

S HAONIAN
BAIKE CONGSHU

动手动脑学物理 力学

郭 治

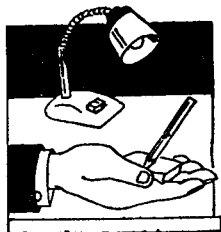


动手动脑学物理

(力 学)

郭 治

封面摄影：刘全聚



中国少年儿童出版社

内 容 简 介

本书是《动手动脑学物理》的力学部分，适合初中同学阅读。它介绍了六十个简单易行的实验，少年读者用身边的东西就能做。这些实验所说明的原理大部分和初中物理教科书的力学部分相配合。书中结合这些实验对一些原理进行了通俗有趣的阐述，可以帮助初中同学学习做实验的技能，开阔眼界，丰富知识，为学习物理课打下良好的基础。

本书经北京师范大学副教授阎金铎审阅。

动手动脑学物理——力学

郭 治

*

中国少年儿童出版社出版

中国青年出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

787×1092 1/32 5 印张 41千字

1981年12月北京第1版 1981年12月北京第1次印刷

印数1—63,000册 定价0.25元

目 次

开头的話	1
一 时间和运动	3
水钟和火钟	3
滴答响的时钟	6
单摆	8
争分夺秒	10
二 重力和稳度	14
顶纸板的启示	14
不会翻倒的妙诀	18
小折刀的作用	20
顶竹竿的奥秘	23
三 压力和压强	25
履带的秘密	25
压力和重量	27

软弱变坚强.....	29
纸拱桥.....	31
蛋壳的学问.....	32
看不见的大力士.....	34
气象侦察员.....	37
四 摩擦和阻力.....	40
炉灰渣的作用.....	40
摩擦三“兄弟”.....	42
绕五圈以后.....	44
没有齿的锯.....	46
干和湿的比赛.....	49
涡旋的力气.....	50
流线形.....	52
五 运动和惯性.....	55
天鹅变“炮弹”.....	55
绊马索的道理.....	58
惯性的大小.....	60
“护身术”的内幕.....	61
比萨斜塔.....	63
等时钟声.....	65

六 作用和反作用.....68

 孪生兄弟.....69

 两个对头.....71

 哪个力气大?.....74

 向后移动的路面.....77

七 圆周运动和转动.....79

 向心力.....79

 以轻举重.....81

 失重和超重.....82

 陀螺的倔脾气.....87

 陀螺的“绝招”.....89

开 头 的 话

我们一睁眼就会看到许多东西：天上的太阳、路上的汽车、河里的流水……所有这些都是由物质组成的。我们生活在物质的世界里。

太阳东升西落，车辆南来北往，河水潺潺流动……各种物质都在运动着。那么，房屋运动不运动呢？大地运动不运动呢？

每一样东西都有重量，有的重一些，有的轻一些，拿东西就要用力，力究竟是什么呢？

这些问题都是我们在生活中常常碰到的。在力学里，就要研究这些问题。所以，力学并不神秘，它就在我们身边。

许多常见的现象都包含着一定的科学道理，只有善于观察、思考和实验的人，才能发现或理解科学道理，并且运用它们为人类造福。

挂在天花板上的吊灯会来回摆动，这是人们司空见惯的，但是伽利略却从中发现了单摆的等时性，造出了“伽利略摆”，为机械钟表的诞生打下了基础。

小孩子们玩的陀螺谁都见过，它只有一只尖尖脚，但是

只要使它旋转起来，就不会倾倒。玩具陀螺在几千年前就有了，可是，直到一百多年前，人们才从玩具陀螺中悟出深刻的道理，做出了第一架陀螺仪。飞机在飞行的时候，常常要用陀螺仪来导航。

针管吸水之类的现象也是大家熟悉的。人们很早就利用这个原理造出了抽水机。水顺着水管向上流，过去不少人都以为水是被真空“吸”上去的。是不是这样呢？

1640年，有人用抽水机抽深坑里的水，当水位很深的时候，怎么也抽不上来了，这真空怎么不吸水了呢？到了1642年，伽利略的学生托里拆利做了著名的托里拆利实验，才解开了这个谜：原来，水能够顺着水管往上流是大气压强的作用。我们周围存在着大气压强。以后，人们又发明了气压计，研究了气压和气候的关系，至今天气预报里还常常报告气压的变化呢！

一部力学的发展史，就是人们动手动脑、观察实验、分析研究的历史。我们要学好物理，就要对形形色色的物理现象深入观察，做个有心人。

在这本书里，我们将结合一些小实验帮你去寻找藏在一些常见现象中的科学道理，并且简单说说这些道理在生产和科学研究中的应用。让我们一边观察实验，一边分析研究吧！

一 时间和运动

在我们的世界里，存在着一个看不见摸不着的朋友，无论是谁都离不开它。伴随着它的前进，小树渐渐长高，孩子渐渐长大，地球在转动，火箭在飞驰，社会在前进……

这位既看不见又摸不着的朋友就是时间。

谁能离得开它呢？

时间就是生命。

水钟和火钟

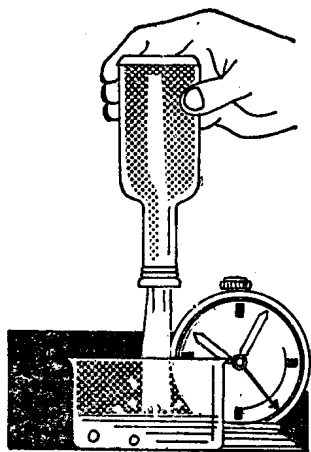
中国有句古语“时间如流水，一去不复返。”人们为什么要用流水来形容时间呢？

原来，通过流水，我们可以意识到时间在前进。

不信吗？让我们动手做个小实验！

找一个空酒瓶子，灌满水以后，倒立过来，让水流出去。反复做几次，水流完的时间总是一定的；第一次用几秒钟，第二次还是几秒钟。

利用火，也可以计算时间。

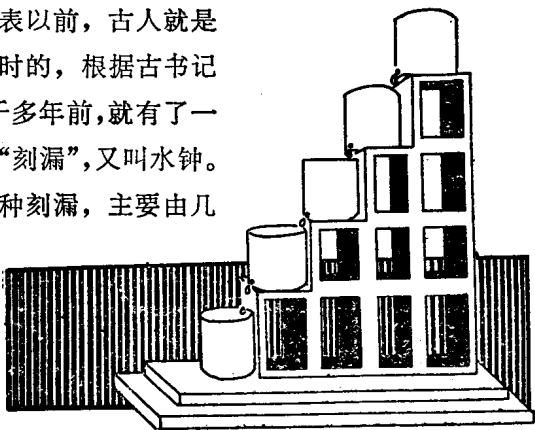


找一支香，先用尺子量出它的长度。点燃五分钟以后，再量一下它的长度；过五分钟以后，又量一次。量了几次以后，你会发现：在没有风的情况下，香的燃烧速度基本上没有什么变化。根据实验所得到的燃烧速度，比如，每五分钟燃烧掉1厘米，就可以在同样的香上每隔1厘米刻上一个刻度。这样，就成了一把测量时间的“尺子”了。

只要看看香烧掉的长度，就可以知道已经过去了多少时间。

在没有钟表以前，古人就是用水和火来计时的，根据古书记载，我国在两千多年前，就有了一种滴水计时的“刻漏”，又叫水钟。

古代有一种刻漏，主要由几个铜水壶组成，又叫“漏壶”。除了最底下的那个，每个壶

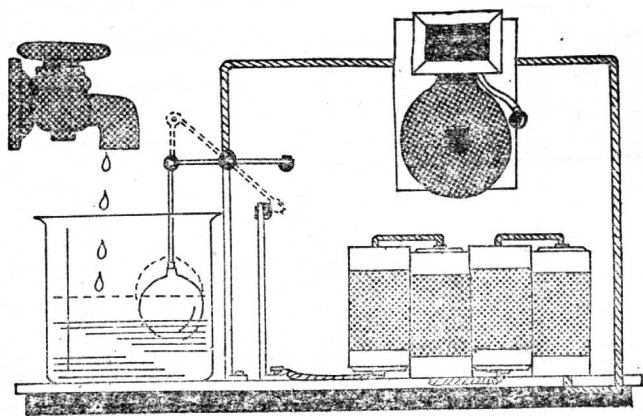


的底部都有一个小眼。水从最高的壶里，经过下面的各个壶滴到最低的壶里，滴得又细又均匀。最低的壶里有一个铜人，手里捧着一支能够浮动的木箭，壶里水多了，木箭浮起来，根据它上面的刻度，就可以知道时间。

机械钟表诞生以后，人们虽然不用水钟了，但是，在有些场合，现在还需要运用水钟的原理。

下图是一种利用水钟原理的自动报时装置，当浮球升到一定高度的时候就会将电路接通，使电铃响起来。你能说出它的原理吗？

燃烧计时也有悠久的历史。我国古代有一种“火闹钟”：把香放在一个船形的槽里，在香的某一点，用细线系上两个铜铃，横挂在放香的小“龙船”上。香从一头点起，烧到拴细线的地方把线烧断，两个铜铃就落在下面的金属盘里，人们听到响声，就知道预定的时刻到了。



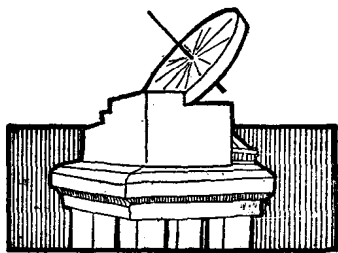
现在人们仍然使用着“火钟”：引起炸药爆炸的各种导火索都是火钟，从点火到爆炸的时间是由导火索的长度决定的。

流动的水和燃烧的香为什么可以作为测量时间的“尺子”呢？因为水的流动和香的燃烧都是一种运动，时间和运动有密切的关系，只有通过运动才能表现出流逝的时间。因此，量度时间离不开运动。

要想准确地计量时间，需要稳定的运动。流水和燃香都不是稳定的运动，因此用它们来计时不够精确。

太阳的东升西落告诉我们地球在不停地转动。这是一种比较稳定的运动。自古以来人们就利用这种运动来计量时间。太阳下山以后，你就知道一天过去了。为了更细致地计算

时间，人们制成了日晷 [guǐ]，这是一种“太阳钟”，它是利用日影的运动来指示时间的。不过，在阴天和夜晚，太阳钟就不起作用了。



滴答响的时钟

现在，人们常用钟表的滴答声来形容飞逝的时间。是什么东西使钟表滴答响呢？原来，无论是古老的挂钟还是小巧

的手表,里面都有一个摆,是摆控制着钟表的齿轮,让它有节奏地转动,因此,人们称摆是钟表的“心脏”。

什么是摆?摆又是谁发现的呢?关于摆的发明,有一段有趣的故事。

那是十六世纪的事情。1583年的一天,意大利的大学生伽利略,随着人群来到教堂祈祷。他一进教堂就被这座宏伟的建筑所吸引,不禁抬起头来四处张望。只见高高的拱形天花板上布满了浮雕,几条长长的铁链从上面垂下来,各自吊着一盏华灯,华灯随风晃动着。

伽利略惊奇地发现:这些吊灯来回摆动竟是那么均匀。他猜想,那些吊灯每次摆动的时间也许是一样的。

当时没有钟表,怎样比较这些吊灯摆动一次的时间呢?伽利略思考着……

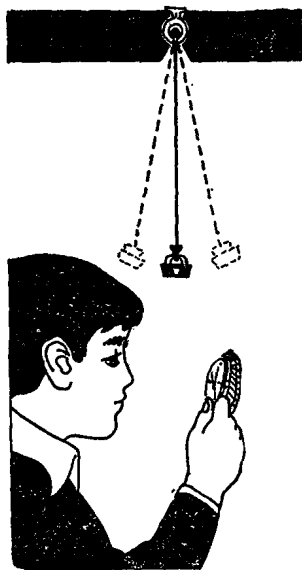
后来,在课堂上,他听老师说,一般情况下,人的脉搏的时间间隔是固定的。听到这里,伽利略高兴得几乎喊出声来:能不能用脉搏来测定吊灯摆动一次的时间间隔呢?

下一次去教堂做祈祷的时候,伽利略按着手腕,看着吊灯,暗暗计算每次摆动所费的时间。他终于发现,虽然吊灯的摆动幅度渐渐变小,但是每摆动一次所用的时间总是不变!

回家以后,这个贫寒的大学生就用简陋的材料做了一个机械摆,深入地研究了摆的运动,他终于发现了摆的等时规律:只要摆长不变,不管摆锤是重是轻,也不管摆幅是否越来越小,来回摆动一次的时间总是相等的。这就是摆的等时性。

现在,让我们用实验来验证一下。

单 摆



用一根长为 1 米的细线，在线的一头拴一把小铁锁，把细线的另一头系到门框上的一个钉子上。轻轻推一下铁锁，铁锁便摆起来了(注意：不要让摆幅过大，因为只有摆角很小的时候，上面说的规律才是对的。)类似这样的装置就叫单摆。细线的长度可以叫做摆长。

单摆静止的时候是垂直于地面的，这时候摆所处的位置叫平衡位置。单摆从平衡位置

向左(或右)摆动，又经过平衡位置向右(或左)摆动，最后返回平衡位置所用的时间，叫单摆的运动周期。

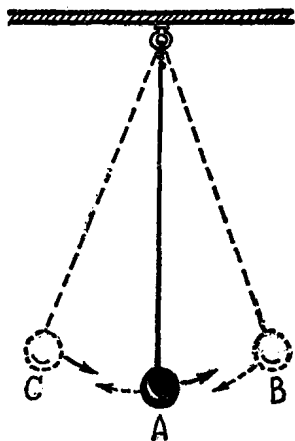
从图上看，单摆自 A 摆向 B，然后由 B 又摆到 A，再到 C，自 C 再返回 A 所用的时间就叫一个周期。

在摆动中，单摆离开平衡位置的最远距离，叫做振幅。图中单摆的振幅就是 AB 或 AC。

用一个带秒针的钟表就可以测量单摆的周期。如图，从

A 点开始记时,当摆锤从 A 点摆向 B,由 B 返回摆向 C,又返回到 A 点总共用的时间就是一个周期。如果你做的摆摆长是一米,那么它的周期大约是两秒。

但是,这样测出的周期总是不太准确,因为你既要看表又要看摆,难免不出误差。为了测得更准,你可以先测出单摆摆动一百个来回所费的时间,取一个平均值,这就是单摆一个周期的时间。



这样测出的结果会准确得多。学会测周期以后,你可以通过实验来研究一下摆的周期和哪些因素有关了。

把小铁锁换成一个更重一点的东西,比如一把大一点的铁锁。注意保持摆长不变,你会发现它的周期还是那么长。这说明单摆的周期和摆锤的重量没有关系。

推动单摆的时候,用较大的振幅和较小的振幅各试一次(摆角最大不要超过 5°),分别测一下摆的周期。你会发现,周期和振幅的大小也没有关系。所以在空气阻力的作用下,虽然摆幅会逐渐减小,但单摆来回摆动一次的时间还是那么多。

改变一下摆长,或者再做一个摆长不同的摆,你会发现:摆长改变了,单摆的周期会改变。摆长越短,周期也越短(注意:二者并不成正比)。

以上的实验说明：单摆的周期和振幅没有关系，和摆的重量没有关系，只和摆长有关系。这个原理就叫单摆的等时性原理。

伽利略发现了单摆的等时性原理之后，一直想用单摆的周期来指示时间。

在他活着的时候，这个想法一直未能实现。直到1656年，才由荷兰科学家惠更斯实现了伽利略的遗愿，制成了欧洲第一座摆钟，从此，钟表制造业就发展起来，钟表上用的摆也不断地得到改进，出现了游丝和摆轮。

争分夺秒

做一个摆长 30 厘米左右的单摆，利用钟表计算一下一秒钟内它摆动几次（记住：单摆摆过去再摆回才算一次），这个数叫做单摆的频率。你会发现，摆长一定，摆的频率也是一定的。

频率的单位叫赫兹，也常用“周/秒”（读作“周每秒”）来表示。你从这里可以看出：

$$\text{频率} = \frac{1}{\text{周期}}$$

如果周期是 2 秒，频率就是 $\frac{1}{2}$ 周/秒；周期是 $\frac{1}{3}$ 秒，频率就是 3 周/秒。

近年来，机械表中出现了一种“高频表”。这种表的摆摆动起来周期短，频率高，所以又叫“快摆”表。

高频表为什么受欢迎呢？原来，摆的频率越高，就越不容

易受外界影响,指示钟点就越准确。有人作过比较,摆轮频率为 2.5 周/秒的表,一天误差 180 秒;摆轮频率为 3 周/秒的表,一天误差 12 秒;摆轮频率为 5~6 周/秒的快摆手表,一天误差只有 6 秒。

你也许以为,一天误差 6 秒钟的手表平均每小时只差 0.25 秒,够准确的了,何必还要研究更精密的钟表呢?

我们再做个实验,你就会明白为什么需要更精确地计量时间。

伸开手指,请一位同学用消过毒的缝衣针(或大头针),轻轻刺你一下。这时,你的手会猛然缩回来,等到手缩回来了,你才感觉有点儿疼。你能测出手指动作的时间吗?

上边的实验说明,针刺到你的手上,你手上的神经可以在几百分之一秒的时间内把信号传到脊髓,同时向大脑报告。脊髓指挥手指缩回也是很快的。等你感到痛,已经是半秒钟以后的事情了。

在现代化的工业生产、科学研究和军事活动中,精确地计量时间是非常重要的。

火星是运动着的星球,从地球发往火星的飞船,如果起飞时刻差上千分之一秒,飞船的着陆点就会差上 15 公里!

自然界中的闪电过程是在几万分之一秒内发生的;

TNT 炸药是在几百万分之一秒内爆炸的;

用激光测距,差上百万分之一秒就会差上 300 米;

在高能物理实验室里,某些奇妙的粒子总共只有几十亿