

一九五〇年北京市中學教員暑期學習會

自然科學講座

物理之部

中國科學院編印

7
31

北京市中學教員暑期自然科學學習會的經過

一九五〇年六月間，我們曾舉行了十次‘科學講座’。主講人都是由各專門學會代為延聘的專家，講演內容新穎而切合需要，大為聽眾所歡迎。因為科學講座的成功，北京市文教局便向中國科學院聯絡局表示希望我們在暑假期間，專為中學自然科學教員舉辦一次有系統的講演。滿足這個合理的希望當然是我們義不容辭的責任，我們馬上應允了。這就是舉辦這次自然科學學習會的原因。

現在我們把舉辦這次學習會的經過，和從而獲得的經驗介紹在下面：

(1) 在舉辦學習會之先，我們必須知道中學的自然科學教員所要知道的是些什麼？所需要解答的是那些問題？知道中學自然科學教員的需要，才可以安排講演的題目，才可以使講演不致流為形式。因此，在六月底，我院聯絡局便請北京市文教局通知各中學物理、化學、數學、生物四科的教員，將他們所希望在教學上解決的實際問題報告給我們。結果，他們提出問題五十餘條。這些問題經我們整理後，分別送給物理、化學、化學工程、數學、動物、植物、生理、昆蟲、米邱林等九個專門學會；請他們根據這些問題擬定講題，並提出專家主講。

在各學會擬定講題，請人主講時，最好請各學會之間，各位主講人之間建立充分的聯系，尤其對於性質類似的題目，或從不同的角度來討論一個主題時，各主講人最好先行協商，個人担任那些部份，這樣分工合作來準備題材，才能避免重複，收到精簡的效果。

(2) 自七月二十五日開始，到八月十五日截止，計由三十六位專家講出三十四個講題，內分物理、化學、生物、數學四部分。這次的學習會，雖然是為中學自然科學教員舉辦的，然而各部門的幹部同志，中學高年級和大學的同學也有很多人來旁聽。每次講演之前，主講人列出大綱，由學習會用大字報在會場上張貼，供聽眾參考。

(3) 這次學習會的主講人不僅包括着教授、研究員、產業部門的技術首長，並且有永利化學工業公司的工人和蘇聯專家參加。每個主講人都受到聽眾的歡迎；每次講演都掀起了各位中學教員們學習情緒的高潮。

(4) 每次講演時，由學習會輪選會員二人担任記錄工作。記錄經整理後，油印若干份，一部份送本科的各會員，作為小組討論時的參考，同時送一份給原主講人修正，作為定稿，以備付印。但是因為各主講人都有相當繁重的本位工作，而這種改正講稿記錄的工作又相當麻煩，所以常常需要許多時日才能改好。因此最好把記錄的講稿儘量早些送交原主講人去改正，以免耽擱出版的時日。

(5) 每一兩個同一學科的講題講過之後，參加學習這一科的會員便舉行小組討論，討論時頗熱烈深入，並有小組將不能解決的若干問題提出，再請原主講人解答。根據經驗所得，這種小組討論必須認真確實地推敲，不可例行公事，否則便不能把聽講的資料與實際結合，收到這種學習會最大的效果。

(6) 這次學習會的事務工作，例如布置會堂、印發文件、劃分小組、領導討論等都是由北京市中學教員學習會自然科學組的會員們自動的分工合作來擔任的。根據經驗，這種事務工作應儘量廣泛地發動會員中的積極份子來擔任，不應由文教部門單獨主持，或指派某幾個學校的教員來擔任。因為這種工作須由對於全體會員的需要有所瞭解的人來擔任，才能勝任愉快，替大家服務。

(7) 這次學習會的費用，例如佈置禮堂、預備茶水紙張、接送主講人的車費、酬謝講演人的講演費、油印講稿和刊行學習會講演集的費用，以及其它雜用等大部係由科學院擔負。因為原則上應該不增加各學校和教員的經濟負擔。

(8) 這次學習會當然還不能解決北京中等學校自然科學教學的一切問題，但是他們所渴求解決的許多主要問題，都已解決了。可欣幸的，這個學習會已經引起了各方面的注意！不少的中等學校來信索取學習會的講演記錄。在八月十九日第一次全國自然科學工作者代表會議中，本院李四光副院長報告科學院的工作時，曾將這項工作向會裏報告；科代代表在分組討論中，認為各地科學工作者應該和中等學校及文教部門聯合起來，多作些類似這次學習會的工作，因為這類工作真正地可以在普及的基礎上提高、在提高的指導下普及科學教學的材料和知識。

(9) 爲了這次中學教員自然科學學習會的勝利地成功，我們首先應該致謝各位主講人。他們所講的不是單純的普通高等以上學校的教材，乃是爲解答中學教學上的種種問題，爲輔助中學自然科學教員的進修。因此，他們在講演之前須作一番周詳的準備，而在講演之後，仍須解答聽衆提出的問題，並修正講演的記錄。這是一項相當繁重的工作，特別是在溽暑的時候。我們應該對這些位主講人的熱心服務，致誠懇的謝意。其次，各專門學會決定講題，推舉主講人員，北京市文教局對這次學習會的舉辦的種種襄助；最後，最重要的，在學習會裏負責的自然科學教員們主動地參加關於學習會的各項事務，這些都是使這次學習會能夠順利完成任務的主要條件。我們對於各專門學會、北京市文教局和學習會裏負責的幹部們致謝忱。

總之，這種工作要求着中學教員、文教部門、各專門學會、研究機構、大學、技術部門等機關團體的工作者熱心地充分合作，才能作得好。

(10) 這次學習會因爲是第一次試辦的性質，所以尚有一些缺點和偏差。上列的經驗介紹也就是在摸索中獲得的一些瞭解，提供給各方面作爲參考。希望各地文教部門，專門性的科學團體各中等以上學校儘量予以批評和檢討。如果有什麼意見和問題，請提交北京天津街三號中國科學院聯絡局，我們必然儘量採納和解答。

(11) 參加一九五〇年北京市中學教員暑期自然科學學習會工作人員，特誌之如下：中國科學院聯絡局：赫葆源、鐵論。北京市文教局：孫亞寧。北京市中學教員學習會自然科學組：總幹事，劉景昆；數學小組幹事，管恕(主任)、申价人(副主任)、王卓亭(副主任)、劉從謙、嚴以誠、吳鴻邁；物理小組幹事，耿克仁(主任)、李季暉(副主任)、張子鏢(副主任)、陳德雲、徐玉蓮、胡玉芬、于克三、劉希璞、劉福洲；化學小組幹事，符綬璽(主任)、周玉重(副主任)、徐翰清、高同恩、董學增、馬敬修；生物小組幹事，胡西英(主任)、王恩多(副主任)、徐晉銘、王以誠、申墨林、劉慰先、張曉台、劉詩瑜、常鳳舜。

中國科學院聯絡局 一九五〇年十一月

目 錄

物理學的理論與實際結合的教學法·····	方 嗣 樓	1
原子核物理的新發展·····	朱 光 亞	10
狹義的相對論與普通相對論之大意·····	周 培 源	15
有關自然現象問題的解釋·····	褚 聖 麟	21
今日的無線電傳真和雷達的和平運用·····	孟 昭 英	25
金屬物理近年來的發展情形·····	葛 庭 燧	40
光譜和原子構造·····	趙 廣 增	52
波動與微粒的統一·····	王 竹 溪	57
物理教學如何結合自然辯證法·····	何 成 鈞	61

物理學的理論與實際結合的教學法

方 嗣 樓

(北京師範大學物理系)

〔說明〕這篇文字是一篇講詞。這個題目是北京市中學教師們在科學院主辦的暑期科學講習會裏提出的。我在講演以前，曾經邀集我的北京師範大學物理學系的同事們，數度研討，共同擬訂一個提綱，並由本人提詞充實內容，再由本人在7月25日上午對北京市中學理化教師們報告。講後，承科學院邀請整理講詞原稿，我才把它來發表。這篇文字是針對着在教學上的結合法，因為時間和篇幅的限定，只能把結合的原則予以報告，教學法牽涉的其它問題，不能深入，只好留待另文發抒，尚請讀者原諒。又本文雖經我的同事共同提綱，究是初步意見；離了實際或掛一漏萬，在所難免。還望國內從事物理學教學工作的同志們多予指正，中國科學教育幸甚幸甚！

一 中學物理學在教學上理論與實際脫節的情況及原因

我們在報告的前段，先要把物理學教學上的實在情況加以分析和認識，再來針對各個偏差設法糾正。實況和原因的重點大約是下面分列的幾項：

1. 理論與實際脫節的情況如下：

- A. 教材：教本所編輯的教材過偏於理論的陳述和衍證，甚至忽略了理論所根據的事實，和具體而現實的自然現象。
- B. 實驗：學校缺乏儀器的設備，不能供作表演和實習，只是空談理論。
- C. 教法：在教學上祇重視理論的陳述和公式的推衍，卻不就現實事象分析情況，認清關係和關係間的規律，更不把理論連貫到實際事象羣間的關係，而多與以說明。

2. 理論與實際脫節的原因：脫節的成因很多，我們只就重點分列如下：

- A. 社會的原因：中國的科學教育是從外國整套地搬運過來，只在學校裏傳授，還沒有深入農村社會，所以社會的實際情況和物理學有交接不密的疏隔，也很少有自然以外的事象可供參考。
- B. 方法的原因：物理學在構成理論時所使用的方法有它的本質上的弱點，就不能使實驗的環境條件完全滿足理論的要求。譬如法則的近似法和抽象的可能性都能使理論與實際結合置於懷疑的意境。其在事象與事象之間，

以及概念與概念之間，施行一種抽象法時，常常地有不能維持其原始條件不變，且不能使同一事象重覆至無數次，以至毫無異微變象發生，而有完全同一之經驗與概念，實屬至難。這毋寧是自然法則的缺點，致使物理學教師在講述理論時，對於實際事象的結合常有不能完全滿足的事情。

C. 試題的原因：以往國內大學招考新生的試題有一種嚴重的偏差——物理試題多偏重理論的推衍和計算。教師們爲了顧及學生們的學業，不願讓他們臨試落第，惟有投其所向，所以中等學校的物理學的教學也偏重理論而忽視實際了。這誠然是一種不合理的考試！大學教授們只圖個人嗜好或爲了評題閱卷的方便容易，竟至使全國學生們誤入歧途，受人指摘。

D. 教本的原因：許多教科書的編者因主觀或爲客觀條件的誘惑，也走向理論的空談，或且以此夸街高明，似乎不願瑣談事實，以致書中多是理論和算式，甚至路歧紊理，不辨對象，如張開圻的高中物理學最爲嚴重，周昌壽次之。而且，教本的編纂權操在幾家書店和幾位僱傭編輯的掌握，全國教師們只有望風而靡，引爲憾事。

E. 設備的原因：國內中等學校的物理儀器設備完善的不多，一般幾至沒有物理儀器可供試驗，尤其是在抗日戰中或新興的學校裏，全是抱着書本空談理論。缺乏設備的原因不盡由客觀環境條件所限，也有緣於人事未盡，志

力不堅，不會努力求全。這是招致理論與實際脫節的一個重大原因，也許是最重大的偏力。

F.師資的原因：抗日戰起，師資浮濫，多有未克盡職，敷衍從事；非但不能把理論與實際密接結合，就連事象也說不清。我個人在所謂大後方的西南所見的有不能計數地多；更有莫知所云。

二 怎樣才是理論與實際的結合？

在我們論述理論與實際的結合之前，先要把理論和實際的各個意義或範疇略加說明，然後再說結合是什麼？是怎樣？

1. 實際是什麼？我們解釋實際的意義，不用哲學的觀點去追求它的真實性，但以科學工作者的眼光來說實際，只能說是自然界和它所包羅萬有的事象，以及人類在生活和工作中的經驗事實的集合體。自然界的現實事象具有客觀的存在性，而人類的經驗事實乃由事實的存在所得物覺（非幻覺）經驗與認識，也就具有它的客觀的真實性。
2. 物理學所交接的實際是什麼？人類生活於自然界裏，有由經驗認識而感覺到自然的存在和實際的範圍。物理學以自然界和所包括的事象為研究的對象，常常地與人類生活和工作的實際接觸，就很平易地從實際事象中依它的目標去選擇它所研究的資料或題材，更從這些事象裏去認識事象羣間的關係以及事象演變所含的自然規律和自然法則，經過抽象，思惟，推理和辯證的幾重步驟，才把事象所構成的概念綜合和歸結為理論。所以物理學在理論的構成的過程中，自始至終都是和自然界與人類生活的實際相交接的。我們再分析物理學所交接的實際是些什麼。
 - A. 自然現象：自然地或依自然的規律而發生於自然世界裏的事象就叫做自然現象。這是非人為的。
 - B. 經驗事象：人類在生活和工作中，在人力設施的環境條件下，無意識或有意識地察覺到的事象，即是所謂日常知識或經驗。這是與前項現象略有不同，就因為這是在工作中把自然的環境或條件改變了才會有的。

C. 實驗事實：因為自然現象有不可期待，人類不滿於自然條件的限制；才設法改變環境和條件，而且為了要達到某種認識的目標才用器械的動作去摹倣自然，使它在適當地改變的條件之下能够發生或仿造事實。這就是實驗的事實。因為它有特殊的目標專意尋求的，確是不與前兩項相同。實驗是科學工作中必取的一種手段或方法，能够供給新和舊的事象，才能擴張人類的經驗認識。這是物理學最有效的方法。

D. 應用物理學的事實：由於人類了解自然的知識增長，人類享用自然的能力也提高了，科學的知識和理論被應用於人類工作中，作了工作的指導，增長了人類工作的效能，同時也拓展了人類工作的範圍和方法。物理學於是隨一般科學被應用於工農企業了，也會積累了不少的成就。從人類社會思想發展史和科學發展規律來看，從今以後，物理學對於人類文化的貢獻更會與日倍增。由於人類在應用物理學的工作中，因環境與條件的供給不同，發見許多異乎自然發生和日常經驗的事實。例如電波和原子能的應用不斷地反刺激着新的發展。這類事象能促進人類社會文化發展，也會隨人類享用科學和文化發展而蕃衍。

3. 理論是什麼？物理學的理論是由於既知事象所得的經驗歸結為論理的前提或根據，它不僅使經驗的事實得到歸結，還可藉推理的法則把未曾經驗過的事實歸結起來，並且把兩種統一起來，而成為一個思想體系。這是認識自然界事象羣間的關係和規律所顯現的真理的一般法則，過程和歸結。它在構成之前是一種假定，經過了論理的法則與過程，最後被事實檢證，才能確立為理論。假如它在最後不能訴之於事實的肯定裁判，或竟被反裁判，它非但不能確立為理論，就是當作一種或然的假說也還不當。如理論光學中的以太和古典物理學中的連續性等都是不合於唯物辯證論的虛幻。

4. 理論與實際的結合是什麼？

A. 從實際事象綜合成理論：從科學的初步發展去認識物理學的初步教學法，那末，中等學校的物理學教學法似乎必要或必然地從實際事象着手分析情況，瞭解關係和關係的演變，

以及關係羣間的規律，才能把握住理論發展所根據的事實基礎和真實意義，才能對於所遇到的現實事象作出明白正確的解釋和判斷。

B. 從理論返回到實際：用自然法則從事象和關係抽象並歸納而得到概念和理論，更經衍繹和檢驗或辯證，才能意識到理論所有更廣義的涵義和衍義，且能概括更繁複的事實和應用。

C. 理論與實際結合的整個體系：從自然科學，尤其物理學的發展史實和規律的啓示，理論與實際必須是互相緊結的，才成為物理學的理論或思想的體系。就物理學的客觀內容來說，自然事象間含有一定不易的物理的規律，來構成它的理論或思想體系的骨骼。反過來說，物理學的全部莫不有客觀存在的或具體而現實的事象作確定的根據，並以之為強固基礎。更從物理學應用在各方面來講，實用事業要有理論作它的指導，才能顯露事象的詳細情況，正確關係，一定規律，和錯誤的原委，然後才能設法改進，才能克服困難和臻進應用的效益。理論與實際密切結合和互助的結果不斷地發見新事象，提出問題，也解決問題才能促人類社會文化的發展，也就是社會思想發展的規律和重要因素，我們只須憶及最近五十年來物理學的發展史實和人類社會文化發展的跡象，我們不能不驚贊且歸功於自然科學的研究法則的創造，以及理論與實際密切結合的新生力量。

4. 結合的範圍：一般地說，物理學的規律和概念都是從實際事象抽象出來的，而理論又是從概念綜合和歸結而得的。不過實際事象有繁簡，顯隱和難易的不同，卻是出於人類的認識或瞭解能力而決定。人類從生活與工作中的知識與經驗把實際劃了一個範圍。這就是人民對於環境和對於實際的瞭解範圍。所以在中等學校裏講授物理學應就中學生們的瞭解範圍或生活環境裏把實際事象和物理學的理論結合起來，才能求取他們的瞭解。否則超越了這個範圍，理論縱有事實作堅固支持，卻不是現實的（對於中學生們而言）。事實和理論都不是中學生們所能領悟或想像得到的，於是他們便以為理論已脫離了

實際，而深陷在抽象和幻想中了。事雖如此，物理學範圍卻不能被困死在這個知識的禁牢裏。因為物理學的教學果真如此受禁，物理學的知識能够被傳述的就會太少了，而且教育的啓發智慧的效用也就大為減縮了。中等學校的物理學講到這個邊緣或更外，就需要儀器的設備充作表演和實驗，擬效自然，改變物質條件，使適合於事象的要求，才能任事象發生，以達成觀察或工作的目標，增長學生們的經驗認識，才能拓展他們的實際範圍或了解範圍。在工業都市和農村牧野的迥異環境裏，人民有不同的生活和工作的經驗與知識；他們的實際範圍相差甚闊，而他們了解實際和理論的能力也有寬狹的距離。所以在不同的環境中，物理學的理論與實際結合的範圍應隨學生們的生活環境，自然情況和工作程度而定，卻不能以他們的生活和經驗作物理學的知識與理論的圈囿。

三 怎樣去結合理論與實際？

1. 在現有條件下改進教學法的可能性：

A. 現有條件的弱點：在中國的現實社會裏，工業方在開始，農業還不脫原始狀態，人民的生活和工作也很少是合於科學規律的，以及學校的環境和物的條件隔離物理學的理論的要求太遠，人民的科學知識幾乎全靠教師和書本來傳授，少有實際事象可供人民作思想的反映。不寧惟是，中學生們多數自農村社會聽得許多神鬼故事和讀了許多傳奇小說，漸漸地養成了好虛幻的嗜好，對於自然環境和實際事象也是漠不關心，所以很少吸取科學知識，尤其缺乏科學的基本事實，甚至被迷惑心理排斥了科學的真理，總之，中國大眾人民的現實社會是‘非科學的’，更少‘物理學’的傳聞。這是在學習物理學的基礎上的弱點。相反地，一個物質反映的社會對於人民的學習是多麼重要！

B. 現有條件的容許性：就一般說，中等學校的教育條件和對於物理學的容納量實嫌太狹。我們就學校教育範圍內來談科學教學的改進，大約有四個要圖，即是：（1）大量培植優良師資，（2）改進教學法，（3）充實儀器設備及（4）改編教本和精簡教材。其它課外輔助辦法暫不

計議，我們這項分析這四個要圖的可能施行的限度：(1)是政府和師範教育的高等學校共同坦負的責任與事業。(2)是受物的條件限制的，如學校經費不足，儀器供應太貧乏和粗劣，運輸交通很困難，和其它。這些雖是必須克服的困難，但在目前還有不是學校能够自行解決的。(4)是現存的嚴重問題，控制了教師們選用適當教材的自由與願望，因為教本的編輯發行權自始被操縱在書店和僱傭編輯者的掌握裏。好在中央人民政府教育部中等教育司已經注重這項改進工作，並已擬出精簡教材綱要，暫行試用，而對於教本改編事項還未見諸實行，料想改進教本一項當然地是要實施的。我們且撇開(1)(3)(4)三項暫且不講。

(2)改進教學法是我們今日所報告的題目，也是值得大家共同討論並實行的一個主要企圖。我現在且就教學法的改良意見的一般原則針對着物理學的理論與實際結合的方法來提供意見。但關於改良方案和教材內有那些應如何結合的細情，暫且按下不表；或者，留待另個機會再說。

2. 結合的方法及其運用：

A. 結合的方法：我們先把結合的方法分作幾點來講：

a. 講述自然法則：我們運用自然法則講授自然現象和經驗事實的內容時，應逐步地分析，比較和綜合事象的關係的演變和關係演變的規律，更藉抽象以形成具體的概念，及以歸納而構成規律與高級概念聯合的思想體系。例如：波以耳定律和胡克定律的講述，先要引述學生們在生活中所曾經驗過的事實，如吹氣筒，皮球，和車胎灌氣的事例，以及扁担，槓桿，樑梁和彈簧等的屈撓與伸縮等事實，然後分析各物理事項並指出它們間的關係，再用器械實驗表彰出來，還要使它們數量化，更藉觀測和計算去求得各物理量間的關係演變的規律。這是從事象去求規律，即從經驗中去抽取基本的或低級的概念。這些規律或低級概念就是物理學的各個獨立的卻是基本的事實，也是物理學的理論的基本建築材料。如果

要使用這些基本事實建立一個統一完整的物理學的理論，必須從這些事象之中或事象之外再行高度概念化後，於是提出分子論的需要，和它必須滿足事實要求的各個條件；於是作為各個基本事象的解釋，並藉此推斷或預卜其它已知或未知事象；再經諸般事象的檢證肯定，才能確立為分子理論。我們在講述這般理論，既不能脫離實際的事實，也不要亂了構成理論的程序，才能使理論與實際結合得嚴謹通順，令人易於思省。

b. 實驗方法：許多物理事象因受時間，地點或其它條件的限制，不能自然自在地出現於我們的環境中，或有因條件不適合我們的目的或要求，我們卻不能期待事象的自然地自發，於是才有實驗的要求。在實驗裏，我們既已認識了事象發生的條件，但為適應我們的觀測目的的要求，必須把條件改變一部分，然後設置器械，仿效自然法則，或略加以條件的適當地改變，以利於事象的發生，於是才能依照目的而行觀測。這就是實驗方法；這才有實驗方法。對於物理學研究者而言，他們的目的是在尋求新事象，新問題和它或它們的理論的解釋。但對於物理學的教育者而言，他們的目的是在介紹物理學的知識給學生們，尤其是要成系統地或整批地介紹給學生們，所以最重要地是在於物理學的理論的介紹；因為理論能統括又能指導一大羣事象，便於或利於記省和理解。正為了理解，徹底地理解一大羣事象所造成的經驗，所以才要理論來作指導；同時為了把握理論的意義，就要瞭解理論所統屬的一大羣事象，於是才有理論與事象結合的要求。在整本物理學裏，尤其在整本理論物理學裏，所有的理論都是和事實相結托的，我們只有很少可控訴的。但是，為了貫徹我們的教育目的和提高教學效能，學生們有他們的生活環境和瞭解環境的經驗認識；當然地不同於教師或其他物理學研究者或教學者的認識。所以在以實驗方法授與以物理學的知識時，只能就學生們的現實環境和現實瞭解力，而行

理論與事實的結合。這才是理論與實際的結合法。也正爲了要把物理學的理论與學生們的實際環境中的事象或近似的事象互相結合，所以要借重實驗的方法。

- c. 實習和參觀：因爲學生們生活的環境很是狹窄，從環境中所吸取的經驗也很狹窄，即使能從學校的教育環境中獲得些許補助經驗，但是不够學習物理學和瞭解理論的要求，於是擴張基本經驗認識的必要；於是求有求之於學校以外且較學校環境更深廣更有利的條件，舉行參觀和實習。參觀是在促進機遇的經驗認識，而實習是在實地工作中求經驗和經驗的理解，因爲重複的經驗是能喚起工作者的反省和理解。所以，參觀一個內容較新較豐富的环境，是有裨益於學生們的對於實際經驗的擴張，也是有所裨助於物理學的學習，易爲理論與實際事象的結合。
- d. 解答問題：學生們在生活和學習中常常地有不注意或注意不及的時候，這才是教學上的‘盲點’。在這些當兒，一位物理學教師就要設法補救——去喚醒他們的注意——取消這個盲點。最有效的補救辦法，是提出問題，去激動或攻擊他們，必須讓他們起而反攻，嘗試了各個攻擊方法與技巧，才認識了問題的本身，類似和相關的問題，和密切相依的理論。所以，提出問題，促起學生們注意解答是使學生們在分別認識理論與事象之後，就會理解到理論與實際的結合。
- e. 指導工作：在問題練習之外，對於高級中學的學生們還要促起他們注意課外閱讀和工作，使他們多多地吸取知識與經驗，並要教給他們以運用推理，計算，和辯證等法則，能於事象間的關係以及關係間的規律，推求各個不同的結論，並藉唯物的觀點去判斷事象和理論結合的真偽或程度。

B. 結合方法的運用：我們知道結合的方法，還要知道方法的運用，尤要知道運用方法的限度和條件或情況，如是才能運用適當和靈巧。現在且把方法的種種運用法說一個大略如下：

- a. 理論的把握：要把理論與實際結合，就要認識事實和把握理論；要把握着理論，就要

把理論的根據，涵義，衍義和限度都逐個認識清楚。能够把握了這些，才能瞭解理論的必要方法和手段，以及選擇所根據的事實。

- b. 方法的使用：要把理論與實際結合得正確和密切，就要知道方法的運用和選擇。因爲自然法則的使用是受客觀的情況而有選擇的，也就受客觀的條件限制，更會因接受方法運用的學生們的理解力或可能性而有限度。還有在自然法則上，由觀測而得的經驗實際與由推理而得的理論實是有距離的，不論怎樣地渺小，只是可近而不可‘全同’。例如慣性定律的求得，只能以輕重不等的物體自同高落下，而觀測其達地的先後時差，於是由比較分析落下物體所受空氣的阻力對於本體重之比越小的，它的落下越逼近於在真空中之墜落；越近似於物體在不受外力干涉的自由運動。如是求得的慣性定律是物體不受外力阻礙的運動。但與此成對照地，在地面上和在真空中，運動着的物體都受了外力干涉，只有程度的差別。因爲地面上固然地有空氣阻礙物體的運動，就是在真空中也還有些微殘留的氣質存在或其它外因，還有不能完全消滅的影響。觀察所得的實際就不能與理論的真實全同了。所以，實驗觀測法則的求真性是有缺點的。一位物理學教師在講述慣性定律或類似這樣的問題時，就應知道這些法則上的限度或缺點。

又在運用這種‘近似性’來講述慣性定律時，教師們必須審度學生們的瞭解力或接受這個法則運用的可能性。例如慣性定律中，不受外力干涉的物體能够保持其恆靜的狀態，乃是學生們人人都易曉的，但對於其直線勻速的運動的保持，卻不能理解了。因爲，學生們對於‘直線勻速的運動’的概念不能了解，就不能接受。於是在這樣一個情況之下，教師們就要審察學生們的生活環境和已有經驗，例舉許多經驗的事實來作比較和比喻，從比較中移換條件，逐漸地推移，到了最後，藉想像或抽象的法則，一步躍進於理論的準則，才能歸結到‘直線勻速運動’的持續，以及慣性的範圍與乎定

律的真實意義。

觀此，我們在講述理論和概念時，對於自然法則的運用，必須與以縝密地考慮；而且，在運用時，還要有步驟而具體，且是有條不紊。

c. 事例的選擇：在講述理論時，爲了要與實際事實結合，對於用作例證和解釋的事象，必須選擇那些具有簡單，具體，確實和適當等條件，事象與理論間的關係和過程也必須是簡，直，確，切。此外，教師還要審察學生們的實際環境，選擇恰當的事實來結合理論和證實理論。

d. 客觀的態度：教師們在陳述事實，解釋現象和推證理論時，必須隨事象和理論的客觀的實在情況說出，講述者的言辭和態度也要是很誠懇和慎重，不可用游移，妥協或武斷的詞意。最好在論述中，把講述人的‘主格’盡心盡意地迴避起來。

3. 教學的技術：在中等學校裏講授物理學是需要技術的。中學生們對於物理現象不甚注意，對於物理學的理論或許以爲煩苦。教師們臨講時重在喚起他們注意，傾聽關於事象演變的陳述，並追求理論的真實意義。巧練的教師善於瞭解學生們的環境和注意力，揣測他們的經驗，選擇他們所能瞭解的現象及所能領悟的理論，運用他的精明練達的表現力，只要三言兩語便吸住了學生們傾聽，喚起他們的記憶和經驗，攪起他們的好奇心，慫恿他們要求理解，啓發他們運用物理的觀點或唯物觀點，去分析事象，瞭解關係，歸納規律，構成概念，和設立理論。

4. 課內的結合：

A. 講授：教師在依據教本臨題講解的時候，應針對着現實事象，提出問題，標舉許多重點和疑點，啓示線索，任學生們虛心審問，扶向正途；簡短津要的質疑提挾是啓智也是警誡的良劑；因材施教，遇事審察，不爲教本困限，正是補充教材的良機，也是聯繫實際的繩索。但若陳述事象過於冗長仔細，大小無遺，也許會使學生們覺得膩煩；抄寫板書過於淵博周詳，雖是良好的備忘資料，惠及少數勤慎學生，卻使一班失了機會自反自省，不能施展理解，極遲思惟。所以，對於初中學生們教學，須要多

舉現實事象，扼要說明，使他們增長經驗。如果能擇奇難的事象，用巧辯的言詞說出，更易引起學生們的省悟。對於高中學生們教學，應就實際環境把事實和理論聯繫起來，指點肯綮，引發他們的理解與思惟。

B. 實驗：我們爲了認清物理學的理論和進求宇宙的真理，只能從物理世界或自然世界裏的真實事象去求經驗，思辨，檢證和判斷。但因自然環境有不可期待，不合目的和不盡精細的缺陷，所以我們才有訴之實驗的要求。從事於物理學教學的工作者們應把物理學的基本實驗和訓練特別地著重，不拘表演或實習，都要切實執行，盡量表彰事實，提供參證，才能闡揚理論，樹立思想體系。在中等學校的課程裏有不可和不應缺略的基本實驗，應當盡力促其實行，免致障礙學生們的瞭解力和信心。而且，在實驗室裏，對於實驗的技術和手術須要臨場指示，糾正偏差，才能使學生們得到應備的基本技術。

C. 練習：學生們認識事象不够透徹，對於理論不能接受，對於定義和定律的真實的嚴格的意義不能記省明白，以致多少錯誤或誤解。這些是必有而必然的事實，卻不是學生們的片面責任。教師們的最大責任或負累就是糾偏改錯。所以在教室內應很頻繁地提出精簡津要的問題，針對現實事象。尤其要就生活工作中不斷地遇見的事件，質疑究竟，捉狹刁難，才能促起學生們注意事實，辨識事象，認真理解，徹底理論。現象和概念的解釋是訓練思辨的好題材，尤其是初中物理學習題的中心對象。還有，初中學生們對於解題的途徑不明，迷途亂闖，結果還是不對。精明練達的教師們由經驗中偵查得學生們最易弄錯的歧路和最難通過的關津，就要選擇一些例題，當堂解答；尤其在理論的寒、漏地方，蹈襲學生最易干犯的錯誤，引起學生們自反自省；最後揣度學生的心理和思想及其致錯的迷津，加以指導，並從思索的途徑予以匡扶，才能使學生們頓然覺悟，明察正邪。多少年來，高中物理學的教材與教法已經走入歧途，積重未返。那就是選材命題都有偏重計算，死套公式的笨法，忽略了實驗和現象，尤其忽略了實際問題，雖

緣外因，究竟是一種不可放任的錯誤，應予迅速糾正。學生們如果不能認清當前事實情況，不瞭解條件所許的推理法則和手段，沒有正確觀念，縱能按式算題，也是半知半解，瞎攪瞎抓。教師在擇事命題的時候，還要顧到學生們的經驗和理解限度。

D. 教材的一般結合原則：中等學校的物理學教材究竟怎樣把理論與實際密切結合起來，確是一件很巨大而具體的問題，也是一件很冗長而瑣細的問題，恰和中等學校物理學教材精簡問題是同樣地重要和艱鉅。我們姑就一般結合原則提供意見。如果原則一經同意，更經公決，那麼，結合的方案可與教材精簡方案合併計劃和施行。中等物理學教材關於理論與實際結合的一般原則似應有下列幾項：

a. 中等學校物理學教材應結合着學生們的實際生活環境中的經驗事象，以及工農社會環境中的物理現象和工農器具所本的原理。

b. 和初中物理學教材重在現象的講解，而教法重在啓發和歸納。高中物理學教材重在實驗、觀察和應用，並略加計算，而教法重在演繹和演繹。〔案：歸納與演繹原為形式邏輯的兩個法則，現時為人輕視。然而物理學以及其它自然科學在從事象尋求理論的程序上，即在運用自然法則以求理論時，若要避免不用，斷不可能。但依物理學工作者的看法來說，形式邏輯（特指歸納和演繹二法）對於辯證邏輯是好比牛頓的古典力學對於愛因斯坦的相對論力學；前者是一種低級邏輯，而後者是一種高級邏輯。各有不同程度，所以在各個選定的範圍內使用起來，也有各個方便和相對的妥當性。至少就物理學的需要與運用便當來說，歸納與演繹還有它們的不減價值，未可厚非。〕

c. 中等學校物理學的學習路線是從事象引出思想的概念和聯繫，來組織物理學的知識，即藉直覺經驗引出思維，所以要選擇簡單的自然現象，和在合理條件下所割出的隔離環境中，藉器械的試驗表演，把物理事象的演變經過完全暴露出來，給學生們記取和瞭解。

d. 爲了適合學生們的實際生活的需要，物理學的各個部分都要指出實用的器具和用途；更爲了灌輸現代工農業或科學事業的知識，工農業或科學的重大事象和重要器具的物理的原理也應當介紹給學生們。

e. 在力學和物性學部分裏，教材應結合着地面的力學和物性事象，以及初淺的天文現象。在熱學部分裏，應把理論結合着氣象，海洋（或水文）和家常生活。在聲學部分裏，應把聲學原理結合着樂學，樂器和建築學，以及聽覺等事象。在光學部分裏，應把照度，反光，折光，和虹霓等現象結合在教材裏。在電磁學部分裏，應把家用和工農業所用的電器與教材結合。這些祇就學生們的一般生活環境而言，但不被這些局限。

5. 課外的結合：在課堂以外和教本以外，學生們在生活和工作會經見過不少的物理現象，更有不少的自然現象和工農醫藥等業中的器具和設備，都可供學生們在課外學習，所以修學旅行以及參觀工廠、農場、礦區、醫院和科學教育館等處是很有效的學習，最能把物理學的理論與實際結合。課外的閱讀也可增加許多常識。科學畫報，工學和農學雜誌都能增長實際經驗，教師應給學生們介紹，並給他們評論。學校環境如果有工廠和農場，教師應隨時促起學生們注意實用物理學的知識。更好的是學校設在大工業區裏，學校當局和教師應趁機會和儘可能爲學生們介紹暑期短工，讓他們從工作中學習和訓練自己。

四 結 論

關於物理學的理論與實際的結合，以及物理學的教學法種種，我們已經說了不少。物理學的理論應與實際結合，已成為物理學教學的鐵則，也是從事物理學教育工作者應當共同努力的一個準則。可是物理學的教學法不能當作一個孤立問題來講，因爲它與學校的設備，教育的環境，以及教師的修養都是息息相關的。我們且就這些相關因素約略地申論，來作本題的結論。

1. 方法與設備：物理學的理論都是根據自然界的事象導出，也要經過自然界的事象的證驗而確立。當自然的事象不能應時或適合我們的目的

的要求而發生時，我們才要用器械的設備應目的的要求在某些條件規定之下來試行實驗，或作事象的表演，或作已設理論的說明，又或作新事象的搜求與理論的新的發展。由理論或假設所推斷的事象如果不能獲得實驗的適當的證明，那末，所有關於理論的推斷就只能看作未知或不可知的事象，或是不確實的。物理學的理論都是經過自然法則的嚴格檢定才能成立或認可。這其間只憑物的客觀的檢證，不能攙雜絲毫的主觀的假定，所以是唯物的和辯證的科學。一位物理學的工作者，不論在教學或研究上，必然地且必要地遵守這條訓誥和這種精神，看重實驗和其它自然法則；對於教學而言，尤其要把這種精神或這種態度昭示學生們，也要促使他們得到和確守這種唯物的辯證法則的學習和修養。對於初級中學教學而言，學生們的瞭解力多是由直觀經驗。這是很正當的，教師們應當答覆他們的這種正當要求，給與他們以實驗表證。尤其因為和初中學生們對於事象的口語敘述，缺乏一些事想力，必須藉直觀經驗而易於記憶，所以，物理學的表演試驗是不可缺的了。否則，和初中學生們對於教師所講述的不能獲得深刻的印象，不能記省，或竟不相信有這等事象和這個理論。因此教學的效能大為減縮。更有，高級中學如果缺乏器械的設備供給學生們自學或實習，他們非但難於瞭解理論的真實意義，而且無以獲得應有的技術修養。所以，實驗設備關係中等學校物理學教學最是深切，教師們必須排除萬難，促其實行才是。

2. 方法與環境：物理學的學習需要一個供給經驗的環境。一切學習都要依靠學校設備來作試驗，還不如一個工業社會或通商大埠裏不要學校的教育效果。中國社會的現階段方在開始建立科學的工農業，學生們卻不能等待這個理想的科學的社會發展。所以在學校教育之外，應該藉旅行參觀工業城市，去吸收一些科學知識，拓展經驗認識，來臻進物理學的教學效能，達成理論與實際結合或合一的目標。

3. 方法與教本：現行的中學物理學教本有很多不可掩飾的缺陷——在教材的選擇和編輯，以及方法的運用都犯了或多或少的嚴重錯誤。中央人民政府教育部已經覺察了這個弊象，中等教

育司並且很認真這個問題的重要性，正在企圖改進。第一步是暫把中等學校的物理學教材就現行教本與以精簡，並已擬訂方案，正待施行；將來還要審定教本。第二步是尚在準備，也正在研究蘇聯的科學教育制度和教本的編制，將來要用唯物的觀點和新創方法來重新編輯教本。教本應根據教學經驗和教學方法來編輯，而教材應按理論與實際結合的原則而選定。這是今後中等學校物理學教本編輯的方針，也是中學物理學教育工作者的共同努力的方向，並要朝著這個標的共同擔起這個艱鉅責任，或提供關於教材與教法的意見，或從事於編輯事業，來著成幾本完美適用的教科書。

4. 方法與師資：中等學校物理學的教學不僅要求好的設備，好的教本，和好的方法，還要有好的教師。教師是領導這些教學工作者，應有他的完美的資格。我們且就師資提供幾點意見：

A. 教師的修養標準或條件：

a. 博學，慎思，明辨；b. 有唯物的觀點；c. 有物理的世界觀；d. 把握理論和瞭解實際。

B. 修養的方法：

a. 博覽羣書；b. 參加學術會議的活動，進行學術鬥爭；c. 遊歷參觀；d. 進修；e. 交換教學經驗；f. 向羣衆（包括學生）學習；g. 批評與自我批評。

綜觀上面列舉的教師修養標準和方法，我還要略加解釋。修養的標準只有博學，慎思，和明辨是不够的。因為在社會發展的現階段，人類思想已進到唯物辯證的了，主觀論和觀念論等已經退潮了。一位物理學者看待人類社會和看待自然要用同一法則——唯物的。尤其對於自然的看待，要把一切看成物理的，可能用物理的論觀去解釋；即使在現時代還不能解釋，人類社會思想發展的途徑和最後目標相信必定如此的。又修養的方法是很重要的，我提在上面的是至少的限度。教師們的各個修養不同，料到還有更高明的。我所說的是針對着物理學的教學，而且對準着‘理論與實際結合’的目標。

5. 總結：綜合上論，我們認識在中等學校物理學的教學工作上，教師們應針對着理論與實際結合而教學。爲了貫徹這個標的和完成他們的任務，他們的當前措施是要從改進教學方法這一

環節做起。但關於教學方法相依切的措置辦法也要同時設法。因為學校的教育環境，儀器的設備，教本和教材的編輯，以及教師們的自身的學術修養都有不可斬截的聯繫，須要一同改進，才能收穫‘理論與實際結合’的全效。在其中，尤以實驗的設備關係着教學法很是深重，影響‘理論與實際的結合’也是很深重的。因為沒有科學的工農社會可供學習，再沒有實驗設備供學生們

學習，還談什麼理論與實際結合，非但物理學的教學是空談，就我們今日所講的一切都會變作空談了。我個人提供這些初步意見，滿心希望中等學校的教師們共同注視這一問題，討論這一問題，而且按着我們的公同意見提出辦法，切實執行，務期中等學校物理學的教學確保理論與實際密切結合。（1950年7月25日）

原子核物理的新發展

朱光亞

(北京大學物理系)

原子核物理的誕生與發展，大約只有二十世紀上半世紀幾十年的光景。在這短短幾十年內，尤其在最近幾年內，它的進展却很快，雖然到現在這一門學問還沒有十分成熟，它的發現却似乎已多得勝枚舉。本人所知有限，且僅限於歐美近數年來研究情形，而對於新民主主義國家，社會主義國家這方面的成就，知道的非常少，特先致歉意。以下只預備介紹一些偏重學理方面的問題；在這些問題上，相信各個國家的研究方向是沒有很大的出入的。

(一) 緒言

1. 關於原子核結構的一些重要事實

構成原子核的基本單位，是帶正電的質子與不帶電的中子，質子與中子的質量近似相等。原子核中所有質子的數目（以 Z 表示），稱為原子序數。原子核中所有質子數與中子數的和（以 A 表示），稱為質量數。原子核中並無電子；放射性元素放射出 α, β 與 γ 三種射線，其中 β 射線為電子，這些電子並非原子核所原有，而是由質子與中子相互變易而產生的。

原子核的質量常小於組成此原子核的各質點（質子與中子）質量的總和。所差的質量，相當於質點結合為原子核時所放出的能量，稱為結合能量。原子核內所貯蓄能量的大小，可以由結合能量推出。在一般的原子核中，結合能量均相當大。（原子核物理中，能量的單位通常採用電子伏特，即一個電子在一伏特電勢的電場中運動所得到的能量。）由原子核結合能量推出，每一質點平均所有能量約為 6 至 8 百萬電子伏特，這是一個相當可觀的數目（分子的結合能量約在一電子伏特左右）。

原子核有穩定的與不穩定的兩類；質量數極大的原子核如釷、鈾等不穩定，有天然放射性。穩

定原子核中，其質子數與中子數近似相等，即 $A \approx 2Z$ 。原子核半徑約為 $R \approx 10^{-12}$ 厘米，較原子的半徑小一萬倍光景。原子核半徑 R 與質量數 A 的關係為 $R \sim A^{\frac{1}{3}}$ ，或 $A \sim R^3$ ，即質量數與原子核體積成正比，這一特性似與普通物質（如液體結構）有相同的地方，不過，最重要的差別又在，普通物質結合的能量極大部份為勢能，而原子核結合能量的一大部份為其中質點的動能。

像地球自轉一樣，原子核也有自轉的運動，核中每一質點亦有自轉，這種自轉名自旋。根據量子力學的觀點，自旋所代表的角動量有一定的大小，質子或中子（電子亦然）的自旋為 $\frac{1}{2}$ 單位。角動量不減；所以，當核中質點數為偶數時，核的角動量必為整數個單位，而若核中質點數為奇數時，核的角動量必為半整數個單位。

2. 原子核力的特性

原子核內質點與質點間的作用力，稱為原子核力。原子核力與普通電力磁力或萬有引力等不同，它有以下幾點重要性質：(i) 原子核力極強；這一點由原子核結合能量可以看出。(ii) 原子核力的作用範圍極小，約與核的半徑相同。(iii) 原子核力具有對稱性，即質子與質子間，質子與中子間，中子與中子間均有原子核力作用，力的大小約略相等，並不因質子與中子的不同而有差別。

以上為關於原子核結構與原子核力的一些較重要的性質。實際上所發現的事實要多得多；元素有九十餘種，穩定原子核有二百七十幾，加上不穩定的，原子核數近千計，彼此可以互相變易，近數年來科學家們且已初步地掌握了原子能的應用，等等。這些發現雖然不少，但是，在原子核物理的研究中，原子核力的本性這個重要問題，仍為一未曾解決的問題，即原子核力是如何產生的，有些甚麼規律，尚未獲得滿意的解答。

(二) 介子力場學說

1935年，日本物理學家湯川秀樹創原子核力的介子力場學說^①。此中大意，可以電磁力場為例說明。電力磁力係經電磁力場作用的結果，用光的微粒說，電磁波也可以看成光子的運動。用量子力學觀點，電磁力可以假想為光子在荷電體間往返運動而產生的。介子力場學說與此相似，質子與質子間，質子與中子間，中子與中子間的原子核力係經一種力場即介子力場的作用的結果，而這種力可以假想為一種質點（介子）在質子與質子，質子與中子，或中子與中子間往返運動而產生的。惟因原子核力的作用範圍小，產生此力場的質點，即介子與光子不同點為介子有質量。光子靜止時其質量為零；介子則有質量，其質量應約為電子質量的200倍。質子或中子的質量為電子質量的1840餘倍，介子質量介於這兩種基本質點的質量之間，故得名。此外，介子亦應荷電，其自旋為零。此為湯氏介子力場學說的大意。

繼湯氏以後，在學理方面，其他物理學者用此觀念雖有不同學說（如介子自旋可能為一單位），但均為介子力場學說。這一個理論，似為解決原子核力的本性一問題的正確方向。由於湯氏數年來在這方面的貢獻，1949年他獲得了諾貝爾物理學獎金。

(三) 關於介子的實驗

1. 宇宙射線方面的工作

1937年，Neddermeyer 與 Anderson^②等發現宇宙射線中有一種質點，帶與電子等量的電，其質量則大於電子，小於質子，稱為重電子，與介子力場學說中的介子相似。隨後，Rossi^③等又發現這種重電子能蛻變，由重電子變為電子，所失去能量的一部份似由其他質點帶走。這種蛻變的半生命期為 2.15×10^{-10} 秒。半生命期既如此短促，表示宇宙射線中的重電子並非由很遠處飛來，而係於氣球表面大氣層中所產生的。但是，若這種重電子果真為其他質點（宇宙射線中的高能量質子等）與大氣中原子核相互作用而產生的，則這些重電子再遇見原子核時必可能被吸收而使原子核蛻變。實際上觀察的結果却好像又否定了這一點^④。

1947年，Marshall 與 Bethe^⑤創一假說，宣

稱宇宙射線中的重電子並非介子力場學說中的介子，後者與原子核力有密切關係，稱為重介子，而重電子或稱為輕介子則係由重介子蛻變而產生的。同年，Powell 等^⑥在英國所作宇宙射線的研究，發現宇宙射線中確有兩種不同介子，即重介子與輕介子。這些發現，係利用新照像片的技術進行的。新照像片膠層內銀化物成份加多，帶電質點穿過時發生電離現象，洗像後，質點所經過各處即有黑點顆粒，由之可直接觀察宇宙射線中質點的變化及所經過的路綫。Powell 等發現重介子質量約為電子質量300倍，重介子或帶正電，或帶負電。其荷電量則與電子荷電量同。重介子可能變為輕介子。重介子顯然係由原子核內產生，再遇見其他原子核又可能與之結合。結合後原子核分裂，再放出一個或數個質子，中子或 α 質點等，在照像片上顯出一黑叉。介子力場學說中介子的存在，乃被證實。

2. 人工製造介子的工作

1948年，美國加州大學實驗室用巨型調頻迴旋器產生能量達380百萬電子伏特的 α 質點，以之撞擊碳或其他原子核，製造出重介子^⑦。這種重介子有帶正電的，有帶負電的，與宇宙射線中重介子有相同性質。重介子蛻變為輕介子，半生命期約為 10^{-10} 秒^⑧。此外尚有帶正電，中性的重介子，但實驗觀察則較困難；中性重介子蛻變，似產生二光子，但並未完全確定。

人工製造重介子成功以後，證實了宇宙射線方面的工作。重介子即為原子核力場中的介子，有帶正電，帶負電與中性的三種。質子與中子間的原子核力可由正介子或負介子的作用解釋；中子與中子間或質子與質子間的力則可由中性介子的作用解釋。輕介子不直接與原子核力場發生關係。

3. 關於介子的一些問題

輕介子可蛻變為電子，蛻變時失去能量大部份為不易察見的微中子帶走。微中子不帶電，質量較電子尤輕許多。這一變化裏，似乎必有兩個或兩個以上微中子產生；這一點係由能量不減定律與動量不減定律得來。若一輕介子蛻變為一電子及一微中子，則由二定律得二方程式，可求得電子速度與微中子速度唯一的解，也就是說，蛻變所產生電子的能量有一定數值。1949年實驗結果^⑨證明這一蛻變所產生電子的能量並無一定數值，而有

大小不同各數值，說明蛻變中共產生三個質點，即一電子與二微中子。

荷電重介子蛻變時，似產生一輕介子與一微中子。至於重介子能不能直接蛻變為電子，則尚待實驗證明。現在所有照像片技術僅可看出重介子變為輕介子，而不能同時看出電子的痕跡。帶正電重介子不易為原子核吸收，因為它容易變為輕介子，而且因為它帶有正電，有與原子核相斥的電力作用以致難於接近原子核，所以照像片中所能察見正電重介子多蛻變，但似有極少數在蛻變後不生輕介子，是否有電子發生則尚待更多的研究。

介子力場學說似乎已為事實所證明，但是這裏面仍有許多問題。1946年法國Leprince-Ringuet等^⑩，1947年蘇聯 Alichanian 等^⑪均發現介子不止兩種，好像有更重介子，其質量約為電子質量的700至1000倍。（以上所說輕介子質量為電子質量216倍，重介子質量為電子質量285倍。此為最近所得較精確數字^⑫。）這些發現似乎又予介子力場學說以新的困難。如果這些更重介子的確存在，則必直接與原子核力有關。此外，介子力場學說亦有一般力場學說本身的困難，此為量子力學現階段的困難問題。但是，有了這許多發現以後，關於原子核力的本性的問題，解決的方向是已經肯定了。

4. 實驗技術的進展

欲製造重介子發掘原子核內部的秘密，必須製造巨型人工加速器以產生高能量質點。如上所述，1948年美國用巨型調頻迴旋器產生能量達380百萬電子伏特的 α 質點，因此製造出重介子。1944至1945年間，蘇聯 Veksler^⑬與美國 McMillan^⑭分別設計了電子加速器。現在更有利用這種電子加速器原理於質子上，以求達到1000百萬電子伏特以上的能量。不過，在現階段這些還只限於初步的設計。

（我國科學院近代物理研究所已製成新型照像片^⑮。現正擬計劃建築一溫德華氏加速器與一較小型迴旋加速器。）

以上為原子核物理的中心問題，即原子核力的本性問題的發展情形。以下介紹較次要的一些新發展。

（四）原子核蛻變

原子核蛻變，普通產生 α 、 β 及 γ 三種射線。

關於 α 射線與 γ 射線方面的問題，大部份已告解決，但是 β 射線方面則不然。這也是因為 β 射線性質不同，它與質子及中子因原子核力的變換有較密切關係的緣故。

β 射線的性質裏，最特殊的一點為其中 β 質點（即電子）的能量並無一定值，而有大小不同各數值。為了解釋這一個特殊的現象，Pauli 乃於1933年創微中子的假說，就是說，原子核在 β 蛻變時同時放出一電子與一微中子。所以， β 蛻變裏共包含三個質點，即電子、微中子與蛻變而生的原子核，電子的能量有大小不同各數值也就是當然的事了。但是，微中子的存在問題甚難由實驗方面確定，因為它的質量極小，不帶電，不能根據電離現象去觀察它的存在。過去所作的實驗裏，不少科學家由觀察 β 蛻變對於能量不減與動量不減兩原理的符合的情形，間接地證明了微中子的存在，但在技術上都有不少困難。由於近數年來實驗技術的改進，這些證據又加多了一些。1948年Sherwin^⑯ 1949年Allen等^⑰研究數不同元素 β 蛻變時所放出 β 質點的動量，是不是與反挫的原子核的動量有一定的關係。在他們的結論裏他們指出 β 蛻變裏必須有第三質點，即微中子發生，能量不減與動量不減兩原理才能同時符合。在上面關於介子的討論裏，我們已看出重介子與輕介子蛻變時都可能有微中子發生，所以，微中子的存在問題似為一極有趣亦極重要的問題。^⑱

β 射線裏 β 質點的能量分佈情形，可由 β 譜加以分析。 β 蛻變有變化較快即蛻變或然率較大的，稱為允許變易；有變化較慢，即蛻變或然率較小的，稱為不允許變易。允許變易與不允許變易的 β 譜的形狀又有不同。關於這一些現象，早在1934年就有Fermi的理論^⑲，不過，實驗事實與這理論有許多不相符合的地方，最顯著的為許多允許變易中能量較小諸電子的分佈情形與Fermi理論相差懸殊。近數年隨着技術的改進，發現其中原因在於過去實驗技術的不够精確。現在，許多事實都指出Fermi理論在允許變易與不允許變易方面都有其正確性^⑳。少數不符合的情形仍然有，這些例外也許仍舊是由於技術的不够精確所引起的。

在觀測 β 射線、 γ 射線等的實驗技術方面，近數年的改進也極可觀。以往觀測電子，根據電離現象用電離室或計數器，效率甚大，但是，用這些

儀器來記錄 γ 射線或能量較小的電子，效率則極低。(計數器對 γ 射線的效率常小於 1%) 最近設計的閃光計數器^⑩似為這方面很大的改進。Rutherford^⑨ 在他最先擊破原子核的實驗裏就會用閃光法觀察 α 質點，但是他的方法不能用於 β 質點或 γ 射線上。閃光計數器以數種有機化合物為閃光物質，再用光電管將由 β 質點或 γ 射線所生的閃光放大為電流激動。用這樣的方法來觀測 γ 射線，效率可達 20—30%。此外，利用 γ 射線射入晶體內發生的電離現象，將由電離所生的微小電流放大，亦可記錄 γ 射線，這種儀器稱為晶體計

數器。少數金剛鑽，低溫度的氦化銀晶體等即可作如是用途。^⑪

另一有趣問題為中子蛻變的問題。中子稍重於質子，若自由存在則可能變為質子，同時放出一電子與一微中子，蛻變的半生命期應為 20 餘分鐘^⑫。但是，由於中子不帶電且極易為原子核吸收，直接觀測這一蛻變則極為困難。1948 年 Snell^⑬ 等在原子堆中所作實驗似已初步證實這一蛻變的存在，並指出蛻變的半生命期與理論值 20 餘分鐘相近。

(1950年7月25日)

參 考 文 獻

- ① H. Yukawa, Proc. Phys. Math. Soc. Jap., **17**, 48, (1935).
- ② S. H. Noddermeyer and C. D. Anderson, Phys. Rev., **51**, 884, (1937); Rev. Mod. Phys., **11**, 191, (1939).
- ③ N. Nereson and B. Rossi, Phys. Rev., **64**, 199, (1943).
- ④ W. Y. Chang (張文裕), Rev. Mod. Phys., **21**, 166 (1949).
K. C. Wang (王淦昌) and S. Jones, Phys. Rev., **74**, 1547, (1948).
A. J. Seriff, R. B. Leighton and C. D. Anderson, Phys. Rev., **75**, 1466, (1949).
- ⑤ R. Marshak and H. A. Bethe, Phys. Rev., **72**, 506, (1947).
- ⑥ C. M. G. Lattes, G. P. S. Occhialini, and C. F. Powell, Nature, **162**, 453, 486, (1947).
- ⑦ E. Gardner and C. M. G. Lattes, Science, **107**, 279, (1948); Phys. Rev., **74** 1236, (1948).
J. Burken and C. M. G. Lattes, Phys. Rev., **75**, 382, (1949).
- ⑧ J. R. Richardson, Phys. Rev., **74**, 1720, (1948).
- ⑨ R. B. Leighton, C. D. Anderson and A. J. Seriff, Phys. Rev., **75**, 1432, (1949).
J. Steinberger, Phys. Rev. **75**, 1315, (1949).
- ⑩ L. Leprince-Ringuet and M. L'Heritier, J. Phys. et rad., **7**, 66, (1946).
L. Leprince-Ringuet, Rev. Mod. Phys., **21**, 42, (1949).
- ⑪ A. Alichanian, A. Alichanov and A. Weissenberg, Jour. Phys. U.S.S.R., **11**, 97, (1947).
密什謨夫斯基著，楊勁夫譯，“雙子”，新中國百科小叢書，三聯書店發行。
- ⑫ R. B. Brode, Rev. Mod. Phys., **21**, 37, (1949).
H. Yukawa, Rev. Mod. Phys., **21**, 474, (1949).
- ⑬ V. C. R. Veksler, Acad. Sci. U.S.S.R., **43**, 444, (1944); J. Phys. U.S.S.R., **9**, 153, (1945);
Phys. Rev., **69**, 244, (1946).
- ⑭ E. M. McMillan, Phys. Rev., **68**, 143, (1945).
- ⑮ 科學通報，第一卷，第二期，113頁，1950。
- ⑯ C. W. Sherwin, Phys. Rev., **73**, 216, (1948); Nucleonics, **2**, 16, (1948).
- ⑰ J. S. Allen, H. R. Paneth and A. H. Morrish, Phys. Rev., **75**, 570, (1949).
- ⑱ 王淦昌，“微中子問題的現階段”，科學世界，第19卷，第4期，1950。
- ⑲ E. Fermi, Zeits. f. Physik, **88**, 161, (1934).
- ⑳ C. S. Wu (吳健雄) and R. D. Albert, Phys. Rev., **75**, 315, 1107, (1949).
L. M. Langer and H. C. Price, Jr., Phys. Rev., **75**, 1109, (1949); Phys. Rev., **76**, 641, (1949).