



高級中学課本物理学第二册

教 学 参 考 书

第一分册

人 民 教 育 出 版 社

高級中学課本物理学第二册
教 学 参 考 书

第 一 分 册

江苏省教育厅 編

人民教育出版社出版(北京景山东街)

上海人民出版社重印(上海绍兴路 54 号)

上海市书刊出版业营业许可证出 001 号

发行 新华书店上海发行所 印訂 (見正文最后頁)

統一书号：7012·1526-1 字数：120 千

开本：787×1092公厘 1/32 印張：5 3/8

1958年第 1 版

1958年 8 月第 1 版第 1 次印刷

上海：1—15,797 册

定价(5) 0.36 元

出版者的話

为了帮助中学物理教师,特别是新参加工作的物理教师,我們出版了这一套中学物理教学参考书。其中主要的内容是对教材的分析和教法建議,此外还包括必要的参考資料和供教师需要时选用的补充习题等。

在这套参考书中沒有包括如何指导学生实验的建議,这并不是因为这个问题不重要或者我們忽視了这个问题。恰恰相反,正是由于这个问题重要,我們將单独出版一套关于指导学生实验的参考书。

我們希望同志們这样来使用这套参考书:在自己钻研大綱和教材的时候,在自己研究选择最适当的教学方法的时候,把本书里所提供的分析和建議当作自己的参考,而不要把本书中的分析认为是不可改变的“指示”,也不要把本书中的建議认为是必需执行的“規定”。

同志們对这套参考书的批評和建議,可以直接寄給本书的編者,也可以寄給我社收轉。

人民教育出版社

目 录

第一册第八章“万有引力定律”的教学

一、全章概述	1
二、课时分配	3
三、教法建議	4
(一)行星的运动(4) (二)万有引力定律(6) (三)地球的質量(12) (四)地球上物体重量的变化(14)	
四、复习题和补充习题	18
五、参考文献	19

第二册第一章“振动和波”的教学

一、全章概述	20
二、课时分配	23
三、教法建議	25
第一部分 振动	25
(一)簡諧振动(26) (二)单摆的振动定律(29) (三)振动的图綫(35) (四)振动中的能量(37) (五)固有振动和阻尼振动(38) (六)受迫振动(40) (七)共振及其在技术上的意义(42)	
第二部分 波	44
(八)橫波(45) (九)縱波(49) (十)波长 波长、频率和波的关系(52)	

四、复习题和补充习题	53
五、参考文献	54

第二章“声学”的教学

一、全章概述	54
二、课时分配	57
三、教法建议	57
(一)声音的发生和传播(57) (二)乐音的特性(60) (三)声波的反射(64) (四)声音的共鸣和共鸣器(66) (五)声音的纪录和重发(67)	
四、复习题和补充习题	68
五、参考文献	69

第三章“流体力学”的教学

一、全章概述	69
二、课时分配	72
三、教法建议	73
(一)流体力学研究的内容(73) (二)静止液体的压强(74) (三)阿基米德定律及其应用(75) (四)大气压强(78) (五)金属压强计(81) (六)稳流(82) (七)流线(85) (八)运动流体里的压强跟流速的关系(88) (九)物体在液体和气体里运动时所受的阻力 流线体(95) (十)飞机的举力(98) (十一)水流的能的利用(102)	
四、复习题和补充习题	103
五、参考文献	105

第四章“分子运动論”的教学

一、全章概述	106
二、課时分配	108
三、教法建議	109
(一)分子运动論的发展簡史(109) (二)分子运动論的实驗証据(110) (三)分子的大小和质量(113) (四)分子間的空隙(114) (五)分子間的相互作用(116) (六)分子的热运动(118)	
四、复习題和补充习题	119
五、参考文献	119

第五章“热和功”的教学

一、全章概述	120
二、課时分配	122
三、教法建議	123
(一)物体的內能(123) (二)物体內能的改变(125) (三)物質的比热(126) (四)热功当量(130) (五)能的轉变和能量守恒定律(133)	
四、复习題和补充习题	134
五、参考文献	135

第六章“固体和液体的热膨脹”的教学

一、全章概述	135
二、課时分配	137
三、教法建議	137

(一)固体的线膨胀(137) (二)固体的体膨胀(139) (三)热膨胀在技术上的意义(141) (四)液体的热膨胀(143)

四、复习题和补充习题.....145

五、参考文献.....145

第七章“气体的性质”的教学

一、全章概述.....146

二、课时分配.....148

三、教法建议.....149

(一)玻意耳—马略特定律(149) (二)查理定律(153) (三)盖·吕萨克定律(156) (四)理想气体(158) (五)绝对温标(159)
(六)气态方程(161) (七)气体在膨胀时和被压缩时温度的变化(164) (八)压缩空气的应用(165)

四、复习题和补充习题.....167

五、参考文献.....168

第一冊第八章“万有引力定律”的教学

一 全章概述

根据学生已有的知識，他們对于引力概念已有一定程度的理解。他們了解，地面上物体所以具有重量和离开地面的物体在沒有其他物体支承时所以能够下落，都跟地球对各該物体的引力作用有关。在“曲綫运动、轉动”一章內，曾明确地指出，月球繞地球運轉时所需的向心力，就是地球对月球的引力；这使学生对引力概念的領会更加具体。但仅从上述的几个实例說明物体間的引力作用是不够的；为了扩大学生的知識領域，使他們对天体的运动具有初步認識，体会世界的物質性，更好地掌握物質間的規律，在这一章里，向他們介紹万有引力定律。本章列在学习了牛頓运动定律和圓周运动之后，是为了結合一切有关的力学知識，詳解万有引力概念；这样，举例更可广泛，分析問題更可深入，学生对万有引力概念的理解更可以透彻，并可把天体的运动和地面上物体的运动联系起来，从而認識到万有引力定律是物体間的普遍規律。

本章的教学目的是使学生明确万有引力概念，了解万有引力定律的内容和它在自然界物体間的普遍性；要求学生初步掌握万有引力定律公式的运用，了解地球对物体的引力作用跟物体重量的区别和联系；更通过介紹天文研究的发展和关于天体运动的两种学說的斗争，說明科学跟人类生活和生产需要的关系，說明人类对物質世界的認識过程及科学研究受社会条件的制約，以培养学生的辯証唯物主义世界观。

本章的中心内容是万有引力定律。在这一章里，首先指出人类

在很古的时代,就开始了对天体的研究,并以我国古代在天文学上的成就和希腊托勒玫的地球中心說作为例証。繼則介紹哥白尼的太阳中心說和它跟地球中心說的斗争,說明人类对天体运动的認識过程,也明确了哥白尼学說带来天文学上的革命。接着就提出开普勒在哥白尼宇宙論和第谷所作观察的基础上,经过长期研究而发现的行星繞太阳运动的定律。作为在本章內引出牛頓发现的万有引力定律的一个根据。然后介紹万有引力定律的内容、卡文迪許的實驗和万有引力恒量的測定,說明万有引力定律是天体运动知識的进一步提高,并反映了天体运动的規律性。它給哥白尼宇宙論以有力的論証,同时也显示出这一定律的普遍性。最后,介紹在万有引力定律的指导下,預測星球存在的事例和应用万有引力定律計算天体质量的方法;再結合上一章圓周运动的内容,分析地球上物体重量变化的原因;并根据重力加速度的变异,来勘探地下資源,加深人类对物質世界的認識,并明确科学研究与生产实际的联系。

講授本章教材时,应把重点放在万有引力定律的表述,万有引力定律公式的应用,和地球上物体重量的变化等問題上。但在講授过程中,学生对于万有引力定律公式的应用条件、万有引力恒量的意义、卡文迪許的實驗裝置、實驗方法、以及結合地球上物体重量的变化明确地球对物体的引力跟物体重量的区别和联系等問題,接受起来是比較困难的。

万有引力定律对高中二年級的学生是一章新的教材。在教学中,必須照顧到他們的接受能力和時間的限制,不要介紹深奥的材料,也不要引用繁难的数学論証。

在“行星运动”的教学中,应当簡單介紹我国古代在天文研究中的几个成果,說明天文学的发展,使学生了解我們祖先的勤劳和

智慧以及在天文学中的貢獻。介紹关于天体运动的两种学說的时候，要求学生体会到科学家們为了维护科学真理跟当时統治階級英勇斗争的精神，树立辩证唯物主义世界观。对于开普勒的行星运动定律，不作全面介紹，只提出軌道定律；也不要进行深入的分析討論，只要能够結合学生学得的圓周运动知識，作为引出万有引力定律的依据就够了。

关于“万有引力定律”的教学，只向学生說明万有引力定律是牛頓根据前人积累的天文学和力学知識，加以分析、研究，結合他个人对現象的观察总结出来的；不介紹从开普勒行星运动定律推导出来的步骤，但应指出万有引力定律的正确文字表述和公式的适用条件。对于万有引力恒量的意义，只要求学生能够曉得它在厘米、克、秒制中的数值就够了，不介紹它的单位，也不介紹它的数值跟所选择的力、质量、距离的单位制的关系。“卡文迪許实验”在中学不能演示，但說明实验的性质、装置和方法是必要的。这样能給学生指出万有引力定律的实验事实和万有引力恒量的測定方法；介紹万有引力定律的应用时，应強調指出在万有引力定律的指导下发现新行星和应用万有引力定律計算地球及其他天体质量的实例。

在“地球上物体重量的变化”的教学中，結合学生对圓周运动和万有引力定律的理解，說明物体的重量不但随离地面的高度而改变，并随物体在地球表面上的緯度而变化，使学生正确地掌握物体重量的概念。

二 課时分配

依照教学大綱的規定，本章讲授 3 課时，其分配方案如下表：

課時	講 授 內 容
1	§ 102 行星的运动
2	§ 103 万有引力定律
3	§ 104 地球的质量, § 105 地球上物体重量的变化

三 教法建議

(一)行星的运动

1. 古代人类对天体的研究 讲解这一段内容时, 建議向学生简单地說明万有引力定律跟天文学是有联系的, 使学生了解在这一章里为什么要先学习行星运动。然后领导学生回顾古代人类生活情况: 如上古时代, 人类依靠日月照明, 为着适应生活的需要, 对天象就进行了观察研究, 根据經驗的积累, 曉得了季节的变迁和昼夜的长短。古代游牧民族由于住所的移动, 結合对天象的观察, 就能識別方向。古代农民結合播种和收获的时期跟天体方位联系起来, 区分一年四季。从上述事例, 說明古代天文研究跟人类生活实际需要的密切关系。这样, 学生可以体会人类最初計算时间和測定方位的方法 (对于准确計时和測定方位的方法不必介紹), 同时也可知道为什么天文学是发展最早的一門科学。

2. 我国古代在天文研究上的成果 首先可向学生提出世界上文明古国对天体的研究都比較发达, 以便在下面引出希腊托勒玫的学說。然后简单地介紹我們祖先在天文研究方面的丰富成果 (参考文献 1), 例如在日食、月食、日珥、日斑 (即太阳黑子)、彗星以及流星等的記載方面都是世界最早的, 也是記錄最多的。記时

和观测天体的仪器，如圭表、漏壶、渾天仪、簡仪等，也相当精确。并可結合課文，指出中国在历法方面是研究得最早的国家，貢獻也很大。远在三千多年前的殷代就有严密的历法。殷历具有阴阳历的特点，还区分了四季，設置了閏月以符合气候的变迁。到了周代，我們祖先就已知道十九年七閏月的方法。中国古历还具备跟农业生产相适应的二十四节，充分显示了我們民族的勤劳和智慧。

3. 托勒玫的地球中心說 讲解这一段教材时，不但要說明文明古国对天体的研究比較发达，还应从托勒玫的唯心观点，反映出当时社会的統治階級思想。开始可简单介绍希腊天文学家托勒玫的地球中心說的内容（参考文献2）。这个学說认为地球是宇宙的中心，不公轉也不自轉，太阳、月球都沿着圓形軌道繞地球运行；各行星跟太阳、月球繞地球运轉的方式不同，它們各繞着自己的一个假想点轉动，各假想点又繞着地球轉动。托勒玫的宇宙觀跟基督教会提倡的以人类为中心的、旧的宇宙觀（认为宇宙間万物都是为了人类的需要由神創造的）相符合，因而得到教会的支持，在欧洲保持了几百年的統治地位。这个学說虽然反映了当时人們对自然的認識逐漸加深，企图解釋对天象观测的結果，但这个学說的观点是錯誤的，跟实际現象不符合。这一点从后来观测愈来愈进步，这个学說不能圓滿地解釋天文現象，反而增加人們对世界認識的困难，更不能根据这个学說制出精确的星座图帮助航海家識別方向，足以証明。

4. 哥白尼的太阳中心說 讲解这段教材，可以結合課文的叙述，先向学生交代在15世紀时，航海家因經過海洋經商，需要精确的星座图，用来辨别方向，这就激发天文研究的发展；哥白尼学說提出后，解决了許多航海的实际问题；这說明了人类在生活、生

产技术上的需要,推动科学研究,而科学研究的成果又来为生产服务的事实。讲授哥白尼太阳中心說时,可以介紹它是哥白尼經過三十余年对日、月和行星的运动細心观测而得出的(参考文献3),說明这种宇宙論是建立在科学的基础上的。讲授时还應該強調哥白尼学說的内容中跟开普勒定律和万有引力定律有关的部分(如課文中所述),为以下各节的讲授打下基础。也应說明哥白尼宇宙論与教会势力矛盾的所在,从教会对忠于真理、宣傳太阳中心說的科学家們的殘酷迫害,說明科学研究受到反动統治階級的阻撓;更从伽利略始終維護科学真理,不屈不撓,繼續用例証宣傳新学說,与旧学說斗争的精神,明确伽利略的坚持真理和真理的終究获得胜利。

5. 开普勒行星运动定律 首先介紹开普勒根据哥白尼的宇宙觀,本着哥白尼从实际观察出发的精神,在丹麦天文学家第谷詳細观测的基础上,加上自己长时期的辛勤研究,才发现了行星繞太阳运动的一般定律(参考文献4)。这里只限于介紹开普勒第一定律,即行星运动軌道定律。讲解这一定律的内容时,应說明所有的行星繞太阳运动的大小不同的橢圓軌道,有一个焦点是共同的,太阳就在这个焦点上;各橢圓軌道又可近似地当作圓来处理。課文中提到开普勒定律适用于卫星繞行星的运动,不仅是为了解释月球繞地球运动的問題,同时說明了开普勒定律反映出天体运动的規律性。

(二) 万有引力定律

讲解这一节,可以先看一下参考文献5。

1. 万有引力定律的发现 讲授这段教材,可在复习开普勒行星运动定律的基础上,結合学生对地球繞太阳公轉一年一周的知

識，說明不但可以把行星的軌道看作圓形，太陽位於這個圓形軌道的中心，還可以把行星繞太陽的運動當作勻速圓周運動來處理。然後從維持行星繞太陽運動所需的向心力，引出牛頓根據哥白尼太陽中心說和開普勒行星運動定律並結合伽利略自由落體運動定律，經過長時間的研究，發現了行星與太陽間和地球與物體間都存在著一種相互引力——萬有引力；萬有引力也就被認為是一切物質的普遍性質——物質的一種基本屬性；並提出萬有引力定律。

2. 萬有引力定律的內容 分析萬有引力定律的內容時，應向學生說明這個定律的表述是從質點間相互引力的研究出發的，如課文所述：“任何兩個物質質點都是相互吸引的，引力的大小跟兩個質點的質量的乘積成正比例，跟它們（兩個質點）的距離的平方成反比例”。應把“質點”強調出來。這並不是萬有引力定律的局限性，只是計算任意形狀的兩個物體間相互的吸引力時，它們的距離的確定，就不象量度質點間距離那樣簡單了。因此，課文中明確了“任何兩個物體相互作用的引力等於其中一個物體所有的各個質點和另一物體所有的各個質點間引力的總的合力”（這部分內容建議在分析萬有引力定律公式的運用條件時再詳細講解，此處只稍提一下）。對這一點如不深入分析，不但不能使學生認識萬有引力定律的普遍性，他們還可能不正確地運用萬有引力定律的公式。

引出萬有引力定律的公式，可根據學生的接受能力採取不同方式，使他們能把定律的表述跟數學公式結合起來。茲介紹兩種方法以供參考。

(1) 從具體數字逐步引出公式：

第一质点质量 (克)	第二质点质量 (克)	两质点间距离 (厘米)	作用力 (达因)
1 单位	1 单位	1 单位	f 单位
2	1	1	2f
2	3	1	$2 \times 3 f$
m_1	3	1	$3 m_1 f$
m_1	m_2	1	$m_1 m_2 f$
m_1	m_2	r	$\frac{m_1 m_2}{r^2} f$

故 $F = f \frac{m_1 m_2}{r^2}$, 式中 f 是万有引力恒量。

(2) 设两个质点的质量分别为 m_1 和 m_2 , 两个质点间的距离为 r , 根据万有引力定律的表述则 $F \propto m_1 m_2$; $F \propto \frac{1}{r^2}$ 。应该说明

$F \propto m_1 m_2$, 是假定 r 不变时才能成立。

若 r 与 m_2 都不变 则 $F \propto m_1$ 。

r 与 m_1 都不变 则 $F \propto m_2$ 。

r 不变 则 $F \propto m_1 m_2$ 。

m_1 与 m_2 都不变 则 $F \propto \frac{1}{r^2}$ 。

若 m_1, m_2 和 r 都是变量, 则 $F \propto \frac{m_1 m_2}{r^2}$ 。此式就是万有引力

定律的数学表达形式; 化为等式就是 $F = f \frac{m_1 m_2}{r^2}$ 。

式中 f 是比例系数, 在这里叫做万有引力恒量。

应用第一种方法引出公式 $F = f \frac{m_1 m_2}{r^2}$, 学生接受比较容易。

要知道, 这也是根据第(2)种方法的含意引出的。至于万有引力恒

量的意义。只要使学生能理解它在数值上等于两个质量都是 1 克的质点、相距 1 厘米时的相互引力。但应说明万有引力恒量的意义跟力不同。

3. 万有引力定律公式的运用 讲完万有引力定律的公式后，应向学生明确公式的适用条件；提出用 $F = f \frac{m_1 m_2}{r^2}$ 来计算任何两个质点间的相互引力时，最为简便。均匀球体可看作质量集中于球心的质点，应用上式计算二个均匀球体间的万有引力，只要掌握 r 表示两球心间的距离。至于任意形状的两个物体（或质量分布不均匀的球体）间的万有引力的计算，只有当两物体相距非常远，物体的大小与距离相比可以忽视不计，才可以把物体当作质点处理；此外，一般需要用高等数学来分析，本书不予介绍。课文中结合课本图 205 的叙述，明确了计算任意形状的两个物体间万有引力的原则，也就指出了处理这类问题的繁难。例如设物体 A 是由质量分别为 m_1, m_2 的两个质点组成，物体 B 是由质量为 m'_1, m'_2, m'_3 三个质点组成（图 1）为了计算 A 与 B 间的万有引力，先求出 A 物体的各质点与 B 物体的各质点间相互的作用力，然后求其合力，这个合力就是物体 A、B 的相互引力。

$$F_1 = f \frac{m_1 m'_1}{r_1^2}, F_2 = f \frac{m_1 m'_2}{r_2^2},$$

$$F_3 = f \frac{m_1 m'_3}{r_3^2}, F_4 = f \frac{m_2 m'_1}{r_4^2}$$

$$F_5 = f \frac{m_2 m'_2}{r_5^2}, F_6 = f \frac{m_2 m'_3}{r_6^2}$$

$F_1 F_2 F_3 \dots F_6$ 各力的合力 F ，可用平行四边形的

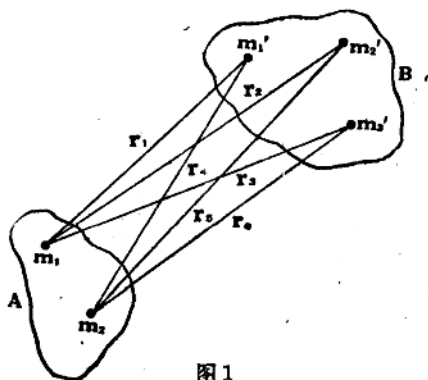


图 1

法則求得。這種方法只明確了萬有引力是各個質點間吸引力的合力，實際上很難把一個物體劃分為有限的幾個質點，所以這個問題不能用初等數學來處理。

4. 卡文迪許實驗 在介紹卡文迪許實驗之前，教師應該知道驗證萬有引力定律和測定引力恒量的實驗方法是很多的（參考文獻 6、7），卡文迪許的實驗方法（後來經過許多科學家予以改進）是其中最常用、最準確的一種。

講授時，先結合課文和圖 2 的示意，介紹儀器裝置。D 是一根石英細絲，絲上具有小反射鏡 C。石英絲 D 的一端系在非常輕（質量可以不計）的細棒 AB 的中央，這個細棒的两端分別固定着質量各為 730 克的小鉛球 m_1 、 m_2 。石英絲 D 的另一端，則固定在 PQ 箱的頂上，組成扭秤。使棒 AB 水平靜止在箱內，以免受到空氣流動的影響。取質量約為 158 千克的兩個大鉛球 M_1 、 M_2 分別放在 m_1 、 m_2 附近，再取望遠鏡一具放在箱外，用來測定石英絲扭轉的角度。

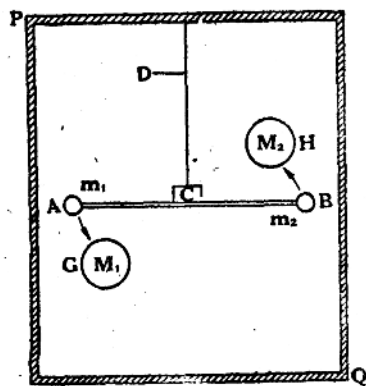


圖 2

教師再向學生說明，先把大鉛球 M_1 、 M_2 分別放在 G 和 H 處，使大小兩對鉛球的中心在同一水平面內，並要求 $AG = BH$ 。此時，兩個大鉛球作用在其對應小鉛球的引力對細棒形成力偶，石英絲 D 即被扭轉。課文中說到“石英絲最後靜止的位置，就是它由於扭轉而產生的彈力跟大小鉛球的引力相平