

普通高中课程标准实验教科书

配粤教版

物理

(选修1-2)

实验册

广东基础教育课程资源研究开发中心
物理实验册编写组 编



广东教育出版社

普通高中课程标准实验教科书

配粤教版

物理

(选修 1-2)

实验册

广东基础教育课程资源研究开发中心
物理实验册编写组 编



广东教育出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

普通高中课程标准实验教科书物理实验册: 选修1-2 /
广东基础教育课程资源研究开发中心物理实验册编写组
编. —2版. —广州: 广东教育出版社, 2005.12

配粤教版

ISBN 7-5406-5931-9

I. 普… II. ①广… III. 物理课 - 高中 - 教学参考
资料 IV. G634.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 071191 号

广东教育出版社出版发行

(广州市环市东路 472 号 12-15 楼)

邮政编码: 510075

网址: <http://www.gjs.cn>

广东新华发行集团股份有限公司经销

东莞市篁村蚝江印刷厂印刷

(东莞市莞太路蚝江)

787 毫米×1092 毫米 16 开本 2.75 印张 59 000 字

2005 年 7 月第 1 版

2005 年 12 月第 2 版 2006 年 7 月第 3 次印刷

ISBN 7-5406-5931-9/G·5267

定价: 3.35 元

质量监督电话: 020-87613102 购书咨询电话: 020-34120440

编写说明

《物理实验册》丛书是根据《普通高中物理课程标准（实验）》的要求，配合广东教育出版社出版的普通高中课程标准物理教科书的内容来编写。这套丛书按高中物理课程结构的12个模块编排共分12册。本册《物理实验册（选修1-2）》供采用粤教版《普通高中课程标准实验教科书·物理（选修1-2）》的高中学生使用。

本书实验的编写体例有两种形式，其一是探究性实验形式，其二是测量或验证性实验形式。前者一般设置有“提出问题”、“参考器材”、“探究过程”、“启发联想”等栏目；后者一般设置有“预备知识”、“实验目的”、“参考器材”、“实验过程”、“启发联想”等栏目。两种体例编写的实验最后都编有“课外实验”和“课外知识”，供学生课后选用。

在“提出问题”栏目里，为学生创设一个探究前的物理情景，激发学生的探究意识和创新思维。“参考器材”栏目里，一般列出较多的、非全部要采用的实验器材供学生选择：对于较容易的实验或能用多种器材完成同一个实验的，则全部以填空的形式让学生选择器材；对于有一定难度的实验，则给出部分器材，让学生填写还需要补充的器材。在“探究过程”栏目里，一般编排有“猜想与假设”、“设计与提示”、“操作与记录”、“分析与结论”、“评价与交流”等项内容。

本书有的实验编写了两种不同的实验方法，供学校根据自己的情况选择使用。

本书还编写了“实验综合测试”，分正卷和复卷两种，以便学生自我测评，达到巩固提高的目的。

本书中标注“*”的实验，供学生选做。

这套《物理实验册》丛书主编保宗悌，副主编布正明、王笑君。

本册主编冯杰，副主编彭联亚。实验一由赖萍编写，实验二由钟小桂编写，实验三、四、五由沈健编写。统稿冯杰，审稿布正明。

《物理实验册》的编写力图体现高中物理课程的基本理念和主要特点，加强新课程三维目标的实施，加强科学探究和实验能力的培养，有利于学生的自主学习。希望本书能达到我们的愿望。欢迎老师和同学们对本书的编写提出宝贵意见，以便今后修订。

目 录

科学探究及物理实验能力的基本要求	(1)
实验一 探究油膜法估测分子的大小	(2)
实验二 利用热量做功的实验探究	(7)
*实验三 探究原子的结构模型	(13)
实验四 测定空气中的放射性物质半衰期	(17)
*实验五 核电站工作原理的实践探究活动	(23)
实验综合测试 (正卷)	(27)
实验综合测试 (复卷)	(31)
部分参考答案	(33)
附录 常用热学实验仪器介绍	(35)

科学探究及物理实验能力的基本要求

科学探究要素	对科学探究及物理实验能力的基本要求
提出问题	能发现与物理学有关的问题 从物理学的角度较明确地表述这些问题 认识发现问题和提出问题的意义
猜想与假设	对解决问题的方式和问题的答案提出假设 对物理实验结果进行预测 认识猜想与假设的重要性
制定计划与设计实验	知道实验目的和已有条件, 制定实验方案 尝试选择实验方法及所需要的装置与器材 考虑实验的变量及其控制方法 认识制定计划的作用
进行实验与收集证据	用多种方式收集数据 按说明书进行实验操作, 会使用基本的实验仪器 如实记录实验数据, 知道重复收集实验数据的意义 具有安全操作的意识 认识科学收集实验数据的重要性
分析与论证	对实验数据进行分析处理 尝试根据实验现象和数据得出结论 对实验结果进行解释和描述 认识在实验中进行分析论证是很重要的
评估	尝试分析假设与实验结果间的差异 注意探究活动中未解决的矛盾, 发现新问题 吸取经验教训、改进探究方案 认识评估的意义
交流与合作	能写出实验探究报告 在合作中注意既坚持原则又尊重他人 有合作精神 认识交流与合作的重要性

实验一 探究油膜法估测分子的大小

提出问题

一个微小物体所包含的分子数目大得惊人，即分子的尺度是很小的。普通的光学显微镜和电子显微镜一般都观察不到它们。分子那么小，既看不见，又摸不着，那么我们怎样才能测量到一个分子的大小呢？

参考器材

下面表格中给出了一些实验器材，请你在需要的器材后面的空格内打“√”，若还不够，就在表内的空格写上需要补充的器材名称。

表 1-1

浅盘（边长 40 cm 左右、深度约 3 cm）		水		量杯	
玻璃板（比浅盘略大）		痱子粉		水彩笔	
油酸酒精溶液（浓度的体积分数为 1/200 或 1/500）		滴管		石膏粉	
带针头的注射器					

探究过程

【猜想与假设】

由于气体的流动性太大，而且大多数气体是没有颜色的；而固体的分子结合得太紧密，因此对这两种形态下的物质都不容易估测其分子的大小。

如果让一种待测分子的液体在另一种不互溶的液体的表面上充分展开，测出待测分子的液体的体积 V ，以及完全展开后的面积 S ，那么由 V 和 S 就可以计算出液体分子的直径 D 。

【设计与提示】

油酸分子有一个很有趣的特性，它有一个较大的头部（ $C_{17}H_{33}$ ）和一个很小的尾巴（ $-COOH$ ），头部不溶于水，但尾巴却对水有很强的亲和力，把油酸滴入水中，让油酸分子充分展开，油酸分子就会竖起来，头露出水面，而尾巴留在水中，油酸分子就这样一个挨一个紧密地排列在水面上。假设把油酸分子近似看作球形，就可以按以上猜想的方法来测量油酸分子的直径了。

【操作与记录】

1. 用注射器或滴管将事先配制好的油酸酒精溶液一滴一滴地滴入量杯中, 记下量杯内液体增加一定体积 (如 1 ml) 时的滴数, 由此计算出一滴油酸酒精的体积, 然后再按油酸酒精溶液的浓度计算出一滴油酸酒精溶液中纯油酸的体积。

2. 将一个深度约为 3 cm 的平底浅盘水平放置在桌面上, 往盘子里注水, 使水的表面略低于盘子的边沿。待水面稳定后, 将适量的痱子粉均匀地撒在水面上。

3. 用注射器或滴管将油酸酒精溶液滴一滴在水面上, 形成如图 1-1 所示的形状, 将准备好的玻璃板放在浅盘上, 然后将油膜的形状用水彩笔描在玻璃板上。

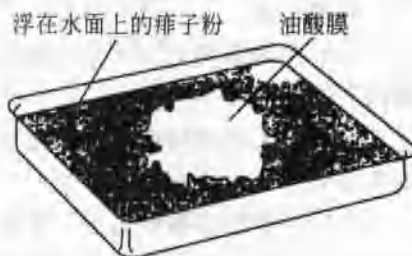


图 1-1

4. 将画有油膜轮廓的玻璃板正确地放在坐标纸上, 计算出油膜的面积 S 。(求面积时以坐标纸上边长为 1 cm 的正方形为单位, 计算出正方形的个数, 不足半个的舍去, 多于半个的算一个。)

5. 根据纯油酸的体积 V 和油膜的面积 S , 可计算出油酸薄膜的厚度 $D=V/S$, 即油酸分子的直径。

6. 将浅盘里的水溶液及痱子粉倒掉、洗净, 再重复做步骤 2~5 两次, 并计算出油酸分子的大小, 将实验数据记入表 1-2。最后求出油酸分子大小的平均值。

表 1-2

实验数据记录表

次数	溶液浓度	溶液体积 V/ml	滴数 n	一滴油酸体 积 V_0/ml	面积 S/cm^2	分子直径 $D/10^{-7}\text{cm}$
D 平均值 $D/10^{-7}\text{cm}$						

 启发联想

1. 在实验中发现, 油酸面扩散后又收缩, 为什么会出现这种现象? 什么时候画油酸膜的轮廓比较好?

2. 加痱子粉时, 是将粉撒在水面上效果好, 还是往盘中央撒粉, 让粉自动扩散至均匀的效果好? 思考后, 动手试一试, 验证你的想法。

【课外实验】

热功当量实验

实验器材：定滑轮（两个）、叶轮、温度计（测量范围 $0\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ）、水、重物、绝热材料好的容器（量热器）、弹簧测力计、天平。

实验步骤：

(1) 用弹簧测力计测出重物的重力为 G ，用天平称出适量的质量为 m 的水并倒入容器内。

(2) 将实验器材组装成如图 1-2 所示，读出容器内水的初温 t_1 。

(3) 让重物从高处自由下落做功带动有许多叶片的叶轮转动，叶片搅拌水摩擦生热使水温升高，盛水容器与外界没有热量交换，重物的重力势能全部转化为水的内能。

(4) 测出重物下落的高度为 h ，读出容器内水的末温 t_2 ，则水升高温度 $\Delta t = t_2 - t_1$ ，将数据记入表 1-3。

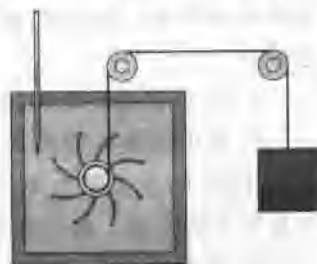


图 1-2

表 1-3

实验数据记录表

次数	重物的重量 G/N	重物下落的高度 h/m	容器内水的质量 m/kg	水的初温 $t_1/^{\circ}\text{C}$	水的末温 $t_2/^{\circ}\text{C}$	水升高的温度 $\Delta t/^{\circ}\text{C}$	重物所做的功 W/J	水吸收的热量 Q/J
1								
2								
3								
4								
5								

【讨论与交流】

你还有什么方法能做热功当量的实验呢？

【课外知识】

1. 测定阿伏伽德罗常数的第一人——佩林

佩林 (Jean Baptiste Perrin 1870~1942) 于 1870 年 9 月 30 日生于法国里尔，因家境贫寒，20 岁才考取里尔高等师范学院理学院，后又因服兵役于第二年入学，1894 年以优异成绩毕业并留校做助教。工作期间，他认真分析了伊托尔夫在 1869 年做过的关于阴极射线的实验，赞成微粒假设。经过多次实验，他终于证实了阴极射线就是阴极发射出的一

些电子,认为电子是相当细微的粒子,其在磁场中运动时受磁场作用而偏转.这一重大实验直接证实了电子的存在.1895年,他发表了实验结果,以致轰动了整个科学界,人们赞誉他谱写了电子科学的第一章.次年,佩林获得英国皇家学会授予的焦耳奖金.

1898年,佩林到索邦大学任教,开始在乳胶、薄板和布朗运动上做了一些研究,试图用多种方式确定阿伏伽德罗常数的数值.尤其是他对布朗运动的研究课题进行了一系列经典实验,通过对悬浮于水中的树脂小颗粒的计数,发现粒子数随高度按指数减少,而且证明了这一变化遵从动力学理论,并据此计算出阿伏伽德罗常数.1908年他通过实验证实了爱因斯坦(1905)、斯莫卢霍夫斯基(1906)和朗之万(1908)等发展的布朗运动理论的正确性,至此布朗运动才得到清楚的解释.因此佩林的这一研究对物质的原子论的确定曾经起过重要的历史作用.

1909年,佩林继续完善并推广了他原来的实验.他发现,当胶体溶液中引力与分子之间呈现平衡时,在某种情况下,可以从密度的分布,准确地计算出原子的实际大小.这一重要发现,终于以无可辩驳的实验数据证明了原子确实存在,再使他声誉鹊起.

1913年,佩林发表了他最有名的著作《原子》,该书出版多次,并被译为各种文字.第一次世界大战爆发后,他毅然投笔从戎,当过中尉、工兵军官,曾成功地研制了一种能在漆黑的夜空快速测定敌机位置的声波测位仪.他战后回到巴黎大学继续任教授,直到1940年退休.

1919年,佩林开始思考当时还完全无法解释的现象——取之不尽、用之不竭的太阳能来源的问题.两年后,他从基本原理的探讨中提出了核聚变理论,大胆提出太阳能的能量来自核反应,即由四个氢核聚变成一个氦核时释放出来的巨大能量,同时阐明这种宇宙间的聚变必须要有极高的温度和极高的压力才能实现.这些精辟的论述,为后来的物理学家实现瞬间的核聚变——氢弹爆炸奠定了理论基础.

1923年佩林当选法国科学院院士.

1926年,佩林荣获该年度诺贝尔物理学奖,以表彰他“研究物质不连续结构和发现沉积平衡”而作出的贡献.

佩林二战期间移居美国,1942年4月17日逝世于纽约.战后遗体被运回法国安葬.

2. 月球偷走地球能量,月球年年在逃跑

著名的迷幻摇滚乐队“平克-弗洛伊德”曾经以专辑《月之暗面》轰动全球.而后来,一些天文学家公布了月亮真正的暗面,关于月球的鲜为人知的事实更让人震惊——原来“月球从地球偷走能量”.

地球上的潮汐现象多数是由月亮引起的(太阳的作用稍小一点),潮汐的秘密是这样的:由于月亮绕着地球旋转,地球上的海洋受到月球的引力牵引作用,面对月亮的那一面就出现高潮,这恐怕人人都知道.而与此同时,地球上远离月球的另一面也出现另一个高潮,这是因为月球对地球本身的引力牵引作用大于对其水体的作用,从而使另一面的海水向外“鼓”而造成的.

在满月 and 新月时,太阳、月亮和地球都在同一条直线上,这时形成的海潮异乎寻常的大,我们称之为朔望大潮.而当月亮在最初的和最后四分之一月牙时,较小的海潮就形成了.月球以29.5天的周期环绕地球运行的轨道并不是一个规则的圆形,当月亮到达

离地球最近处 (我们称之为近地点) 时, 朔望大潮就比平时的更大, 这时的大潮被称为近地点朔望大潮。

所有这些牵引现象还产生了另外一个有趣的作用: 通过牵引, 地球的自转能量被月球一点点地“偷”走了, 因此每一百年我们的地球自转周期就要减慢 1.5 ms 。月亮每年逃离地球 3.8 cm !

当你读着这篇文章时, 月亮正在悄悄地从地球身边溜走。每一年, 月球都从地球上吸取一点自转能量, 并利用这能量来使自己在轨道上向外偏离 3.8 cm 。天文学家告诉我们, 当初月亮形成的时候, 它与地球的距离仅是 $22\,530\text{ km}$, 而现在的距离已经拉大到 $450\,000\text{ km}$, 而且随着时间的推移, 月亮会离我们越来越远。

实验二 利用热量做功的实验探究



提出问题

一堆煤燃起熊熊烈火，可以用来烧水、做饭、取暖。可是，它能把一桶水从水井底下提上来吗？

我们先来做个小小的探究——能否用一个点燃的酒精灯提升一堆木块？



参考器材

下面表格中给出了一些实验器材，请你在需要的器材后面的空格内打“√”。若还不够，就在表内的空格写上需要补充的器材名称。

表 2-1

铁架台 规格：(J1101 型，铁棍长 1 m)		带活塞的气缸 规格：50 mm×410 mm		小木块 3 个 规格：20 g，40 g，60 g	
酒精灯 规格：150 ml		带活塞的气缸，且活塞上带有两个小玻璃管 规格：50 mm×410 mm		学生用天平 规格：(J0104 型)	
“T”形 轻木杆支架		橡胶软管 1 根 规格：5 mm×7 mm			



探究过程

【猜想与假设】

水被加热后变成水蒸气，水蒸气膨胀，水蒸气可以对外做功。

【设计与提示】

在带活塞的气缸内注入适量的水，并用酒精灯对其加热。水被加热后变成水蒸气，水蒸气膨胀可以推动活塞。而活塞通过“T”形支架联动提起挂钩上的小木块。

【操作与记录】

1. 在铁架台上固定一支带活塞的气缸，如下页图 2-1 所示。往管内注少许水，气缸内壁与活塞之间涂有凡士林起润滑作用。

2. 检查气缸内壁与活塞的接触情况. 用酒精灯给气缸底部加热, 会出现什么现象? 移开酒精灯, 待气缸完全冷却.

3. 将“T”形支架横杆的一端固定在铁架台上, 其中间杆与活塞相连接——当活塞上下移动时可带动“T”形支架动作. 动手将小木块挂在“T”形支架的横杆的另一端.

4. 用酒精灯对气缸底部加热, 观察气缸内现象及小木块的状况.

5. 待小木块被提升到一定的高度之后, 动手卸下小木块. 在表 2-2 中记录相关数据.

表 2-2

	小木块 1	小木块 2	小木块 3	变化趋势
木块质量 m/g				
被提升高度 h/cm				
所花时间 t/s				
支架对小木块做功 W/J				

6. 将酒精灯移开, 让气缸冷却. 记录气缸内现象.

7. 重复上述步骤, 提升其他小木块, 将相关数据记录在表 2-2 中. (保持提升高度不变)

【分析与论证】

1. 从以上的实验中, 可见: 气体受热就会 _____, 如果把水加热成水蒸气, 水蒸气在气缸中 _____ 并推动活塞就可以 _____.

2. 这个装置是否可以一块接一块地提升木块呢? 分析出现的问题, 寻找解决的方案, 继续实验.

3. 持续做功的关键是什么?

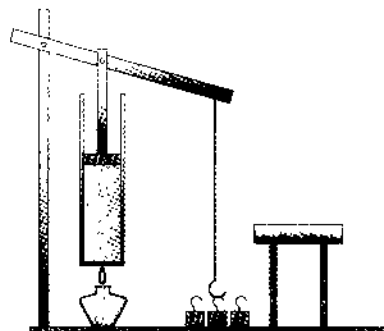


图 2-1 利用热量做功的装置

4. 写出实验总结, 交流实验经验和体会.

启发联想

1. 在分别提升质量不相同的小木块 1、2、3 的过程中, 小木块被提到同一高度所花时间 _____ (填“变长”或“变短”), 这说明: _____.
2. 移开酒精灯使试管及其内液体冷却, 所花的时间及效果怎样? 能否采取其他的办法?

【课外实验】

冷 凝 器

利用蒸汽压力、大气压力、真空的交互作用, 完全可以推动汽缸内的活塞及其活塞杆作往返的直线运动, 但太大的蒸汽压力又可能使汽缸爆炸. 请为图 2-1 的实验装置设计一个与汽缸分离的冷凝器. (设计好之后, 可利用多媒体课件演示其工作原理)

(提示: 关键在于选好冷却物质)

橡胶辐条热机 (热力学第二定律演示仪)

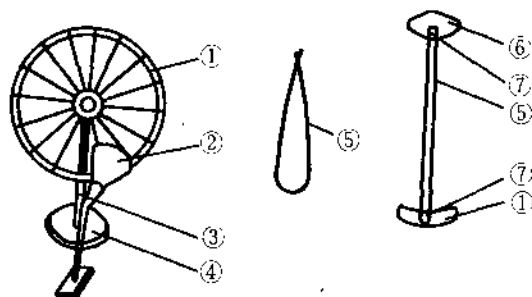
实验目的:

- (1) 说明热机的工作原理.
- (2) 演示热力学第二定律的开尔文表述.

实验器材: 橡胶辐条热机.

实验装置如图 2-2 所示. 用橡胶条作辐条, 把轮毂和轮圈连接起来, 使轮圈的重心尽量靠近轮子的轴线. 把轮轴沿水平方向固定在竖直支杆上.

轮毂表面镀锌. 轮毂两侧外缘上各装有 16 个等间距排列的铝质铆钉, 供悬挂橡胶辐条用. 轮毂用粘胶固定在一个良好的滚珠轴承上. 轮圈用铸铁或钢制成, 外



①轮圈 ②热灯 ③支杆 ④底座
⑤橡胶辐条 ⑥轮毂 ⑦铆钉

图 2-2

径为 300 mm, 内径为 2800 mm, 厚度为 50 mm, 表面镀锌. 用松紧绳内所用的一种截面为圆形的橡胶条制作成一根双股的橡胶辐条, 这种双股辐条在 0.6 kg 张力的作用下, 其双股的长度为 120 mm. 捆扎成的橡胶辐条的形状及挂接方式如图 2-2 所示.

实验步骤:

(1) 热机的工作原理的演示.

用热灯照射轮子右(左)下方的局部区域, 这个区域叫做高温热源区域. 其他区域处于室温下, 叫做低温热源区域. 处于高温热源区域的橡胶辐条因受热而收缩(注意: 橡胶受热由于形变会收缩, 这与一般物质的热胀冷缩并不矛盾), 把轮圈拉向左(右)上方, 即在这两个热源的作用下, 使轮子沿着逆(顺)时针的方向转动起来. 轮子转动的结果, 使被加热的橡胶辐条离开高温热源区, 进入低温热源区, 并在低温热源区放热, 伸长, 恢复到初始状态; 而原来在低温热源区的未被加热的橡胶辐条则不断地进入高温热源区, 被加热, 缩短……于是, 轮子便持续地转动起来. 在这里, 工作物质(工质)是被伸长了的橡胶辐条. 在高温热源区域, 橡胶辐条吸热, 缩短, 因而对轮圈做功, 使得轮圈的重心上升; 在低温热源区域, 橡胶辐条放热, 伸长, 恢复到初始状态, 完成一个循环过程.

(2) 演示热力学第二定律的开尔文表述.

不用热灯照射轮子, 使整个轮子处于均匀的室温下, 轮子便不会持续地转动, 即用单一热源是不能够使轮子转动起来的. 所以, 实验结果说明热力学第二定律的开尔文表述是正确的.

讨论与交流:

- (1) 试说明橡胶辐条热机的工作原理, 并指出这种热机与传统热机的不同点.
- (2) 如果使橡胶辐条热机离开地球的引力场, 它是否还能正常运转, 为什么?
- (3) 怎样利用橡胶辐条热机来说明热力学第二定律?

橡胶辐条热机及其实验原理的说明:

橡胶辐条热机与其他传统的热机相比较, 其重要的不同之处是在把热能不断地转换为机械能的过程中, 要借助于重力. 因此, 橡胶辐条热机不能够在地球的引力场之外循环动作, 即使在地球表面上, 也只有在特定的安放条件下才能正常运转. 另外, 由于这种热机的功率太小, 也不可能把它作为一种动力机械来使用. 但是, 由于这种热机的构造特别简单, 而用它来说明热机的工作过程和热力学第二定律又很直观, 因此, 把它作为一种教学仪器引入课堂, 还是很有启发性的.

【课外知识】

奇异饮水鸟的探究

1. 实验现象.

奇异的饮水鸟是一只可前后来回摆和能从水杯中“饮水”的玻璃鸟. 只要你把鸟头往下一按, 它就会慢慢地开始摆动, 最终把头浸入水中, 其后, 不需要进一步的外力, 鸟就会自己调整, 周而复始地循环运动.

2. 初步的观察.

(1) 现象 A: 鸟头上包裹着一层湿纱布, 其温度比鸟的其他部分 (如头部、腹部) 的温度低;

(2) 现象 B: 随着鸟的低头和抬头, 颈部中有液体上下流动: 鸟低头前液体上流, 鸟抬头前液体下流;

(3) 现象 C: 长时间观察 (10~15 min), 鸟的摆动有较明显的周期性, 鸟在每个周期内的摆动 (振动的振幅) 没有明显的改变; 但是在同一周期中, 小鸟作阻尼振动, 在振动几乎快要停止的时候又突然低头饮水, 一二秒后又抬头开始下一周期的振动。



图 2-3 奇异饮水鸟

3. 初步的思考.

(1) 除了重力和轴对鸟的支持力外, 没有其他外力作用, 重力作用线必通过轴, 小鸟之所以运动, 必定是由于鸟的各部分对轴的合力矩不为零造成的, 在这两个力中, 只有重力有可能对轴产生力矩, 现象 B 正是说明了这一点: 液体上流导致重心迁移, 从而产生逆时针力矩, 所以鸟低头饮水; 随着液体的下流, 重心又逐渐移近轴 (支点), 鸟又开始抬头. 液体下流是因为受重力作用, 问题是液体为什么会上流呢?

(2) 由于鸟头的潮湿造成鸟头部的温度比腹部低, 由此对鸟的周期性运动有没有影响?

(3) 由现象 C 可以看出鸟的运动不是阻尼运动 (能量逐渐减少的振动), 而是有特别的力使液体上流引起的.

(4) 这只鸟是否会永远这样运动下去? 它会不会饮水后不再抬头, 或是抬头后不再饮水? 也就是: 鸟做持续运动的条件是什么?

4. 深入的实验和思考.

首先, 由于液体膨胀系数不大, 况且鸟各部分的温度的差异很小, 因此液体的上行并不是由于液体受热膨胀所致的. 那么在鸟体内的液体的上行必然是由液面上、下气压差产生的压力所致. 单就鸟来说, 它是个封闭体, 在内部若要产生气压差, 只有依靠液体的蒸汽压强差, 而鸟的首尾的温差正好能提供使同一种液体产生蒸汽气压差的条件.

为了证实温差的作用, 可用手握住鸟的腹部给它加热, 放手后鸟运动的速度明显变快, 周期明显变短, 液体的流速也明显变快. 可见鸟的首尾温差就是鸟运动的原因之一. 据此可推测在鸟的腹中必定有气室, 而且气室中的气体对温度的变化非常敏感, 且饱和蒸汽气压随着温度的变化较大, 那么它肯定是一种沸点较低的挥发性液体 (如乙醚) 的蒸汽. 从鸟腹部的内部结构如图 2-4 所示, 显然, 使液体上行的动力则是由于鸟的首尾部气室中不同温度的饱和蒸汽压差造成的. 到这里, 一切问题都迎刃而解了.

连接鸟的头部和腹部的管子一直延伸到腹部的里面. 腹部中所盛的液体深度没过管的下端但却未填满腹部. 这样一来, 头部和腹部各有一部分成为蒸汽室. 鸟处于平衡位置的时候, 这两部分的蒸汽室是不通的. 当水从头上的湿纱布中蒸发时, 头部内的蒸汽就变冷, 使得头部内液体的饱和蒸汽压降低. 于是, 腹部中蒸汽室的压强便大于头



图 2-4

部内的蒸汽压强与一段液体重力引起的压强之和, 因此慢慢地引导液体往头部推, 其结果使鸟的重心前移, 使鸟“低头饮水”. 这时候头部和腹部的蒸汽室中的气压渐趋相同, 在压强刚相等时, 就没有力驱使液体继续上行, 从而消除了不稳定性. 在水的冲撞下, 鸟又恢复原位, 然后整个循环周而复始. 这就是饮水鸟的“奇异”所在.

5. 从以上原理中可以看出:

(1) 如果鸟头不湿润, 则头部和腹部的气室中气体的压强差为零, 就无动力推动液体上行, 鸟就不会做周而复始的运动.

(2) 如果鸟头湿润, 使头部低于水平线持续一段时间以消除浸水时的冲撞效果, 鸟也不会抬头, 实验结果证明确是如此.

(3) 如果鸟头湿润, 从理论上分析根本不需要扰动鸟, 鸟也会慢慢地开始运动.

(4) 如果鸟头湿润, 绝不会产生鸟抬头后不再低头的情况.

(5) 鸟的首尾温差越大, 鸟运动的周期就越小.

(6) 必须采用饱和蒸汽压随温度变化较大的液体灌入鸟体内, 鸟才会出现“奇异”的动作.