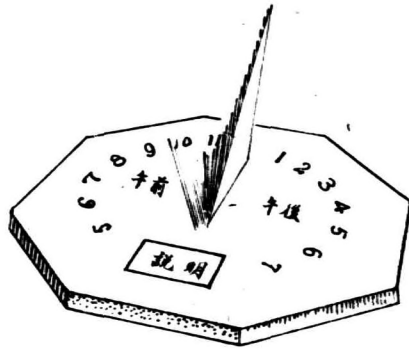


Figure 1 shows the relationship between the variables x and y . The graph illustrates a linear trend where y increases as x increases. The data points are plotted on a coordinate system with x on the horizontal axis and y on the vertical axis. The slope of the line is positive, indicating a direct relationship between the two variables.

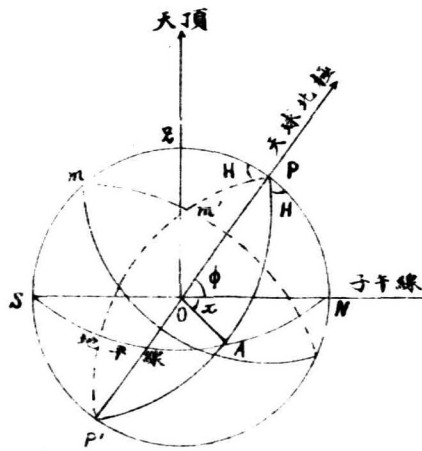
The following table provides the numerical data points used in the graph shown in Figure 1. The values of x range from 1 to 5, and the corresponding values of y are 2, 4, 6, 8, and 10.

x	y
1	2
2	4
3	6
4	8
5	10

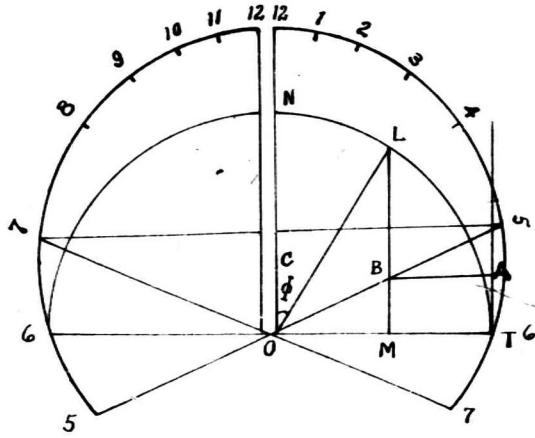
Based on the data in the table, we can derive the equation of the line. The slope m is calculated as $m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{10 - 2}{5 - 1} = 2$. Using the point-slope form of a line, the equation is $y - 2 = 2(x - 1)$, which simplifies to $y = 2x$.



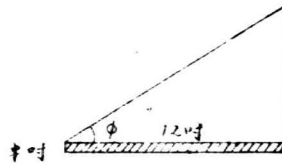
第一圖 八角形水平日晷



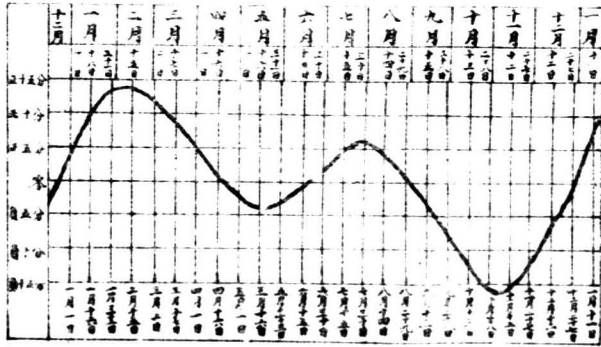
第二圖 太陽時角與影線移度



第三圖 用作圖法求時線位置



第四圖 三角版及其底部



第五圖 時差曲線圖

電子顯微鏡

許國樑

緒論

科學進展，一日千里。儀器之因科學發明，逐漸改善而臻優異之境者，不其枚舉。今日之所謂超級電影，超級望遠鏡，超級磁器共鳴加速器，與超級離心器……等，無一非近代科學之結晶品。本文所述之電子顯微鏡，亦近代新發明儀器之一種。事實上，電子顯微鏡已成爲強有力之實用儀器，而非空泛之理論焉。以往所從未察見之微生物，病菌毒素，甚至構成物質之分子，均可藉電子顯微鏡，一窺其全豹。故將來醫藥，工業，及純粹科學，因新顯微鏡之發明，更有長足之進展，可以斷言也。

普通之光學顯微鏡，其最主要部份，厥爲透鏡。真空管中所發射之電子柱 (Electron beam)，亦可因電場或磁場之聚焦作用 (Focusing action)，使之相交於一點，此種作用與玻璃透鏡之聚焦光柱者無異。凡電場或磁場之具有聚焦電子柱作用者，稱爲電子透鏡 (Electron lens)。真空管放大器，電視，示波器，電子顯微鏡以及其他多種儀器，均已利用電子透鏡，而有相當成就。電子透鏡之應用範圍既日漸廣大，故其理論之研究亦必日益重要。電子光學 (Electron optics) 即研究電子透鏡之新興部門之物理學也。1924年 de Broglie 創議電子波動性學說，1927年 Bush 旋盤表一文申述：電場或磁場之有軸對稱性質者，恆具聚焦陰極射綫或電子柱之作用。自是電子透鏡，遂引起物理學者之濃厚興趣，於是各家著述漸多，電子光學之基礎於焉奠定。

電子顯微鏡僅爲電子光學應用之一種，其進展至速，溯其歷史，尚不滿十年。1931年德人 Knoll 與 Ruska 二氏首以磁性透鏡，起始製造電子顯微鏡，經三載慘淡之經營，1934年始克成功。1939年春 Ruska 氏爲德國物理研究所，Martin 氏爲英國皇家大學院各製就一架，加拿大 Toronto 大學，美國 RCA 公司亦相繼發表，彼等新製儀器之優點，蓋電子顯微鏡，經物理學家之努力，已日臻完善，最近吾敵日本亦製成電子顯微鏡一架。關心科學進步者，聞此消息，能不興奮。本文之寫作爲介紹一般人士，對新發明之儀器，獲得相當之認識，凡關於理論之數學演證，暫予從略。爲便利敘述起見，分爲 (一) 電子波與電子透鏡，(二) 電子顯微鏡之構造，(三) 電子顯微鏡與光學顯微鏡之對照，(四) 電子顯微鏡之應用及其困難數點，一申論之。

(一) 電子波與電子透鏡

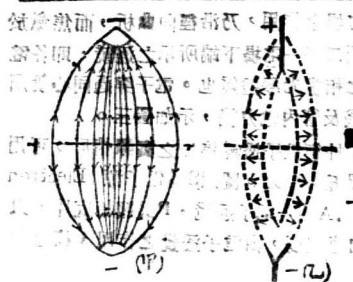
牛頓首倡光之微粒學說，科學界因其襲感焄赫，未有敢提出異議者。Huygens(1690)雖有波動學說之建議，但亦不為當時科學家所重視。惟自Young, Fresnel諸氏發現光之干涉，繞射諸現象以後，Foucault, Fizeau諸氏又自光之速度之測定，乃根本推翻牛頓光之微粒學說，而創立光之波動學說。其後Faraday, Maxwell, Hertz諸氏自理論與實驗兩方面，證明光係一種連續性之電磁波動。迨至本世紀之初，物理實驗所得之新事實，如黑體輻射，光譜分析，光電現象等等，均非電磁波動學說所能美滿解釋者。德人Planck遂創量子論，Bohr, Einstein諸氏則利用量子論以解釋各新事實，頗稱圓通。於是科學家蓋一致認為光確具微粒性，每一光之微粒名曰光子，光子具有定量之能量 $h\Delta$ ， h 為Planck常數($h=6.55 \times 10^{-27}$)， Δ 為光之頻率。依光之干涉，繞射諸現象而論，則光之本質必係一種波動；但依近代物理新發現事實而論，則光又係一種微粒，故光實乃有雙重性質之存在。1924年de Broglie氏首倡新量子論，氏以為物質如電子，質子必與光相似，而有雙重性質，故電子作高速度運動時，亦必有波動性質之存在。按de Broglie氏之理論，如電子之質量為 m ，速度為 v ，電子波之波長 λ ，可由 $\lambda = \frac{h}{mv}$ 式求得， h 為Planck常數，前已敘明。是故電子在電位差為 E 伏特之電

場中通行，其動量 $mv = \sqrt{\frac{2m_0 eE}{300}}$ ，電子波長 $\lambda = \sqrt{\frac{300h^2}{2m_0 eE}}$ ，式中 m_0 為電子靜止

時之質量， e 為電子之電荷，若將 m_0, e 及 h 各值代入，則電子波長 $\lambda = \frac{12.2}{\sqrt{E}} \text{ \AA}$

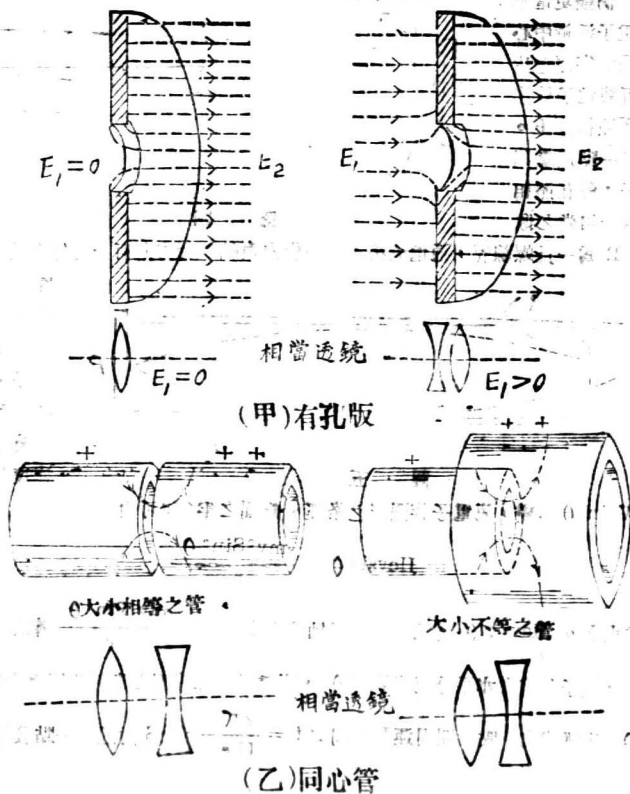
($\text{\AA} = \text{Angstrom unit} = 10^{-8}$ 厘米)。設電場為100伏特時，依公式算得 λ 等於 1.22 \AA ；電場為10,000伏特時， λ 等於 0.122 \AA ；電場為1,000,000伏特時， λ 等於 0.0122 \AA ，此時電子之速度已達每秒175,000英里。de Broglie氏之電子波動理論公佈未久，1927年美國Davisson與Germer即有電子波為晶體反射之實驗，英國G.P. Thomson則有電子穿過金屬或雲母片之繞射實驗，以後從事電子波動之實驗者，為數益衆。凡此各種實驗之結果，不獨證實電子有波動性質，且其測得之波長與de Broglie之理論推定者，完全脗合，是以今日吾人之認為電子具波動性質者，蓋無疑矣。電子之波長隨電子所在電場之強度而異，普通約等於 $0.01 \sim 1 \text{ \AA}$ (參看圖十)。

電子波動性既如上述，則電場或磁場之能聚焦電子柱，當與玻璃透鏡聚焦光柱無異。電子透鏡因所用力場不同，而有靜電性與磁性兩種。圖一(甲)示電子透鏡靜電場之

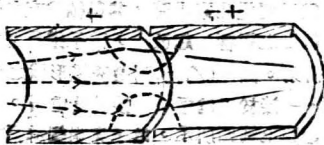


狀況，凡電子經過此電場時，其與軸垂直之分速度，受電場之影響而為改變，電子進行之方向，因而折射。圖一(乙)示兩個透鏡形狀之金屬細絲網，一接於正電極；一接於負電極。其電場狀況如圖上箭頭所示。電子穿過細絲網之電場時，必顯折射，其焦距之長短，須視電壓大小而定。若將其電壓反向，則此會聚性之電子透鏡勢將一變而為發散性之透鏡矣。圖二(甲)示有孔版 (Aperture Plate) 之電場狀況

， E_1 與 E_2 表左右兩側電場之強度。圖二(乙)示同心管 (Concentric Tube) 之電場狀況。由圖二上之箭，可知各電場之強度，不但不均勻，不疊部與軸平行；且各電場中成有一割變之區域，電子柱通過此割變區域，



二、電子透鏡

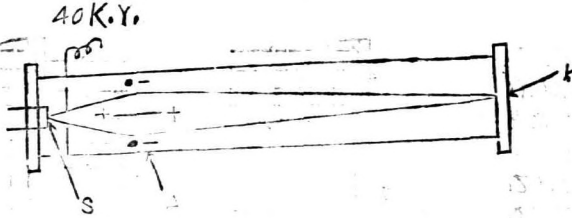


同心管中之電力綫與電子路徑

受徑向力場之作用，乃沿徑向曲折，而聚焦於一點。圖二每一電場下端所示之透鏡，即各電子透鏡之相當光學透鏡也。電子穿過同心管所經之路綫及管內電力綫，示如圖三。

電子柱經電子透鏡聚焦之實際情形，可用圖四與圖五表明之。圖四S為電子源 (Electron Source)，A為一電子透鏡，P為照相底片，以

上各部均置管內。電子由S射出後，經過高電壓加速電場，由電子透鏡之作用，使之向軸綫彎曲，而交於一點。倘變更電壓，或電子透鏡中心桿之長對半徑之比率，可使電子柱聚焦於P照相片上。由S每一點所發射之電子，各在照相片上有一相當之像



圖四

。圖五R為一長螺線管，通電流後，則在管內與軸平行方向有一均勻之磁場，S為放射



圖五

性物質，A為陽極其上鑿有一環形孔道者。由S射出之電子，穿過環形孔道，與軸成 θ 角度向前進行。其進行速度與軸垂直之分

速度 $v \sin \theta$ 不變，使電子作圓形之路徑，此圓之半徑r可由

$$Hev \sin \theta = \frac{mv^2 \sin^2 \theta}{r}$$

方程式求之。 $Hev \sin \theta$ 為電子所受與軸垂直之分力， $\frac{mv^2 \sin^2 \theta}{r}$ 為電子作圓運動之

向心力。電子向前之水平分速度 $v \cos \theta$ ，使電子作螺旋形之路徑並使之交於軸上d (d =

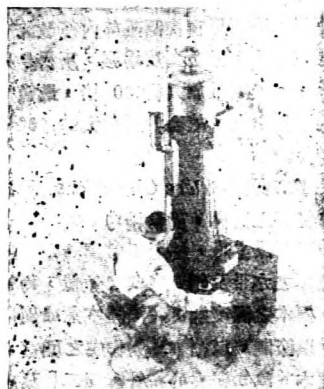
$t v \cos \theta$) 距離遠之一點。圓周運動之周期 $t = \frac{2\pi}{H e}$ 。由S附近每一點發射之電子，皆

能焦點於P上之相當一點，故P版上有S之像。

電子透鏡之焦點電子柱現象，不但與玻璃透鏡焦點光柱者無異；而理論上，且解出與光學透鏡相同之透鏡公式及球差公式。

(二) 電子顯微鏡之構造

電子顯微鏡因所用之電子透鏡有靜電性與磁性之不同，故其構造亦分電式與磁式二種。本文所介紹者，系美國 RCA 公司之出品，其全長二米餘，重約 700 磅，所需之



圖六 RCA 電子顯微鏡之外觀

電壓近 100,000 伏特，造價共約一萬七千五百美金。儀器之外觀示如圖六。其構造雖甚複雜，但為簡明起見，爰分 (甲) 電子源，(乙) 顯微鏡主體，(丙) 電子光學組織系統，(丁) 實物室及 (戊) 照相室各點，略述如下：

電壓近 100,000 伏特，造價共約一萬七千五百美金。儀器之外觀示如圖六。其構造雖甚複雜，但為簡明起見，爰分 (甲) 電子源，(乙) 顯微鏡主體，(丙) 電子光學組織系統，(丁) 實物室及 (戊) 照相室各點，略述如下：

(甲) 電子源 (Electron Source) —— 本儀器所用電子源為單電位熱陰極式 (Single Potential hot cathode type)，不用任何中間電位電極。發射電子之鎢絲，形如髮夾，(參看圖七) 其周圍護以平滑之護衛電極。鎢絲及其護衛電極與高電壓相接，顯微鏡全部接地。發射鎢絲之器，插入儀器管內頂部之後，其四周緊塞橡皮條，使之密閉。又以有韌性之氣箱，使鎢絲在水平與鉛直方向之位置，易被校正。電子槍 (Electron gun) 之全部，由另一有韌性氣箱連接於顯微鏡主體，使其與其餘各部易成光學上之成線排列。電子槍又另由二橡皮條之裝置，俾能隨時取出清理。

(乙) 顯微鏡主體 (Microscope body) —— 顯微鏡各主要部份，均建於兩個厚壁銅管之內，二管彼此相連，實物室位於二管之接境，將此連接一體之二管，隔為二部，但各部半接，剛性極大，對外界之振動，猶如整個之剛體。故於照相時，毫不受外界振動之影響。實物室下方之管壁，置有極佳之磁屏。此管之下，兩側各開一窗。由一窗口可以察見照相室最後放大之像；同時由另一窗口藉潛望鏡可以察見映射圈處初級放大之像。所用之潛望鏡由反射鏡二枚，真空內消色差透鏡一枚，及目鏡一枚，組織而成。有此潛望鏡，則不必在實物室下端銅管開窗，即可察見映射圈處初級放大之像，而不致破壞其真空。二窗口上各裝有活動之紅色濾光器及黑罩，俾在光亮之實驗室中，亦可隨時照相。儀器主體立於大小適宜之金屬座上，抽氣機及操縱桿均設座內，使觀察者坐於儀器前方之位上，即能操縱或校正儀器各部。

(丙) 電子光學組織系統 (Electron optical system) —— 電子光學組織系統，計有

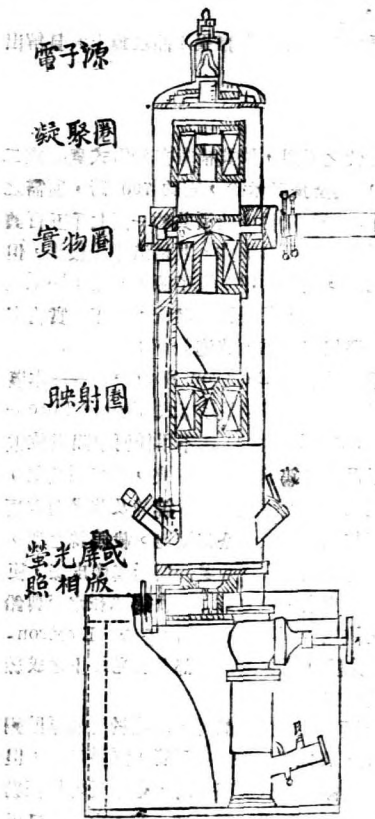


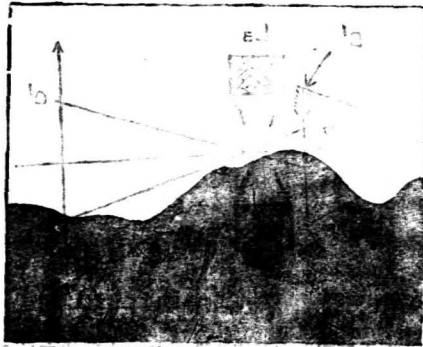
圖 七

片之管內，以調節溫度。撤換標本所需之時間，係由輔助唧筒抽氣速度而定。如唧筒優良，僅需時一分鐘。

(戊) 照相室 (The Photographic Chamber) —— 照相室內配有特製車，由齒桿驅動之作用，一面運用一門封閉正對顯微鏡之照相室；一面又可以將附有自動啓除蓋板之照相片支架，填充該門之位置，使照相片感光。曝光後推回相片蓋，同時以該門緊塞照相室通至顯微鏡之孔。穿過通至外方之孔道，可隨時更換 9×12 厘米大小之照相片。唧筒外之機械，可將絞起之螢光屏放下，令遮住曝光位置之照相片。電子射於屏上則發

凝聚圈 (Condenser coil)，實物圈 (Objective coil)，映射圈 (Projection coil) 各一個。每一線圈裝有鐵甲，實物圈與映射圈並置有極部 (Pole Pieces)。各線圈皆在真空之中，為嚴密防範繞圈發生多量氣體計，特將各線圈密封於銅罐之內，而以玻璃金屬封其口，以與外方連接。此新式設計之顯微鏡，因所用實物圈磁部內徑改大，於是球差減少，像之亮度增強，所得結果極多進步。其初級放大約 100 倍，最後放大約 250 倍以上，故總共可放大 25,000 倍以上。

(丁) 實物室 (The Object chamber) —— 實物室之結構，異常精巧。蓋換取室內所觀察之標本時，絲毫不破壞該室之真空。標本之水平及鉛直方向之位置，均可較正。標本之溫度則可藉液體空氣或別種方法加以節制。以精細絲網作成之圓盤，支持標本。將其緊夾於一管極端二「葉片」(Blades) 間之空隙內，並由實物圈之鐵甲側面之孔，將圓盤插入其極部之間。轉動管外螺旋齒輪，細密閉而有韌性之氣箱，可使支持「葉片」之環形支架，能沿水平及鉛直方向隨意調整。取出標本以後，由外方開動之門，隨時可將顯微鏡關閉。寄存標本支架之側室，得隨時開啓而抽出之。又以一定溫度之液體，充入支持葉



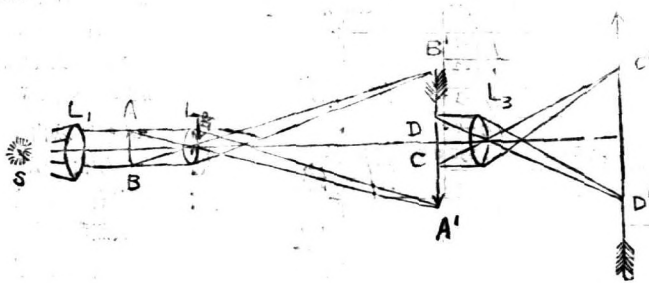
圖八 新剃刀片口放大24,000倍之狀況

盤光，可供直接觀察最後放大之像。若分段移動小車，使盤光屏所遮之照相底片分部曝光，則同一照相底片，可以連續分段照相若干次。更換相片之時間，亦須由抽氣速度而定，其最佳者，祇需一分鐘耳。

此新製成之儀器，不但其光學組織系統大有改進，而其機械構造，尤多改良，使一般並非研究物理學者，亦能運用裕如。料於最近必更能普遍為各方所採用，其所攝之照相如圖八所示。

(三) 電子顯微鏡與光學顯微鏡之對照

凡曾研習物理學或會應用顯微鏡者，當認其構造及其成像之理。圖九中AB 為所觀察之實物或標本。S光源發出之光，經L₁透鏡之作用集中於實物AB上，用為適度之照明。AB上之光經L₂透鏡之折射，造成倒立放大之實像A'B'。由A'B'像上一部分CD所射出之光，再經L₃透鏡之折射，造成更大之虛像C'D'。此即在顯微鏡目鏡中所窺見之像。

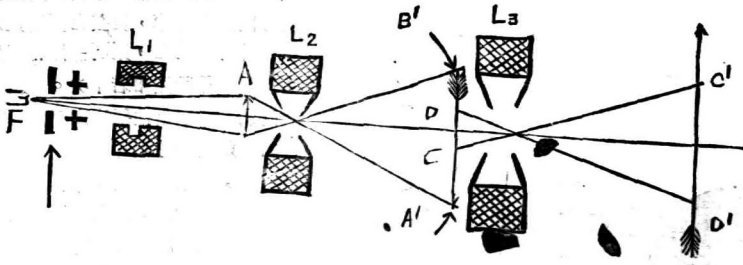


圖九 光學顯微鏡

電子顯微鏡之裝置系統及其成像之作用，皆與光學顯微鏡相似。其中雖亦有照明及透鏡三個。但

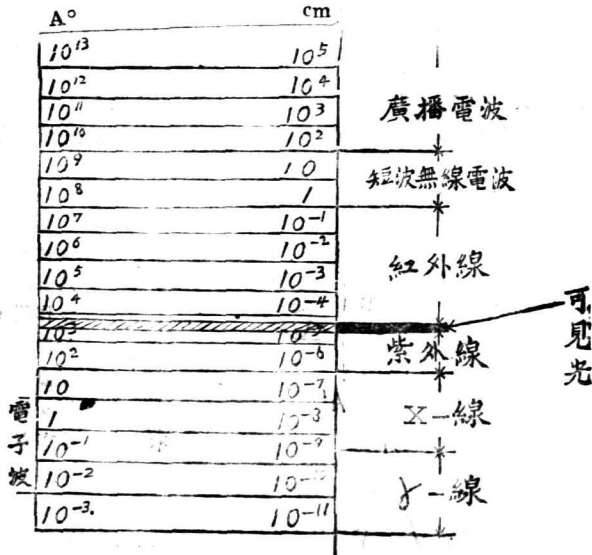
其所用之照明並非普通光源所發之光柱，而係熱燈絲或陰極F(參看圖十)所射出之電子柱。其所用之透鏡並非玻璃透鏡而係電子透鏡也。由電子源所發出電子柱經各磁性線圈(凝聚圈，實物圈，映射圈)之折射聚焦作用，亦造成兩個放大之像。

內有照片多幀未編印出



圖十 電子顯微鏡

光系電磁波動已如前述，而「可見光」則係範圍廣大電磁波體系之一小部份而已。由圖十一上觀之，自無線電波起以迄 γ 線，雖均是電磁波，惟其波長各不相同。無線電



波之波長有數千米長者，而 γ 線之波長有尚不到一厘米萬萬分之一者。「可見光」所在之地位，僅在日光譜中紅色光與紫色光之間，其波長亦祇限於 3900A° 至 7600

A° 範圍以內。倘由顯微鏡中所察實物之渺小程序度與照明光之波長相近時，則生繞射。於是實物上一根極細之線條，其像必現為明暗相間之明帶；實物上一微

圖十一

點，其像必現為明暗相間同心環之圖案。(繞射圖形 Diffraction Pattern)。故於顯微鏡中凡察見同心圓形之圖案無非此。即知有一微小粒子存在。但粒子之實際形狀及其

大小，實不能繞射圖形有所斷定。蓋實物上兩質點之距離，如不到照明光波波長之半，二者之繞射圖形，必有一部份覆蓋，使不能分辨為二質點矣。照明光波之波長愈短，各質點繞射圖形愈小，而圖形覆蓋部份亦愈少，則由顯微鏡中所能察見而可分辨之二質點，其距離之限度（鑑別限度 Resolving limit）必愈小。故云顯微鏡所用照明光波之波長愈短，其鑑別率（Resolving Power）必愈大。（鑑別限度之倒數即為鑑別率）

依 Abbe 公式鑑別限度 $R.L. = \frac{\lambda}{2 \text{Asin}N}$ （ λ 為照明光波之波長， N 為實物所在介

質之折射率， A 為實物上一點所發出最斜射而能送入物鏡，達到像上之光線與軸所成之角度）而論，凡儘量增大 N 與 A ，或減少 λ （實際困難甚多），顯微鏡之鑑別率必增大。普通光學顯微鏡所用照明為可見光，設其波長為 4000Å ，則直徑短於 2000Å （ 0.0002

厘米或 $\frac{1}{125,000}$ 英寸）之物體，不能在顯微鏡中看清。今電子顯微鏡所用之照明為電子

波，其波長極短，由 Parvum 公式，Abbe 公式及 Rebsch 公式所求出之鑑別限度為 10^{-6} ， 10^{-7} 與 10^{-8} 厘米，其鑑別率實異常之大。依鑑別限度為 10^{-6} 厘米而論，由電子

顯微鏡可以分辨直徑小於 100Å （ $\frac{1}{2,500,000}$ 英寸）之物體。

普通光學顯微鏡之放大率，乃其目鏡與物鏡總共放大之倍數。設顯微鏡物鏡放大 18 倍，目鏡放大 30 倍，則其放大率為 450 倍。命 D 為視覺最明視距離， L 為物鏡與目鏡間之

距離， F 為物鏡之焦距， f 為目鏡之焦距，則放大率 $M = \frac{DL}{Ff}$ 。由此可知鏡筒愈長，物

鏡與目鏡焦距愈短，則放大率愈大。但事實上透鏡焦距愈短，磨製必愈難，而各種誤差，尤不易克服，且其鑑別率有礙。故而，光學顯微鏡之放大率，最高者亦不過二三千倍

。電子顯微鏡之放大率 $M = \frac{F_1 D_2}{F_2 D_1} = \sqrt{\frac{2V_1}{2V_2}} \frac{D_2}{D_1}$ （ D_1 與 D_2 為其視焦距， F_1 與 F_2

為主焦距， V_1 與 V_2 為電極或軸線之電位）。其放大之作用亦分數步完成。電子柱射於實物上，經實物面而成像，若放大 100 倍，再經映物面放大 250 倍，則電子顯微鏡之放大率為 25,000 倍。電子因受 30,000 至 100,000 伏特電壓加速作用，電子波長極短，

約為可見光波波長之 $\frac{1}{100,000}$ ，故電子繞射之混淆圈（Circle of Confusion）甚小，

而鑑別率甚大（述如上節），因而又可將底片放大四倍。其全部放大率共為 100,000 倍矣。

綜上所述對照，此超級顯微鏡之優異性，實勿待贅矣。

(二) 電子顯微鏡之應用及其困難

電子顯微鏡之應用極廣，而將來之發展，尤未可限量，爰分三方面縷述其應用如下：

(甲) 生物學及醫藥方面——在生物學及醫藥上，夙有三大問題，迄未解決者，病毒(Virus)，因基(Gene)與食毒菌(Bacteriophage)是也。生物學者咸以病毒系一種半活體之有生命物，且以之為痧疹，感冒，天花，百日咳，嬰孩瘧疾，霍亂，傷風，及動物其他多種疾病之病源，然其究為何物，則從來有知其詳者。今藉電子顯微鏡，或能探其底蘊，明其所以。食毒菌系一種喜食細菌之特小微菌，生於細菌，食於細菌，其小於細菌猶之如細菌小於變形蟲者。醫藥界人士嘗利用以殺滅細菌，每欲察其究竟，輒以無超級顯微鏡為憾。今由電子顯微鏡，或可達此目的。一切生物之體質及其性體，固受後天環境之影響，而先天之遺傳尤為重要。因子即決定遺傳之因素。生物學家咸以因子為生殖細胞染色體中之微物，但迄未有直接或間接窺見此物者。今藉電子顯微鏡，或能識其真象。其將有益於育種優生，勿待贅言。

(乙) 工業方面——凡一切工業上任何建築製造所用之材料，無不需妥為檢查研究，謀求進步，以適合經濟堅實之原則。而水泥橡皮，油漆，膠體金屬等工業，尤須注重其材料顆粒組織狀況之研究。但由普通光學顯微鏡，不能察見材料組織之精微。今藉電子顯微鏡，或可察見材料粒子之大小，形狀，及其一致性(Uniformity)與歧異性(Variety)為如何。故電子顯微鏡將來對工業上之貢獻，必甚偉大。現有許多工業家，不但深知此儀器之重要，且已實際利用之以考察各種材料之結構。如美國Eastman Kodak公司已正式利用其特製之電子顯微鏡，作各種材料之研究。將來工業界之有賴於電子顯微鏡者，定非淺鮮。

(丙) 物理學及化學方面——現在物理研究實驗室中，常應用電子顯微鏡，攝取各種金屬陰極發射電子之照相，以研究其表面之結構與溫度之關係。光學顯微鏡或超顯微鏡之其最高之放大率，亦不過2000倍。直徑凡小於 $\frac{1}{100,000}$ 英寸之物體即已超出此類顯微

鏡範圍以外。而電子顯微鏡理論放大率，可放大100,000倍以上，藉藉之以窺察或攝影分子，膠粒甚至於原子，非不可體。顯物質構造之真象，亦藉因電子顯微鏡之成功，而揭於吾人之前，則其貢獻所及，豈僅物理學與化學而已。

電子顯微鏡之應用雖廣，但其本身尚有困難多種，致其實際鑑別率尚不能達到理論值百分之五。茲略述其困難，以供讀者參考。

電子顯微鏡亦如光學顯微鏡，有色差，球差，畸變等缺點，尚未能完全糾正。顯微鏡各部雖由精密機械構成，但各電磁透鏡以及其他各部，均不易與軸完全封閉，而電磁

場線圈之繞製，尤多不規則性，此誠球差不備完全避免之最大原因。電子顯微鏡需要 30,000 至 100,000 伏特之電壓。若電壓不定，稍有變異，則電子之速度亦隨之而變，於是，如光學顯微鏡之色差，乃應運而生矣。RCA 電子顯微鏡所用 70,000 伏特電壓，誠然已能控制穩定。在 70,000 伏特高電壓範圍，祇有 3 伏特之改變，尚非易事。如謂絲毫不變者，更非朝夕所能達到。電子穿過所觀察之標本及其支架，其速度必因而減小，若標本各部，透射電子性質不等，則電子透過以後之速度必不一致。Marton 氏曾用

¹ 厘米厚之硝化纖維素 (Nitrocellulose) 薄片以支持標本。如此細巧之標本及其 1,000,000

支架，遇速度極大之電子柱，難免不生熱而被燬，且有時或因帶電而互相排斥，以致發碎者。故標本之裝置，殊為困難。由電子顯微鏡所攝標本之像片，須經常有經驗者檢視後，予以詮釋，方有意義。而現今所能解釋之標本，為數尚少。故標本之像片詮釋，亦為應用電子顯微鏡者問題之一。電子顯微鏡所用照明，既為高速度電子，而電子須在真空中進行，緣須避免受擾也。故如何方能達到所需要之真空，頗值注意。且而在取送標本及照相片時，仍須保持其固有之真空，機械上之困難，可以想知矣。

結 語

現代科學進展，其所以能有今日之突飛猛進者，實賴發明之科學儀器有以致之。電子顯微鏡亦不過近代高級科學儀器之一種，其將來之成就，不獨對醫藥衛生及工業上有莫大之貢獻，即純粹科學上生命與物質真諦之研究，實利賴焉。今各先進國家科學界，無不致力於此，爰匆促成篇，以嚮讀者，掛一漏萬，在所難免，尙希高明賜正。

參考書：

- The Bell System Technical Journal Jan. 1939, Vol XVIII, No.1
 The Physical Review July, 1940, Vol.58, No.1
 Nature August, 1940, Vol.146, No. 3693
 Nature August, 1940, Vol.146, No. 3696
 Electronics May, 1940
 Scientific American July, 1940
 Hull: An Elementary Survey of Modern Physics
 Richtmyer: Introduction to Modern Physics
 G.P. Thomson, Theory and Practice of Electron Diffraction
 Myers: Electron Optics

初高中數學科課程革新芻議

余介石

現行初高中數學課程，編制組織，基於十八年秋部頒艾偉嚴嘉光二教授所擬之暫行標準，其內容細目，則為余光煇教授，故教授周家樹先生與筆者所訂，於二十一年秋，由部公佈，稱正式課程標準。二十五年，雖一度修訂，高中分甲乙兩組，去年更減少各學年教學時數，然教材大綱，實與筆者等所擬無甚出入，編制組織與實施方案說明，更鮮變易，足見其大體尚能適合一般情形。惟筆者絕未敢以此自滿，十載以還，無時無地，不向任教中等學校之同志，徵求批評與意見。今者部中有蓋訂各科教材之舉，正吾人建議之時，爰取年來各方徵集之意見，與個人所知之學理根據，整理綜合，作一具體之方案，以供部中及我國留意本問題者之參考焉。

甲 時間分配

初 級 中 學	時 數 學 期 程	第一學年		第二學年		第三學年	
		上	下	上	下	上	下
	算術(附簡易代數)	2	2				
	實驗幾何	1	1	2	2		
	圖解幾何大意*					2	
	代數初步			2	2	2	2
	數值三角						2
*必要時圖解幾何大意得在二下實驗幾何中稍是前教學							

高 級 中	時 數 學 期 程	第一學年		第二學年		第三學年	
		上	下	上	下	上	下
	幾何(附立體幾何大意)	2	2	2*	2*		
	平面三角	2					
	代數		2	3	3		

甲 組 學	解析幾何					3	3
	微積分大意					2*	2*
*甲組必修，餘均為甲乙組公共課程，或分組或合班均可							

「說明」(一)部中既已規定以數學為Mathematics之譯名，作形數一科統稱，中學課程之「算學科」亦應稱「數學科」，以期一律。

(二)時間支配之原則為力求避免分散(1)。因據若干富有教學經驗教師之意見，每週時數過少之教學，效率每較小。上表除初一之實驗幾何為每週一小時，餘皆為每週2或3小時。至初一之實驗幾何，乃從具體方法，灌輸幾何圖形概念，注重作圖及量法(內容詳後)，所需理解處絕少，故不足為病。

(三)學程門類較前稍增，乃取基本簡易之部份；繁難而非必要之教材，概行節刪，如此取宏用精，不至增加中學生負擔，他方面可使之見解廣博，獲益更多(2)。例如減少平面幾何，高等代數，解析幾何中若干抽象艱深之部份，得在甲組添一微積分大意，其得失不可以道里計也。

(四)此種編製，已將過去之重複教材，大為減少，故即在六年一貫制，亦大體可以適用。又高二甲乙組仍可有一部公共課程，對規模較小之高中，頗有便利。當合班上課時，對於甲組學生，得指定補充教材，並增加習題之質與量，至適宜之程度，即與分組授課無別。

(五)此項計劃中，減削最多者，厥為理解幾何。按修正案，初中有理解幾何共8小時(以每一學期每週時數合計，下同)除所附之數值三角，當在6—7小時之間；高中平面幾何5小時，立體幾何4小時，合計共有15—16小時。本表中甲組不過10小時，乙組則僅6小時，平均數為8小時，只及前案之半。此項巨大之改革，恐最足動世人之疑，爰詳述其所以出此之理由如次：理解幾何，推理之困難，與立體幾何空間圖象懸想之匪易，殆為衆所公認(3)。如不欲化簡中等數學教材，俾得為大多數中學生智力所及則已，否則自以減少此中最難之部份為上，是不待言。揣一般人之反對是學者，大抵仍信官能心理學之舊說，認理解幾何有陶冶心力之效。不知訓練可以絕對轉移之主張，早已不為現代心理學家所承認(4)，故筆者擬修正課程標準時，特提出「訓練可為相當轉移」一語，即求祛世人之惑也。復考幾何學之實用價值，Reagan, Rendah, Williams, Congdon, 諸人(5)曾分別考查物理化學等科中用及之中等數學，取中學大學之各低級課本分析。結果發現所需之幾何知識，較代數等為少，且以圖形基本概念，簡易特性(如直角三角形者)，量法公式為限，皆實驗幾何所能供給者，而毋待理解幾何之嚴密推證也。又如 Fagerstram (6)之研究 Granville 三氏微積分，友人張伯康君(7)之調查軍事教程數十種，所發現之事實，亦與上相若。是故即就數學一科所含各節學程

之遺修預習價值，(Propaedeutic Value) 論，亦以理解幾何爲比較上可省也。吾人更須注意此不僅爲研究數學教育者之意見，如十九世紀之 Sylvester (8) 現代之 H. E. Moore (9) 諸數理大師，亦贊同之。且此新計劃中，增加實驗幾何時數不少，足以容納一部分之非正式推理材料，及實用之量法公式。又初高中教材範圍之劃分，減少甚多之重複。故事實上，僅略去原案中之近世幾何初步，軌跡及所圖之艱深部分，減輕立體中球面幾何之分量，并未嘗有損理解幾何之主要部份，妨害其在課程中之教育價值，致失幾何教學之目標也。

(六) 實驗幾何之提前教學，不特歐美諸邦施行已久，成效卓著，即在我國，提倡此科者，亦不乏其人。如汪桂榮先生 (10)，如陳蓋民先生 (11)，咸有此主張。據歐美教育學者及數學教學法專家，如 Dewey, Hall, Morrison, Breslich (12) 諸氏之意，認此科之教學時限宜長，俾可對形象概念，推理方法，徐圖灌輸。故本案中之幾何學程，實分四階段，初一爲純直觀階段，由作圖，實物及度量，認識圖形之意義，及其基本要理，初二即漸融入最淺近之推理，初三開始移着重點於邏輯，仍不求材料之系統化，目標不過使初學明證法之性質，直至高中，始作一體系之研習。此種階段之區分，乃近來歐美探討本問題之結果 (13)，甚足供吾人之取法也。

(七) 高中列入微積分大意，並無陳意太高之病，幾何中之周率 π 求法，代數中之無定式求值，無疆根差近求法，解析幾何之論切線，實皆已用及微積分之方法矣。此科不特爲高等數學之階梯，即對理化，生物，經濟，教育等科學，皆恃之爲重要工具，此盡人皆知者也。乙組學生應以未暇習此爲遺憾，若甲組亦未能明其要旨，則真科學教育之莫大損失矣。此科之基本概念與方法，至少較易於幾何中之軌跡與作圖，代數學中之三四次方程式，代數解法，三角中之解方程式，解析幾何學之討論一般二次方程式等項目，而其效力之宏遠，運用之美妙，興趣之濃厚，則決非上述諸項目所可比擬。故近代倡革新之議者，多主張將微積分初步簡便教材，列入高中或相當階段，歐洲各國多已實行 (14)，美國高中僅以微積分初步爲選科，但解析幾何之正式課程，大學中始有之，此事亦可以注意也。

乙 教材編制

就筆者所知，我國中等數學教師，多認原案中初中部分，除理解幾何分量稍重，復不易與高中者劃清界限，減少重複，其餘尚能大體合用，高中部份，則教材微嫌繁重，每難在規定時間內授畢。去年教部削減教學時間，計初中6小時，高中甲組4小時，約佔總時數 $\frac{1}{5}$ 與 $\frac{1}{8}$ ，則此後勢將更爲不敷。故除大量削減理解幾何外，仍須再減若干抽象，形式化而不且實用之教材，方可期與時數配合。另一方面，初三高三因畢業考試，幾無一校，不提前三四週結束，自亦不能不顧及。初高中數學各學程之諸項目，究各可

以若干時大體授畢，原無絕對確定之法，亦不應如此板滯。且我國版圖廣大，各地中學生程度高下，差異亦頗大，則更不能訂一定則，放之四海而皆準。但吾人亦不能不努力求一相對可用之標準，以判教材分量與教學時數，能否大致相合。江蘇省教育廳，於二十三年，曾擬訂初高中數學科教學進度表，規定甚詳，全省曾試行敷載，咸認尚屬可行，茲即取作本計劃之根據。

(A) 初中部份

(一) 初一算術共72小時(括號內數碼，即指該項目數學約需時數)

整數四則附速算法(10)，整數簡易應用題(4)，整數性質·析因數，在最高公因數與最小公倍數，開整方上之應用(6)，複名數(6)，分數及簡易應用題(7)，小數及簡易應用題附省略算加減(8)，方根表，對數表之檢查與計算(8)，比例及應用題(6)，百分法及應用題，附簡易簡記(9)，利息與銀行計算(8)。

〔說明〕(1) 小學已習過之記數法命數法，可以省略。

(2) 四則難題非初一生程度所及(15)，以移至代數簡易方程內教授，則較便易，算術中四則應用題，以淺近而切合實際者為限，如此可闡明四則之具體意義。

(3) 整數性質亦限於最簡明者，最高公因數求法藉析因而不取輾轉相除法。

(4) 分數中之繁分數，以分母分子各為單分數，或一二項之和差者為限。

(5) 省略算僅述四捨五入與加減法，乘除直移至數值三角中，與具體之測量計算題聯絡，始比較易明。多數教師咸認初一學生，對此多難索解(16)。

(6) 循環小數，只須在代數論等比級數時略及之，四則運算，可以全刪。

(7) 複名數重公用制與市用制，通法，命法與四則，只取簡單之例(含三級單位者)。中外度量衡換算，僅取我國最常見者(如呎，磅)，能利用方格紙上直線圖讀出尤便。

(8) 比例以單比為主，略及複比，為則擇簡易者，酌列數題，不必專列項目，混合比例宜根本刪除。

(9) 開方先以析因數述於簡明之整情形，藉明其意義，計算則用方根表與對數表，至多以四位者為限。

(10) 對數為計算最大利器，雖耗數小時學習，用於算術中之利息算，實驗幾何與代數中之公式求值，數值三角之測量問題，節省時間，恐將十倍過之。英國算術課本，常列入對數，在昔民國初年秦汾黎沅二氏之民國新教科書算術，亦含此項目，該書曾風行一時。且對數計算，簡之珠算與打字，乃一種技能，必須多多練習，方可純熟無誤，故有儘量提前之必要。多數教師，咸以對數之困難，在於理論與檢表時之比例推值，今初中只用有低位十進附表者，檢查即無困難，理論可移至高中再授。又此項目，

以在初一下學期前數週內研習爲善，因可供算術與實驗幾何中計算題之用。

(11)加簿記大意，以切實用，統計圖表與大意，移入初二代數中。

(二)初一實驗幾何共36小時

直接度量，基本作圖題(10)，由量法驗基本圖形性質，明其名稱與意義，花紋圖形(8)，以實物指示空間點，線，面之基本關係，空間圖形之認識與其意義(10)，長方形、三角形、平行四邊形、梯形面積，圓之度量(8)。

「說明」此爲幾何第一階段，純以直觀爲主。一方面訓練學生使用作圖儀器，并作簡單之直接度量，由此引入計算題，與算術聯絡。另一方面，則在啓發學生對空間想像之初步能力，務使其有透視最單純立體圖形之習慣，辨識其實在關係。立體圖形度量問題較繁雜，則留至初二教學。

初一加授實驗幾何之故，除前文已述及者外，尙有二點：(I)量法與算術性質有密切關係，公式又爲代數初步材料，最爲具體(17)(II)初一全授算術，學生每因多已在小學學習過，不感興趣，增入新材如實驗幾何，分量雖不多，亦大可激起其求知之慾望，(18)此皆極有教育意義者。

(三)初二實驗幾何共72小時

較複雜平面形之求積(6)，多面體，柱、錐、球之度量與計算(10)，角之初步定理(6)，平行線與平行四邊形(6)，三角形之全等與應用題(8)，三角形性質與特殊三角形(8)，圓(3)，圓之性質(6)，比例線段，相似三角形，應用問題(14)，證明之必要與其意義(5)。

「說明」此爲幾何第二階段，小部份銜接初一之量法問題，稍具理解意義者。主旨在以量法發現圖形基本性質，并擇最簡問題，作初步推理材料(19)。最後藉觸覺指示證明之必要，并就已由實驗及簡單推理所得結果，分析其結構，以明「證法」之意義，并將已習之零星材料，作一結束。

我國中學生，往往年齡較大，內地與邊省尤甚，教師如感覺必要，亦可將理解幾何大意稍予提前至初二下學期第十週左右。但此雖係我國特殊情形，亦不可遷就過甚，致失此種新編制之精神。

(四)初三理解幾何大意共36小時

證法根據，定義，公理(6)，垂線，角之定理(3)，全等三角形及應用，特殊三角形(6)平行線，平行四邊形，三角形內角和(6)，不等邊角(5)，圓之初步性質(6)，證題法概述(4)。

「說明」(1)本課乃幾何第三階段，以不求完備與系統化之方式，指示幾何推理之性質，內容爲直線形與圓，而後者限於初步定理。

(2)在第二階段中已經非正式證明之定理，在此只須略加補充，而注意如何用之證明其他簡易問題，或歸入習題中，指示學生自證之。

(3) 練習題務求淺顯，能運用定理證明者，證法層次以在五步內者為宜，並以此初學不致茫無所措，而漸養成分析題之能力，稍長之問題，當分段作算數題。

(4) 簡易作圖題之證，大半皆全等三角形之應用，可列入習題內，學生每能自證之。

(5) 軌跡不宜正式提出，基本軌跡如分角線，中垂線，可分解為五種二部，分別論之。

(6) 顯而易證之定理，可暫列入公理，以供引證之用，初學不能解之證，切勿強授。

(7) 間接證法，只限於最簡易情形，定一法每題略去之。

(8) 三角形內角點線一類問題，可於高中時補充，初中生每難解此。

(五) 初二代數初步共72小時

代數學目的，文字數(4)，簡易方程式與應用題(6)，公式之構成與轉換，數值計算(8)，圖表與統計(8)，正負數(6)，整數四則(10)，一次方程式及應用題(6)，簡易特務積(4)，析因式及在最高公因式，最小公倍式上應用(10)，分式運算，分式方程(8)。

(六) 初三代數初步共64小時(覽畢業班提前四週)

比例(6)，坐標，一次函數圖解(4)，二元聯立式解法及應用問題(10)，三元聯立一次式略論(4) 不等式附誤差(6)，乘方附數值開平方法(4) 根式略論(4) 一元二次方程式各種解法，附論虛數大意(10)，二次方程式討論，應用問題(6)，用二次方程可解之分式方程，聯立方程舉例(4)，指數意義推廣(4)，等差級數，等比級數，附複利小數(2)。

「說明」(1) 最初部分，注意公式，簡易方程，統計初步，力求與算術聯繫。

(2) 一次方程，實際應用特多，係數宜用及小數與分數，格式多變化，以合實用(20)。

(3) 析因式以最要之數簡便範式為限，繁或周折之題不列。

(4) 橫相除法移入高中，繁分式力求簡略。

(5) 變數法移入高中，比例應重實際意義與問題，證明題只可偶一及之。

(6) 函數概念雖極重要，其記法與運用，學生每難索解，只宜作非正式之介紹，藉具體問題，灌輸相依而變之義。

(7) 函數圖解以一次者為限，二次者列入高中。

(8) 不確式與誤差聯絡，絕對不等式，初學難以着手，除一二簡易之例外，應移入高中。

(9) 乘方附論數之開平方法，開立方略，算式之開平方立方皆刪。

(10) 根式亦取簡易單純問題，二項根式，化根因式，皆不當列入初中教材。

(11) 二次方程式應多取數字無數者，文字無數題宜少，且宜簡而淺。可化為二次方程式解之分式方程式等，各論一二簡明之例即足，不當列專目詳述。

(12) 虛數以由二次方程式解法上所生者為限，二次方程式理論，只須論一二要理。

(13) 指數意義推廣，不作正式討論而重計算題，并與根式聯絡。

(14) 級數只略論等差等比二種，且不必過詳，附論循環小數，以與分數互化為限，通位與四則，均不必量論。

(七) 初三數值三角，28小時（設畢業班提前四週結束）

銳角三角函數及檢表法(6)，直角三角形真數解法，附省略乘除法(6)，三角函數對數表檢法，直角三角形對數解法(4)，測量及他種應用題(6)，簡易恆等式(4)。

「說明」(1) 數值三角不特在初中數學內為最有真正應用價值之部份，且與算術，代數，幾何，均關係甚密，為極自然之融合教材(21)，過去初中忽視本課，實乃大錯(22)，茲特規定其授課時限為一學期。

(2) 數值三角所根據之圖形性質，可本諸經驗幾何或理解幾何。

(3) 測量等應用問題，當就學生經驗所及之範圍取材，儘率學生作簡單之實測尤佳，雖粗疏亦無礙也。且若干涉及立體圖形處，由實物即易明瞭，又可使經驗幾何所作之空間圖形想像之訓練，不至中斷。

(4) 計算當儘量用對數，以期歷經驗幾何，代數公式求值，與此日之多多積算，養成學生用表敏捷正確之技能。

(5) 記憶之工作，宜力求減少，多利用幾何關係，藉直觀與理解為助，即使遺忘，亦不難省憶矣。

(6) 計算題可用圖核，并當養成估計結果與心算之能力。

(B) 高中部份

(八) 高一平面三角，共36小時

廣義角三角函數，基本關係式(5)，弧度法；二、三、四象限內角之函數化為銳角函數之法(5)，三角函數之變值與變跡，圖解(3)，任意三角形解法諸律，對數計算，應用問題(12)，和角函數及倍角函數，化和為積，三角恆等式(8)，三角方程式大意，附以非正式法論反三角函數(3)。

「說明」(1) 高中三角，以廣義角函數及任意三角形解法為中心，恆等式亦當注意，但不取過於周折者，如諸角和為直角整倍數時之關係式一類問題。

(2) 函數形式中學生已不易明瞭，反函數自更不易，故只於解三角方程式中，論及角之通式，待初學明其意義後，方可略提其正式定義及記法。關於反函數之恆等式等題，至多只能作為優秀學生之補充教材。

- (3) 三角級數原為修正案所無，但今之通用課本，每喜述及，應行刪去。
- (4) 造表法略論，在高中了解者，并非實際方法，初學既難了解，復無用處，宜節刪。

(5) 表之精確度，可於檢表時略略提及，不必列為專目研習。

(九) 高一幾何共72小時

直線形定理複習及補充，基本軌跡(10)，以弧度角，角與截弧，內接與外切形(10)，比例基本定理(4)，比例線段(8)，相似形(12)，直線形面積(6)，等積變形，代數式之作圖(6)，畢氏定理及三角形間接元素(8)，正多角形與圓之度量(8)。

「說明」(1) 過去我國幾何教材，實病過高，本案力求降低，此部分為幾何第四階段，大體即以前之初中幾何，如不可通約之理，仍以用近似法為宜。

(2) 軌跡及作圖，取其基本簡易者，分配各相當部分之後，較有系統之討論，留至高二甲組幾何中研習。

(3) 近世幾何大意，歐洲各國中學，雖均授及，似尚不宜於我國現狀，匪特學生體力不逮，即師資與參考材料，亦多問題，似以全刪為宜。

(4) 幾何着重點雖在推理，亦不應忽視代數之應用，不特幾何計算如此，即證明中亦可儘量多用代數方法。

(5) 周率之求法，幾何中所述者，繁而無用。此項目移入微積分大意後，可使正多角形與圓部分聯帶化簡。

(十) 高二甲組幾何(附立體幾何大意)共72小時

證題法通論，如直接法，間接法，順證法，逆證法等(4)，證題各法略論，如體相等量，不等量，平行，垂直，比例，相似形(14)軌跡之分析與主要軌跡(8)，作圖各法(10)，空間之平面與直線(10)，多面角，多面體(14)，三圓體(即柱、錐、球)(12)。

「說明」(1) 甲組幾何分平面立體各半，但如覺立體部分時間不敷，可將平面部份酌減 $\frac{1}{4}$ 至 $\frac{1}{3}$ ，因其頗富伸縮性也。

(2) 平面幾何重要諸理，已於初三高一授畢，但求學生證題作圖，較有把握計，故可於此分類研習證題，軌跡，作圖各法，一方面亦可視為複習。此部分以培養學生自動解題之能力為主，宜多取有規律可循之題，令其自行演證，如欲增加立體幾何授課時間，則題數可酌量稍減。

(3) 立體幾何首須使學認識空間圖形，此種訓練，自初一即已開始，初二實驗幾何，仍述及一部份空間圖形，初三與高一三角之應用問題，亦常涉及之，故實未嘗中斷，至此學生之困難，當大可減少，故時數雖較前少，結果或可更易滿意。

(4) 度量問題，以角柱，錐，圓柱，錐者為主，球面圖形，只授大意，其度量公式，經驗幾何已論及，證明可至微積分大意論之，自較幾何方法更易。

(8) 球面與平面之比較，可助學生明瞭空間性質，在此不必作嚴密論證，只須條列說明之即足。

(十一) 高一代數共36小時

算律與數系，整式複習(4)，分離係數法，綜合除法，餘式定理及應用(4)，恆等式，求定係數法，對稱式析因式法(6)，整除性，最高公因式，最小公倍式，分式複習(5)，比例，變數法(5)，指數定律及推廣(4)，對數定義與基本特性(5)。

(十二) 高二代數共108小時

根式，化根因式，代數式開方(6)，複素數運算，極坐標式與乘方(12)，不等式(4)，方程式解法原理(3)，函數與圖解，指數曲線，對數曲線(4)，一次函數圖解與應用(8)，二次方程式理論及應用問題(10)，二次函數圖解(4)，高次方程式之有理根(3)，分式方程與無理方程，增根(8)，簡易分式函數與無理函數圖解(8)，可用二次式解之特殊高次方程與聯立方程(6)，二項式定理，附數學歸納法(5)，排列與組合，或然率略論(12)，多元一次方程與行列式，齊次方程式，行列特性與展式，消去法大意(15)。

「說明」(1) 高一代數以式之運算為中心，高二代數以函數及方程式為中心。

(2) 極限及其涉及諸問題，如分式不定形，無理根差近法，無窮級數，不特為多數中學生所不易解，且性質實與代數根本不同，故以移入甲組之微積分大意內為宜。

(3) 若干有經驗之良教師，多主張將解析幾何一部份提前至高二，川省各校頗有試行者。但學程分立太多，每週時數分散，亦有不便，不如即在代數中注重一次，二次，分式，無理式各函數之簡單情形，已可包括直線與二次曲線之標準形，並附及初等超性曲線，則至高三解析幾何時，不至有時間不敷之虞。

(4) 初中代數未述及之各項目，與未作正式研習者，如變數法，指數推廣，對數理論二項式，化根因式，複素數，皆宜在高中作稍有系統之研習，但亦不必過求詳盡。

(5) 初中之比例，不等式，數數，不注重證明題，高中應加補充，可免重複之弊。

(6) 由二次方程式求解之高次方程與聯立方程，亦不必過於詳盡。

(7) 分項分式，僅在形式積分上 useful，實際應用積分，能知用表亦足，故可刪去。

(8) 對數對表法則，精密度在三角解應用題時已時時提及，不必再作抽象討論。

(9) 行列式以與聯立方程式有關者為主，轉輪與展式自亦重要，餘均可略。

(10) 排列配合或然率，只宜論基本而簡明之理，問題尤當取淺顯者，目的為練習統計作預備，艱深之理法與難題，並無甚用處。

(十三) 高三解析幾何共96小時(設畢業班提前四週結束)

射影與坐標，幾何量之解析式(8)，用解析法證題與求軌跡(6)，一次方程式與直線(8)，二次曲線範式與基本特性(14)，移軸術，對二次曲線之應用(8)，極坐標(4)，參變數方程式大意與簡易高等平曲線(10)，方程式之作圖(8)，經驗方程式(8)，空間坐標與軌跡(6)，平面與直線(6)，特殊曲面，如球，柱，錐，旋轉面，直紋面，二次曲面範式(10)。

「說明」(1) 一次二次曲線已在代數中研習其作圖，在此應注重其特性。

(2) 二次曲線分類，用移軸術討論，不必論其不變式。

(3) 參變數方程與高等平曲線，初學每感不易，宜力求簡單化。

(4) 方程式作圖，宜在研習各種主要曲線後討論，先特例而通例，則學習困難可減。

(5) 切線等問題，宜在微積分大意中論之。

(6) 一般二次曲線討論，反形法，極與極線，在理論上均屬重要，然非中學生所需，習之亦不易明其效用，故宜刪去而易以經驗方程式，因其材料新穎，效用宏大，為治理化，生物，統計者所必習，對軍事學亦屬必要，實高中生所應知者。

(十四) 高三甲組微積分大意共64小時(設畢業班提前四週)

極限定義，基本定理，在分式不定形上之應用(8)，微商，幾何上與物理上之意義，如切線，速率等(8)，代數函數之微商(8)，應用問題，如極大極小，二次曲線之切線，法線(8)，無限級數審斂法(4)，戴氏級數與冪級數(4)，方程式理論大意，無理根之差近根求法(10)，定積分及其幾何意義(4)，定積分之計算，積分表用法(6)，幾何應用問題，如圓，球等之度量(8)。

「說明」(1) 微商只論代數函數，積分則只述概念與應用，其計算則藉助於積分表因不定積分之形式計算甚繁，在初步應用上，亦非若何必要也。

(2) 無限級數，冪級數，即在大學初年級，亦不能詳盡，何況高中程度，初學只須明其意義，知比值審斂法即足，多授亦徒耗時間，決非一般中學生能領悟者也。

(3) 方程式理論中之繁難變換，根之對稱函數，三四次文字方程解法等問題，皆無在中學研習之必要，於此只須取與無理根求法有關者討論即足。至於求法，可任取 Hoines 法或 Newton 法均可，能兼及尤佳。

(4) 幾何中若干度量問題，用綜合法證繁而不切實用，藉微積分之理，既其簡便，且為普通方法。

(5) 理論較深及非必要者均應從略，而以全力注重計算題，由其問題動

和明白微積分之基本概念即足矣。

本文附註：

- (1) 汪桂榮：中學數學教學合理化運動，載四川教育廳中等教育季刊第二期可參看 p.95 上欄。
- (2) 美國政府於1916年組織一中等學校數學標準委員會(The National Committee of Math. Requirements以下簡稱委員會)，1922年提出一詳盡之報告，實為美國中等數學教育革新之經典。此報告絕版已久，今有 J. W. Young 氏節本 The Reorganization of Math in Secoadndry Education Part I (以下簡稱報告節本)其第四章 p.46 謂「……中等學校課程內容之龐大，如本章及以前諸章所言之情形，實際上可使習者得更多之效益……」
- (3) 可參看北師大月刊第十一期 p.126—152 所載二十二年北平暑期理科教師講習會數學組討論記錄及中等算學月刊特刊第一，二，四，五諸期所載二六、二九兩年四川省暑期中等教師講習會數學組討論記錄。又陳蓋民汪桂榮二先生亦均主張初二尚不宜開始授以理解幾何，此乃委員會之一致主張，可參看報告節本 p.36。中等教育季刊二期 P.95 上欄，二十九年秋浙江省中學理科教師講習會討論會算學科討論結果(一)下，載浙江教育第三卷七期。p.54。
- (4) 此問題之討論見委員會報告原本下篇第九章，節本僅有一甚簡之摘要，R. A. Davis; Psychology of Learning 第十章亦專論此，朱鎮謀君曾譯載浙江教育第三卷五期。
- (5) 見美國教學教師評議會(The National Council of Teachers of Math)第八年鑑(8th Year Book 以後簡稱第幾年鑑)Benz: A Summary of Some Scientific Investigations of the Teaching of High School Math一文。
- (6) Fagerstram: Facts and Process Prerequisite to the Study of Calculus, 其重要結果，筆者曾引載於所撰中等數學教學法乙編一書中(四川省教育廳印行)；參看是書 p.28。
- (7) 見中等算學月刊特刊第六期張伯康君一文。
- (8) Cajori: History of Elementary Math 曹丹文君譯本(商務) p238。
- (9) E. H. Moore 氏為當代美國理論數學大師，美國大學教授多出其門下，氏於1902年十二月二十九日在美國數學會作劃分時代之演講，On the Foundation of Math 今之言數學教育者，莫不奉為圭臬，氏蓋贊同英人 Perry 氏之改造運動提倡實驗幾何，認中等數學教材，應以具體而切實為重，主張取代數，幾何，物理諸科，澈底融合，此篇辭初載於1903年三月份之 Science 雜誌，復轉刊入第一年鑑，惜後者今已絕版。
- (10) 中等教育季刊 p.p.95,97 上欄。

- (11) 陳蓋民：改造初高中算學課程芻議，見浙江教育二卷十一期 p.p.2—4。
- (12) 中等數學教學法乙編，§.20 曾略引 Hall 諸氏之言，Dewey 之主張，見 The Psychological and the Logical in the Teaching of Geom 一文，載 1903 年之 Educational Review 又可參考報告節本 p.p.41—42。
- (13) Betzi the teaching of Intuitive Geom 一文載第八年鑑。
- (14) 中等數學教學法乙編 §.1 浙江教育第二卷十一期 p.3 下欄。
- (15) 陳蓋民先生亦主張之，見浙江教育第二卷十一期 p.3 下欄內！
- (16) 二十五年度廣西省中等教育視導總報告，p. 128 中等算學月刊特刊五期第 21 案。
- (17) 浙江教育三卷七期 p.54 所載結果 4; Breslich: Problems in Secondary Math p.p.98—99。
- (18) Breslich 同書 p.p.102—3，中等教育季刊 p.94 下欄至 p.95 上欄。
- (19) 中等數學教學法乙編 §.23。
- (20) 參看中等算學月刊特刊六期李緒文君一文。
- (21) 中等數學教學法乙編 §.39。
- (22) 中等教育季刊第二期 p.95 下欄。
- (23) 中等數學教學法乙編 §.45。
- (24) 除加入原案中代數之一部分，與甚少之解析幾何外，餘據報告節本 p.p. 54—55 所訂者，但各項目數學時數，係本筆者在各大學歷年任教之經驗定之。

三十年五月次成都西郊

中等算學研究會編

—中等算學月刊

是國內研究中等數學的唯一刊物

是中等學校師生必備的數學參考讀物

訂購處 成都外西土橋尹公祠柳竹草堂

中等算學研究會

實驗幾何教學問題之商榷

陳伯琴

實驗幾何一科，在我國中學算學課程標準中雖備有一格，然國人對之尙未能有明確之認識，因之頗多爭議，茲將管見所及，特為提出，就正於有道；以冀實驗幾何能為國人所重視，而予以提倡。

一、實驗幾何之意義 幾何之起源，由於埃及有尼羅河之洪水為災，土地溼沒，阡陌不分，人民因時起主權糾紛，即政府徵糧亦無所憑藉，測地之術，遂應運而生，此當時之所謂幾何，故是時之幾何智識，只以經驗與實例為根據，毫無推理論證與精密規律之觀念。實驗幾何則在用觀察，度量，認識，計算諸方法獲得幾何之知識；而不必僅囿於推理論證之一途耳，故其性質與原始幾何相類似。

二、實驗幾何之功能 實驗幾何之發展雖早，然其為人所重視則遠不如理解幾何，列為學校科目之一亦較近之事，蓋因性於成習，而忽視其功能也；殊不知實驗幾何之價值，實駕乎理解幾何之上。茲將其各方面之價值述之於次：(1) 理解幾何之編制，大抵以歐氏幾何原本為宗，而此名著，本為成年人治哲理之用，幾何僅其中之材料耳。其屬於訓練方面之價值固不可泯滅；而其所論實用之幾何知識，反不若實驗幾何包含之廣，故以實用之價值言，理解幾何實不敢與其媲美。(2) 當理解幾何教學之開始其最感困難者，第一、學者初無幾何觀念，對術語不易了解。第二、學者尙無運用圖規及直尺作精確圖形之訓練，蓋無論證定理，求軌跡，以及作圖與計算，均非有精確圖形不足以助其思考。第三、過於嚴謹之論理思想，初學每不易領會，即優秀之學子，亦祇能強記，毫無教育價值可言。第四、教材與實際生活，頗少關聯不易引起學生學習之興趣。第五、根據實際之測驗，學生過去對幾何之經驗，則人人各殊，且差異頗大，致教學環境，大為複雜，欲免去此種困難，惟有於教學理解幾何之前，而導之以實驗幾何，用潛移默化之策略，充實其見識，培養其能力，刺激其自動之意向，故就教育上之價值而言，亦不在理解幾何之下。(3) 再就其與各科之聯繫方面言之，實驗幾何不僅應為教學理解幾何之先導，與算學其他部份亦關係甚切；其計算可作算術複習之用，且增加其實用之意味。其論公式，可作代數之極好教材。其研究線段比與相似形，則為數值三角法之預示。其用方格紙可作解析幾何之先導。由此亦可見實驗幾何之價值矣。

三、實驗幾何在歐美 實驗幾何之價值既如上所述，故歐美諸邦，對實驗幾何極為重視。茲將其詳細情形分述於次：

(1) 德國自二十世紀開始，由克萊因Klein之提倡，對於實驗幾何異常重視。先由實物使學者認識各種幾何形體，乃熟習各項幾何名詞，但不正式告以幾何定義。次，使學者練習如何運用直尺，圓規，量角器，三角板，作成各種圖形，注重其精確與整潔。復次，使學者根據作圖，度量發現簡單關係。

(2) 英國之注重實驗幾何，自斯賓塞Spencer之提倡始，其所著之發明幾何，完全根據精細作圖以發現定理，因其方法新穎生動，學者讀之，頗感興趣。其後更有培理Perry之運動，一切幾何關係，均使學者由量法需求之，并用方格紙，以求面積。至1912年國際算學會議，乃會於英之劍橋，實驗幾何乃有更新之發展，從此英國各中學，對實驗幾何尤為重視。其對幾何之學習，約分三階段，第一階段着重實驗歸納，第二階段則以演繹為主，實驗歸納為輔。第三階段則注重於嚴謹之論理，一切定理均由定義及少數公理推得，將已學者加以整理與擴充。

(3) 美國自十九世紀中葉起，赫爾Hill所著之幾何初步，注重由具體之幾何模型引起兒童研究之興趣；使兒童由觀察得到幾何觀念，而不注意純粹思考，實為實驗幾何之萌芽。至十九世紀末葉，中學即有採用英國斯賓塞之發明幾何者，但尚未加重視。直至1912年算學研究會開後，美國各初級中學均讚實驗幾何。近年來美國通行之初中混合算學，乃融合算術，代數，實驗幾何，數值三角於一爐。故在美國初中幾何教材，僅限於實驗部份，至理解幾何，則留待高中教授。

四、實驗幾何在中國 民國十一年，新學制創始，算學教學採混合制，其幾何編制遂打破其傳統觀念，其與算術平行部分，可謂開實驗幾何之先河。十八年部頒初中暫行課程標準中，一年級之幾何部份，注重用量法以發現幾何事項，用割補術以求面積，雖無實驗幾何之名，然大體實含有實驗幾何之意味。二十一年修訂初中課程標準，實驗幾何內容既較前完備，名稱亦從此確定。故實驗幾何在中國已有十餘年之歷史，應有相當之成效；惟按之實際，每因教師對此學世公認之良法善制，未能澈底明瞭其精神之所在，既不肯切實推行，教學方法又多未能盡善，故所獲之效果，實去所期者甚遠。筆者嘗曾以此事諮詢本省從事中等算學教學之諸君；茲將所詢之問題及各教師之意見，分述於次：

問題一： 據先生經驗，初中學生對實驗幾何有無興趣？其原因安在？

答此問者共三十九人，認為有興趣者二十二人，佔百分之五十六；認為無興趣者十七人，佔百分之四十四，其所述之原因約如下端：

(甲)認為有興趣者所述之原因有四：

(1) 確能其理解幾何基礎；

- (2) 幫助學生了解作圖；
- (3) 學生易於領悟，直接度量易得結果。
- (4) 多用直觀，易使學生明瞭圖形意義。

(乙) 認為無興趣者，所舉之原因有五：

- (1) 感覺教材散漫，頭緒紛繁，如開始時名詞太多。
- (2) 內容太冗長，繁瑣而廢時間。
- (3) 無模型致不便講解。
- (4) 學生常急求證明，每因不明其故，心理即感不足。
- (5) 因與會考無關，不能得學生之重視。

問題二：據先生經驗，初中應否教實驗幾何？其理由安在？

答此問者共四十四人，主張應行講授者三十一人，占百分之七十；認為毋需教授者十三人，占百分之三十；其所持之理由如下：

(甲) 認為應授者所持之理由有八：

- (1) 可幫助理解想像以及記憶。
- (2) 具體易明，使初學領悟基本觀念與圖形性質。
- (3) 切於實際應用。
- (4) 與生活接近，易使初學感覺興趣盎然。
- (5) 能使學生明白幾何之目標及其重要性。
- (6) 可培養自動研究之體力。
- (7) 可使學生了解定理之如何構成。
- (8) 可助作圖。

亦有附下列之補充意見者：

- (1) 內容不宜過多。
- (2) 教授此科之時間不宜過久，久則反使學生厭倦。
- (3) 實驗與理解應混合編制。
- (4) 以在代數後研習為宜。

(乙) 反對教授者所持之理由如下：

- (1) 不能使學生明瞭幾何內容，得清晰印象。
- (2) 易使學生厭倦，而喪失興趣。
- (3) 學生不明理由，以致死記結果，耗費時間。
- (4) 無證明則不能知如何判別真偽。
- (5) 不能使學生知推理方法之性質。
- (6) 不能培養學生之思想力。

細察以上調查之結果，可知多數教師認為初中學生對實驗幾何有學習之興趣，并贊成教授實驗幾何。而因不明實驗幾何之本質，及學習之心理程序；而持異議者實居少數。足見此良法善制，實為舉世所公認，惜我國教師多墨守成規，無改革決心，致實驗幾何之在我國仍不能迅速推行也。

五、教學上所感之困難及其解決之途徑 教學實驗幾何，雖有相當之困難，然亦非無法解決。如：

(1) 我國因兒童入學年齡較歐美諸邦為晚，故初中學生年齡亦較大，我對幾何中之實驗方法不感興趣，則不妨將實驗幾何提自初中第一學期教授。

(2) 我國學生因受傳統思想之影響，對證明之重要久已耳熟，益以先睹為快，致對實驗幾何不感興趣。此不難由教者用正確之態度與理解糾正其謬見。蓋初中幾何學習之目的，為：(甲)養成度量精確之能力。(乙)知用實驗方法發現幾何圖形之關係。(丙)熟習直接及間接量法。(丁)訓練論理思考，養成推理能力。(戊)知用定理及作圖解決實際問題。(己)養成製圖精確，寫式整齊，立論有本諸習慣。而幾何證明之功用，在訓練論理思考，養成推理能力，只為幾何學習目的之一。況初中學生，年幼識淺，更不能驟然與之談嚴肅之論理，以免有食而不化之虞。故先須由觀察、度量、認識、計算以獲取幾何上之知識，俟經過較長時期，學生對幾何之基本概念，與圖形性質，有相當之了解，再利用機會以非式之手續，灌輸推證之意義，然後逐漸誘掖，使其成覺自然之需要與興趣，則自樂於學習，故實驗幾何為學習理解幾何必經之橋樑，此學者之所必知，亦教者應以此諄諄訓誨者也。

(3) 有謂如教學實驗幾何則感教學時數不敷；其實不然，教學時數雖屬有限，然教材則可有伸縮，應依其緩急，以定取捨，實驗幾何無論其在實用方面，教育方面，及各科之連繫上，均有其價值，前已申述之，實為初中學生急切之需要，應充分講授，至理解幾何，因初中學生每不能感受嚴謹推理之必要，應盡量減少，只授以大意，則時間既不致有不敷之感；且可減輕學生功課上之負擔，使其有暇從事於其他身心方面之活動，嘉惠青年，實匪淺鮮。

(4) 因會考及高中入學試驗均與之無關不能得學生之重視。會考及高中入學試驗方式之未能盡善，誠足以影響教學，吾人應一方面作合理之主張，建議行政當局，請其改善，(中等學校教學教學研究委員會已向教育廳有所建議)，同時亦當自行認清教學目標，未可因環境之牽制，失去其本身之立場。

(5) 缺乏教具不能施行直觀教學空談理論終難使學生有深刻影響。教具缺乏，教學自感困難，惟不難自製簡便者代之，雖不易準確，少實用上之效能，然不失其教育上之價值。(中等算學研究會刻已設計實驗幾何教具一套，由工藝製)

(6) 缺乏完善教本，實驗幾何教本，坊間出版者雖多，然堪稱完善者，僅中等

細察以上調查之結果，可知多數教師認為初中學生對實驗幾何有學習之興趣，并贊成教授實驗幾何。而因不明實驗幾何之本質，及學習之心理程序；而持異議者實居少數。足見此良機善制，實為學世所公認，稍我國教師多墨守成規，無改革決心，致實驗幾何之在我國仍不能迅速推行也。

五、教學上所感之困難及其解決之途徑 教學實驗幾何，雖有相當之困難，然亦非無法解決。如：

(1) 我國因兒童入學年齡較歐美諸邦為晚，故初中學生年齡亦較大，我對幾何中之實驗方法不感興趣，則不妨將實驗幾何提自初中第一學期教授。

(2) 我國學生因受傳統思想之影響，對證明之重要久已耳熟，益以先睹為快，致對實驗幾何不感興趣。此不難由教者用正確之態度與理解，糾正其謬見。蓋初中幾何學習之目的，為：(甲)養成度量精確之能力。(乙)知用實驗方法發現幾何圖形之關係。(丙)熟習直接及間接量法。(丁)訓練論理思考，養成推理能力。(戊)知用定理及作圖解決實際問題。(己)養成製圖精確，寫式整齊，立論有本諸習慣。而幾何證明之功用，在訓練論理思考，養成推理能力，只為幾何學習目的之一。況初中學生，年幼識淺，更不能驟然與之談嚴肅之論理，以免有食而不化之感。故先須由觀察、度量、認識、計算以獲取幾何上之知識，俟經過較長時期，學生對幾何之基本概念，與圖形性質，有相當之了解，再利用機會以非式之手續，灌輸推證之意義，然後逐漸誘掖，使其感覺自然之需要與興趣，則自樂於學習，故實驗幾何為學習理解幾何必經之橋樑，此學者之所必知，亦教者應以此諄諄訓誨者也。

(3) 有謂如教學實驗幾何則感教學時數不敷；其實不然，教學時數雖屬有限，然教材則可有伸縮，應依其緩急，以定取捨，實驗幾何無論其在實用方面，教育方面，及各科之連繫上，均有其價值，前已申述之，實為初中學生急切之需要，應充分講授，至理解幾何，則初中學生每不能感受嚴謹推理之必要，應盡量減少，只授以大意，則時間既不致有不敷之感；且可減輕學生功課上之負擔，使其有暇從事於其他身心方面之活動，嘉惠青年，實匪淺鮮。

(4) 因會考及高中入學試驗均與之無關不能得學生之重視。會考及高中入學試驗方式之未能盡善，誠足以影響教學，吾人應一方面作合理之主張，建議行政當局，請其改善，(中等學校數學教學研究委員會已向教育廳有所建議)，同時亦當自行認清教學目標，未可因環境之牽制，失去其本身之立場。

(5) 缺乏教具不能施行直觀教學空談理論終難使學生有深刻影響。教具缺乏，教學自感困難，惟不難自製簡便者代之，雖不易準確，少實用上之效能，然不失其教育上之價值。(中等算學研究會刻已設計實驗幾何教具一套由場工監製)

(6) 缺乏完善教本，實驗幾何教本，坊間出版者雖多，然堪稱完善者，僅中等

算學研究會及汪桂榮先生所編之兩種而已，餘均有掛一漏萬之弊，但此二種中，前者又早經出版。是以我國缺乏完善之實驗幾何教本，却屬實情，惟前進之教師，教本僅供其教學之參考資料而已。其一切活動，并不全恃教本。至於何處應省略？何處應補充？何處秩序應變更？端在教師之經驗與技巧。因之雖無完善教本，決不能因噎廢食，根本不教實驗幾何。筆者認為教者苟對實驗幾何有深刻之認識，且有推動之決心，似宜根據部頒標準參酌現代教育之趨勢，用個人之經驗與技巧試編教材，且教且改，或請其他教師試用，提供意見，詳加訂正，如此所編之教材決非向壁臆造者可比。

(7) 有關教師多不諳此科教法難期有完滿之效果，教法之熟練與否，誠與教學效率有莫大之關係。實驗幾何在中國列為學校科目之一，為近十餘年事，高等師範及師範大學均無此項教學法之課程，而身高等師範及師範大學之教師，對此科教學法，自未曾學習。惟一教師若離學校後，僅以其在學校時所學者應世，再不求新知識之獲得，與新方法之探求，則必每況愈下，終至落伍。故筆者希望我從事中等算學教學之諸同仁，應順時代潮流，迎頭趕上，對此舉世公認之新制，與以深切研究，以利施行。幸勿固持成見，或因其淺近無用，不屑於教；或因教時麻煩，不願去教。回憶十年前筆者執某校時擔任實驗幾何教學，採用中等算學研究會所編之教本，該會完全注重實驗歸納，一切活動以學生為中心，使其從做上學，頗能引起學生之興味。同事某君在隣校亦擔任實驗幾何教學，筆者遂以此書介紹其採用，某君試用未久，即謂筆者，此書編制瑣碎，教學頗感麻煩，不若溫氏幾何之簡明。此實某君主觀頗深有以致之也。邦加蘭 Poincare 云「欲教師講授其不滿之事，自屬困難；惟願知教師之滿足不為教學上之唯一目標，所當注意者乃學生之心理如何及吾人希望其如何成就。」願我中等算學教育界諸同仁細玩斯言。

以上對實驗幾何之意義與功能及其在我國與歐美諸邦之概況加以申述。茲再進而論其教學之目標與時限以及其教材教法。

六、實驗幾何教學目標，有下列諸點：

- (1) 發展學者空間觀念及空間概念。
- (2) 養成學者對於自然，工藝，及家庭諸方面所遇之幾何形體，有欣賞之能力。從而認識幾何與文化之關係。
- (3) 使學者估計幾何量之大小並訓練其如何運用直接量法及間接量法。
- (4) 指示學者如何使用直尺，圓規，量角器，三角板等繪圖器具。
- (5) 使學者自由觀察認識幾何事實并有自行發現幾何關係之能力且能從特別事實，推求普遍結論。
- (6) 使學者有愛精確整潔之習慣。
- (7) 從遊戲及職業兩方面提起學者對於幾何之興趣。

(8) 給予學者自動研究之機會，以增進學者智慧。

(9) 為研究理論幾何之準備。

七、實驗幾何教學之時限 關於實驗幾何之教學時期先歷學各家之意見

加次：

(1) 布利氏 Breslich 主張：實驗幾何在中學第七級（相當於我國之初中一）即應教授，并須歷數年之久。

(2) 莫理松 Morrison 主張：年達十二歲之兒童即可引入初等幾何觀念，能早則愈佳。

(3) 賀爾 G.S.Hall 主張：初等幾何應極早教授兒童，但須用具體方法以引起其興趣。

(4) 美國十人委員會(1894)主張：學童達十歲時即可將具體或經驗幾何開始作條理之施教，每週佔一小時歷三年之久。

(5) 美國算學委員會之主張：茲將該會所編製初中算學課程計劃五種列表於次，亦可見該會之主張。

課程計劃	甲	乙	丙	丁	戊
第一學年	實用算術 實驗幾何	實用算術 實驗幾何	實用算術 實驗幾何 代數	實用算術 實驗幾何	實驗幾何 簡易公式 統計原理 算術
第二學年	代數 實用算術	代數 實驗幾何 三角	代數 實驗幾何	實驗幾何 代數	實驗幾何 代數 算術
第三學年	代數 三角 證明幾何	實用算術 代數 三角 證明幾何	三角 證明幾何 實用算術	代數 三角 實用算術	幾何 數值三角 算術

(6) 美國教師討論會主張：該會幾何組之報告認為實驗幾何應儘早教授，其所持之理由有二：

(甲) 幾何中之基本觀念，必賴較長之時期培養之，若僅在一年理解幾何課程開始教過繼續，則必難期獲得良好之結果。

(乙) 實驗幾何對年幼學生雖仍有興趣，但若置於高中，反延誤理解幾何學之課程，甚至蒙蔽其要點。

(7) 艾偉氏之主張，民國十八年部頒暫行初中算學課程標準，即係艾偉教授起草，其中一年級之幾何部份為幾何定義與起源，幾何圖形，用量法發現角，直線形，圓，比例等性質，用割補術求面積，直角三角形三邊之關係諸項，大體即實驗幾何，由此亦可見氏之主張也。

(8) 周家樹、余光耀、余介石諸氏之主張：三氏修訂暫行課程標準時除原有之實驗幾何部分外，並加作圖題，空間幾何圖形，立體面積、體積等條，仍列入一年級教授。

(9) 汪桂榮氏之主張：氏認為合理化之初中算學課程如下：

年 級	第一學年		第二學年		第三學年	
	上學期	下學期	上學期	下學期	上學期	下學期
科 目	算術 實驗幾何	算術 代數初步	初等代數	初等代數	初等平面幾何 幾何畫	初等平面幾何 數值三角 數學複習

(10) 浙江省立中等學校教學教師討論會主張：幾何初步觀念，在代數上用處甚多。初中幾何似有提前教授必要，但以每週各兩小時，教授代數與幾何，事實上仍難收效。故不如將實驗幾何提前與算術合併教授，如此可減輕代數上之困難，並可使算術與幾何有連絡。推理幾何較難，非到相當年齡不易了解，故留至三年級教授為相宜。

綜觀以上各氏之主張，一致認為實驗幾何應儘早教授，並多數主張延長數學時間，況我國初中學生年齡較歐美諸邦為高，更應提早教授。竊以筆者所知我國初中學生，雖有兩年之幾何學習，然對基本觀念，仍極為模糊，推理能力更為薄弱；為挽救此項缺陷，必須延長實驗幾何教學之時間，至少需兩年之久，且須自第一學期即開始教學。

八、實驗幾何之教材 據美國算學教育委員會1923年所訂初中算學題材中之實驗幾何部份如下：

(1) 以有刻度之直尺與圓規，直接度量距離及角，其度量之準確程度，由其有效數字之位數表之。

(2) 正方形，長方形，平行四邊形，三角形，梯形之面積；圓周及圓面積；重要立體之面積與體積，相當公式之構成。

(3) 數字計算之練習，注意其所截取之位數。

(4) 按比例繪圖，以得間接度量；應用方格紙。

(5) 欣賞關於自然界，建築，製造，事業各方面之幾何圖形。

(6) 以直尺，圓規，丁字尺，三角板作簡易之幾何圖形，如垂直平分線，分角

綫，平行綫等。

(7) 熟習等邊三角形，含 30° 及 60° 之直角三角形，等腰直角三角形，對稱形等；關於三角形內角和及畢氏定理等事項；平面及空間之簡易幾何軌跡。

(8) 相似觀念之非正式導入。

實驗幾何之作業，應使學生對平面及空間內幾何圖形之形狀，大小，位置等關係必須純熟。並使其對空間之知覺與想像，有充分練習之機會。平面中之簡單幾何觀念與關係，應妥為擴充於三度空間。尤須注意幾何關係與論理之聯繫，使學者能於直觀作業終止以前，即能開始推理，由發現之事項作合理之結論。即非正式之作業，應相機引入俾逐漸與理解幾何作業相銜接而為之統一基礎。

此類定供吾人選擇實驗幾何教材之參考。此外根據斯密斯 Smith 幾何教學法，布利氏 Bresifen 中學算學教學法及夏普里 Shibli 最近幾何教學之三大趨勢。三書所述之實驗幾何編輯原則及歐美實驗幾何之新著，均可作吾人研究之資料。筆者以為實驗幾何教材應分為若干小單元，每單元作為一實驗印於一頁紙上，令學生將實驗結果詳載於此頁之正面，其反面可留作將來學習理解幾何證明之用，而便印證，此種活頁材料頗便應用。

九、實驗幾何教學法 教中學幾何須注意下列諸原則：

(1) 利用自然環境 設法誘導學生於大自然中，認識各種幾何形體，了解幾何與人生之關係，並使之能應用幾何知識解決各種實用問題。

(2) 使學生從做中學 對一切問題須使學生自行作圖，自行測量，自行探求結果。一切模型亦可使學生自行研究，自行製造，務使一切活動出於自發，並能從此種活動中求得新發現。

(3) 歸納重於演繹 應使學生多用歸納方法，從實例推求結論。竭力減少演繹法之應用。

(4) 注重學習興趣 多用實例解釋各種名詞，并用摺紙方法指示結論，以引起學生興味。

(5) 力謀各科之連繫 凡能與算學其他各分科有關之材料，務力謀連繫。

(6) 應予充分練習機會 對於作圖及度量之各種器具之使用，應有多量富有變化之練習，使其對各種幾何概念與事實因充分練習而記憶純熟。

(7) 注重非正式推理之訓練 根據歷史之所顯示，心理之所析剖，由實驗幾何進而至理解幾何，必須經一過渡階段非正式推理訓練，始能減少學習上之困難。惟須注意者必須有興趣，而能使學樂於從事；至推理之嚴謹程度，亦須恰到好處，俾學生對推理論證徐徐感覺趣味。

以上所述，僅數學上之要點，至如何運用，神而明之則存乎其人矣。

總之實驗幾何在今日中等算學教育上之價值，誠屬有口皆碑，願我國從事中等算學教學諸君，廢除成見，打破困難，竭力研究提倡，以期適應時代之潮流。

新書出版預告

目前據方各省中等學校數學教本極感缺乏，滬上出版及翻教本，均無精運味，影響教育，殊非淺鮮。本館專門委員余介石陳伯琴兩先生與其友人金陵女子文理學院數學教授李君緒文四川大學數學教授張君伯康特將

范氏高級代數學

Fine: College Algebra

斯蓋二氏解析幾何原理

Smith - Gale: Elements
of Analytic Geometry

葛斯蘭三氏微積分

Granville-Smith-Ldngley: Elements
of Calculus.

三書譯出，交成都生生書局出版，以應各方急需。原書在海內通行十餘年，川中採用者尤廣，價值之高，自可想見，從事譯述諸君，亦均知名之士，不待介紹矣。書已付印本年八月內可出書，特此預告。

代售處 { 重慶民生路 新民書局
 { 成都祠堂街 北新書局

高中物理學應用之中等數學教材

李 緒 文

近年吾國中等學校數學教學鮮有成效，考其原因，實至為複雜，抗戰以還，教部又將數學時數縮減，而部頒數學課程標準並未同時酌減，教師為達到部頒標準起見，不得不加速講授，學生為獲得成績之故，亦不得不勉力應付，雙方咸以為苦，事倍功半，讀者病之，在此情況中欲圖改進，實未易言，夫學生有志習數學者對於數學智識自應力求充實，然中學畢業生升入大學專攻數學者百不一二，況多因故不能升學者乎？我總裁在第三次全國教育會議訓詞中論及六藝中「數」字之意義云：「數是計數或數學，但並不限於代數幾何三角等學科，大凡一切簿冊圖表統計等尤其是辦事應世所必須具備的。『數』的智識和技能，都是『數』的範圍以內所應該教授的科目，現在教育上儘可以教出一些懂得數學的學生，但一般對於簿冊圖表或統計指數等，往往不知如何編製，甚至不知道如何看讀的方法，尤其對於數之要旨在於精確這一點，一般都缺乏訓練，以致什麼事都含糊籠統，不免毫厘千里之差」吾人恭讀之餘，當知習數學應以應用為第一要義，在應用方面所需要之數學智識究有若干，與現行中學數學課程標準，有何出入，尤宜詳加研討，以供有關人士之參考，他日改進中學數學教學之張本。

歐戰以還，不期年而積滅之國家以十數計，國人深凜然於國防之重要，國防之基礎在科學，故提倡科學為當今急務，數學乃研究自然科學之利器，自然科學中用此最多者，首推物理學，客冬以還，筆者不敏，嘗取商務印書館周昌壽編及中華書局仲光編高中物理學力學及熱學兩部分中所含算學材料分類統計，以考察其應用之多寡，查高中物理學應在高三講授，高二以下各級所習數學應有若干預備智識方可習此科目，此乃本文所擬研討期得初步結論者也，物理學中應用數學最多者為力學，筆者調查雖尚未遍及高中物理學之全部，然得此亦可窺其大概矣，至於校羅坊間通行各高中物理學教本加以詳細調查統計之事，當廣續進行，俟得有結果，再作詳盡之報告。

本文中調查表格有如下述：

(I) 正文及習題中所用數學名詞會逐字統計其應用之次數據此以算出其百分率列成第一表。

(II) 正文中所引用之幾何事項列成第二表。

(III) 正文中所引用之三角事項列成第三表。

(IV) 正文中所引用之代數運算法則列成第四表。

書中習題曾經一一演算以考察其所需要之數學智識。

(V) 解題時應用之幾何事項列成第五表。

(VI) 解題時應用之三角學事項列成第六表。

(VII) 解題時應用之代數學運算法則列成第七表。

(VIII) 將所遇各種方程式之型式列成第八表。

最後乃據此等統計表格所示要點，參以今日中學教學教學情形，作一客觀之論述，以供關心人士之參考。

(I) 數學名詞之調查：

第一表 數學名詞

名 詞	百分率	名 詞	百分率	名 詞	百分率
1. 點	9.07	2. 長(距離)	7.03	3. 等於	6.16
4. 單位	5.67	5. 大小	4.97	6. 體積(容積)	3.46
7. 垂直	2.62	8. 水平	2.60	9. 迴轉	2.58
10. 表面	2.36	11. 比(幾分之幾)	2.16	12. 圓	2.11
13. 直綫	1.96	14. 圓柱形	1.96	15. 平行	1.87
16. 軸	1.65	17. 三角形	1.61	18. 斜面	1.54
19. 鉛垂	1.48	20. 切綫	1.41	21. 正比例	1.39
22. 常數(定值)	1.37	23. 倍	1.37	24. 高	1.32
25. 最大	1.26	26. 半徑	1.23	27. 平面	1.13
28. 圓心	1.13	29. 平行四邊形	1.10	30. 週期	1.08
31. 角度	1.06	32. 差	0.92	33. 乘積	0.92
34. 底	0.88	35. 減少	0.86	36. 平均數	0.77
37. 周圍	0.75	38. 直角	0.70	39. 直徑	0.70
40. 振幅	0.70	41. 位置	0.68	42. 反比例	0.68
43. 平方單位(如平方米)	0.69	44. 對角綫	0.59	45. 面積	0.57

46. 球	0.69	47. 立方單位 (如 立方米厘等)	0.51	48. 大於	0.48
49. 延長線	0.46	50. 傾斜	0.44	51. 條數	0.44
52. 邊	0.42	53. 深度	0.40	54. x°	0.40
55. 靈綫	0.37	56. 圓周	0.37	57. 和	0.35
58. 相似形	0.35	59. 數值	0.33	60. 傾角	0.33
61. 軌跡	0.33	62. 百分率	0.33	63. 弧度	0.26
64. 直角三角形	0.26	65. 多角形	0.26	66. 相交	0.26
67. 曲線	0.24	68. 幾何學	0.22	69. 隣點	0.22
70. 半球	0.20	71. 增加	0.20	72. 小於	0.20
73. 負數	0.18	74. 圓弧	0.18	73. 正方形	0.13
76. 正弦	0.13	77. 拋物綫	0.13	78. 圓周率 π	0.13
79. 平方 (動詞)	0.11	80. 立方 (動詞)	0.11	81. 最小	0.11
82. 中綫	0.11	83. 平方根	0.11	84. 方柱體	0.11
85. 有向量	0.09	86. 斜邊	0.09	87. 不等	0.09
88. 尺度	0.09	89. 誤差	0.09	90. 綫段	0.09
91. 無向量	0.09	92. 矩形	0.09	93. 立方體	0.07
94. 正切	0.07	95. 商	0.07	96. 臺形	0.04
97. 坐標軸	0.04	98. 原點	0.04	99. 曲面	0.04
100. 重心 (三角形)	0.04	101. 補角	0.04	102. 螺旋形綫	0.04
103. 等差級數	0.04	104. 公差	0.04	105. 首項	0.04
106. 末項	0.04	107. 項數	0.02		

學生時時應用且皆深切認識其意義之數學名詞如阿刺伯數字加減乘除等名詞均未計入，吾人所選入者，乃在物理學曾經發現而在中等數學引用次數並不太多，且學生未必能瞭解之名詞，凡名詞之有歧義者如原點重心等則僅計其代表數學意義之次數。

又此表中所列各名詞與原書并不盡同，例如該兩書中長短與距離之意義並無不同，

故均歸入長字一類中以計其次數，等於一名詞包括相等、相同、一樣等名詞，又書中論及定量時混用常數、定值、數值不變等名詞，吾人概以常數名之，其他類似情形甚多，不復枚舉。

幾何名詞中關於直線形及圓者最多，相似形者次之，面積者又次之，故學生學習前兩部分應稍詳盡，其關於面積者得知各有規則圖形之面積公式可矣，有須注意者，其中用全等形處，反不及用相似形處者多，故兩形相似條件應求瞭解，且能應用純熟為目的，立體幾何學名詞引用不多，只有圓柱形，球，立方體等，但前二者發現次數不少，因物理儀器中常有圓管，又論及圓運動時則常用旋轉軸一詞，故在幾何學中對此兩名詞有特予注意之必要。

三角學名詞應用極少，學生僅知正餘弦，正切三函數之意義即可，其他三角函數並無需要，弧度一詞發現次數較多，而三角學中對此不甚注意，似宜在三角學中多多引用，藉以加深學生之印象，又或有時作 180° 有時作原週率，學生每為迷惑，諒以三角學數本中，用弧度表角時皆於數之後不書明其單位，故每與無名數圓周率相混淆此點似宜改正，物理學所用週期振幅兩名詞，其意義雖與其在數學上之意義不能帶同，惟三角函數為學生所習之週期函數，果能瞭解三角函數週期及振幅之意義，則應用此兩名詞於物理學時，當可觸類旁通，獲益不淺。

其關於代數學者，等於單位，大小諸詞引用較多，物理學中各定律大都表示一量隨他量正變或反變，故正比例反比例兩名詞發現次數頗多，比例之正確觀念實為習物理者所必需，但學生於此每感困難，西人Young曾於所著數學教學其中云「學生能辨別公式，方程式之意義以及譯文字敘述為代數式以及應用變數法，比及此兩之能力特弱，教師於此宜加注意焉」。其書頗為中肯，例如 $ct = 2\pi \frac{v}{g}$ 時 v 與 t 之關係如何？與 g 之關係

如何？等問題學生大半不能作答，此頗堪注意者也，筆者曾聞某物理教師述其經驗之事云：「某日授萬有引力定律，於定律尚未寫出時先指離兩物間距離大則引力愈小之事實時，某生遽云：「引力之大小與兩物間距離成反比例」。由此可知學生對於比例之概念至為模糊，實則據該教師所已言者，吾人誠可推斷引力為距離之平方反數，二者未必即成反比例，此殆因該教師或教師口述時常有「甲量增加時，乙量亦增」，故甲量與乙量成比例之口吻，學生習聞是語，誤解已深。吾人甚冀編者教者幸勿漠視，藉以養成與思考正確之習慣，自然定律無非描寫自然現象變化之規則，吾人常以公式或方程式表示其兩量或數目變化之正確關係，果能就此說明其變化之法則實為至有興味之事，獨惜學生對此能力特弱，是在吾人於代數學中多設例證，養成對於函數變之充分認識矣，物理學乃一實驗科學，實驗結果不能誤差，吾人每以百分率表之，故此詞發現次數亦不少，其計算方法，可在代數學中先予訓練，曲線，曲面，拋物線，傾角等詞本為解析幾何

學名詞，而物理學中，不時引用，故可於代數學中先述其概念。

(五)正文中引用之幾何事項

高中物理學中所需要之幾何學及三角學之智識大都淺近，且需要不多，學生在初高中幾何中均已熟習，其間縱有少數立體觀念及生疏事項尚可於經驗幾何學中習之。

第二表 幾何事項

	幾何事項	百分率
1	相似三角形邊成比例.....	10.46
2	圓週率π.....	9.32
3	邊邊垂直之角相等.....	8.73
4	凡直角皆相等.....	8.21
5	二直角三角形有一對銳角相等則相似.....	8.21
6	平行四邊形之對邊相等.....	8.70
7	若 $ad=bc$, 則 $a:b=c:d$	4.66
8	兩平行線為一線所截則內錯角相等.....	3.93
9	等於同線段之兩線段相等.....	3.11
10	等於同角之兩角相等.....	3.11
11	一三角形之二邊及夾角等於他一三角形之二邊及夾角則兩形相似.....	3.11
12	全等三角形之對應邊相等.....	3.11
13	全等三角形之對應角相等.....	3.11
14	在三角形中作一直線與一邊平行則此線與他兩邊所成之三角形與原形相似.....	3.11
15	柱體之體積=底×高(圓柱體積= $\pi r^2 h$).....	2.58
16	邊邊垂直之三角形相似.....	2.07
17	兩點之間作不相交兩曲線其在外者較長.....	2.04

18	圓之切線與通過切點之半徑垂直	2.07
19	三角形之三中線共點，稱為重心	1.56
20	邊邊垂直之角互補	1.56
21	圓週 = $2\pi r$	1.56
22	距定點有定長之點之軌跡為圓周	1.56
23	圓之中心角甚小時其對弦與對弧相合	1.56
24	對頂角相等	1.56
25	定長線段所圍成面積以圓為最大	1.04
26	曲線上隣近兩點無以接近時其極限之位置稱為切線	1.04
27	體積一定之立體以球之表面積為最小	1.04
28	共面之直線方可相交	1.04
29	共面之不平形線必相交	1.04
30	球之半徑垂直於球面	1.04
31	立方體之體積 = 一邊之立方	1.04
32	直方體之體積 = 邊 × 寬 × 高	1.04
33	從圓周上作直徑之垂線則此垂線之平方等於直線上兩線段之乘積	1.04
34	球之體積 = $\frac{4}{3}\pi r^3$	1.04

就第二表觀察之，幾何事項中之屬於直線形者約佔41%，屬於圓者佔5%，屬於相似形者約佔31%，屬於平面幾何學之其他部分者約佔14%，屬於立體幾何學者約佔9%，其關於直線形者大多為關於角之相等線段之相等，疊等形，三角形及平行四邊形之性質等，此皆初中幾何學所注重之事項，學生當已習知而能隨時應用矣。直接關於圓之事項不多，（圓周率，圓周公式等未列入其中，因在中學教本中均不列入圓之一章中）。僅為關於切線，中心角，弧，弦之少數性質，然以其與幾何其他部分關係甚切，故不可忽視，第26條所述切線定義，與一般教本所載不同，似宜介紹以資應用，其關於相似形者，（比例性質在內）竟佔全部之31%，良以解力學問題解法中往往非此不可，所幸

高中物理學中所需證明之相似形其條件皆頗明顯，極易察知，且證明直角三角形相似之次數較多，除直角外，只須再求一對相等之銳角，學生於此果能運用純熟，當無多大困難，相似形之對應邊成比例，由此可列成比例式，學生於此輒有錯誤而物理學用此較多，故教師於此當多予訓練，務合學生知兩三角形之對應邊乃等角之對邊，以一形之兩邊為比例式中兩比之前項則他形之兩對邊為兩比之後項，平面幾何之其他事項，如π之值，圓周公式及定長綫段所圍成之面積以圓為最大等，均可在經驗幾何中學習之，立體幾何事項之經引用者只有球，圓柱體之體積公式及其一二性質雖未嘗習立體幾何者亦可由經驗幾何得之，當無特殊之困難也。

(III) 第三表 三角學事項

三角事項	百分率
1 直角三角形中 $\cos A = A$ 角之隣邊/斜邊	29.27
2 直角三角形中 $\sin A = A$ 角之對邊/斜邊	29.27
3 直角三角形中 $\tan A = A$ 角之對邊/A角之隣邊	9.76
4 弧度之意義	9.76
5 $\sin A$ 之值隨A角之增加而增加	7.31
6 直角三角形中 $\cot A = A$ 角之隣邊/A角之對邊	4.88
7 A角愈小則 $\cot A$ 之值愈大	4.88
8 圓弧之長 = 半徑 × 弧度	4.88

茲兩書中所引用三角學事項甚少，知正餘弦，正餘切四函數之定義及其變值之情形，則讀此書游刃有餘矣，惟有須注意者三角學中對於弧度一詞僅列定義，附以極少數之習題，而物理學中論及圓運動時，則概用弧度，學生常感困難，故三角學中對於弧度之運用及其與六十分法之換算，不可不多予訓練，以應此需要。

(IV) 正文中所引用之代數事項

兩書正文中之算式所佔之篇幅尚不足其全部百分之五，茲將其所引用之代數運算歸類統計之列成下表：

第四表 代數運算法則		百分率
1	代換法	10.68
2	除換等量法	11.26
3	乘法等量法	9.10
4	約分	6.92
5	等於同量之量相等	4.33
6	代數式中單項因式之分解	4.33
7	若 $a:b=c:d$ 則 $ad=bc$	4.33
8	若 $ad=bc$ 則 $a:b=c:d$	4.33
9	移項	3.90
10	單位換算法	3.46
11	平方根	3.46
12	正負數之意義	2.60
13	乘法可易律	2.17
14	將數書作 $a \times 10^n$ 之形式	1.73
15	分數加法	1.73
16	分數乘法	1.73
17	乘法分配律	1.73
18	除法分配律	1.73
19	分數減法	1.30
20	二量成正比例則二量之商為一常數	1.30
21	二量成反比例則二量之積為一常數	VI 1.30
22	$a < b$ 若 $d < c$ 則 $a > b$	0.87

23	算學平均數之意義	0.87
24	繁分數之化簡	0.87
25	百分率之計算及表示法	0.87
26	二項式定理	0.87
27	在兩代數式中除兩量外完全相等且二式相等則此二量亦相等	0.87
28	拋物線之圖解	0.87
29	若 ab 為常數， b 增則 a 減	0.87
30	求等差級數之和	0.43
31	$xy = k$ (常數) 之圖解	0.43
32	正變表示法 $y \propto x$	0.43
33	反變表示法 $y \propto \frac{1}{x}$	0.43

凡整數加減乘除之計算皆不列入，任何學生對此基本運算當能運用自如，得心應手也表中所列者均為初習代數者即應熟知之運算方法，吾人可於此一覽者乃表中第1014。
 25. 諸項係物理學所常用之方法，又約分、平方根、分數加減法等學生雖知其法則而運算常有錯誤此皆因原理未明徒事盲從之結果，教師於此希能不憚繁複三致焉。

(五) 解題時所引用之幾何事項

第五表 幾何事項

	幾何事項	百分率
1	邊邊垂直之角相等	12.26
2	二直角三角形中有一對銳角相等則二形相似	12.26
3	相似三角形之邊成比例	12.26
4	畢氏定理	11.32

6	球之體積 = $\frac{4}{3}\pi r^3$	7.56
6	π 之值	6.00
7	圓柱體之體積 = $\pi r^2 h$	6.00
8	平行線為一橫所截則內錯角相等	4.72
9	等角三角形必等邊	4.72
10	三角形中有兩角為 60° 則為等邊三角形	3.70
11	三角形三內角之和為 180°	2.83
12	邊邊平行之角互補	2.83
13	圓之面積與其半徑之平方成正比例	2.83
14	正方形之邊相等	1.89
15	正方形面積 = 一邊之平方	1.89
16	圓心距圓周上各點等遠	1.89
17	三角形之重心為三中線之交點	1.89
18	三角形之重心至一頂點之距離為對邊上中線之三分之二	1.89
19	柱體之體積 = 底面積 \times 高	1.89

試將第四表與第二表比較，即知解題所需要之幾何學事項與研讀正文所需要者大致相同，惟著重之處稍異，例如相似直角三角形，比例，圓周率等，雙方俱常引用，球及柱體體積公式等，在解題時較為有用，其餘並無特異之處，茲不具述。

(VI) 解題時所引用之三角學事項

第六表與第三表不同者於特別角之正餘弦，查三角函數表所舉應用次數最多正弦定律，補角之正弦公式，三角函數之廣義定義均曾引用，惟次數極少，無關重要。

第六表 三角學事項

	三角學事項	百分率
1	正弦之意義	19.57
2	$\text{Sin}30^\circ = \frac{1}{2}$	16.30
3	查三角函數表	15.21
4	餘弦之意義	14.14
5	正切之意義	13.05
6	$\text{Cos}30^\circ = \frac{1}{2}\sqrt{3}$	8.70
7	$\text{Sin}45^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}}$	3.26
8	$\text{Cos}45^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}}$	3.26
9	正弦定律	2.17
10	補角之正弦相等	2.17
11	三角函數之廣義定義	2.17

(VI) 解題時所引用之代數運算法則

第七表之統計方法與表事不同，解計算題時四則運算隨時應用，學生當能自由運用，故未統計引用之次數，即分數之乘除法，學生亦不甚感覺困難，是以亦未列入表中，就第五表所列各項目言之，解一元一次方程式之次數最多，此固應有之事，蓋由物理計算題所排成之方程式幾盡如此，然所列成之方程式，型式甚夥，非略予運算不能化成 $ax+b=0$ 之標準形式。一元二次方程式應用次數尚不甚夥，有若干處誤用聯立方程式，應用三次方程者祇有一處，且為 $ax^3+b=0$ 型者，此固與求立方根無異，所曾引用各種方程式之形狀，容在後文另列一表并申論之。比例之應用仍甚多，蓋物理學定律大率

表示兩量成正變或反變之關係也，在解計算問題時無論就題意列成方程式比例式。

第七表 代數運算法則

	代數運算	百分率
1	解一元一次方程式	49.89
2	若 $a:b=c:d$ 則 $ad=bc$	9.19
3	求平方根	8.98
4	單位之換算	7.91
5	正比例之意義	5.13
6	反比例之意義	4.48
7	解一元二次方程式 $ax^2+bx+c=0$	4.48
8	解一元二次方程式 $ax^2+bx+c=0$	3.42
9	說明二次方程式正負根之意義	3.21
10	百分率之計算及表示法	1.80
11	解二元一次聯立方程式	1.28
12	解二元二次聯立方程式	1.28
13	代換公理	1.28
14	分數加法	1.07
15	正負之觀念	0.86
16	正負數加法	0.86
17	合比定理	0.64
18	分比定理	0.48
19	解一元三次方程式 $ax^3+bx=0$	0.21
20	求立方根	0.21

(比例式當然為方程式，但以應用較多故特說明)必須先將題式中已知未知各量代入適當之公式，故正確運用公式實為必不可少之能力，然學生於此往往失敗，彼對於公式之物理意義未有充分瞭解，固為失敗之原因，惟在代數學中此種練習過少，當亦為原因之一，物理學單位不下數十，同一單位又有C.G.S.制與英制之分，又力學中有重力單位，絕對單位之分，電學中有靜電單位，電磁單位，實用單位之區別，分目繁多，換算之比值不同，進度各別，各種單位互相換算之原理雖極簡易，惟初學對之每為眩惑，單位之多，換算之煩，此乃物理學所特有之性質，無可避免，是固在物理學教師善為指導，然吾人在數學方面亦不可不負其責，即意除算術中複名數習題外，在代數問題中亦不妨多用若干種單位，使其在解題時養成換算單位之習慣。至於物理學中導出單位之因次公式之觀念，亦不妨在代數學中介紹之以應用於面積，體積，速度等不甚繁複之單位以養成其對於單位之正確觀念，則於其來日之工作當有裨益。

(VII) 方程式之型式

代數學教本中所示各方程式大率有定型，係數幾盡為整數，變數常以 x, y 等字母表示之，即按代數學應用問題所列成之方程式亦大概如此，在物理學中則不然，物理數量係由實測而得，多能盡為整數，一如吾人在日常生活中所見之數量有奇零者多，其為整數者實不多觀，故物理學方程式之係數常半為小數，物理數量常各用特定之文字表示之。相習或風不經交易，例如以 m 表質量， t 表溫度， i 表電流等，故方程式未知數每以各個文字表示之，物理學定律，公式常表以代數式(見第八表)，其形式不一而定，在應用時往往不予更改，逕以已知各量代入，故所列成之方程式亦無定型，即此三者已足說明代數學與物理學中方程式歧異之處矣，學生習於前者，印象已深，對於後者常覺新穎，不能運用固有之知識以解之，第八表所列皆係書中問題，按定律或公式拼成方程式之原來型式，其中以一次方程式型式最多，二次者次之，三次者更次之，聯立方程式亦不多，所舉之方程式有列作整式，有列作分式，有列作比例式者，以實係數，整數，分數，小數俱備，表未編譯之文字及地位亦變化多端，其型式之雜可以概見，二次方程式中有可化為 $ax^2=b$ 者，有可化為 $x(x-a)=0$ 者，有可化為 $ax^2+bx+c=0$ 者，後者之根有無理數，非用根之公式不可者，解法尚無特殊困難，二次方程式則只可化為 $ax^2=b$ 者，解法自易，所列兩聯立方程式亦當不難，然解法特殊，須將兩方程式相乘相除，此在代數學教本中固甚罕見也。

關於方程式中未知量之選擇，吾人不必需以方程式中未知量代表所求之量，而代表與所求者有密切關係數量，緣未知量選擇之適當與否，對於方程式之簡繁影響甚大，又所求者若為二量之比，吾人為易於推理解列式簡明起見，亦常以兩文字分別代表該比之前後項，再由該方程中求該兩文字之比值，學者常以為文字個數多於方程式之個數，而認為不能解答，此以其所習之代數中未嘗有此式，雖有此，而所見不多，未經教師特

別指陳因而漠視之，此兩者可謂為解題之機巧，今後代數教科本中不妨酌設例題就各種選取未知量之方法列一式比較其推習方法之顯晦，型式之繁簡而申論之，并附此類習題若干以資練習。

再者物理學方程式之構造既非簡單之數字，推求其根屢須將三四位數作四則開方及運算。學者於此甯願作冗長枯燥易於致誤之計算，而不願採用對數，彼輩有採用對數反不及直接計算為方便之誤，可見其運用對數并不純熟，且覺缺乏把握，是以對數之運用又應予以極充分之訓練，以矯此失，筆者常與友好論及此點，以為算術中可先授對數運用法則而不授原理，令學生作機械式之練習，務使其檢表迅速，計算正確，達到節省時間之目的，然後在代數中教授對數原理，同時仍令多演習題，俟其習三角時再盡量運用此有力之計算工具，多多益善，經數年之練習後，敢信其絕無不能應用此術之事也。

又對於有效意義之意義，若同時教授，則學生既得知位數過多之數值未必精確，且可由此認識其所作冗長計算，終半無用徒費時間也。

第八表 方程式之型式

一元一次方程式 (包括 $\frac{a}{x} = b$ 型方程式)

$$1, 1000 \times 10^6 d = 0.088 \times 10^6 \times 13.6$$

求d

$$2, \frac{1}{4} \times 3.1416 \times \left(\frac{16}{10} \right)^2 \times 8.81 = 1000$$

求l

$$3, 5 : w = 2 : 8$$

求w

$$4, 4.5 : 1.5 = 0.18 : d$$

求d

$$5, 2x = 5(1-x)$$

求x

$$6, 0.93v = v - 15000$$

求v

$$7, 0.93v = 1.03(v - 15)$$

求v

$$8, 1.25(1-x) = 1 - \frac{1}{16}$$

求x

$$9, 7.5(v_1 + v_2) = 13.6v_1 + v_2$$

求 $v_1 / (v_1 + v_2)$

$$10, \left(\frac{500}{8.8} + \frac{750}{19.2} \right) s = 500 + 750$$

求s

$$11, w - \frac{w}{8.5} = 204 - 212$$

求w

$$12. 6000 = 20 \times \frac{1^2}{t}$$

求t

$$13. 2 \times 980s = 49^2 - 29^2$$

求s

$$14. C = \frac{5}{9}(c - 32)$$

求c

$$15. 10.2(98 - 7.8)c = 82.8(7.8 - 7.2) + 30.6 \times 0.093(7.8 - 7.2)$$

求c

$$16. 5.01(1 + 0.000012t) = s(1 + 0.000017t)$$

求t

$$17. \frac{75v}{273 + 50} = \frac{70 \times 10}{273}$$

求v

$$18. 120 \times 536 + 120(100 - 1) = 5 \times 500 \times 0.5 + 500 \times 80 + 500t$$

求t

$$19. 4.18 \times 10^7 (10t + 5000 \times 0.035t) = 5000 \times 980 \times 200$$

求t

一元二次方程式

$$20. \frac{1}{2} 980gt^2 = 12250$$

求t

$$21. \frac{1}{2} 980gt^2 + 980t = 1960$$

求t

$$22. v^2 = 2 \times 980 \times 200$$

求v

$$23. \frac{1}{2} 980(t + 0.2)^2 = \frac{1}{2} 980gt^2 + 100$$

求t

$$24. 10000(t + 8.7) - \frac{1}{2} \times 980(t + 8.7)^2 = 10000 \times 8.7 - \frac{1}{2} \times 980 \times 8.7^2$$

求t

一元三次方程式

$$25. \frac{4}{3} \pi r^3 \times 0.24 + 4 \times 11.3 = \frac{4}{3} \pi r^3 + 4$$

求r

聯立方程式

$$26. \left\{ \frac{y}{2} - 1 \right\} x = 3 \text{ 及 } \left\{ \frac{y}{2} - 0.8 \right\} x = 5 \times 0.8$$

求x, y

$$27. l_1 w = 8l_2, \text{ 及 } l_2 w = 12l_1$$

求l₁, l₂, w.

(VII) 結論

就中學各科數學在物理學中應用之多寡計之，有如下表：

	幾何	三角	代數	
百分率	40	9	51	正文中所需要者
百分率	16	14	70	解題時所需要者

於此可知習正文時需用之幾何智識較多，而解題時則以代數中項需用較多，至於三角學事項，則皆不甚重要。

夫物理學中應用數學最多者普通力學，其他各部門者當不遑述，筆者調查所及，具如上述，故專就學習高中物理學之需要而言，吾人最宜注意者乃目前中學數學教材大半無用，另有若干教材反為吾人所忽視，因之學生對於前此所習之數學輒有不合物理學之需要或不足應用之感，例如幾何學中之九點圓，西摩松綫及難題等三角學中難解之三角方程式等與代數中困難之因數分解，繁複之分數式，高次方程式等俱無應用之機會，此等部份可否刪去，當就其他方面之需要而定其取捨，為適合物理學之需要起見，吾人姑按上文所述將所需之教材暫列於後，以為殿焉。

- A. 幾何學：三角形，平行四邊形，圓及相似三角形之基本性質應多講授，圓周率圓面積圓周之長，球，圓柱體之面積，體積，只須在經驗幾何學中實驗其公式，毋須作理解之證明。
- B. 三角學：正餘弦，正餘切函數之意義，廣義的定義，變值，特別角函數，弧度等應多注意，而於函數表之檢查，對數之運用，務須反覆練習，務令其達到敏捷正確之境地。
- C. 代數學：一次方程式之各種型式，二次方程式根之公式，析因式解法，正負根之討論，比例之意義及圖示法合比法比差法之運用，單位之檢算及應用題等，皆吾人所宜詳予注意者，又常用對數之原理及運用，果能反覆申說，動加訓練，實最合物理學之需要，至於其習用之開方問題，除可用析因式法者外，應用對數求之，不必另用繁冗之代數方法。

(完)

中等算學教學之實際問題

陳伯琴

客歲筆者奉命觀察本省中等算學教育，因得與担任中等算學教學諸君相聚一堂，從事教學上諸實際問題之商討，當時相互之誠，頗有知無不言無不盡之慨。其所提之問題，有關於教材之選擇與編制者，有關於學習心理與興趣者，有關於教法教具者，有關於作業之輔導與處理者，有關於班級教學制度者，為數雖寡，而其所含頗廣，且為目前算學教學上之急待解決者也。爰將其商討結果錄之於次：

(1) 關於教材之選擇及編制問題

(問題一) 教科書中習題每有與實際生活無關且不能應用已習之方法解答者，學生每感困難，可否刪去或由教師代為解答。

(商討結果) 可以刪去，如天資特異之學生，對此有興趣，願意學習者，教師可指示其解題之線索不必逕予解答。

(問題二) 部頒標準，高中教材過多，教學時間不敷，究應如何處理。

(商討結果) 部頒標準，不過對教材提示綱要，其中分量之多寡，各校自可斟酌情形略予伸縮。

(問題三) 初中算術中何種教材可以省略不授？

(商討結果) 下列各項教材可略去不授：(1) 太難之四則應用問題；(2) 數目太大之最大公約數及最小公倍數求法；(3) 分母太大之分數四則及太繁之繁分數；(4) 不常用之度量衡；(5) 循環小數之高深理論；(6) 太繁雜之複比例及複利息題；(7) 太大數目之開方；(8) 太專門之應用問題。

(問題四) 分數與小數孰應先授？

(商討結果) 分數應在小數之先講授，因由心理方面言之，分數易於抽象，自歷史方面言之，分數之用亦遠在小數之先。

(問題五) 算術中求積一章可否移於實驗幾何中講授。

(商討結果) 可移至實驗幾何中講授，因講授此章若能使之合理透澈必先介紹圖形之基本概念，及作圖方法，所有公式必須使學者實行割補術及做模型實驗印像方深興趣方遺。

(問題六) 開方法可否移代數中講授？

(商討結果) 開方法最好在代數中講，如須在算術中講亦可用代數理解之，因

用圖解解滿方之理不若用代數說明之為愈也。

(問題七)初中代數中因子分解一章教材究應如何取締。

(商討結果)初中代數中因子分解，最初僅可論及直接代入公式者，初讀者果能將(1) a^2-b^2 (2) a^3-b^3 (3) a^3+b^3 (4) $a^2\pm 2ab+b^2$ (5) x^2+bx+c (6) ax^2+bx+c 各類，分別清楚，分解無訛即可。其次，可討論簡易分類法求因子，對於分題後變為上列形式者求其羈練即可。至應用餘數定理及關於對稱式與交代式之因子分解可留至高中代數中研究之。

(問題八)代數中圖解可否省去不授

(商討結果)因有下列諸重要性(1)圖解問題是具體的，(2)圖解在現在報章上雜誌上見之頗多，(3)物理上工程上用圖解處亦頗多，(4)代數上有些地方用圖表示更覺清楚，如矛盾方程式相依方程式等是，(5)用圖解可幫助學者解高次方程式超越方程式，(6)圖解表示函數思想，(7)讀圖解頗有興趣，故必須講授。

(問題九)代數中對數可否簡畧？

(商討結果)對數在日常生活中須用極廣不應簡略。

(問題十)實驗幾何在本書因學生年齡較大及各校設備簡陋學生每不感興趣可否不教或減少其分量

(商討結果)認為(1)在實用方面言。其價值遠在理解幾何之上(2)在教學方面言，理解幾何非經過相當準備時期決不宜驟以授初學。實驗幾何，正所以用潛移默化之策略充實其見識，培養其能力，刺戟其自動之意向(3)就課程方面言，實驗幾何不僅為理解幾何之預備與算學其他分科如算術代數數值三角解析幾何亦有頗佳之聯繫，實有教授之必要，而各校設備簡陋，不能直觀教學，本科教師應自製簡便教具以代之，雖不具準確少實用上之效能，然其教育上之價值實無若何減色，決不可因噎廢食，若學生感覺證明之必要，且明瞭幾何證明之意義時始可授理解幾何。

(問題十一)高中幾何之有近世幾何者在時間不敷時可否省略？

(商討結果)教部修正課程標準中雖有位似圖，調和點與錢章 Ceva 定理 Menelaus 定理諸項教材亦僅稍具近世幾何之意味，至高一教學時數上學期每週兩小時，下學期每週三小時，若每學期以十七週計，共有八十五小時，似此而不至有不敷教學之虞，故毋須省略。

(問題十二)初中三角應否增加恆等式之證明及方程式之解法。

(商討結果)按教部規定初中只授數值三角故應以計算及實用為主，應注意操

數計算之練習及簡易測量問題之計算，三角恆等式之證明與三角方程式，除極簡易者外應完全不授。

(問題十三)高中三角可否加授簡易測量。

(商討結果)部頒課程標準中實施方法概要一項內已有規定，可以講授。

(問題十四)高中應否加授微積分大意。

(商討結果)微積分大意似較高深之幾何及代數用處極大，歐美各中學均稍讀之。如教學時間充裕可附於高中代數內講授微積分大意。

(問題十五)師範學校算學教材應如何選擇與編制？

(商討結果)教材選擇應力求合理化，不必過深，除算術幾何外，其餘可採初等分析制度，以函數為中心，加以組織。

(問題十六)職業學校教材應如何選擇與編制？

(商討結果)宜注意實用而於各種能力態度習慣之養成，亦不可忽視。

(問題十七)關於現行初高中算學教本之商討。

(商討結果)關於初中方面者算術以正中書局出版汪桂榮編之建國初中算術最為適用，代數則以開明書店出版劉憲宇編之初中代數編制極好。幾何則以中華書局出版余介石編之新課程標準初中幾何之編製及材料俱佳。

關於高中方面者，三角及解析幾何均以正中書局出版余介石編之建國高中教科書為適宜，平面幾何以中華書局出版吳任淵之高級幾何學為佳，立體幾何以商務印書局出版榮方舟編之復興立體幾何為合用，代數國人編輯者善本極少，非嫌過簡即失之過深，故各校仍多採用范氏高等代數學，該書雖編制明晰，理論精確，惟分量過重，且譯文文字既不流暢，并間有錯誤。

(2) 關於學習心理及興趣問題

(問題十八)多數學生視算學為過於抽象不切實用，不肯刻苦學習，應如何補救。

(商討結果)因目前算學教育之目標，偏重升學準備忽畧人生問題，故所取之教材亦過於抽象不切實用，以怪為一體學生之厭惡。今後應確定算學教育之目標，在適合健全公民之需要。其所取之教材應與日常生活密切聯絡以增加學生學習之興趣。

(問題十九)如何引起學生學習之興趣？

(商討結果)(1) 教材須與實際生活相接近(2) 多用實物及圖解(3) 教材須適合學生程度(4) 勤加練習使其自覺進步而生快感(5) 多從做上學(3)

使其明白學習該科之價值(7) 常用練習比賽(8) 努力學習者予以獎勵。

問題二十) 一般學生對算學理論每因不易了解缺乏興趣。應如何處理？

(商討結果) 教授初中算學只須講方法，多舉實例，不必談理論，即授高中算學，理論亦不宜多講，即必講講授時亦須多舉例證，俾便印證。

問題二十一) 學生對練習常缺乏恆心宜如何糾正？

(商討結果) (1) 使學生明瞭算學必須練習始能純熟 (2) 每次練習不宜過多，(3) 難易之數與次序之分配須適當 (4) 較難之題於指定作業時應予以適宜之啓示 (5) 課外應多予以輔導。

問題二十二) 學生對預習不甚注意應如何督促其注意。

(商討結果) 預習為學習過程中最重要之階段，教師指定預習功課須注意下列諸點：(1) 使學生明瞭其預習功課範圍，與其內容大概，以引起其學習興趣。(2) 指定參考書陳列地點。(3) 指示預習方法。(4) 功課分量須適合學生之能力。(5) 指定時宜注意偶然事項。能如是則或可促成其注意。

問題二十三) 高中算學如不分組教學則文科學生不感興趣殊影響教學。

(商討結果) 可用分組教學法就同級之學生分為兩團教材須有等差，習題亦各不相同，則可適應其個性之差異而利於教學。

(3) 關於教法及教具問題

問題二十四) 學生對檢查對數感覺麻煩缺乏興趣。

(商討結果) (1) 先從簡易入手使其對用表發生興趣後再命其練習較繁雜之題 (2) 用競賽法使其知對數計算之簡易以引起其興趣。

問題二十五) 學生理解力弱應如何使其對所學能切實了解。

(商討結果) 應多用直觀法及解析法教學幫助其理解。

問題二十六) 學生對於算術四則應用問題每感困難應如何教學方能增進其理解能力。

(商討結果) 教四則應用問題時，第一類分類教學，惟分類不可過細，不切實用與過難者宜尋去，第二對每類問題應先用圖解分析等法使學生明瞭其解法，然後變更數目變更題意變更難度反復練習務使其澈底了解。

問題二十七) 學生常因學習因子分解感覺困難便對於代數發生厭惡應如何教學以糾正其觀感而引起其學習之興趣。

(商討結果) (1) 刪去其過於艱深之部分以節省教學時間，而致力於絕對需要部分之練習純熟。(2) 於講乘法時應接連提出相當之因子分解，然後

再將因子分解之各種情形加以聯繫，使重要法則能深印學生腦中，并可藉以比較各法而使其知所應用。

(問題二十八)初等代數應用問題如何教學方能減少學生學習上之困難。

(商討結果)教學代數應用問題時須先予以語言與式互譯之訓練，其次再試寫方程式，但不用求解，俟有相當訓練後再正式講授應用問題，惟亦須由淺而深。

(問題二十九)學生對初步命題每認為其所關之事實極為簡單明顯無再證之必要，且對此種極簡單之事實愈證明愈感困難，對此類命題究應如何教學。

(商討結果)對於此類初步定理之證明不必求絕對之嚴密化，因在此初步工作欲使其絕對之正確為不可能，且在開始學習時強迫學生作過分論理化之工作，必使學生由於不能了解而致失敗，往往影響其對該科之志趣，尤有甚者，因學生不能了解嚴密化之必要與意義，反使其認為書中證明非背誦不可，致養成其只知應用機械之記憶而忽視推理能力之不正當學習方式。

(問題三十)幾何定理之證明應如何教學？

(商討結果)(1)使學生對命題有正確之認識，(2)用圖視與直尺作精確之圖形以協助思考。(3)用解析法啓示學生證題之線索。(4)指導學生對於定理運用之選擇。

(問題三十一)證題時添設補助線毫無或規齊為初學者最感困難之點故者應如何指示其途徑。

(商討結果)作補助線應依據下列之標準(1)使欲證者與已知者發生密切之關係(2)使已知者聚於一處俾易得下手之地(3)使欲證者聚於一處(欲證者不止一事時)則便於比較取用決不可任意妄作徒增紛擾教師對此應一再指示初學者隨時舉例說明之。

(問題三十二)學生對於幾何軌跡學習每頗感棘手究應如何教學以減少其學習上之困難。

(商討結果)軌跡教學應依下列之步驟：(1)先以日常習見之實例表達軌跡之意義(2)使學生實地作出適合於一定規律之點并一一連結之以發現其軌跡(3)軌跡證明應分二層實為一定理之正逆兩方面應於此證明更宜實為伏線先將一二基本軌跡分為正逆兩定理抽入軌跡備適宜地點待至講授軌跡即可隨時提出(4)軌跡陳述方式分隱顯兩型顯型方式近於定理變易着手便於初學者隱型必須先定軌跡為如何之圖形初學者每感困難應留待高中講授。

(問題三十三)教立體幾何時學生每不能了解立體圖形應用何種方法免去此種困難。

(商討結果)可利用模型照片或圖畫幫助初學了解，立體圖形惟決不可因應用此等實物而忘却圖形使學生能了解圖形後即可不用，反之將失去發展學生之空間想像與了解立體圖形能力之教育目的但對於難以描畫之事物仍應利用模型照片圖畫說明。

(問題三十四)數值三角應如何教學方能引起學生之興味。

(商討結果)(1) 避免定義式之入手(2) 應始終用實驗方法(3) 藉三角以指示方程式之靈(4) 注意函數(5) 應作算術運算之複習。

(問題三十五)教室黑板太少板演頗感困難。

(商討結果)如學校經濟寬裕應於教室四周裝置黑板否則應多備便於移動之黑板，以便應用。

(問題三十六)教具缺乏不能採用直觀教學，難使學生有深刻之印象。

(商討結果)必需教具應由學校購置。並應由教師設計，令學生自製，使其印象，更為深刻。

(4) 關於作業之輔導與處理問題

(問題三十七)學生作題能力薄弱應如何訓練？

(商討結果)應令其勤加練習，惟其進行之循序應由淺入深，先少後多逐漸提高其興趣養成其運算或推理技能。

(問題三十八)學生工作繁重無充分時間閱課外讀物及作練習題。

(商討結果)(1) 減輕課內無味之工作，(2) 由教師選擇學生所需之參考資料，擇要編印講義分發學生閱讀，(3) 習題之多寡須視教材之性質與學生課餘之時間惟不可過多。

(問題三十九)如何可避免學生演算互相抄襲。

(商討結果)(1) 相同年級所用教本不可相同，以免低年級學生借抄高年級學生之演草。(2) 鼓勵成績較好之學生先演練習簿以防成績低劣學生抄襲。(3) 時常抽調板演，使學生有警惕心而不得不切實練習。

(問題四十)練習簿全改費時頗多應如何訂正。

(商討結果)全體測驗分組抽改再由各組開會討論訂正。

(問題四十一)筆記為每個青年應有之技能且為生活上之所必需惟一般中學生均無此能力究應如何訓練以養成此種技能

(商討結果)(1) 講演時須有適當之速度使學生有充分時間，對所授之教材有辨別和組織之機會，(2) 應使學生知其講演方式應出於如何為新意

思之提出如何(一)節之標題或說明(3)指示學生練習筆記之方法如(甲)大綱須一定之格式(乙)簡明須適度(丙)應用自己語句寫成(丁)不可存重疊心理(4)多予以練習之機會。

(5) 關於班級制之缺陷之補救問題

問題四十二)各級學生人數過多程度不齊教學頗感困難。

(商討結果)(1)各級人數應遵照政府規定不得超出(2)採用分團教學制以濟程度參差不齊之弊。

以上所商討之各項問題，雖足以供從事中等算學教員之參考。然目前中等算學教學上所感覺之實際問題尚不止此，正有待吾人之相互研討，願我服務中等算學教育界之同仁將平時教學上所遇之實際問題隨時提出俾便公開商討，以期獲得較完善之結果而增加教學之效率，想亦為諸君之所樂為也。

四川省立教育科學館主編

數學參考資料

(一) 中等教育 數學輔導叢書

校者 何魯 編者

余介石 胡恩齊 陸子芬 劉漢三 范寄萍
陳伯琴 倪可權 李緒文 李修陸 張伯康

- | | |
|-----------------|--------------|
| (1) 數學解題法原理及其應用 | (6) 數之概念 |
| (2) 中等數學教學實際問題 | (7) 雙數性質淺說 |
| (3) 初等數學認識及其解剖 | (8) 珠算與筆算 |
| (4) 最大公約與最小公倍新論 | (9) 概算原理及其應用 |
| (5) 算術應用問題解法線索 | (10) 幾何軌跡問題 |

(二) 中學數學教學法

甲編 編者 張濟華
乙編 編者 余介石

(三) 四川教育廳 算學科視察報告

撰述者 陳伯琴

青城山採集記

禹 瀚

一、引言

青城山隸屬灌縣，為川西名勝之一，每屆春夏前往遊覽者，常踴躍於途，尤以大中學校學生為最，蓋非專遊山水，而更藉以研究自然也。生物學為各校必修科目之一，舉凡動植物種類，在在均有助於人類之生活。值茲抗戰建國之際，各種物質資源，更須自給自足。青城山草木蔥蘢，虫蝶繁複，此外頗珍禽異獸，亦時有所獲。若常往採集，以為研究之資料，而思有以利用厚生之道，豈非善舉？四川省科學儀器製造所生物製造部，負有供應各校標本及提倡科學教育之責，爰於本年四月十四日，前往採集，往返計時兩週。

二、青城山誌略

青城山，古謂青城之南山。方輿勝覽謂，青城亦名青城，又名青城都。陸放翁亦云：青城在亦名赤城。杜光庭云：岷山連峯接岫，千里不絕，青城為第一峯。洞天福地記云：青城周圍二千餘里，山脈綿延，不可紀極，第就遊人所常至者舉之，東起香積寺山，西至大面山，南傍太安山，北則山麓數十里，皆屬平時。

青城宮觀，凡數十所，舉其此次所至者言之，有有長生宮，常道觀，三皇殿，朝陽洞，祖師殿，上清宮，香積寺，青皇觀，上皇觀九處。

長生宮位於青城山麓，漢名碧落觀，宋名長生觀，又名范賢觀，因范寂字無為者，曾修道於此，故名。今之蔭唐中學在焉。

常道觀初名延慶，唐改常道，宋名昭慶，為隋大業間置，今徽稱為天師洞。洞在峭壁間，崇峻千尋，直下如削，擔崖飛空，下視股栗，洞口羣山，若拱若揖，浮嵐空翠，盡在襟袖，山外青嶂，綠野歷歷在目。

三皇觀在天師洞之南，為古皇帝祠遺址。

祖師殿更在三皇殿之南，係寧封棲真皇帝問道之處。

朝陽洞，在魏元頂北，洞穴開朗，為寧封棲真處，今依岩作堂殿，可容百餘人，山崇嶺峻，地深幽深，每旭日初昇，滿山紅紫，氣象萬千，為遊覽勝境。

上清宮在最奇峯之頂，地勢廣坦，樓閣高下俱備，廊廡肅靜。上清宮殿右，有鸞鸞井，闊不盈丈，深亦如之，二井相距數尺，一方一圓，方者水濁，圓者水澄。在殿南，有天池，俗呼麻姑池，近方形，廣袤丈餘，深數尺，水色澄清，四時不涸不溢。

香積寺即古靈巖寺，輿地紀勝云：靈巖寺在香積山，寺前有瀑布，有靈骨禪師塔，山頂名孤鶴頂，形勢孤峭，巖若鶴立，峭削競秀，葱鬱怡人，幽溪曲徑，隔絕塵寰，實別有天壤之美。

青皇觀，上皇觀，均在八卦台，即古歷月山，蜀志補傳謂即古元貞觀，建自晉，神芝草嘉木名花多產於此。

三、青城山採集路線

由灌縣至青城山，約四十華里，有二路可通：一，由灌縣車站搭乘包車，過鎮龍橋，曲屈南行，由馬家溪過河，經中興場再過雙永橋，然後達長生宮；或乘滑竿沿小路南行，過馬家溪後，經玉皇殿，馬家店子，達長生宮。二，出灌縣西門玉壘關，經二王廟，過安瀾橋（上索橋）再經玉皇殿，馬家店子，抵長生宮。由長生宮前行，過青城第一橋至純陽宮。再前行過古城橋，山陡而上，經怡樂宮，至牌坊岡，山勢陡峻，坡度較強，石階層疊，步步登高，行人至此，多數及喘息，不能盡其極也，然曲徑兩旁，夾以柳杉，枝條下垂，庇蔭行人，大有助入遊興之處，樂而忘倦殆此之謂也。由牌坊岡上行，過懸翠橋，集仙橋，至常道觀。所謂天師洞是也。山中採集路線，此次共分五段。

1. 由常道觀後門，經三皇殿，偏橋，白雲溪，至祖師殿。
2. 由祖師殿左側登倪元頂，經朝陽洞由白雲溪經原路返常道觀。
3. 由天師洞前門，出五洞天，循遊歷路觀隱台，尋幽徑，青龍臺，經天下第五名山，至上清宮。
4. 由天師洞前門，循上山路下行，至赤城關，右行過步青橋，游山脚前行，約十五里，至太平場，由太平場前行約八里，至香積寺。
5. 由天師洞前門，循上清宮路前行。由上清宮下五里坡，經川至岡，玉皇殿，沿溪繞過橋至兩河口，由中上支路至青皇觀，再至上皇觀。

四、青城山植物標本概述

青城山以大面山為最高，約海拔三千英尺，上清宮約海拔二千英尺，天師洞，朝陽洞，祖師殿，香積寺等處，約海拔一千五百英尺，四月間溫度，約為攝氏表十五度。氣候無大差異，植物分佈，各處亦略相同。以下特將採得植物種類，分科表列，以供參考：

科名	種名
銀杏科 <i>Ginkgoaceae</i>	<i>Ginkgo biloba</i> , L. 銀杏
紫杉科 <i>Taxaceae</i>	<i>Taxus chinensis</i> , Rebd. 紅豆杉 <i>Cephalotaxus fortunei</i> , Hook. 三尖杉
松柏科 <i>Pinaceae</i>	<i>Podocarpus macrophylla</i> , D. Don. 羅漢松 <i>Pinus massoniana</i> , Lamb. 馬尾松 <i>Cunninghamia sinensis</i> , R. Br. 杉木 <i>Cupressus funebris</i> , Enal. 柏木 <i>Cryptomeria japonica</i> , D. Don. 柳杉 <i>Thuja orientalis</i> , L. 側柏
香蒲科 <i>Typhaceae</i>	<i>Typha angustata</i> , L. 水蠟燭
棕櫚科 <i>Palmae</i>	<i>Trachycarpus excelsa</i> , Wendl. 檫木
天南星科 <i>Araceae</i>	<i>Acorus gramineus</i> Soland. 石菖蒲 <i>Arisaema japonicum</i> , Bl. 天南星
百合科 <i>Liliaceae</i>	<i>Paris quadrifolia</i> , L. 輪葉王蒜 <i>Disporum sessile</i> , Don. 寶鍾草 <i>Heteromilax japonica</i> , Kunth.

	土茯苓 <i>Paris tetraphylla</i> , A. Gray. 王孫 <i>Aspidistera clation</i> , Blume. 一葉蘭 <i>Iris japonica</i> , Thumb. 鳶尾 <i>Bletilla hyacinthina</i> , Reiche 白及 <i>Salix babylonica</i> , L. 水柳 <i>Salix wallichia</i> , unders. 華氏柳 <i>Platycaarya strobilacea</i> , S. and Z. 化香樹 <i>Pterycaarya sinoptera</i> , De. 楓楊 <i>Betula luminifera</i> , Winkl. 光澤樺 <i>Alnus cremastogyne</i> , Burk. 糙木 <i>Carpinus turczaninowii</i> , Hance. 鵝耳櫪 <i>Quercus serrata</i> , Thumb. 柞樹 <i>Quercus acustissima</i> , Carr. 麻櫪 <i>Quercus myrsinaefolia</i> , Blume. 小葉青岡 <i>Celtis bungeana</i> , Bl. 黑彈樹 <i>Debregeasia longifolia</i> , Wedd. 長葉水麻
鳶尾科 Iridaceae	
蘭科 Orchidaceae	
楊柳科 Salicaceae	
胡桃科 Juglanaceae	
樺木科 Betulaceae	
殼斗科 Fagaceae	
榆科 Ulmaceae	
蕁麻科 Urticaceae	

桑寄生科 *Loranthaceae*

青皮樹科 *Oleaceae*

馬兜零科 *Aristolochiaceae*

毛茛科 *Ranunculaceae*

小檗科 *Berberidaceae*

木蘭科 *Magnoliaceae*

臘梅科 *Calycanthaceae*

樟科 *Lauraceae*

Oreocmide fruticosa, Handmaz.

紫苧麻

Loranthus sutchuensis, Loc.

桑寄生

Sehoepfia Jasminoides, S. et Z.

—青皮樹

Asarum sieboldi, Miq.

細辛

Clomafis armandi, Frauch.

山木通

Clenratis Bernhamiana, Hemsley.

本氏鐵線蓮

Epimedium macranthum, Moos.

西洋霍

Berberis levia.

老虎刺

Nandina domestica, Thumb.

百天竹

Mahonia fortunei, Mouill.

細葉十大功勞

Magnolia officinalis, R. Sw.

厚朴

Magnolia denudata, Desr.

玉蘭

Magnolia liliflora, Desr.

木蘭

Meratia praecox, R. g. w.

臘梅

Lindera megaphylla, Hemsj.

黑殼楠

Lindera communis, Hemsj.

香葉樹

Lindera umbellata, Thumb.

罌粟科 *Papaveraceae*

虎耳草科 *Saxifragaceae*

海桐花科 *Pittosporaceae*

薔薇科 *Rosaceae*

鈎樟

Lindler strychnifolium, Vill.

烏藥

Machilus bournelii, Hemsl.

Machilus ichangensis, R. et W.

Actinodaphne cupularis, Gamble.

紅果楠

Corydalis incisa, Pers.

紫堇

Dicentra spectabilis, Dc.

荷包牡丹

Hydrangea stigosa, Rehd.

八仙花

Saxifraga sarmentosa-Z. f.

虎耳草

Pittosporum glaustratum, Lindl.

光葉海桐

Pyracantha crenato-serrata, Rehd.

水滸子

Duchesnea indica, Focke.

蛇莓

Rosa banksiae, Ait.

木香

Rosa multiflora, Thumb.

野薔薇

Rosa chinensis, Jacq.

月季

Rubus thunbergii, S. et Z.

蓬

Kerria japonica, Dc.

棣棠

Kerria japonica, Dc. Var. *Pleniflora*, Witte.

豆科 Leguminosae

芸香科 Rutaceae

苦木科 Simarubaceae

爐志科 Polygalaceae

重瓣綠棠花

Prunus pseudocerasus, L.

櫻桃

Prunus salicina, Lindl.

李

Prunus dielsana, Schneid.

尾葉櫻

Prunus sericea, Koehne.

絹毛櫟木

Eriobotrya japonica, Lindl.

枇杷

Spiraea blumei, G. Don.*Spiraea japonica*, L.*Spiraea japonica*, Var. *acuminata*,

Fvanch.

Cercis chinensis, Bunge.

紫荊

Coesalpinia sepiaria, Roxb.

雲實

Robinia pseudoacacia, L.

洋槐

Albizzia kalkora, Prain.

山槐

Caesalpinia pulcherrima, Sui.

蝶蝶花

Zanthoxylum simulans, Hance.

花椒

Zanthoxylum piperitum, Dc.

大木椒

Picrasma quassioides, Benn.

苦皮樹

Polygala watterti, Hce.

林氏爐志

馬桑科 *Coriariaceae*
漆樹科 *Anacardiaceae*

冬青科 *Apurifoliaceae*

省沽油科 *Staphyleaceae*

槭樹科 *Aceraceae*

鼠李科 *Rhamnaceae*

山茶科 *Theaceae*

旌節花科 *Staphyurcaene*

胡頹子科 *Elaeagnaceae*

山茱萸科 *Cornaceae*

Coriaria sinica, Maxim.

Rhus potaninii, Maxim.

青欏楊

Rhus orientalis, Schneider.

Rhus sylvestris, S. et Z.

野漆樹

Jlex macrocarpa, Oliver.

青皮

Euscaphia japonica, Dipp.

野鴉椿

Acer laevigatum, Wall.

長葉槭樹

Acer Davidii, Tranchet.

青蝦蟆

Rhamnus leptophylla, Schneid.

郊李子

Hovenia dulcis, Thumb.

枳椇

Thea sinensis, L.

茶

Eurya japonica, Thumb.

柃木

Thea japonica, L.

茶花

Staphyurus yunnanensis, Var. *obov-*

ata, Rehd. 滇旌節花

Elaeagnus umbellata, Thumb.

牛奶子

Hehwingea chinensis, Batal.

Cornus controversa, Hemsl.

燈台樹

Aukuba chinensis, Benth.

桃葉珊瑚

石南科 Ericaceae

Rhododendron simsii, Planchon.

映山紅

Rhododendron molle, G. Don.

羊躑躅

Xolisma ovifolia, D. Don.Var *lanceolata*, Rehd.

小果茶藨

Vaccinium bracteatum, Thunb.

烏飯樹

紫金牛科 Myrsinaceae

Myrsine semicentrata, Wall.

茶條

灰木科 Symplocaceae

Symplocos paniculata, Wall.

白欖

木犀科 Oleaceae

Ligustrum lucidum, Ait.

女貞

Ligustrum japonicum, Thunb.

日本女貞

Ligustrum sinense, Lour.

小臘

Fraxinus chinensis, Rox.

白蠟樹

Jasminum nudiflorum, Lindl.

迎春

蘿藦科 Asclepiadaceae

Periploea calophylla, Fal.

紫草科 Boraginaceae

Ehretia dicksonii, Hance.

粗糠樹

忍冬科 Caprifoliaceae

Sambucus racemosa, L.*Viburnum tomentosum*, Thunb.

胡蝶樹

Viburnum rhytidophyllum, Hemsl.

山樫杷

Diervilla florida, S. et Z.

菊科 Compositae	錦帶花 <i>Senecio scandens</i> , Buch-Hart. 山黃花
---------------	--

五、尾語

此次前往川城採集，因時間及經費之限制，未能照原先計劃，擴大範圍，故採得種本，僅有五十餘種。除苔蘚，蕨類及十數種植物，因未鑑定學名，未曾刊印外，計已刊載者，共一百一十九種，四十科。

幾何教學的兩大利器 ★★

四川省立教育科學館主編

主體幾何掛圖

共計三十四幅

說明書一冊

編者 胡思齊 陳伯琴

校者 何魯

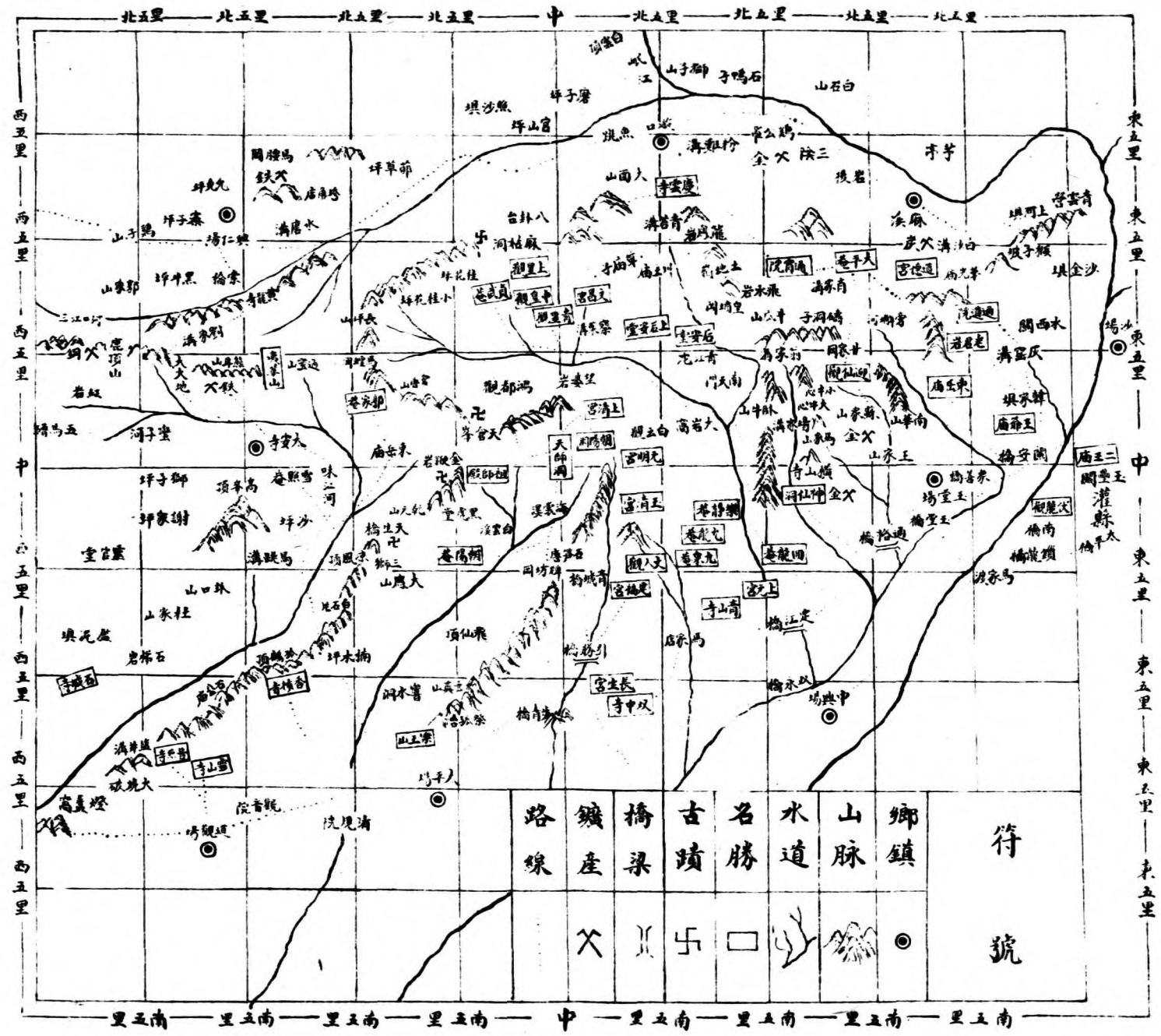
中等算學研究會設計

實驗幾何教具

一套十件

- (一) 測徑器
- (二) 圓板
- (三) 大里角器
- (四) 圓柱
- (五) 圓錐
- (六) 球
- (七) 平頭軌跡儀
- (八) 分角軌跡儀
- (九) 各式測高儀
- (十) 方格屏

青城山全圖



中等學校化學教材的討論

康定夏

總裁曾經說過：「沒有科學即沒有國防；沒有國防即沒有國家」。可見科學的發展與否和一個國家的獨立生存有如此密切的關係。而化學一科又為發展工業和鞏固國防的基本科學，其關係尤為重大。我們如果需要科學有加速度的進步，必須先從提高學校內科學教育的功能着手，換言之，必須要在教與學兩方面增加科學教育的效率。化學專科教學，不外包括教師、教材、與教學技術三個要緊的因素。本文單就教材方面作一簡略的討論，藉正於專家碩彥，並與讀者諸君一商榷之。

我國關於教材內容，已有部頒課程標準所規定之教材大綱為軌範，同時又有教育部審定之各種教科書作為藍本，這不僅就編著或選擇教科書的標準，和講授時對於教材方面應注意的事項加以討論。

第一，編著或選擇的標準：

- 一) 材料的多寡——若材料過多，臨到學年終了必然教本尚未講授完畢。私立學校的缺點尚可自由伸縮設法補救；公立學校則以經費限制當感到特別困難。倘若割去一部份不教，學生就缺乏了一部份必要的智識。倘若進度太快，對於學習者的反應，就如走馬看花，既無法理解，又不能記憶。初高中的畢業生，大多數對於化學的後半部的觀念較為淡薄，便是材料過多的結果。若材料過少，則教師又有不勝補充的麻煩。印發講義，易於散失，書記抄寫每多錯誤，插圖難期明瞭，尤以符號方程式等為尤甚。如用筆記，必須隨堂抄寫，費時較多，且零亂補充，使學生學習時不易與書本發生聯繫。故無論採用講義或筆記的補充方法，均難望收到很好的效果。所以材料的多寡是否適當，實為編著或選擇教科書時最應注意的標準。
- 二) 教材排列的次序——材料排列次序的先後，對於教學上的關係很大。例如初中畢業的學生業已熟習化學符號，用慣了化學方程式的；然而到了高中學習化學的時候，前幾章還要故意避免符號與方程式的講述，在時間與教學效率上講，似乎都是最不經濟的事。反不如將符號與方程式提到後論中講述，則先後可避過許多文字敘述的麻煩。又如許多教科書中把電化次序裏，列在最後部分，此種排列法是否最為合理？如不先將此表說明，何以說明鐵與酸作用時能放出氫氣，而銅與酸作用時不能放出氫氣的現象？又例如有少數的教本裏，在未講到有機部份以前，即先講授蛋白質、脂肪、纖維等類最複雜的有機化合物，致使學生對於有機化學沒有一個簡單而有系

統的清楚概念，只好機械式的去死記有機化合物的名稱和分子式，費力大而收穫小，並且因此而影響學生對於化學一種減低學習的興趣。所以同樣多的材料，其排列的先後次序是否適當，也是編著或選擇教科書時最當注意的條件之一。

(三)練習題——初高中的化學教科書有意於每章之末附以適當的練習題。最好是採取商務印書館出版的最新實用化學的編制方法，將練習題分為兩部，一部份是複習本章所學的，一部份是較為高深而含有參考與進修意義的。不過，大多數的化學教本中，練習題總嫌過於機械，徒令學生重複抄錄書本，而毫無思考與創作的含意。外國譯本，如最新實用化學，編制雖較進步，但其中有許多不合我國國情的題材，教師應當於事前注意取舍。又如商務印書館的某種高中化學教本，每章末了的習題雖不多，而練習的份量卻太不相當。往往學生修完本章教材而練習題尚無從着手，並且還有與本章毫無關係的練習題，這樣，很容易減低學生的練習興趣。至若中等學校的化學計算題目，一般的只應用到比例，僅僅高小畢業的算學智識為已足，然而初高中的學生往往視計算題目為畏途。我認為這是教師應負大部份的責任。所以適當的練習題目，也是一個優良教本的必備條件。

(四)理論教材與實用教材——初中學生的年齡太小，例如以原子構型論來解釋原子量和原子序數等理論教材，講授較為困難。在原則上講，難乘之理論教材，可避者則避之，不可避者將其結果示之即可。高中學生在不涉及高深數學的條件下，遇有理論教材部分應詳為解說，以為他日學習高深學科之基礎。但實用教材，對於科學落後的我國更應特別加重。每天用肥皂而不知肥皂的製法；喜歡用外國藍黑墨水而不知其中的主要原料便是我國產量最豐的五倍子，無怪提倡科學數十年，國家未能日趨富強，反而經濟日益困苦，這不是講求科學教育不顧實用之害嗎？所以理論教材與實用教材的適當配合，實為一優良教本的必備條件。

(五)內容的優劣——我國科學落後，出版界的中學科學教科書最容易患下列兩種毛病，一種是大學教本的縮影，另一種便是抄襲譯述的舶來品。至若純粹以本國材料為內容主體，而又真正適用於中等學校的科學教本，迄今尚不多見。印刷或編著上的小錯誤，在教授時尚易改正，理論上的錯誤那是絕不容許的。

第二，講授時對於教材方面應注意之事項。

(一)系統整理的重要——化學本為一種繁瑣的科學，分子式方程式的書寫，製法性質用途等的記憶，使初學者不勝其苦。教本的編制，為適合學習心理起見，往往又零亂散見，使讀者了解或記憶都感到困難。故教師在必要時應作有系統的示範整理，這是最要緊的工作。例如高中講到有機化學的時候，應於講授前將數十種有機化合物的產一系統的整理介紹：

有機化合物
(Organic
compounds)

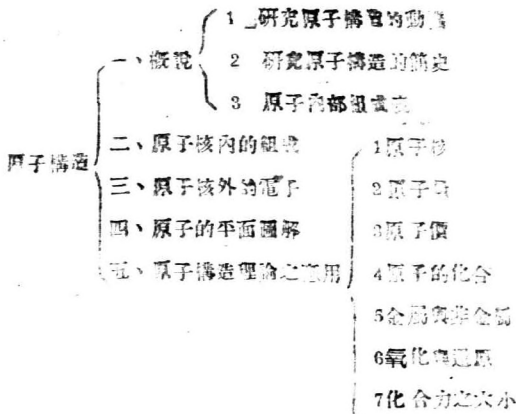
脂肪族化合物
(Aliphatic-
compounds)

芳香族化合物
(Aromatic
compounds)

- 1. 碳氫化合物 (Hydrocarbons)
 - 1. 烷氫 (Paraffins) C_nH_{2n+2}
 - 2. 烯氫 (Olefines) C_nH_{2n}
 - 3. 炔氫 (Acetylenes) C_nH_{2n-2}
- 2. 醇類 (Alcohols) $C_nH_{2n+1}OH$
- 3. 巯基 (Mercaptans) $C_nH_{2n+1}SH$
- 4. 醚類 (Ethers) $(C_nH_{2n+1})_2O$
- 5. 硫醚類 (Thio-ethers) $(C_nH_{2n+1})_2S$
- 6. 醛類 (Aldehydes) $(C_nH_{2n+1})_2CO$
- 7. 酮類 (Ketones) $C_nH_{2n+1}CO_2$
- 8. 脂肪酸類 (Fatty acids) C_nH_{2n+1}
- 9. 酯類 (Esters) $R-COOR$
- 10. 胺類 (Amines) $C_nH_{2n+1}NH$
- 11. 醣類 (Carbohydrates) $C_n(H_2O)_n$
- 12. 蛋白質類 (Albumines) 含 C, H, N, O, S 等元素之複雜化合物
- 1. 苯及烴 (Benzene)
- 2. 酚類 (Phenols)
- 3. 芳香醇類 (Aromatic Alcohols)
- 4. 芳香醛類 (Aromatic Aldehydes)
- 5. 芳香酮類 (Aromatic Ketons)
- 6. 芳香酸類 (Aromatic acids)
- 7. 芳香胺類 (Aromatic Amines)
- 8. 生物鹼 (Alkaloids)

看上表，可使學生一目了然有機化合物的整個系統，且幫助學生對於各類化合物的命名性質等的了解記憶和揣摩。

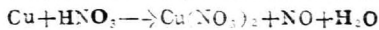
又譬如講到原子構造理論的時候，最好由教師先給學生擬定一個簡單的綱要，例如



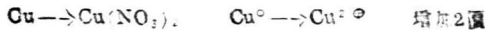
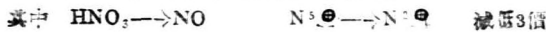
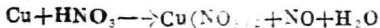
或依此綱要講述，或令學生照着綱要去研究，都可收到較好的效果。否則這一類新穎而艱深的理論，專憑教師的空泛講演和教本的散漫描述，絕難使學生得到一個深入而有系統的觀念。

二) 重要教材的提醒——教師應本其自身學習的經驗和教書時所發現於學生的最難了解的處所，對學生作懇切的提醒或申述，使學生對於疑難的教材先有所警惕，或取捷徑以理解深晦的理論，當可收到事半功倍的效果。譬如：

1. 方程式的平衡——初學化學的學生，對於平衡方程式，往往視為畏途。實際上原子價不變更的方程式較為容易，而原子價變更的方程式則較難。例如：

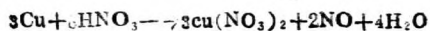


用普通方法平衡時，分子的係數，較難確定。但若用原子價的增減法求之，則極為容易。



所以氧化與還原之比為 $2\text{HNO}_3 : 3\text{Cu}$ 。但 $3\text{Cu} + 6\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 3\text{H}_2\text{O}$ ，以成硝酸銅，所以

平衡為：



2. 化學計算題目——化學計算題目，對於初學化學的學生，也是一個難關。且計算時所用的單位，亦最容易使學生發生錯誤的觀念。例如：有硫一噸燃燒後可生二氧化硫若干噸？計算此題時學生因昧於分子量常係以克為單位，必將噸化為磅，磅化為克，然後再代入公式計算，所得的結果必又由克而磅，由磅而噸的繁雜乘除，既費力氣又易發生錯誤。何不直接將分子量常係以噸為單位以求之？因分子量為比較的重量，其本身並無固定的單位，初學學生往往不甚深究了解。

其他如涉及容積，溫度，壓力等的計算題目，學生是最容易發生誤的，教師應務須注意，而給以良好的指示。

3. 注意的起點——例如身體分子運動學說，原子構造理論，相論，光譜分析等均為中學學生最難領會而前應了解的理論。彭師應特別予以批註和串述，使學生對於理論教材不但不感到困難而退縮，反而發生進一步的研究興趣。最好能用通俗的比喻來解釋難解的理論。譬如以日體的運行來解釋原子構造學說，太陽為原子核，行星為運動的電子，行星為不安定而最易脫離之最外層電子。又譬如以全體學生比為元素，以各學生的體重比為沉重的原子量，而以各學生的身長比為原子序等。

三. 學習方法的指導——化學是一門比較繁雜的獨立科目，前面已經說過，既需要精確的思想，又需要堅強的記憶力。所以學習的方法，和學習英文國文及各種社會科學的方法不完全一樣。其有效而捷徑的門，當然有待於教師的自如指導。例如：

1. 教本上對記憶的表法——例如電動力片表，更宜用卡片表，初學未記此表時，最好將名稱，位數，位置等項非易學。如能將此表編成教本裏面有趣味的打油詩一類的東西，最容易輔導學生的學習記憶。例如電動力片表：

K	Na	Ba	Sr	Ca	Mg	Al	Mn	Zn	Cr	Fe	Cu	Co	Ni	Pt
夏	臘	倍	是	哀	美	侶	夢	神	運	天	無	無	限	遊
Sn	H	Cu	Sb	Bi	As	Hg	Ag	Pt	Av					

憶 鄉 同 弟 妹 誰 供 銀 鉞 金

2. 條理和整理——教師在教完新課時學生原有到零碎的點，要理要，要理要。在平時應按照教本作有系統的整理。在每課完時是教本上的教材，整理和改正的工作，尤其是需要教師的輔導。

2. 閱讀和記憶——化學知識，宜理和記憶。即以閱讀的時候，應用緊縮的心態以求了解，而讀時才更要緊要真實，如名稱重要定科學名以及製法包製月道等，必須弄深弄懂會讀，也須記憶之。及可式力公式，初學時應在基礎上一面畫寫，一面練習；或由同學二人互相問，影畫記憶。

4. 課外參考——科學進步，日新月異，教科書內的知識自然比較的陳舊。一個優秀的學生除了了解課本知識以外，當然還需要課外參考的讀物。不過自然科學非文史課程可比，單獨由學生參考課本以外的讀物，很難得到良好的效果。必須由教師指定一些程度相當的新出版的參考書和雜誌，並隨時予以指導。這樣，一面可以得到課本上的基礎知識，一面又可追隨於新知識的領域，不至於和時代有脫節的危險。

四川省立教育科學館主編

科學教學用書

中等學校數學教學法

中等學校物理教學法

中等學校化學教學法

中等學校生物教學法

高中物理實驗教程

高中化學實驗教程

高中生物實驗教程

初中物理實驗教程

初中化學實驗教程

初中物理示範教程

初中植物示範教程

四川省政府教育廳印行

三月來之中等數學教學研究委員會

陳伯琴

一、成立經過 教育廳為謀本省中等學校數學教學之改進起見，特函請省立教育科學館會同中等算學研究會，共同策劃，組織四川省中等學校數學教學研究委員會，聘請對中等數學教學富有研究及經驗者李曉舫周子高等十七人為委員，並指定余介石張孝禮宋大魯夏梓私陳伯琴為常務委員。

二、會務紀要 本會自三月初成立後計開常務委員會三次全體委員會二次小組討論會三次各組聯席會議一次，歷次開會時除本會委員外，有近郊各校數學教師及各大學數學系高年級學生列席討論。其商決之要案如次：

(甲) 關於會務進行方面者：

- (1) 成立教材研究，課程及成績考查研究，教法及設備研究三組各委員至少須自認一組。
- (2) 刊行本會月報以為各委員互通消息之用。
- (3) 關於各項問題之研究得諮詢各校教師意見以作參考。
- (4) 開大會得約請近郊各校數學教師及各大學數學系高年級學生參加討論。

乙 關於教材研究方面者

- (5) 解析幾何應於可能範圍內加入綜合法研究，以資比較。
- (6) 高中幾何應盡量採用代數方法，以便學習。
- (7) 中學數學教材，當以應用為主，而以理論為輔。
- (8) 高中數學中有關於極限之定理公式或定義，其不能省去者，可用近似值方法說明。

(9) 高中幾何在教學時間不敷時，其中近世幾何部份可省去并可斟酌情形略去其過於艱深之習題。

(10) 數學各分科應隨時引用理化上之習題。

(11) 本會應設法搜集與國防有關之教材供各校採擇。

(12) 擬訂各分科教授細目。

(丙) 關於課程及成績考查方面者

(13) 初中應注重各種運算方法之講授而將其高深原理留至高中講授。

(14) 初中幾何以教授實驗幾何為主。

(15) 初中數值三角應以實驗幾何為基礎。

(16) 由編譯組各委員商同近郊各校富有經驗教師參酌教材組所擬教材細目，擬訂高初中數學教學進度，函請各校發表意見再修訂請各校試用。

(17) 函詢各師範學校及簡易師範教師對於部頒課程標準之意見。

(18) 函請教廳會考初中應完全用測驗高中應局部用測驗。

(19) 函請教廳向教部建議大學及高中入學試題應嚴守課程標準範圍，並酌用測驗命題不得過於艱深。

(20) 函請教部修正中學課程標準委員會對於高初中數學教材之過於艱深而不切實用及互相重複者應行刪去。

(丁) 關於教法及設備方面者

(21) 函請教廳統籌編印數學參考書分發各校應用。

(22) 函請著名書局籌製實驗幾何教具由統購分發各校應用以資提倡。

(23) 擬訂數學設備標準。

(24) 省畧算乘除法應移至代數及數值三角內相關部份聯格教授。

(25) 算備開方以用表開方為主，至其正確開方之理移至代數內教授。

過去各項會議每有會而不議，議而不決，決而不行之弊，本會對此力求避免，凡關於數學教學上之諸問題，同人等莫不虛心研究，務期得着切實之解決方案而能立見實行者。故所商決之事項雖寥寥無幾，然已次第付諸施行，如關於課程及教材方面，已根據所商討之結果建議教部以為修正高初中算學課程標準之參考，關於成績考查方面，亦已獲得教廳同意樹函情形逐漸改進。至於參考書及教具方面除建議教育當局統籌外，并由同人等潛心研究，從事編纂與設計。參考所之已印者，有中等數學教學法，與中等教育數學輔導叢書。教具之從事正監製者，有實驗幾何之備用品。總之本會工作，務期實事求是，不徒尚空談。

三、今後之期望 本會成立未久，且因同人等職務繁重，致無暇專力於此，以致會務未能有長足之進展，深以為憾。惟同人等對於中等數學教育素感興趣，且以此為終身職志，自應竭盡萬能，致力於此，以期不負教育當局之囑托，與我從事中等數學教學諸君之期望。但同人等才疏學淺，力容有不逮，倘希我同志不吝賜教，俾本省中等數學教學益臻善美，則不徒同人等私心慶幸，即對中等數學教育前途亦嘉惠不淺也。

龍氏高中三角

Loney: Plane

Trigonometry

何籽嶽譯 成都建國書局發行

代售處

新民書局(重慶民生路)

北新書局(成都祠堂街)

部頒高初中生物設備標準暨改進意見

禹 瀚

按部頒設備標準，分高中及初中二種，每種又分六頁，如一、儀器；二、標本；三、圖表；四、玻璃器皿；五、藥品；六、其他用品，此為教部綜合十三所大學辦理中等學校理科教學期講習班研究之結果（1934年）。當年江蘇省中學師範教育研究會，根據教育部指定之中學及師範學校自然科學之設備應如何改善議案，曾作徹底之探討，並對於部頒設備標準提出改進意見，（見江蘇教育第四冊第八期，鄭西谷氏對於中學師範經費設備之整理意見。）以每班學生四八人，每二人分爲一組作標準，分別規定補充，刪除，減少，或增加數項，列表於後：

表十七 部頒高級中學「儀器」設備標準

種數	部頒標準儀器之名稱	部頒標準儀器之數量		江蘇省教育研究會改進意見		備註
		普通	最低	普通	最低	
1	顯微鏡	四	二	二四	一二	
2	放大鏡(八倍)	二〇	一〇	二四	一二	
3	望遠鏡	四	二	取消		
4	解剖器具	全套	全套	二四		
5	採集氣網	二〇	一〇	一〇		
6	採集水網	二〇	一〇	一〇	一二	
7	採集袋(帆布袋)	二〇	一〇			
8	植物標本夾	四	二			

9	鋼錘(掘根用)	—	—	四	二	
10	解剖蠟盤	二〇	—〇	二四	一二	
11	養育籠	八	四			
12	尺,兩側分度(三十公分)	—	—			
13	尺,兩側分度(一百公分)	—	—			
14	天平及砝碼	—	—			
15	小試管架(木製)	四	二			
16	試管夾(木製)	二〇	—〇			
17	漏斗架(木製)	—	—			
18	三腳架(鐵製)	四	二			
19	石棉銅絲網	四	二			
20	切片刀或保險剃刀片	—	—	二四	一二	
21	展翅板	六	三			
22	玻片盒(二十五片)	四	二			
23	玻片盒(一百片)	—	—			
24	曲頸瓶架(鐵製)	四	四			

25	角匙	二	一			
26	馬氏鑷鉗	六	三			
27	攝氏溫度計(二百度)	一	一			
28	華氏溫度計(二百二十度)	一	一			
29	葉夾	二	一			
30	瓦缸	四	二			
31	暗箱			四	四	
32	動物採集箱			五	三	
33	枝剪			五	三	
34	植物採集箱			五	三	
35	養虫箱	半		二	二	
36	整枝架			一〇	五	

表十八 部頒高級中學「生活植物標本」設備標準

	部頒標準標本之名稱	備註	江蘇省教育研究會改進意見補充之標本	備註
1	水綿		菊	
2	水藻		豆	

3	羊齒		稻	
4	苔蘚		草棉	
5	秋海棠		大麻	
6	仙人掌		蓼藍	
			蘆苔	
			蓖麻	
			茄	
			薄荷	
			桔桃	
			霧花地丁	
			牛蒡	
			毛茛	
			酵母菌	
			狸藻	
			車軸藻	

表十九 部編高級中學「生活動物標本」設備標準

種數	部類標準標本之名稱	備註	江蘇省教育研究會改進之意見應補充者	備註
1	草履虫		兔	
2	水螅		眼虫	
3	蚯蚓		鴿	
4	蚊虫		兔	
5	蚌錘(蠃虫)			
6	蠶蛾			
7	金魚			
8	蛙			
9	籠鳥			
10	蛙之骨骼			
11	魚之骨骼			
12	沙魚			
13	蜥蜴			
14	蛇			
15	普通益鳥			

16	普通害鳥					
17	附近野獸					
18	蠶蛾生活史					
19	螟虫生活史					
20	蝶					
21	蜻蛉					
22	螳螂					
23	蜘蛛					
24	龍蝦					
25	馬陸					
26	蜈蚣					
27	蝸牛					
28	烏賊					
29	海星					
30	蛭虫					
31	鈎虫					

32	肝蛭			
33	條虫			
34	海綿			
35	水母			
36	珊瑚			

表二十 部頒高級中學「保存植物標本」設備標準

編號	部頒標準標本之名稱	江蘇省教育研究會改進意見應補充者
1	各種莖——仙人掌，葡萄，葱頭，馬鈴薯，竹根。	蠟筆分類——各種代表植物
2	各種葉——竹葉，仙人掌，豌豆葉，及其他雙子葉。	實用類——油蠟植物類染料植物類
3	各種花——豌豆花，蠶豆花，菊花，桃花，玉簪花。	玻片標本類—— 1. 細菌 2. 水綿接合 3. 地錢（雌托和雄托） 縱切面 4. 原葉體全形 5. 豆稜縱切片 6. 洋葱幼根縱切片 7. 蒞葎莖橫切片 8. 甘蔗或玉蜀黍莖縱橫切片 9. 蕨或羊齒地下莖橫切片 10. 冬青葉橫切片 11. 蒲公英之聚藥雄蕊
4	各種根——蒲公英根，蘿蔔根，玉蜀黍根，稻根常春藤根。	
5	各種果實——桃，梨，柿，葡萄。	
6	各種種籽——稻，麥，粟，高粱等。	
7	小麥生體史	
8	其他食品——馬鈴薯，芋頭，藕，慈姑，瓜。	
9	木材——杉，松，麻櫟，楓。	

10	纖維原料——草棉，麻，桑。	
11	其他原料——漆樹，油桐，花生，紅花，竹簾，燈心草	
12	嗜好品——茶，煙草，罌粟。	發生類——小麥之生活史
13	藥材——薄荷，半夏，金銀花，大黃，人參，車前，甘草，桔梗。	

表二十一 部頒高級中學「保存動物標準」設備標準

	部頒標準標本之名稱	江蘇省教育研究會改進意見應補充者
1	豬之骨骼	液浸或剝製類——各門類之代表動物
2	鴿之骨骼	骨骼類—— 1. 豬之骨骼 2. 魚之骨骼
3	龜之骨骼	解剖類—— 1. 哺乳類(白鼠) 2. 鳥類(鴿) 3. 爬蟲類(蝮) 4. 兩棲類(蛙) 5. 魚類(鱒或鱈) 6. 軟體動物(烏賊) 7. 蠕形動物(蚯蚓)
4	蛙之骨骼	
5	魚之骨骼	
6	沙魚	
7	蜥蜴	解剖類—— 1. 節足動物(蝦蟹)(蝶、牛) 2. 棘皮動物(海膽)
8	蛇	玻片類—— 1. 瘧蟲 2. 變形蟲 3. 草履蟲分裂 4. 草履蟲接合 5. 水螅各形 6. 水螅橫切片 7. 蛙腸胃橫切面 8. 蛙心臟橫切片 9. 蛙腦橫切片
9	蛙	
10	普通益鳥	

11	普通害鳥	10 蛙零丸橫切片 11 蛙卵橫切片 12 貓腦 13 脂肪 14 硬骨縱橫切片 15 軟骨
12	附近野獸	
13	蠶蛾之生活史	
14	螟虫之生活史	
15	蝶	
16	蜻蛉	
17	螳螂	
18	蜘蛛	發生類——1. 蜘蛛生活史 2. 蚊虫生活史 3. 蠅之生活史 4. 蠶蛾之生活史 5. 蛙之生活史
19	龍蝦	
20	馬陸	
21	蜈蚣	比較類——1. 哺乳類頭骨比較 2. 哺乳類肢骨比較
22	蝸牛·烏賊	
23	鱧魚	
24	蛔虫	
25	鈎虫	
26	肝蛭	

27	腸蛭	
28	條虫	
29	海綿	
30	水	
31	水母	
32	珊瑚	

表二十二 部頒高級中學「圖表」設備標準

種數	部頒標準圖表之名稱	江蘇省教育研究會改進意見應補充者	
1	葉之組織	植物圖表	1 葉之種類
2	葉之種類		2 花之種類
3	莖之組織		3 花序之種類
4	根之組織		4 果實之種類
5	根之種類		5 種子種類
6	哺乳綱組全套	動物圖表	1 蠕虫形體組
7	爬虫綱組		2 條虫形體組
8	鳥綱組全套		3 棘皮動物組

9	兩棲綱組		4 海綿動物組
10	魚綱組		5 腔腸動物組
11	魚之解剖		6 原生動物組
12	昆蟲綱圖全套		7 胚胎發生組
13	蜜蜂形態	解剖組	1 哺乳類解剖組
14	家蠶形態		2 鳥類解剖組
15	蚊蟲形態		3 爬蟲類解剖組
16	節足動物組		4 兩棲類解剖組
17	軟體動物組		5 軟體動物解剖組
18	蚯蚓形態組		6 棘皮動物解剖組
19	細胞分裂	遺傳圖表類	1 細胞形態
20	有絲分裂		2 有絲分裂
21	雌雄配偶		3 雌雄配子成熟程序組
22	生殖細胞成熟程序		4 孟德爾氏一對因子的交配
23	孟德爾氏一對因子遺傳		5 孟德爾氏二對因子的交配
24	孟德爾氏二對因子遺傳	進化論圖表類	1 同源器官類

25	同源器官組		2 脊椎動物腦之比較
26	脊椎動物腦之比較		3 馬肢之演進史
27	馬肢之演進史		4 始祖鳥之形態
28	脊椎動物胚胎的比較		5 人類骨幣的比較
			6 脊椎動物胚胎的比較
			7 植物系統樹
			8 動物系統樹

表二十三 部頒高級中學「玻璃器皿」設備標準

種數	部頒標準「玻璃器皿」之名稱	部頒標準器皿之數量		江蘇省教育研究會改進意見 應補者		
		普	通最低	普	通最低	
1	大口瓶(木塞)	六〇	三〇			
2	細口瓶(玻璃塞)100c.c.	二	二			
3	細口瓶(玻璃塞)250c.c.	一六	八			
4	細口瓶(玻璃塞)500c.c.	二四	一二			
5	量筒	四	六			
6	培養缸	一二	六			
7	圓玻璃缸	六	四			

8	玻璃杯	一二	六		
9	試管	四〇	二〇		
10	燒杯	二套	一套		
11	玻璃管	四尺	二尺		
12	玻璃棒	四尺	二尺		
13	火酒燈	八	四		
14	玻璃片	六	四		
15	醫藥用滴管	四〇	二〇		
16	漏斗	各二只	各一只		
17	鐘形罩(開頂)	一	一		
18	普通鐘形罩(大小)	各二只	各一只		
19	長頸漏斗	二	一		
20	毒藥瓶	二〇	一〇		
21	培養皿	一八	八		
22	顯微鏡片	一〇〇	五〇		
23	顯微蓋片	一〇〇	五〇		

24	標木瓶(各種)			五〇	三〇
25	標子瓶(一盞)			五〇	三〇
26	注射器10c.c.			—	—
27	誘蛾燈			—	—
28	標本館(各種)			四〇	四〇

表二十四 部頒高級中學「藥品」設備標準

種數	部頒標準「藥液」之名稱	部頒標準藥液之數量		江蘇省教育研究會改進意見應補充者		
		普	最 低	普	通	特 別
1	斐林氏試液(甲、乙)	各一〇〇cc	各五〇cc			
2	蟻酸溶液	一立斗	一立斗			
3	酒精(乙醇)	一立斗	一立斗			
4	碘化鉀液	二五〇cc	一〇〇cc			
5	氯仿	一磅	一磅			
6	硝酸	一磅	一磅			
7	氨水	一磅	一磅			
8	醋酸洋紅	一兩	半兩			
9	甲基米藍染液	一兩	半兩			

10	石蕊藍試紙	一卷	一卷	朱林	48
11	石蕊紅試紙	一卷	一卷	丁立坤	12
12	蒸餾水	五立斗	一立斗	羅樹南陳國	23
13	盪水	五立斗	一立斗	羅樹南	48
14	甘油	一磅	一磅		
15	碳酸晶體	一磅	一磅		
16	澱粉	一磅	半磅		
17	亞拉伯樹膠	一磅	半磅		
18	白凡士林	一版	一小瓶		
19	樟腦	一磅	一磅		
20	純酒精			一磅	一磅
21	紫愛羅			一磅	一磅
22	加拿大樹膠			一磅	半磅
23	氯化鉀			一磅	一磅
24	亞砷酸鈣			一磅	半磅
25	鹽酸			一磅	一磅

26	昇汞				半磅四〇z
27	函拉丁				半磅四〇z
28	阿刺伯樹膠				半磅四〇z
29	草酸				半磅四〇z

表二十五 部頒高級中學其他用品設備標準

種類	部頒標準其他用品之名稱	部頒標準用品之數量		江蘇省教育研究會改進意見應補充者	
		普通	最低	普通	最低
1	橡皮管	半三尺	三尺		
2	濾紙(徑十八公分)	半一打	半打		
3	濾紙(徑十五公分)	半一〇〇	半五〇		
4	瓶刷	半一	一		
5	試管刷	半一	一		
6	石蠟	半一磅	半磅		
7	黑色紙(十二英寸自來)	半一張	一張		
8	繩	半一	一		
9	紗布	半一	一		
10	標簽大小各	半一〇〇	半五〇		

11	塞	- 〇〇	五〇		
12	油泥(二色)	各一磅	各一磅		
13	昆虫針 第號一三)	各一〇〇	各五〇		
14	繪圖紙	- 〇〇寸	五〇張		
15	機器油	一瓶	一瓶		
16	石花菜	一磅	半磅		
17	木髓				
18	勝勝紙			一〇	五
19	洋綫			二	一
20	藥棉			一磅	半磅
21	橡皮膠			二	一
22	鋸			二	一
23	鑿			四	二
24	鑿刀			四	二
25	鑽頭			二	一
26	金工鉗			一	一

27	萬力	○	○	○	○
28	銅箔				二四
29	剪刀	○	○	○	二四
30	鑿子	○	○	○	二

表二十六 部頒初級中學「儀器」設備標準

種數	部頒標準儀器之名稱	部頒標準儀器之數量			江蘇省教育研究會改進意見應補充者		
		普	通	最	普	通	最
1	放大鏡		二〇	一〇			
2	解剖器具		四	二			
3	植物標本夾		二	一			
4	採集網、氣網、水網		各一〇	各五			
5	尺(一百公分)		一	一			
6	試管架(木製)		二	一			
7	展莖板		一〇	五			
8	攝氏溫度計						
9	華氏溫度計						
10	採集袋		一〇	五			

11	掘根器			四	二
12	飼養籠		六	二	一
13	天平砝碼				
14	漏斗架(鐵製)		二		
15	三腳架(鐵製)		二		
16	石綿銅絲網		二		
17	曲頸瓶架		一		
18	尺(三十公分)		一		
19	角匙		二		
20	馬氏黃欵		四	二	
21	葉夾		二		
22	瓷缸		八	四	
23	顯微鏡			五	二
24	切片剃刀或保險刀片			四	二
25	莖剪			五	三
26	動物採集箱			五	三

27	昆蟲採集箱				五	三
28	整羽架				一〇	五

表二十七 部頒初級中學「生活植物標本」設備標準

標號	部頒標準標本之名稱	江蘇省教育研究會改進意見	
1	羊齒	植 物	— 園植物園
2	苔蘚		
3	海棠		
4	仙人掌		

表二十八 部頒初級中學「生活動物標本」設備標準

標號	部頒標準標本之名稱	江蘇省教育研究會改進意見	
1	蚯蚓		
2	昆蟲		
3	蛙		
4	蝸牛		
5	觀察蟻羣		
6	觀察蜂巢		鴿

7	金魚	魚類	魚類
8	籠鳥	鳥類	鳥類
9	刺蝟	哺乳類	哺乳類
10	寄生圓虫組	動物	列入標本
11	條虫組	動物	列入標本
12	水螅形態	動物	列入標本
13	原生動物組	動物	列入標本

表二十九 部頒初級中學「保存植物標本」設備標準

種數	部頒標準標本之名稱	江蘇省教育研究會改進意見應補充者
1	各種葉——仙人掌、葡萄、蔥頭、馬鈴薯、蕁竹根	孢子植物
2	各種葉——仙人掌、碗豆葉、竹葉、及其他雙子葉、單子葉、複葉	油蠟植物
3	各種花——碗豆花、蠶豆花、菊花、桃花、玉簪花	有毒植物
4	各種根——蒲公英根、蘿蔔根、玉蜀黍根、黍根、根麥、稻根、常春藤根	救荒植物
5	各種果實——桃、梨、柿、橘、葡萄	寄生植物
6	其他食品——馬鈴薯、芋頭、藕、慈菇、瓜	牧草植物
7	木材——杉、松、麻櫟、楓	食虫植物

8	纖維原料——草棉、麻、桑	觀賞植物
9	小麥生活史	染料植物
10	其他原料——漆樹、油桐、花生、紅花、竹、藤、燈心草	各種普通荊芥科代表植物
11	藥材——薄荷、半夏、金銀花、大黃、人參、車前草、甘草、桔梗	
12	嗜好品——茶、煙草、罌粟	

表三十 部頒初級中學「保存動物標本」設備標準

名數	部頒標準標本之名稱	江蘇省教育研究會改進意見應補充者
1	沙魚	兔 鼈 龍虫
2	蜥蜴	鼠 蟻 蚊
3	蛇	獾鼠 赤蛇 蟬
4	蛙	鱖鯉 守宮 蚊
5	普通益鳥	刺猬 蛇卵母 蠅
6	蠶或生活史	蝙蝠 石龍子 蜂
7	蝶	牛胃及羊胃 蝮 蟻
8	蜻蜓	鴉 鮎 九蟬
9	螳螂	斑鳩 鯉 臭虫

10	蜘蛛	鷄	鱉	蝦
11	馬陸	魚	鱉	蜘蛛
12	蜈蚣	狗	河豚	蟹
13	蝸牛	雀	雀魚	石決明
14	蟻	鰻	八目鰻	蝨
15	果蠟	蠶	蠶	蠶
16	回虫	鷄	蟬	蜂
17	昆虫生活史	木鳥	蜂	貽貝
18	昆蟲	鷄	蜂	文蛤
19	近野獸	鷄	天牛	田
		蟬	沙蠶	條虫
		魚	海胆	海參
		水	水母	珊瑚
		蔬菜類	海	了解剖
		鳥解剖	魚解	青蛙解剖
		駝或蛙之解剖		犬或貓之骨骼

	鴿骨骼 龜骨骼 蛙骨骼
	鮎或鱧之骨骼
	天牛或蝗之解體

表三十一 部頒初級中學「圖表」設備標準

種數	部頒標準圖表之種類	江蘇省教育研究會改進意見應補充者
1	葉之種類	莖之種類
2	根之種類	果實之種類
3	哺乳綱組全套	花之種類
4	鳥綱組全套	種子之種類
5	爬虫綱組	哺乳類解剖圖
6	兩棲綱組	鳥類解剖圖 爬虫類解剖圖
7	魚綱組	兩棲類解剖圖
8	魚之解剖	棘皮動物組
9	昆蟲綱組全套	腔腸動物組
10	蜜蜂形態	海綿動物組
11	家蠶形態	原生動物組

12	蚊蟲形態	
13	節足動物組	
14	軟體動物組	
15	蚯蚓形態組	
16	寄生蟲形組	
17	條蟲組	
18	水蟲形態	
19	原生動物組	

表三十二 部頒初級中學「玻璃器皿」設備標準

序數	部頒標準「玻璃器皿」之名稱	部頒標準之數量		江蘇省教育研究會改進意見應		
		普通	最低	補充者	通最	低
1	大口瓶(木塞)二五〇cc	六〇	三〇			
2	培養缸	一二	六			
3	玻璃杯二五〇cc	一二	六			
4	試管	四〇	二〇			
5	燒杯	二〇	一套			
6	玻璃管	四尺	二尺			

7	火酒燈	八	四		
8	專用滴管	四〇	二〇		
9	藥瓶	二〇	一〇		
10	培養皿	一八	八		
11	玻璃漏斗	二	二		
12	普通鐘形罩	各二	各一只		
13	形似(圓筒)	-	-		
14	漏斗	各二	各一只		
15	玻璃片(五方寸)	六	四		
16	玻璃棒	四	二		
17	圓玻璃皿	六	四		
18	量筒二五〇c	四	二		
19	原本瓶(大小各種)			五〇	三〇
20	種子瓶(二盞或一盞)			四〇	二〇
21	蠟燈			-	-
22	顯微鏡片			三〇	三〇

23	薄微蓋片			五〇	三〇
----	------	--	--	----	----

表三十三 初級中學「藥品」設備標準

號數	「類標準」藥品之名稱	部類標準之數目		[如有教育研究改進意見應請在表內註明]		
		普通	最低	普通	最低	最低
1	斐林氏(甲·乙)	五〇〇cc	一五〇cc			
2	氯液	一磅	一磅			
3	酒精(乙醇)	一磅	一磅			
4	碘化液	二〇〇cc	一〇〇cc			
5	碘酒	一磅	一磅			
6	碘液	一磅	一磅			
7	銀水	一磅	一磅			
8	酒精水	五立斗	一立斗			
9	銀水	五立斗	一立斗			
10	碘酒	一磅	一磅			
11	炭(晶體)	一磅	一磅			
12	碘酒					四〇 z
13	亞硫酸			半磅		四〇 z

14	草酸			四〇 z	
15	亞拉丁			半磅	一〇 z

表三十四 部頒初級中學「其他用品」設備標準

號數	部頒標準其他用品之名稱	部頒標準之數量		江蘇省教育研究會改進意見應補充者	
		普通	最低	普通	最低
1	橡皮管	三尺	三尺		
2	濾紙	一打	半打		
3	瓶刷	一打	半打		
4	試管刷	二	一		
5	石蠟	二	一		
6	黑色紙	一磅	一磅		
7	繩	一棊	一棊		
8	紗布	一卷	一卷		
9	標籤(小大各種)	每種一〇〇	每種五〇		
10	木塞	一〇〇	五〇		
11	油泥	一磅	一磅		
12	木髓	二	一		

13	昆蟲針	每種一〇〇	每種五〇		
14	繪圖紙	五〇	五〇		
15	機器油	一小瓶	一小瓶		
16	石花菜	一斤	半斤		
17	膀胱紙			五〇	一〇
18	洋線			二軸	一軸
19	藥棉			一磅	平磅
20	橡皮膠			二張	一張
21	剪刀			一〇	五
22	錫子			一〇	五

編 後 餘 談

編 者

本刊爲四川教育廳四大輔導刊物之一。其宗旨在促進科學教學，其內容在報告教學經驗與研究心得，以及新理論新發見之介紹。經一月之籌備，今日始能與諸者相見，編者殊感欣幸。惟本刊創刊伊始，疎漏之處正多，希望諸者能多予以客觀之批評，與熱烈之介紹，尤盼能以富有研究性之著作惠寄本刊，以光篇幅。

本期各文，略述如次：

日晷爲當時之利器，歷史悠久，各國若無各假一具，則可以養成學生親自動手及留心時刻之習慣，頗富有科學教育之意義，本月特請天文學專家歐陽博士爲「日晷製造法」一文，以指示各校設置之方法。

電子顯微鏡爲近代新發明之一強有力之實用儀器，對於化學、工業、及純粹科學均爲用至宏，今承金陵大學物理系講師許國樞先生爲本刊撰其專文，以介紹記者，殊爲欣幸。

余介石先生爲國內關心中等數學教育最有力之一人，「初高中數學課程革新建議」一文，根據最近各國對中等數學之見解，參照我國實際教育之重要因素，悉心研究，整理綜合而成之具體方案，切實易行，教育部已呈准余先生，請其與此方案交商部在各省屬學校試驗。

實驗幾何，無論在實用上，教育上，及科學上均有極重要之地位，實爲中學課程中之重要部門，歐美諸邦，均極提倡，惟於大學始能完善，未見普及。前有女生「實驗幾何教學問題之商榷」一文，對實驗幾何之功能，歐美諸邦之實驗幾何教學運動之概況，既說明詳盡，而對於我國中學實驗幾何之現狀，亦極詳盡。本刊大開其無遺，足以喚醒國人對實驗幾何之重視，樂於推展也。

目前中學數學教材，雖多編其集，實不肖補之必要。在教材有專者，方習合理，是非有科學之研究不可。中學數學研究會前報，刻正從事此項之研究。李純文先生文，是從高中物理學方面調查其所需之中等數學教材，頗足供各方選擇中學數學教材之參考。此外尚有在生物、化學、軍事、統計、地名方面之中等數學教材調查，繼續在本刊發表。

馮瀚先生對中學數學研究，而於算術打表方面，尤具興味。其編打表記，是先生工作的真實，從學生教學者不可不觀。

康定夏先生不單專於化學有精深研究，且爲從事化學教育之實際工作者，經其豐富，「中學學校化學教材之討論」一文是先生經驗之談，極爲寶貴。

科學教學季刊內容及徵稿條例

- (一) 本刊爲供中等學校科學教師研究與進求新知之用，并可作師範學院學生之參攷。
- (二) 本範圍暫以數學物理化學生物四科爲限，其內容包括上述各科教材，各科教學法，學術論著，圖書與儀器之評介，科學新聞，問題解答，及附錄等。本刊除特約撰稿外，歡迎投稿。
- (三) 本刊每三月出版一次，全年分四次，以四月、七月、十月、一月、定爲出版發行之期。
- (四) 每篇字數以兩千至五千爲標準，惟教學法與學術論著，不在此限。
- (五) 來稿須繕寫清楚，並加新式標點，譯稿請註明原文所在，或附寄原文。
- (六) 來稿經登載後，每千字酌送十元薄酬，特約稿不在此例。
- (七) 來稿登載後版權歸本刊所有，但事先特別約定者不在此限。
- (八) 本刊對來稿有刪改權，其不願者請先聲明。
- (九) 來稿登載與否概不退還，如需退還者，請在稿端註明並附足退還掛號郵資。
- (十) 來稿須書明真實姓名及住址。
- (十一) 來稿務請掛號寄至成都茶店子教育科學館科學教學季刊社，或華西壩金陵大學戴仲甫先生。

本刊編輯委員會

- 社長： 郭有守
主編： 戴運軌
編輯委員： 余光煊 陳之霖 陳納遜
李方訓 張雲波 宋大魯

科學教學季刊 創刊號

本期定價國幣一元五角

- 編輯者 科學教學季刊社（成都茶店子四川省立教育科學館內）
發行者 四川省政府教育廳
印刷者 西南印書局
訂購處 成都春熙路中華書局

目 要 期 下 刊 本

磁氣共鳴加速器及其應用……………程守洙

利用國產木油製皂之研究……………康定夏
東士英

川康化學工業原料及其精製法……………張玉田

美國中等學校生物學教材概況……………禹海涵

對數教材……………葉蘭馨

幾何軌跡問題教學法……………劉漢三

初等軍事學上所應用之中等數學教材……………張伯康

中學生數學興趣調查與研究……………陳伯琴

中等數學教學實際問題數則……………胡思齊