

中学物理教材教法

第二分册 (II)

中学物理教材教法分析

(分子物理学和热学)

江苏师范学院物理系

序 言

“中学物理教材教法”是高等师范院校物理系必修的一門重要課程。但這門課程在國內迄今尚無適當的教科書可以採用，因而在教學上造成了一定的困難。

為了滿足這門課程的教學需要和促進這一學科的科學水平的提高，我們在本院黨委的領導下，總結了這門課程過去幾年來的教學經驗，並以歷年教學的講義為基礎，適當參考了華東師範大學、江蘇師範學院、上海師範學院三校物理系合編的“中學物理教學法”講義及我系朱正元教授編寫的“中學物理教材選論”講義，集體編寫出這一部“中學物理教材教法”初稿。

本書共分三分冊：第一分冊——“中學物理教學法概論”是物理教學論；第二分冊——“中學物理教材教法分析”着重分析研究高中物理的教材教法，同時也對初中的一些重點課題進行了適當的討論；第三分冊——“中學物理實驗”除着重介紹中學物理實驗基本技術外，還對中學物理演示實驗和學生分組實驗的內容和方法作了重點討論和研究。教完這部教材的內容約需 120 學時左右，但在必要時也可以從本書中選擇某些內容作重點的講授。

編寫這部書的主要目的是為了解決我系“中學物理教材教法”的教學需要，同時，它也是江蘇省教育廳交給我們的任務。此書可作為兄弟院校有關課程的教學參考書，倘它能對提高中學物理教學質量有所幫助，那將是我們最大的榮幸。我們誠懇地希望讀者對本書提出寶貴的意見。

在制訂“中學物理教材教法”教學大綱的過程中，揚州師院、徐州師院、南京師院和我院物理系的有關教師參加了討論並提出了許多建議，這對於本書的編寫有很大的幫助；此外，我院的徐正、安靜華和徐志鵬三位同志為本書繪制了插圖，謹此一併致謝。

江蘇師範學院物理系教材編委會

1963年1月

第二分册(II)目录

分子物理学和热学

第十章 热学与分子物理学教材总分析	229
§ 10.1 热学与分子物理学教材的内容和系统	229
§ 10.2 热学和分子物理的重点、难点与教学特点	233
第十一章 分子运动论 热和功	237
分子运动论及热和功教材教法概述	237
§ 11.1 布朗运动 扩散	239
§ 11.2 分子间的相互作用力	242
§ 11.3 内能	246
§ 11.4 热量的概念	249
§ 11.5 热功当量	252
第十二章 气体的性质	256
气体的性质教材教法概述	256
§ 12.1 理想气体三定律	259
§ 12.2 气体方程和門捷列夫——克拉珀龙方程	264
§ 12.3 气体的性质的习题解法讨论	267
第十三章 液体的性质	269
液体的性质教材教法概述	269
§ 13.1 表面张力	271
§ 13.2 浸润现象	281
§ 13.3 毛细现象	282

第十四章 固体的性質	286
固体的性質教材教法概述	286
§ 14.1 晶体与非晶体	289
§ 14.2 固体的形变和胡克定律	295
§ 14.3 極限强度、硬度和金属压力加工	302
第十五章 “物态变化”的教学	304
物态变化教材教法概述	304
§ 15.1 熔解和凝固	306
§ 15.2 关于应用物态变化的热平衡方程的討論	308
§ 15.3 饱和汽	311
§ 15.4 沸騰	313
§ 15.5 物相变化与辯証法	317
§ 15.6 空气的湿度	319
第十六章 热机的教学	323
热机教材教法概述	323
§ 16.1 热机的基本部分和它的效率	326
§ 16.2 蒸汽机	328
§ 16.3 蒸汽輪机	330
§ 16.4 內燃机	334
§ 16.5 燃气輪机	336
§ 16.6 噴气發动机	338
§ 16.7 热机的单元复習	340

一开始，根据初中原有的知識基础提出了胡克定律的内容，接着指出胡克定律对于各类弹性形变的普遍意义（前面几节讨论了各种形变），然后，指出本节将詳細研究它在伸长形变方面的应用。接着，为了导出胡克定律在伸长形变中的具体形式 $\frac{L-L_0}{L_0} = \frac{1}{E} \frac{P}{S}$ ，先指出由于同种材料 $(L-L_0) \propto P$ ，而对于不同材料，即使 P 相同， $(L-L_0)$ 却不同，因而在实际应用上需要每次测出 $(L-L_0)$ 跟 P 的比值，这是很不方便的。在此基础上，教材就作了进一步的发展（为了简便起见，此处用数学式来表示），那就是：

(1) 研究同种材料

当 P 一定时， $L-L_0 \propto L_0$ ，且 $\frac{L-L_0}{L_0} = \text{常量}$ ，从而引出绝对

伸长 $(L-L_0)$ 和相对伸长 $\left(\frac{L-L_0}{L_0}\right)$ 的概念。

当 P 相同时， $\frac{L-L_0}{L_0} \propto \frac{1}{S}$ ；当 $\frac{L-L_0}{L_0}$ 相同时， $P \propto S$ ，进一步

作出讨论：当 $\frac{P}{S}$ 相同时， $\frac{L-L_0}{L_0}$ 也是相同的。在这基础上，

引出倔强 $\left(\frac{P}{S}\right)$ 的概念。

(2) 研究各种材料

对于任何材料，都有关系式 $\frac{L-L_0}{L_0} \propto \frac{P}{S}$ 。

(3) 导出拉伸形变中的胡克定律

将上面的不等式写成等式时，得 $\left(\frac{L-L_0}{L_0}\right) = \alpha \left(\frac{P}{S}\right)$ ，这就是胡克定律的表示式，式中 α 叫做伸长系数。

取替換 $E = \frac{1}{\alpha}$ ，則胡克定律可表示為 $\frac{L-L_0}{L_0} = \frac{1}{E} \frac{P}{S}$ 。式中

E 叫做彈性模量(長變彈性模量)。

整個教材的安排採取了綜合、分析、綜合的方法，教材作這樣的組織基本上是好的。不過，還有兩點研究的地方。

第一，在引出肋強 $\left(\frac{P}{S}\right)$ 概念時，不如引出相對伸長 $\left(\frac{L-L_0}{L}\right)$ 概念自然。特別是在得出 “ $\frac{P}{S}$ 相同時， $\frac{L-L_0}{L_0}$ 也是相同的” 結論時很不自然。可以改用這樣的方法：先討論 $\frac{L-L_0}{L_0} \propto P$ (同材料、同截面)，再討論 $\frac{L-L_0}{L_0} \propto \frac{1}{S}$ (同材料、同外力)，最後得出 $\frac{L-L_0}{L_0} \propto \frac{P}{S}$ 。在這基礎上引出肋強的概念。

第二，本節內容提到的新名詞，新概念是比較多的，既然技術上通常不應用伸長系數 α ，似可直接得出克定律的後一種表达式，而不引出伸長系數的概念。也就是由

$$\frac{L-L_0}{L_0} \propto \frac{P}{S},$$

直接得出

$$\frac{L-L_0}{L_0} = \frac{1}{E} \frac{P}{S}.$$

比例系數以分數的形式引出，本來是可以的。只是對高中學生來說，可能感到不大習慣，但畢竟沒有什麼困難。

最後，說一下關於彈性模量 E 的物理意義。通常是這樣解釋的：由胡克定律的公式可以看到，當 $\frac{L-L_0}{L} = 1$ 時，即得 $E = \frac{P}{S}$ 。所以，假定物體總處於彈性形變狀態，彈性模量就表示使物體長度伸長一倍所需要的肋強。而實際上，除了橡皮以

外的任何材料，在远小于这样大的胁强时，就已经断了（或者换句话说，不可能达到 $\frac{L-L_0}{L_0} = 1$ 的情形），那么当然，更不可能保持弹性形变了。^①

如此看来，岂不是可能造成人们这样的认识： E 只是一个（除了对橡皮）假想的概念，毫无实际价值的。而事实上， E 的概念具有十分重要的实际意义。对于 E 的意义可作如此解释：

(1) 从胡克定律的公式可以看出，当胁强一定时，如果某种材料的 E 越大就表示这种材料越难于发生相对形变；反之， E 越小，就越易于发生相对形变。因此，某种材料 E 的大小表示它抗拒形变的本领。

(2) 从胡克定律的公式可以看出， E 的单位跟 $\frac{P}{S}$ 的单位相同，或者说 E 的大小也用胁强来表示。如果 $\frac{L-L_0}{L_0} = 1$ ，那么 $\frac{P}{S} = E$ ，这就是说，知道了某种材料的 E 的值，就可以确定当它伸长一倍（假定物体总处于弹性形变状态）时，需加多大胁强。事实上，对于大多数材料在 $\frac{L-L_0}{L_0}$ 不太接近 1 时，早就断了。不过，当 $\frac{L-L_0}{L_0}$ 不等于 1 时，可以根据 E 值来推算出 $\frac{P}{S}$ 的值。例如，当 $\frac{L-L_0}{L_0}$ 等于 $\frac{1}{1000}$ 或 $\frac{1}{10000}$ ，那么 $\frac{P}{S}$ 的值就是 E 值的 $\frac{1}{1000}$ 或 $\frac{1}{10000}$ 。另外，可以根据材料的 E 的值来确定它受到一定胁强时将会发生多么大的相对形变（读者可以作出跟上面完全类似的讨论）。

① 现在的高中物理课本以及某些参考书就是这样解释 E 的物理意义的

§ 14.3 极限强度、硬度和金属压力加工

极限强度、硬度和金属压力加工跟材料的力学性质——弹性和范性有密切的联系。这部分教材跟声学部分的声音的纪录和重发以及超声波等课题所处的地位相仿，不详细讨论它的理论，而偏重于介绍有关知识的应用部分。

这单元的教材是理论联系实际的很好的内容。但是，从普通中学的教学要求来看，这单元的教材的教学不应是技术细节的介绍和讨论，而应着重于联系已有的物理基础知识，特别是材料的弹性和范性等概念，来对这些课题作初步的理论上的阐明。

在课本上“弹性和范性”一节教材里，曾研究了弹性和范性的概念，并阐述了如何由弹性形变过渡到范性形变。在建筑技术设计上，不仅要了解材料的弹性和范性，更重要的是还要知道使材料承担负载而不致破坏的最大胁强。换句话说，要知道使材料破坏所需要的最小胁强——极限强度。为了安全起见，技术设计时，应使材料的实际承担的胁强——实用强度远小于极限强度。所谓安全系数就是极限强度与实用强度之比。

硬度是材料的重要的力学性质之一。在选用材料，及对材料进行加工时，必须考虑材料的这一性质。而且，金属的硬度跟极限强度之间有一定关系，所以，在学习了极限强度之后和进一步学习有关金属加工知识之前，要学习硬度。

金属跟一般非金属材料比起来具有很好的范性和较大的极限强度的特性，这些特性使金属在机器制造方面获得广泛的应用。

通常把金属制成所需要的形状，有三种加工方式：即铸造、压力加工和切削加工。金属的切削加工是利用各种机床把金属

切削成所需要的形状。关于鑄造的知識将在下一章里討論，在本章教材里只討論金属压力加工。

利用强大的压强（超过彈性限度，当然小于極限强度），可以使金属产生范性形变，变成所需要的各种形状，这就是金属压力加工。主要的压力加工有軋制、冲压和控制三种。

所謂軋制是把金属坯經两个軋輥中間通过（軋輥可以做成表面光滑的或做成各种孔型），这样就可以軋成板状（金属板）或軋成各种截面的金属材料（鋼梁、鋼棒和丁字梁等）。由于增高溫度可以降低金属的彈性和增大范性，所以为了便于加工，常常預先把金属坯加热到適當高的溫度。

把金属板放在冲模和底模之間，用压力机把冲模压下，即可压成所需的形状（例如鉛鍋、鉄碗等），这就是冲压。冲压有热冲压和冷冲压两种。

拉制的主要設備是拉模（由合金制成的，具有喇叭形的拉模孔）和拉引裝置（具有巨大拉引力的动力裝置和具有夹住加工材料的鉗子）。把需要加工的金属材料由拉引裝置将它从拉模（从喇叭形的大孔進而由它的小孔出）里拉过，材料的横截面的形状和大小就变成跟拉模孔的細口一样了。各种金属綫就是这样制造成的。

第十五章 “物态变化”的教学

物态变化教材教法概述

物态变化的研究不仅是热学和分子物理中的重要部分，而且它还有很大的教育意义。中学物理课程的这一部分教材最能清楚地显示：（1）过程的辩证性质，如物质性质在一定温度下的质变（溶解和沸腾）；（2）过程的对立面的斗争，如分子力的“有序化”作用和热运动的“杂乱化”作用及两相系统的动平衡（汽化与液化、溶解与凝固）等。用分子运动论来解释蒸发、沸腾、溶解和结晶过程，能够促进学生辩证唯物主义世界观的形成。物态变化和空气湿度的知识，是了解热机和气象知识的基础，同时，物态变化，特别是液态气体的应用等在生产上也有着重要的意义。

初中“物态的变化”部分教材，主要使学生认识物态变化的现象，明确在变化过程中温度的变化与吸热和放热的关系，以及物态变化的可逆性，以及掌握有关热平衡问题的简单计算。

高中教材则是使学生了解熔点、凝固点和沸点等的意义，掌握未饱和汽和饱和汽的性质以及它们所遵循的规律，从而对物质三态的变化有比较系统和全面的理解，并熟练地根据溶解热和汽化热的意义，运用热平衡方程式来计算有关问题。

高中物态变化的教材，是在初中教材的基础上提高和加深的。关于固态和液态间的相互转变，及液态和汽态间的相互转变，初中只限于描述现象，高中则将溶解热、汽化热与分子的势能改变联系起来，从而对溶解、凝固与汽化、液化过程作较

深刻的說明。

飽和汽和未飽和汽的性質，要在掌握了氣體性質的基礎上來闡明。初中沒有學習過關於氣體性質的幾個定律，因而就沒有基礎來研究飽和汽與未飽和汽。

高中則在學習了氣體定律的基礎上，研究了飽和汽與未飽和汽的性質。掌握了飽和汽的性質以後，就為描述沸騰的過程及研究空氣濕度、露點打下了基礎。因此，在高中教材里就增加了濕度的概念及測定濕度和計算相對濕度、絕對濕度的方法。

初中講蒸發，只是研究了決定蒸發快慢的條件以及提出蒸發致冷的事實；高中講蒸發則不再重複決定蒸發快慢的條件，而是在比較深刻地認識了汽化熱以及掌握了壓氣機構造原理的基礎上，着重介紹致冷機的構造原理。

關於氣體的液化，初中沒有足夠的基礎來強調闡明一切氣體都能液化，高中則在對比氣體、飽和汽與未飽和汽的性質的基礎上，提出是否一切氣體都能液化的問題，並介紹了臨界溫度及液態氣體的應用，但不作深入說明。

本單元教材中，熔解和凝固是一個重點。使學生明確熔解和凝固的過程是內能變化的過程這一事實是很重要的，因為這樣對下面解釋許多有關物態變化的現象都有幫助。飽和汽的性質是一個重點也是難點。只有掌握了飽和汽的性質，才能掌握下面教材，如沸騰、氣體的液化、空氣的絕對濕度和相對濕度以及露點等，而且也為後面的熱機和威爾遜雲霧室的講解做好準備。但有關飽和汽性質的演示比較困難，學生往往沒有觀察到這些現象，以致對飽和汽的性質的內容模糊不清。因此，教師應創造條件，做好有關的演示實驗。

沸騰現象的過程是一個重點。使學生了解沸點的意義，對

下面講解汽化熱、汽體的變化以及液態氣體的应用都有联系。空氣的濕度與工农业生产以及人類日常生活的关系非常密切，其中相對濕度和露點等內容，在學生學習時常會覺得比較抽象而難于接受，是教材中的難點。

§ 15.1 熔解和凝固

熔解和凝固是指物質由固態轉變成液態和由液態轉變成固態的過程。在高中講解這個課題時，首先可以讓學生回憶初中所學過的知識，指出在熔解和凝固的現象里，晶體和非晶體有很大的區別。通過講述配合松香熔解的演示，在黑板上繪出晶體和非晶體的熔解和凝固的圖綫（或者不演示而直接畫出）。然後，將兩圖綫進行比較總結出：

- (1) 結晶物質在熔解和凝固過程中，溫度保持不變；
- (2) 結晶物質的熔點和凝固點決定於物質的種類和它所受的壓強；
- (3) 在同一壓強下，某一種結晶物質的熔點就是它的凝固點；
- (4) 非結晶的物質在熔解和凝固的過程中溫度將會改變，所以，它們沒有固定的熔點和凝固點（在熔解過程中，物質隨溫度升高而逐漸變軟，在凝固過程中，隨溫度降低而逐漸變硬）。

這時，教師可向學生提出前面“固體的性質”一章中有关晶體和非晶體的另一些區別，再联系本節內容。這樣，既可以使學生對晶體和非晶體的性質有比較完整的認識，又可以為分子運動論解釋熔解和凝固現象作好準備。在解釋物質的熔解和凝固現象時，應着重分析晶體內能的變化。可以根據分子運動論補充解釋物質在熔解過程中內能的變化如下：

(1) 熔解开始前(固态)——物質熔解开始前受热，溫度升高，就表明它的分子平均动能增加。当溫度升高到一定值，它的分子平均动能达到将足以破坏晶体的空間点陣时，晶体将开始熔解，这时的溫度就叫做熔点。

(2) 熔解过程中(固态和液态并存)——物質的溫度逐渐升高而刚达熔点时，它仍然保持着晶体的空間点陣，所以这时，它仍然是固体。此后，如果繼續对它加热，晶体的空間点陣开始破坏，于是才开始发生熔解现象。不过，晶体并不是完全同时熔解的，而是在吸热过程中逐渐熔解的。在熔解过程中，物質所吸收的热量都是消耗在破坏晶体的空間点陣上，也就是內能的改变仅使分子的势能改变，而分子的平均动能保持不变。因此，在熔解过程中，物質的溫度保持不变。显然，在熔解过程中內能的增加，就是分子势能的增加。

(3) 熔解終了后(液态)——当晶体的空間点陣已被完全破坏时，即物質由固态轉变成液态，这时表示熔解終了，如果在物質熔解終了后，繼續对它加热，液体吸收的热量将又会使分子的平均动能逐渐增大，所以它的溫度又将繼續升高。显然，熔解終了后，內能的增加主要是使分子的平均动能增加。

为了使学生对常見的几种物質的熔点的数值，能有較深的印象，应結合具体实例(課本中“几种物質的熔点”表)講解。

講过熔解和凝固以后，引出熔解热的概念是很自然的，但这时应着重講解熔解热的意义。为了使学生对熔解热的概念掌握牢固，要仔細分析課本中的例題。在講授过程中应向学生指出下列两点：

(1) 計算物質溫度变化时它吸收或放出的热量，应该采用 $Q = cm(t_2 - t_1)$ 的公式，式中要应用物質的比热 c ，而計算物态变化时吸收或放出的热量，应该采用 $Q = \lambda m$ 的公式，式中

要应用物質的熔解热 λ 。

(2) 同一种物質在不同状态下，它的比热也不同。例如，冰的比热是 0.6 卡/克·度，而水的比热是 1 卡/克·度。引導学生参看課本上“几种物質的熔解热”表是有益的，教师应指出，絕大多數物質的熔解热都比冰小，冰的熔解热(80 卡/克)是比較大的数值。

关于物質在熔解或凝固时体积的变化，也可以补充用分子运动論来解釋：物質在熔解时，也就是分子的势能增加，分子間的相对位置改变。因此，当物質熔解时，体积会發生变化。一般物質在熔解时分子間的平均距离增大，它的体积也就增大，少数物質因結構特殊，熔解时体积反而縮小，凝固时体积反而膨胀。

§ 15.2 关于应用物态变化的热平衡方程的討論

学生对于热平衡的習題，通常沒有很大的困难，但却常易發生一些典型的錯誤。如果在教学时能預先注意糾正，就可以防止这类錯誤。防止这类錯誤的最好方法，是在解所有的問題之前都先画一条表示物态变化的大致的圖綫。现举例如下：

把一塊質量是 500 克的鋁放在坩鍋里，在煤油爐上加熱 10 分鐘。如果每分鐘燃燒 5 克的煤油，那么，鋁的溫度将要达到多少度？（設室溫是 18°C ，全部裝置的效率是 40% ，坩鍋受熱的損失不計。汽油燃燒熱為 11000 千卡/千克。）

有的学生会这样想：鋁所得到的熱是燃燒煤油時放出的。根据热平衡方程可以写出：

$$Q_{\text{放}} = Q_{\text{吸}}$$

燃燒煤油所放出而被鋁所吸收的熱量： $Q_{\text{放}} = 0.4m'q$ ，其中

m' 为燃烧汽油的质量, q 为燃烧热。把铝从温度 t_1 加热到 t_2 所需要的热量:

$$Q_{\text{吸}} = cm(t_2 - t_1)$$

因此

$$0.4m'q = cm(t_2 - t_1)$$

铝的最终温度是

$$t_2 = 0.4m'q/cm + t_1$$

代入问题所给的数据, 即得

$$t_2 = 11000 \times 0.05 \times \frac{0.4}{0.5} \times 0.22 + 18^\circ = 2018^\circ\text{C}$$

表面检查一下不易发现解题步骤有什么错误, 但这与实际情况是不符合的。如果利用图线, 就易于发现错误。问题的关键在于要求的是铝的末温度, 但却未指明铝处于什么状态。因此, 最好画出铝的加热图线(图 15.2—1)。

由图 15.2—1, 可以写出:

$$Q_{\text{固}} = cm(658^\circ - 18^\circ), \quad Q_{\text{固液}} = \lambda m$$

$$Q_{\text{液}} = cm(1800^\circ - 658^\circ), \quad Q_{\text{汽液}} = \tau m$$

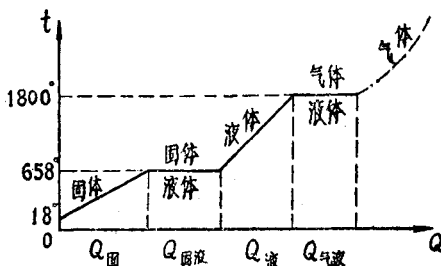


图 15.2—1

为了解决这个问题, 我们进行如下的分析:

由公式得出燃烧煤油而放出的有效热量:

$$Q_{\text{放}} = \eta m q$$

式中 q 为燃烧热， η 为供热装置的效率。代入相当的数值，得

$$Q_{\text{放}} = 0.4 \times 11000 \times 0.005 \times 10 = 220 \text{ 千卡}$$

这时就要注意：这一所加的热量已经超过使铝达到熔点所需要的热量。后者可利用图中第一部分的公式计算出来：

$$Q_{\text{固}} = 0.22 \times 0.5 \times (658^\circ - 18^\circ) 70.4 \text{ 千卡}$$

因此，放出的有效热量不仅足够使铝加热到熔点，并且还要使铝的一部份或全部溶解。究竟有多少铝被溶解呢？让我们先求出过剩的热量：

$$220 - 70.4 = 149.6 \text{ 千卡}$$

而按前面表示 $Q_{\text{固液}}$ 的公式来计算铝全部被溶解所需要的热量，

$$Q_{\text{固液}} = 92 \times 0.5 = 46 \text{ 千卡}$$

由此可知，除了使铝到达熔点所需要的热量外，过剩的热量比铝全部溶解所需要的热量还要多：

$$149.6 - 46 = 103.6 \text{ 千卡}$$

这个热量能否使铝达到沸点呢？我们来计算一下这一块铝达到沸点所需要的热量就可以回答这个问题。利用前面表示 $Q_{\text{液}}$ 的公式：

$$Q_{\text{液}} = 0.22 \times 0.5 \times (1800 - 658) = 125.62 \text{ 千卡}$$

由上式的结果，可知液体的铝不能被加热到沸点。

最后，计算液态的铝的温度。这时要估计到只有 103.6 千卡的热量加热到铝上，因此，可写出下式：

$$103.6 = 0.22 \times 0.5 \times (t_2 - 658)$$

解得： $t_2 = 1599.8^\circ\text{C}$ （铝处在液态）。

如果改变一下数据，让最后剩下的热量比使铝加热到沸点所需的热量还要多，那么，就可以再用前面表示 $Q_{\text{液汽}}$ 的公式来

計算有多少質量的鉛液被汽化。

§ 15.3 飽和汽

一、飽和汽压强

根据分子运动論，一定質量的任何气体的压强都服从如下公式

$$P = \frac{1}{3} \rho \bar{u}^2 = \frac{2}{3} n_0 \frac{1}{2} m \bar{u}^2, \quad (1)$$

式中 $\bar{u}^2$ 为平均平方速度， ρ 为气体密度， n_0 为单位体积中气体分子数， m 为气体分子質量。这一公式对于蒸汽自然也是適用的。飽和蒸汽的特点就在于在一定溫度下，它的 n_0 或 ρ 并不随体积的改变而改变，而都是恒量。但一定質量气体的 n_0 或 ρ 却显然是和它所占据的体积成反比的。在飽和汽的教学中，由于教材中沒有講到气体压强公式，因此不要向学生提出这一公式，但对有些問題要用这一公式的精神来解釋。这样做学生是可以接受的，因为学生容易想象压强是随着 n_0 或 ρ 以及溫度（决定于 $\frac{1}{2} m \bar{u}^2$ ）的增大而增大的。

二、飽和汽的动态平衡

教飽和汽时，要繪圖說明敞口容器液面蒸發同密閉容器里液面蒸發两者的区别。从汽化速度和液化速度相等，導出动态平衡的概念时，可指出动态平衡的几个特点：（1）液、汽并存；（2）液化和汽化同时進行；（3）汽的密度一定；（4）溫度一定。这里也可附帶指出飽和汽压与溫度的定性关系，这一点可以这样来解釋。我們知道，密閉容器内液面开始蒸發时，汽化的分子数大于液化的分子数，当达到动态平衡后，汽化和液化过程仍在繼續進行，但这时的汽化速度（溫度越大时它就越大）和液