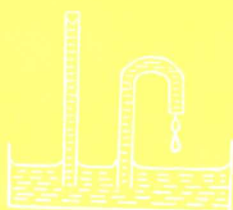
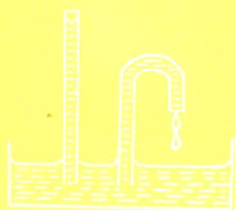
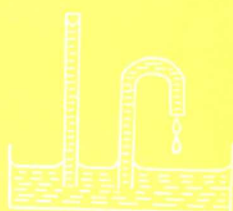
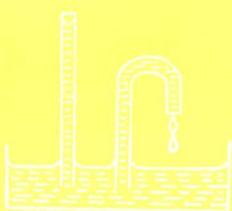
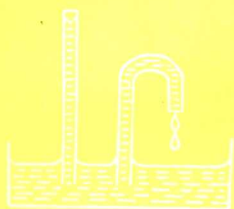
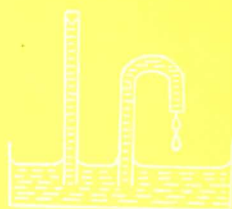
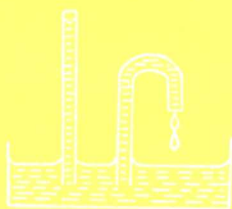
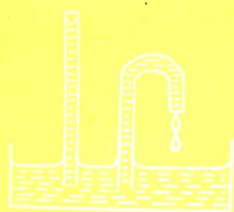
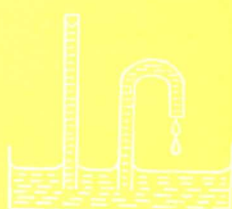
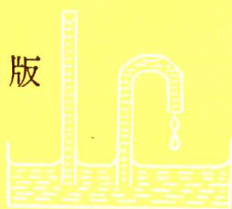
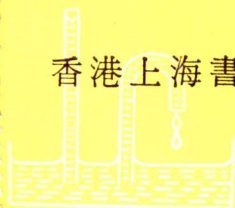


物理問題解答

林 達編著



香港上海書局出版



物理問題解答

林 達 編 著

香港上海書局印行

物理問題解答

林達編著

上海書局有限公司出版

香港干諾道西179-180號六樓A座

SHANGHAI BOOK CO., LTD.

Block 'A' 5th Fl. 179-180 Connaught Rd. W.,

Hong Kong

快達鍍膠印刷廠承印

葵涌華星街保盈工業大廈六樓C座

一九七九年四月版

文 802
總 1630

P.300 32K

版權所有 • 翻印必究

目 錄

第一章	總論	1
	習題和解答習題的意義	1
	習題的基本類型	10
第二章	解題時常犯的錯誤	14
	錯誤認識和解題技巧上的常見缺陷	15
	表現在物理知識方面的常見錯誤和缺陷	25
第三章	解題過程和解題方法	43
	解答習題的一般過程	43
	常用的幾種解題方法	57
第四章	習題和解題指導	95
	力學	96
	熱學和分子物理學	172
	電學	212
	光學、原子結構	284

第一章 總 論

習題和解答習題的意義

作爲一門與生產技術有密切關係的物理學來說，除了應該選擇合適的內容和採用恰當的教學方法外，留給同學一些與物理理論和生產技術有關的習題，要他們去獨立完成，也是物理教學中重要的一環。

物理習題能幫助同學透徹地理解和掌握基本的物理概念。中學物理中的許多基本概念（例如：加速度、力、功、動量、熱容量、電壓、電動勢、照度、折射率等），儘管教師講得非常清楚，如果不讓同學做一些有關的習題，他們往往會理解得不深入、不透徹，更不容易鞏固。

大家知道，教學過程是一個循序漸進的過程，同時對知識的理解是逐漸深化的。要提高教學質量，教師的講授必須是條理清晰的、邏輯性很强的，但這僅僅是一個方面。要使同學真正牢固地掌握知識，還必須經過他們自己艱苦的努力，反覆咀嚼，深入鑽研，並善於運用這些知識來解決實際問題，這只有學生獨立解答習題以後，才能達到目的。

熟悉同學學習過程的教師往往有這樣一種感覺，那就是：在課堂教學中有些概念同學一下子不容易搞清楚，通過習題

的解答，他們才會搞得很清楚。這是因為在解題過程中，他們的思惟活動跟在課堂上比較起來，處於更積極的狀態。這時候，他們全憑自己的力量，聚精會神地尋求解決某一問題的具體途徑。在這個過程中，他們能夠全面地綜合已有的知識，從而弄清楚它們之間的聯繫和區別，掌握住它們的特點。例如：電場強度這個概念，是同學很難掌握的，他們不十分了解這個物理量所表徵的物理實在；錯誤地認為電場中某點的電場強度跟為了量度這場強而放置在該點上的檢驗電荷的電量有關；他們把電場中某點的場強和一個電荷在該點上受到的電場力這兩件雖然有聯繫，却是完全不同的事情，常常混同起來；有些同學不能正確了解 $E = \frac{F}{q}$ 和 $E = \frac{Q}{Sr^2}$ 的物理意義，對它們之間的區別和聯繫不夠清楚；不少同學對電場強度和電勢這兩個概念之間的區別和聯繫，缺乏本質的了解；他們也往往孤立地去了解電場強度，把電場強度、電勢差、電容分割開來，而不去發掘它們之間的內在聯繫，特別是他們常常忽畧電容器的兩導體間存在電場和導體中有電流通過時導體中存在着電場這一重要的基本事實。顯然，如果同學對上述的一系列問題不夠清楚，那麼，即使他們能夠一字不錯地背誦出電場強度的定義，我們也不能認為他們真正理解了電場強度這個概念。經驗證明：如果要使同學真正通曉上述這些問題，單純依靠教師的講解，不容易收到良好的效果；應該有意識地留給他們一些有關的習題，讓他們獨立地去完成，才能使他們對電場強度這個概念獲得全面而透徹的理解。像下面這樣的題目，就可以起到這種作用：

[題目]有兩個點電荷 q_1 和 q_2 ，分別放到 A 點和 B 點上， A 、 B 兩點間的距離是 20 厘米， q_1 的電量是 100 靜電系單位， q_2 的電量是 -50 靜電系單位。求在 A 、 B 兩點的連線上，距離 B 點 10 厘米遠處的 C 點的電場強度的量值和方向。如果在 C 點放一個電量 $q = +10$ 靜電系單位的正電荷，它將受到多大的力？力的方向怎樣？如果在 C 點放一個與 q 等量的負電荷，它又將受到多大的力？力的方向又是怎樣？試比較這兩個力的方向和 C 點的電場強度方向，由此可得出什麼結論？

毫無疑問，讓同學解答這樣的題目，會幫助他們澄清對電場強度和電場力的模糊認識，更清楚地理解它們之間的聯繫。

不僅是基本概念如此，就是物理定律和物理原理，也只有通過解習題，才能被同學牢固地掌握，真正變成他們自己的東西，這一點不論是老教師、新教師或者是同學，都有親身的體驗和感受。

解答習題還能夠幫助同學更深入地理解基本知識，擴大知識範圍，通過解答習題，他們可以學到書本上沒有學過的知識。由於教學內容要受到系統性和課時的限制，有些跟基本知識內容有關的、同學應該知道的知識，就不可能全都編到教材裏，這就需要通過教師的指導來使同學掌握這部分內容。教師可以指導同學解答有關這些內容的習題。例如：在物理教材中介紹了豎直上拋物體的位移公式 $h = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$ ，但沒有說明位移為負值的情形，如果我們讓同學解答有關這方面內容的習題（例如：某一重物從勻速上升的汽球升到某一高度時脫離汽球，求這重物落到地面所需要的時間這樣的題目），就可以使他們對這個公式獲得更全面更深刻的了解。牛頓第

三定律是很重要的物理定律之一，在工農業和生活實際上都有廣泛的應用。如果同學單純從書本上概括性的敘述去理解這個定律，這種理解往往是膚淺而狹隘的，實際上物體間相互作用的情形，遠比書本上描述的要複雜和廣泛得多。因此，只有讓他們解答有關這個定律的實際問題，才能使他們對牛頓第三定律獲得全面而透徹的理解。

解答有關汽體性質的習題，能夠使同學了解，可以怎樣靈活地把玻意耳——馬略特定律應用於汽體質量發生變化的情形。在電學裏，通過解答習題，可以使同學對克希荷夫定律有初步的了解，能夠使他們更深刻更廣泛地了解楞次定律的實際意義。通過解答光學裏的有關習題，可以使同學了解水的視深度跟實際深度之間的關係，會聚透鏡成實像時，物體與屏的距離不能小於4倍主焦距，以及會聚光束成像和各種鏡子的組合等知識，而這些知識是他們在課本上沒有學到的。

有關這方面的例子還很多，可以說是數不勝枚舉。所以，教師認真地做好佈置內容恰當的物理習題和指導同學解答習題的工作，對於鞏固知識，加深和擴展同學的知識領域，從而提高教學質量是非常重要的。

與上述問題相聯繫的，是物理習題也有助於貫徹因材施教的原則。教師在課堂教學中要照顧到全班各類同學的實際水平的差距，但很難做到非常細緻，教師的講述還是以大多數同學的接受能力為標準。而佈置習題則不同，教師可以根據同學的實際水平，分別佈置程度不同的習題，通過課後輔導，讓同學解答適合他們程度和需要的習題，使成績較差的同學很快地趕上去。

上面我們談的是物理習題能夠幫助同學鞏固所學過的知識，並能加深知識內容，擴展他們的知識領域，解答習題能夠有效地消除同學知識上的缺陷，達到透徹理解的程度。但是我們也必須認識到：學習基本理論知識和解答習題是密切關聯的，它們相輔相乘，不可分割。如果同學沒有掌握基本理論知識，就不可能解答任何一個習題；反之，如果單純傳授理論知識，而不輔之以相應的習題，他們的知識是不鞏固的，並且不能真正地變為己有。所以，我們對這兩項工作應同等重視，不可偏廢。

物理習題的教育意義也是十分明顯的，這一點我們從下述的幾個問題中就可以看出。

物理習題有效地貫徹理論聯繫實際的原則。所以，物理習題內容的範圍要廣泛，習題的類型也要多樣化。教師必須重視用同學接觸到的和能夠了解的生產實踐的內容來編擬習題；同時盡可能把課外觀察、實驗、實際等內容，編成習題。所有這些都能夠幫助同學把所學到的理論知識跟生產實際和生活實際緊密地結合起來。例如：同學參加過機械工廠的勞動，他們對於車牀的效率、車牀的變速、車牀的轉速跟加工工件的硬度和吃刀深度的關係，以及車製部件時車刀的切削力等問題雖有感性的認識，却不一定注意到跟理論知識緊密結合起來。如果針對這些內容，以實際的數據（或接近於實際的數據）編出一切習題，讓同學來解答，就可以幫助他們做到這一點。下面的題目就是一個例子。

[題目] 電報機的功率是 9 馬力，效率是 90%，它的皮帶的輪的直徑是 5 厘米，用來帶動效率是 75% 的車牀，車牀皮帶輪的

直徑是 25 厘米。如果電動機的轉速是 1200 轉/分，在車牀上加工直徑是 100 毫米的工件時切削力是多大？

在電學裏，像電路的連接，用電器的使用，電機、發電機、變壓器等內容都能編出跟生產實際和生活實際緊密聯繫的物理習題。例如：結合城市照明用電改變電壓，讓同學考慮，怎樣做才能把額定電壓不跟供電線路電壓相符的用電器連入電路中，使它正常工作。這樣的習題同學最感興趣。解答這樣的習題和組織同學實際操作，能夠大大地提高他們實踐的技能和技巧。又如讓同學按照下述題目的要求，動手製作開關的模型或實物是有意義的：

[題目]在一個房間裏有兩處用電：一個電燈，一個電風扇。試繪一張這樣的開關接線圖，用這開關能夠使任何一個用電器工作而另一個不工作，或者兩個都工作，或者兩個都不工作。試動手做一個這樣的開關，並且做實驗來檢查它的效能。

不僅力學、電學如此，對於中學物理的其他各部分內容，只要他們認真工作，都能編出大量的結合生產、聯繫實際的物理習題。讓同學解答這樣的習題，並盡可能組織他們去實踐，就能夠貫徹理論聯繫實際的原則。這樣做，不但豐富了同學有關生產方面的知識，啓發他們把學到的理論知識運用到實際中去，而且讓他們有更多機會親自動手去做，對培養他們的技能技巧也有好處。

解答習題的過程，是一個創造性的學習過程。在解題過程中，不僅對同學思維能力的發展有積極影響，而且對培養同學克服困難，頑強地、百折不撓地進行某項勞動的毅力，

以及獨立的工作能力，都有重要的作用。可是有的同學甚至個別教師，却單純地認為解答習題只不過是尋求一個正確答案，這是一種有害的想法。事實告訴我們，不同的同學在解同一題目時，會有不同的方法。有的人採用簡潔新穎的方法；有的人用了冗長繁複的方法；有的人能按題意依據正確思路進行思索；有的人則前思後想，左右徬徨，找不出解題的關鍵。尤其在解綜合性的實際問題時，更需要創造性地學習綜合運用已獲得的理論知識。因此，解題對培養同學創造性地學習物理是十分重要的。

通過解答習題，教師還能比較確切地了解同學的學習情況，檢查教師本人的教學質量。同學的學習情況，教師可以從觀察他們在課堂上的表現來了解，但這只是一個方面，更細緻的了解還需要看他們怎樣解答教師有意識地留給他們的習題。譬如，讓他們解答有關基本物理概念的習題就可以了解到，他們對使用物理量的目的、意義和方法是否清楚，對概念的定義是僅僅記住了，還是能夠領會為什麼要這樣下定義，對物理量的單位的規定是否僅是單純的記憶，還是能夠掌握規定單位的原則，能否掌握研究物理概念的一般方法，對於各物理量之間的聯繫和區別能否搞清楚，還存在什麼問題。又如讓同學解答一些綜合性的習題時，我們可以了解到，他們對基本知識掌握得怎樣，綜合運用知識的能力怎樣，在運算技巧上還有什麼問題。同樣，讓同學完成具有習題性質的課外觀察、實驗作業和實習作業，並深入到他們中間考察他們的活動情況，就能夠比較準確地掌握他們把理論知識應用於實際的能力，實踐的技能技巧，等等。教師根據同學解答習題

的具體情況，進行分析總結，就能夠掌握哪些同學對哪些問題已經搞清楚了，哪些同學對哪些問題還不夠清楚，他們成功或失敗的原因是什麼。有了對同學學習情況的確切了解，就便於教師檢查自己的教學質量。事實上，教師的教學質量和同學的知識質量是密切相關的。如果同學對基本概念的理解不夠透徹，綜合運用知識有困難，把理論知識應用於實際的能力和實踐的技能技巧較差，那麼，不論教師自己認為在傳授基本知識時講得怎樣清楚，也不能算作教學質量高。教師要想不斷地改進教學方法，提高教學質量，就應該深入到同學中間去，了解他們在學習上存在的具體困難和問題，根據這些實際問題，回憶和反省自己的教學工作，分析成功和失敗的原因。這樣，就能夠及時改進教學方法，不斷地提高教學質量。

最後想說明的是，儘管很多同學都承認解答習題在學習物理學過程中的重要性，但同學對待解答習題還有兩種不正常的態度。有一部分同學單純地想搞清概念，拿着書本一遍又一遍地反覆閱讀（甚至朗誦起來），不動筆或很少動筆做些習題，偶而動動筆桿時，也往往遇到困難就退縮，做不出來，就又去閱讀書本不再繼續思考下去。還有一些同學認為自己對書本上的東西都已懂得，就是不會做題，於是他們便丟開書本，專做習題，越不會做，便越鑽難題，經常從某些習題集裏找難題（這種情況在畢業班同學中尤為多見），甚至為了一個題目不能得到正確的解答，而廢寢忘餐，影響課堂聽講。在這一部分同學看來，他們對書本上學過的概念是全弄清楚了，所差的只是不會演題。他們不能從解題中發現自己在知識上的缺陷，從而在解題時複習課本上的知識，以

便積極地彌補這方面的短處。他們認為不會做題，就是因為做題少，並且認為越做難題越有價值。

前述這兩部分同學都能夠積極鑽研，頑強學習。但他們的學習方法，却各有其片面性：單純地企圖搞清概念，而忽畧解答一定數量的習題，當然不對；單純地去鑽難題，而忽視搞清概念也不合適。事實上搞清概念和多做些習題是一回事，它們是相輔相成的，不能機械地把它們分開，去孤立地進行。對這些同學我們應該告訴他們：解答習題的過程，不是純粹的數學運算，或定律的重述，而是爲了幫助搞清概念與掌握基本理論，進而擴展到解決某些實際問題的過程。解答習題的目的，不是爲解題而解題，而是爲了幫助搞清概念和進一步了解某些原理的應用。因此，從搞清概念的目的出發，在閱讀書本和觀察周圍的生產過程和生活現象的同時，也應該多解答一些習題。但是在解答習題時，應着重分析題目中所確定的物理過程和生產過程，注意探討解決某一問題的可能途徑。前述的兩種片面的作法，實際上就是許多同學所以費力多而收效少，不能牢固地掌握知識和迅速而正確地解答習題的原因之一。

當然，同學在學習物理學的過程中，特別是在解答習題的過程中，還有許多常見的毛病。那些，我們都打算在以後的有關章節中隨時指出。

綜括前面所述，可以看出，同學在學習物理學的過程中，解答一些習題不僅是需要的，而且是重要的。當然，糾正同學在解答習題時常見的一些錯誤，並且對解題方法給以啓示，也是十分必要的。

習題的基本類型

中學物理教學內容所涉及的習題，大致可分為下列三種類型：

一、問 答 題

這類習題的特點是：它的解答只要用語言或文字直接敘述而不需要計算。有時雖也需要心算，但主要還是用語言或文字來敘述。同學在學習物理學時，最早接觸到的習題就是這一種。解答這一類習題，主要要根據已有的知識和經驗，正確理解題意，然後圍繞題目的核心簡明而恰當地組織自己的語言，加以闡明。這裏，有些題目是要求重述某些重要的原理和定律；有些題目是要求用某些原理和定律解釋一些現象；也有些題目提出一些物理現象，要求根據某些原理或定律，對於這一現象的演變，做出結論。這類習題，對於訓練同學運用自己的言語，準確地表述自己的思想，養成邏輯地闡明某一問題的本領等方面，都有十分重要的作用。可是有些同學認為，「問答題不難，沒啥可鑽研的。」因而他們不願做問答題。但往往就是這些同學在回答問答題時，不能令人滿意。譬如我們曾問全班同學這樣的一個問題：「爲什麼一個小孩子用盡力氣？却推不動一塊放在平坦的地面上的大石頭？」結果只有不多的人，能夠從石頭與地面之間的靜摩擦來回答這個問題。後來我們又追：「在這小孩沒有用力推這塊放在地面上的大石頭時，石頭與地面之間是否也有靜摩擦存在？」對此就只有少數人能正確的做出答案了。從這一

簡單的事實就能夠看出：由於許多同學忽視問答題，因此在解答這類題的時候常發生錯誤，我們應該經常佈置一些問答題，引起他們的重視，並指導他們簡明而正確地解答這類習題。

二、計 算 題

這類習題的特點是：解答的時候必須通過一定的數學運算過程。這類題目通常又分為兩種：簡單的具有練習性質的練習題；複雜的具有綜合性質的綜合題。前者的解答只需用某一原理或定律；後者的解答，則需要把某些原理或定律綜合在一起。無疑地，解答這類習題特別是綜合題，對於發展同學的思惟能力，運用分析與綜合的方法來認識事物，都具有重要的作用。這類習題對擴大同學的知識領域，加深他們對知識的領會，在建立有關知識間的聯繫上，都是極為有用的。對於這類習題，一般地說，同學們是相當重視的。可是這裏也有問題，那就是往往偏重綜合題，忽畧練習題。雖然，綜合題是重要的，然而練習題也同樣是重要的。因為練習題與綜合題各自擔負着不同的任務。前者是後者的低級的但又是必經的階段；我們不能一步登天，不可能不經過必要的訓練，沒有把某些原理或定律一個一個地搞清楚，並用之於解決一些具體問題，就能順利地把許多原理或定律綜合在一起，用以解決某些較為複雜的問題。例如：像這樣的題：有一架小鐵橋，是由一段鋼質的橋樑築成。兩端都十分牢固地固定在混凝土的橋墩上，如果築完時的溫度是 0°C ，橋樑的橫截面積是 $2000[\text{厘米}]^2$ ，不考慮橋墩本身的膨脹，試求當氣溫升到 20°C 時，橋樑對橋墩的作用力（鋼的彈性模量是 2×10^4 公

斤/[毫米]²，鋼的線脹系數是 0.000012度^{-1})。在這題裏，如果我們對於把胡克定律應用於拉伸(或壓縮)形變中的具體形式

$$\frac{l-l_0}{l_0} = \frac{P}{ES}$$

非常清楚，那麼，當然能夠知道，要想求出這裏的作用力 P 的值，必須了解鐵橋在溫度變化中長度的變化 $l-l_0$ ，而要求這一數值必須用到固體的線膨脹的知識。如果同學們不熟識求 $l-l_0$ 的公式 $l_1=l_0(1+at)$ ，儘管對求鐵橋的壓力的問題的思路很正確，也是無法解題的。當然，我們在這裏絲毫沒有削弱同學們對綜合題的注意力的意思。恰恰相反，爲了順利地解答某些綜合題，必須同時或者首先注意關於某些練習題的解答。

三、實驗題和實習題

這類習題的特點是：解答它的時候，除去計算或言語之外，必須伴以相應的實驗和實習，方能得出最終的結論。嚴格地說來，這類題目才真正稱得上綜合性的題目。因爲在這類題目裏，運用物理定律所進行的計算、敘述和實際操作，三者密切結合在一起，缺一不可。無疑地，解答這類習題，對培養同學手腦並用和具體地把理論與實際聯繫起來，是有着巨大的作用的。實驗和實習，既能提高同學的學習積極性；也能從實踐的過程中，進一步豐富他們已有知識，使他們的思惟活動，緊緊地與客觀的物理過程和生產過程結合在一起。可是在實際教學中，我們常常發現一些同學，儘管是極易找到的材料，也不肯自己動手做。到工廠或者其他地方

去實習，也有少數人馬虎從事。其理由無非是：這個結論想一想就能很容易得出來，毋須實際操作了；或者是：這個題費事，做不做都可以。這種想法是完全錯誤的。

例如：在「流體力學」一章中，有這樣一道習題：「做一個長15—20厘米、直徑4—5厘米的紙筒，在紙筒的兩端各固定一個直徑較大的圓紙板。在紙筒上纏一條紙帶（長0.5—0.75米），紙帶的另一端纏在一根小棒上。把紙筒橫放在桌上，像圖1所示的那樣，迅速地在水方向上移動小棒。紙筒先在小桌上滾動，然後向上飛起，最後又落下來。做這個實驗並解釋紙筒為什麼向上飛起。」

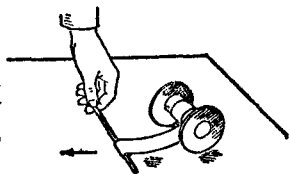


圖 1

接着還有一道題目是這樣的：「在上題中，我們改變紙帶在紙筒上的纏法，使它在紙筒滾動時不是從下面而是從上面離開紙筒。做這樣的實驗，觀察紙筒的運動並加以解釋。」

以前，有的同學解上述的習題時，不願意親手製個紙筒來做一做實驗，觀察個究竟，進而對實驗結果加以分析，得出完滿的結論。而常常是幾個人聚在一起，你一言我一語的「紙上談兵」。有的教師遇到這種情況也不引導他們去做實驗，只是在看到他們爭論得「難分上下」的時候，把結論告訴他們。這種做法當然是不妥當的。

考試的時候，也應該在考題裏列入實驗題或實習題。藉以糾正部分同學對此不很重視的偏向。