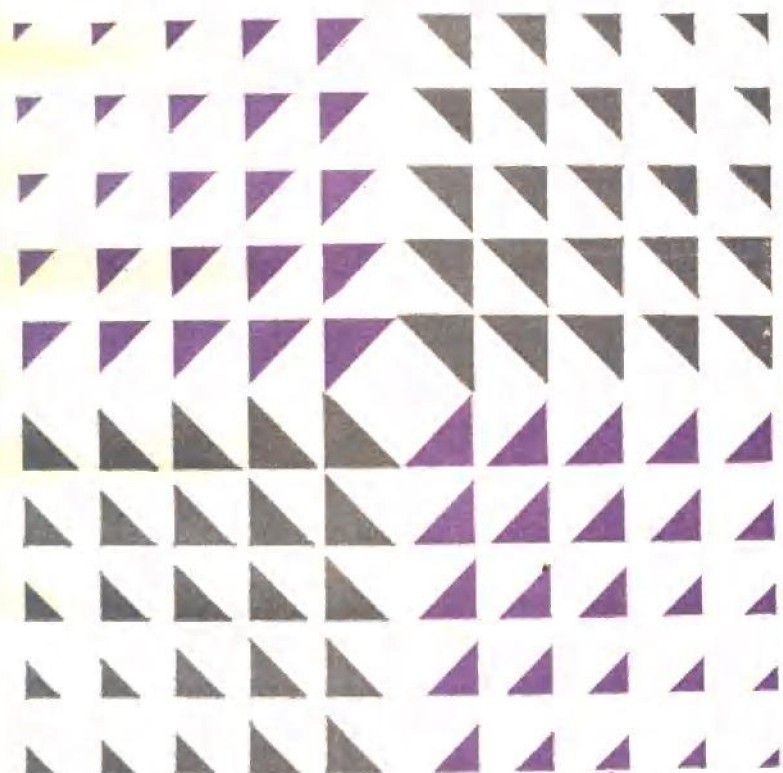


莫斯科大学

高考物理习题集

翁怡民 战永杰 林中村 译



MOSKOW DAXUE GAOKAO WULI XITI JI

吉林教育出版社

莫斯科大学高考物理习题集

翁怡民 战永杰 林中付

吉林教育出版社

译 者 前 言

本书是从苏联莫斯科国立大学各系历年入学考试试题中精选出来的习题汇编。全书包括力学、热学、电学和光学四部分计1225题。

书中每一章的前边都有一篇简短的序文，扼要地叙述了有关的物理概念、定义以及基本物理定律，并给出必要的方程式和重要公式，然后列出习题。书后附有全部习题的答案。对大部分习题都做出了较详细的题解，提出运用物理概念和物理定律解决各类物理习题的基本思想方法以及解题的过程。对加深理解物理概念、熟练运用物理定律、提高解题能力和技巧都有一定的帮助。因此它可供中学物理教师教学和高中学生学习复习时参考。

参加本书翻译工作的有翁怡民（序言和力学部分）、战永杰（电学部分）、林中村（热学和光学部分）。由翁怡民同志负责全书的校阅。

在译校过程中，我们对已发现的原书中错、漏及不当之处都作了必要的修订、改写和补充。对此一般不作详细说明。

由于译者水平所限，译文中错误失当之处在所难免，敬希读者批评指正。

译 者

1984年5月4日

第一版前言

本汇编是为帮助参加高考准备物理考试而编写的。除了考签上基本上不会遇到的有关光的波动性和原子物理的习题之外，它包括了入学考试大纲中全部问题的练习。汇编中主要的习题都是莫斯科国立大学物理系、数学力学系、化学系、地质系、生物土壤系和地理系近几年来入学考试的物理试题。

汇编中的各类难题是有代表性的。一方面是为了达到教学目的；另一方面也是要反映出实际上在考签上可能遇到的试题不同程度的复杂性。汇编中也包括一些超出目前高考物理大纲范围的习题。例如：关于振动的一些习题、电介质中电场的计算的习题，电磁感应部分的一系列习题、交流电部分的所有习题和某些光学的习题都属于这一类。在大多数情况下，这些习题不管怎样还是属于在中学物理教科书中应弄清楚的问题。其中某些问题过几年就要列入高考大纲中。作者认为上述习题的选择能帮助读者在学习物理大纲范围内的材料的基础上更独立地研究。

其中许多习题的详细题解，其目的在于培养解物理题的能力和熟练程度。所有的题解都是按照统一的最合理的步骤作出的：先列出必须的方程；解这些方程的一般形式；代入数值。解题使用的全是中学大纲中的数学。

习题汇编的大多数章节都有简单的引言。这些引言论述了解题的一般分析方法，并给出了解题时需要用到的基本公式。在一系列章节中一般采用的解题方法在中学不是经常使用的。但这种方法不超越中学的大纲范围，入大学后能很容易掌握。具体地说，在解力学题时列出表征运动的各种参量在坐标轴上的投影方

程；在解气体习题时，利用带有普适气体常数的理想气体定律的最一般形式；为计算复杂电路提出利用基尔霍夫定律。掌握这种解题方法将大大减轻考前的准备，并帮助在升入大学之后比较容易地从中学的学习方法过渡到大学的学习方法。

与使用国际单位制的愿望相联系，对大多数习题都给出国际单位制中的解。

汇编作者们的分工如下： $\Gamma \cdot \text{Я} \cdot$ 姆雅基晓夫写除运动学习题之外的力学部分， $\text{Б} \cdot \text{Б} \cdot$ 捷尔仁采夫负责写运动学和热学， $\Gamma \cdot \text{А} \cdot$ 宾德利可夫负责电学， $\text{Б} \cdot \text{Б} \cdot$ 布霍夫采夫负责光学。汇编全部习题的校订工作由 $\text{Б} \cdot \text{Б} \cdot$ 布霍夫采夫完成。

$\text{Б} \cdot \Gamma \cdot$ 祖勃夫和 $\Gamma \cdot \text{Е} \cdot$ 布斯多瓦洛夫对本书的改进有不小的帮助，作者谨致以深切的谢意。

目 录

第一版前言	(1)
第一章 力 学	(1)
§ 1 直线运动	(4)
§ 2 曲线运动	(10)
§ 3 转动	(13)
§ 4 直线运动动力学	(15)
§ 5 动量守恒定律	(25)
§ 6 静力学	(30)
§ 7 功和能	(37)
§ 8 转动动力学	(45)
§ 9 万有引力定律	(51)
§10 流体力学	(53)
§11 振动和波	(59)
第二章 热和分子物理学	(63)
§12 固体和液体的热膨胀	(63)
§13 热、热的量度、热效率	(65)
§14 理想气体定律和状态方程	(71)
§15 分子物理学基础	(85)
§16 内能、热容和气体膨胀作功	(87)
§17 蒸汽的性质	(91)
第三章 电和磁	(97)
§18 库仑定律 电荷的面密度	(97)
§19 电场	(102)

	电场强度	(102)
	电势 电场力作功	(105)
	电容器	(112)
§20	稳恒电流	(122)
	部分电路欧姆定律 导体的电阻	(122)
	导体的串并联 附加电阻和分流器	(125)
	全电路欧姆定律	(131)
	电源的串、并联	(139)
§21	电功和电功率 电流的热效应	(146)
§22	电解	(155)
§23	电流的磁场和电磁感应	(158)
§24	交流电	(167)
§25	电磁振荡和电磁波	(173)
第四章	光 学	(177)
§26	光的传播 光速 光的波动性和量子性	(177)
§27	光在界面上的反射和折射	(178)
§28	光度学	(184)
§29	球面镜	(189)
§30	透镜	(197)
§31	光学系统	(211)
	习题答案和题解	(219)

第一章 力 学

力学的研究通常是从运动学开始的。运动学研究被看作几何点的机械运动，而不去考查作用在物体上的力。

运动学的任务是确立运动的运动曲线，如质点的位置（坐标）、速度、加速度及运动时间等等。并且得出和这些曲线密切相关的方程。这些方程可用来由一些已知性质推出其它性质，并且提供了根据最低限度的初始条件充分描述物体运动的可能性。

在解运动学部分的力学习题时，首先必须选择坐标系。定出它的原点和坐标轴的正方向，并且选择初始时刻。不选好这个系统就不可能描述一个质点运动。和下面所要研究的习题相适应，在直线运动的情况下，我们将采用由一条直线 os 构成的坐标系，运动就从原点 O 开始沿这条直线进行。在比较复杂的情况下，我们将采用由彼此垂直相交于 O 点的两条坐标轴 OX 和 OY 构成的笛卡尔直角坐标系， O 点就是原点。

在这一部分里研究的是用运动学方程（也称做运动定律）描述的匀速直线运动和匀变速直线运动。这些运动学方程给出了坐标 s 以及速度 v 对时间的依赖关系：

$$s = s_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad (1)$$

$$v = v_0 + at \quad (2)$$

其中 a 是加速度， t 是从开始计时，也就是从物体具有初始坐标 s_0 和初速度 v_0 那一时刻开始所经历的时间。当加速度大小不变时（ $a = \text{常量}$ ），方程（1）和（2）描述的是匀变速直线运动，当 $a = 0$ 时，则描述了匀速直线运动。匀变速直线运动的所有其它公式，例

如初速度和物体的运动完全停止时所通过的距离之间的关系， $s = v_0^2/2a$ 很容易由这两个方程导出。方程(1)和(2)的数目取

决于运动的特征以及坐标系的选择。例如：当选择以 os 为轴的坐标系时(图 1)，对于一个以初速度 v_0 和与坐标轴正方向相反的加速度 a 沿这条直线从 A 运动到 B 的点，方程(1)和(2)具有如下形式：

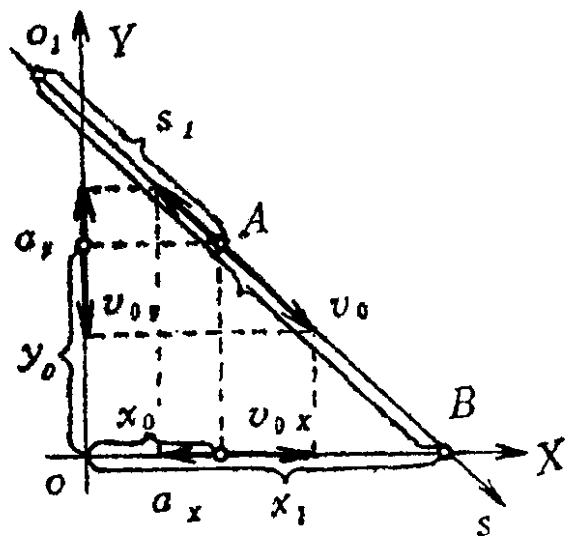


图 1

$$s = |s_0| + |v_0|t - \frac{|a|t^2}{2}$$

$$v = |v_0| - |a|t.$$

为了描述这同一个运动，也可以取如图 1 所示的以 OX 、 OY 为轴的直角坐标系。在这种情况下点的位置将用它的坐标 x 和 y 来确定。点运动时，它的投影沿坐标轴移动。点的速度可以看作两个沿坐标轴方向分量的合成。这两个分量的模等于速度在相应轴上的投影 v_x 和 v_y 的模。依此类推，加速度的分量的模等于加速度在相应轴上投影 a_x 和 a_y 的模。对于每一对坐标以及速度在相应轴上的投影都可以用一对运动学方程来描述：

$$x = |x_0| + |v_{0x}|t - \frac{|a_x|t^2}{2}, \quad v_x = |v_{0x}| - |a_x|t,$$

$$y = |y_0| - |v_{0y}|t + \frac{|a_y|t^2}{2}, \quad v_y = -|v_{0y}| + |a_y|t.$$

在这里， x_0 、 y_0 是初始坐标，而 v_{0x} 、 v_{0y} 则是初速度在相应轴上的投影。至于 v_{0x} 、 v_{0y} 、 a_x 、 a_y 各项前边符号的选择后面进行讨论。

在不同的坐标系中描述一个运动，就下面的意义而言是等效的：当已知两个坐标系的相对位置关系时，根据在第一个坐标系中

所求出的数量可以确定第二个坐标系中相对应的数量。例如，容易证明：点通过的一段距离 AB ，在第一个坐标系中为 $s_1 - s_0$ (见图 1)，它可以用在这段时间内点在其上移动时的投影 $x_1 - x_0$ 和 y_0 表示出来： $s_1 - s_0 = \sqrt{(x_1 - x_0)^2 + y_0^2}$ ；如果已知初速度 v_0 在坐标轴上的投影 v_{0x} 和 v_{0y} ，那么初速度可根据公式 $v_0 = \sqrt{v_{0x}^2 + v_{0y}^2}$ 求出，而加速度 $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$ 。

解题时应该选择这样的坐标系，在这个坐标系中能得到比较简单的描述运动的方程式。显然，在直线运动时，如果沿运动方向 OS 选取一个坐标轴能得到一个比较简单的运动方程。在曲线运动时，要取有两个坐标轴的直角坐标系，并且把这个运动看成是沿两个坐标轴同时进行的运动的合运动。当选择坐标轴的方向时能使得在全部运动时间内，某些投影等于零，这时运动学方程比较简单。

建立方程时，关于 s_0 、 v_0 和 a 的投影的模前边的符号问题是很重要的。如果坐标由起点向正方向计数（坐标轴的正方向用轴端的箭头表示），那么它的前边就是正号。如果速度、加速度相应的分量和坐标轴正方向重合，速度和加速度就认为是正的。反之，在方程中它们就加负号。例如：在图 1 中，加速度在 OY 轴上的投影是正的，而速度在这个轴上的投影则是负的。未知量最好加正号。在解题过程中求这些量时它们的符号自然就确定了。例如：对于以初速度 v_0 竖直上抛的物体，如果坐标轴 OS 以竖直向上为正方向，而且原点就在地面上。 $s = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$ （自由落体加速度 g 方向竖直向下）在这种情况下坐标 s 的符号由 t 决定。当 $t > 2v_0/g$ 时坐标 s 为负。

有时把坐标 s 和通过的路程的长度混为一谈，而方程 (1) 则被称作路程方程，在一般情况下这是不正确的。路程是沿轨道通过的所有距离的和。具体说来，比如在刚才引入的例子中坐标 s

在 $t = 2v_0/g$ 的时刻将等于零（物体落到地面），而在这段时间内物体通过的路程 l 将等于由地面到物体达到的最高点的距离和由该点到地面的距离之和（ $l = \frac{v_0^2}{g}$ ）。

在解有几个物体运动的习题时建议采用同一个坐标系。在某些情况下有时把坐标系固连在其中一个运动体上比较合适，并且认为其余物体的运动都是相对于这个选定的物体的。

这个规定主要与§1—§3有关。然而在解第一章的所有习题时都可以采用。

§1 直线运动

1. 一列货车以 $v_1 = 36$ 千米/小时的速度从车站出发， $t_1 = 30$ 分钟后一列特别快车以 $v_2 = 72$ 千米/小时的速度从车站同向开出。货车出发后多长时间特别快车追上货车？追上时距车站多远？用图解法再解一次。

2. 甲、乙两地相距 $l = 120$ 千米，在同一时刻有两辆汽车相向开出，速度大小不变，分别为 $v_1 = 20$ 千米/小时、 $v_2 = 60$ 千米/小时。每辆车通过120千米距离后停止。

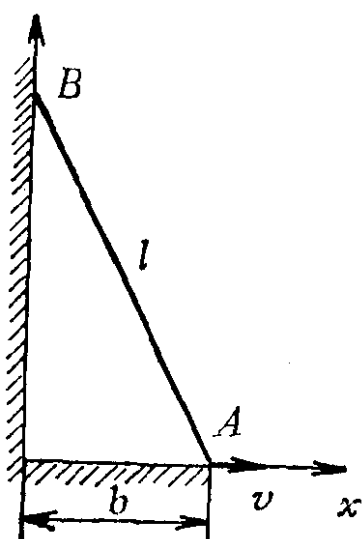


图 2

（1）求经过多长时间，在距 A、B 中点 C 地多远处，两汽车相遇？

（2）用图解法解此题。（3）作出汽车间相对距离 Δl 随时间变化的曲线。

3. 长 l 的杆 AB ， B 端靠在墙上， A 端置于地上（如图 2）。求当 A 点以速度 v 从图示位置开始运动时， B 端的 y 坐标随时间的变化规律。

4. 长 $l_1 = 630$ 米的货车和长 $l_2 =$

120米的电气列车，分别以 $v_1 = 48.6$ 千米/小时和 $v_2 = 102.6$ 千米/小时的速度沿两条平行轨道向同一方向行驶。问经过多长时间电气列车完全超过货车？

5. 两列火车相向而行，一列的速度为 $v_1 = 36$ 千米/小时，另一列速度为 $v_2 = 54$ 千米/小时。第一列车中的旅客看到第二列车在 $t = 6$ 秒内从他旁边驶过，求第二列车的长度。

6. 长 $l = 300$ 米的内燃机船在静水中以速度 v_1 沿直线航行。快艇的速度为 $v_2 = 90$ 千米/小时，它从运动着的内燃机船的船尾到船头再返回船尾用 $t = 37.5$ 秒，求内燃机船的速度 v_1 。

7. 在倾角为 α 的斜面上有一个杆。由于导向装置 AB 的约束，它只能沿竖直方向移动（图3）。如果斜面以恒定速度 v 运动，那么杆以多大速度上升？

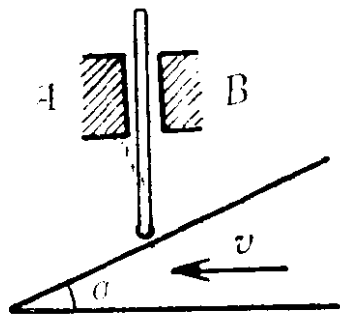


图 3

8. 雨滴在静止电车的窗子上留下一条和竖直成 $\alpha = 30^\circ$ 角的水痕。

当电车以 $v_{\text{车}} = 18$ 千米/小时的速度行驶时，雨痕恰好竖直向下。求无风时雨滴的速度和风速 $v_{\text{风}}$ 。

9. 游泳的人要横渡一条宽 H 的河。他要想在最短时间内游到对岸，应该和水流成多大角度去游？并求出他在这种情况下游到对岸所通过的路程。设水流速度为 v_1 ，人相对于河水的速度为 v_2 。

10. 船夫要从河岸的 A 地渡河，河宽 H ，在渡河时小船始终保持和河岸成 α 角（图4），若水流的速度为 v_1 ，而小船到达对岸时在 B 地的下游距 B 为 L 。求小船相对于水的速度。

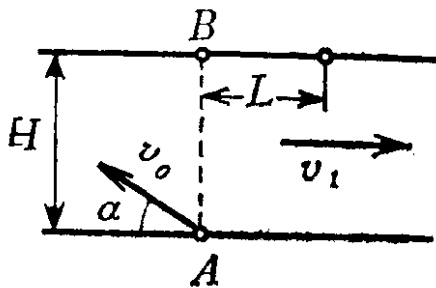


图 4

11. 军舰以速度 v 向西行驶。已

知：风向西南。在军舰甲板上测得的风速为 w_1 ，求相对于地面的风速 w 。

12. 两质点 P_1 和 P_2 ，同时分别从 A 、 B 两点开始作匀速运动。

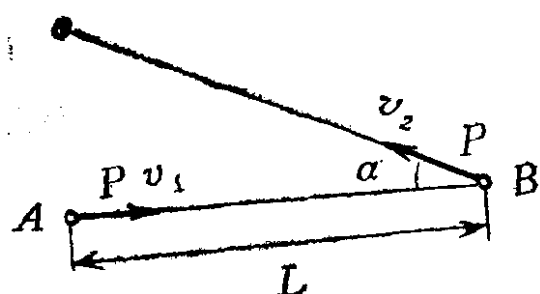


图 5

P_1 点沿直线 AB 由 A 向 B 移动，速度为 v_1 ， P_2 点沿直线 BC 由 B 向 C 移动，速度为 v_2 。求经过多长时间 P_1 和 P_2 间的距离最短？这个距离是多少？已知 $AB = l$ ， $\angle ABC = \alpha$ 。

13. 一台机车以 $v_1 = 80$ 千米/小时的速度通过了全程 l 的一半，而以 $v_2 = 40$ 千米/小时的速度通过另一半。另一台机车在一半时间内以 $v_1 = 80$ 千米/小时的速度行驶，而在另一半时间内以 $v_2 = 40$ 千米/小时的速度行驶，求每台机车的平均速度各为多少？

14. 质点的初速度 $v_0 = 2$ 米/秒，开始时匀速运动了 $t_1 = 3$ 秒，又以 $a_2 = 2$ 米/秒²的加速度运动了 $t_2 = 2$ 秒，再以 $a_3 = 1$ 米/秒²的加速度运动了 $t_3 = 5$ 秒，接着以 $a_4 = -3$ 米/秒²的加速度运动了 $t_4 = 2$ 秒，最后又以在 t_4 这段时间末所获得的速度匀速运动了 $t_5 = 2$ 秒。求质点的末速度 $v_{\text{末}}$ 、通过的路程 s 和这段路程上的平均速度 $\bar{v}$ 。分别用解析法和图解法解此题。

15. 飞机以速度 v 水平飞行，以速度 w 竖直降落的雨打在飞机上。驾驶员座舱的气窗有两块相同的玻璃，上部是水平的，前部是倾斜的和水平成 α 角（图6），每块玻璃的面积都是 s 。求落在上部和前部玻璃上的水量之比。

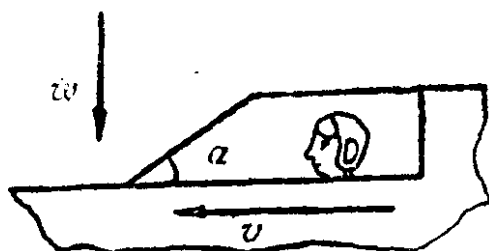


图 6

16. 以初速度 $v_0 = 1$ 米/秒作匀加速运动的物体，经过某一

段距离后，速度达到 $v_1 = 7$ 米/秒，求在这段距离的中点上，物体的速度是多大？

17. 物体从某一位置开始，以一定的初速度和恒定的加速度沿直线运动。已知：由某一任意的原点开始沿运动轨迹数出物体的三个位置分别为 x_1 、 x_2 、 x_3 ，相应的时刻为 t_1 、 t_2 、 t_3 ，求物体的加速度。

18. 跳伞运动员以 $v = 5$ 米/秒的速度匀速下落，在距地面 $h = 10$ 米高的地方，从他身上掉下一颗钮扣。那么运动员比钮扣落地晚多长时间？不考虑作用在钮扣上的空气阻力，重力加速度 $g = 10$ 米/秒²。

19. 物体在时间 t 内通过了路程 s ，而且其速度增大了 n 倍。物体的运动可以当作有一定初速度的匀加速运动，求物体加速度的大小。

20. 两物体自同一点，沿同一方向同时开始运动。一个做速度 $v = 980$ 厘米/秒的匀速运动，另一个做初速为零的匀加速运动，加速度 $a = 9.8$ 厘米/秒²，经过多长时间第二个物体追上第一个物体？

21. 两列火车在相同的时间 t 内通过相同的路程 s 。但其中一列从一开始就以 $a = 3$ 厘米/秒²的加速度匀加速地通过全部路程；而另一列先以 $v_1 = 18$ 千米/小时的速度匀速通过一半路程，以 $v_2 = 54$ 千米/小时的速度匀速通过另一半路程。求火车通过的路程 s 。

22. 汽车开始以恒定的加速度 a_1 运动，并且在获得速度 v 之后又匀速运动了一段时间，之后以恒定加速度 a_2 制动，直到停止。若在这一过程中汽车通过的路程为 s ，求汽车的运动时间 t 。

23. 火车在 $t = 52$ 分钟内通过的路程为 $s = 60$ 千米。开始时加速度为 $+a$ ，最后一段加速度为 $-a$ ，其余时间最大速度为 $v = 72$ 千米/小时。如果初速度和末速度都是零，那么加速度的绝对

值是多少？

24. 如果人可以从 $h = 2$ 米高的地方安全地跳下来。那么跳伞运动员允许的最大落地速度是多少？

25. 从 $H_0 = 28$ 米高的屋顶以 $v_0 = 8$ 米/秒的速度竖直向上扔一块石头，求石块落地时的速度 v 。不考虑空气阻力。

26. 物体在 $H = 45$ 米高的地方从静止开始落下，求下一半路程上物体下落的平均速度 $\bar{v}$ 。

27. 物体从静止开始自由下落，求通过100厘米路程所需要的时间 t 。

28. 自由落体最后一秒落下的距离是整个路程的 $2/3$ ，求物体下落的路程。

29. 从某一高度以 $v_0 = 30$ 米/秒的初速度竖直向上抛出一物体，求经过 $t = 10$ 秒后物体的坐标 H 和速度 v ；以及在这段时间内通过的路程 s （取 $g = 10$ 米/秒²）。

30. 自由落体从开始下落经过时间 t 后到达距地面 $H_1 = 110_0$ 米的高度，而再经 $\Delta t = 10$ 秒，到达 $H_2 = 120$ 米的高度，求物体是从多高的地方落下来的？

31. 竖直上抛物体，两次通过高为 h 的一点。这两次的时间间隔为 Δt 。求物体的初速度 v_0 ，以及从运动开始到重新返回原来位置所经历的时间 Δt_0 。

32. 一物体以初速度 v_0 竖直上抛，与此同时另一物体从 H_0 的高度上自由下落。两物体都沿同一直线运动。求两物体间的距离 ΔH 和时间 t 的关系。

33. 从高为 h 的塔上同时抛出两球，一个以速度 v_1 上抛，另一个以速度 v_2 下抛，求它们落地的时间间隔。

34. 从屋顶先后落下两滴水。第二滴水落下 $t = 2$ 秒后，它们之间的距离 $s = 25$ 米。问第一滴水比第二滴水从屋顶早落下多长时间？

35. 一石块从地面上 $H_1 = 10$ 米高的地方自由下落，与此同时在 $H_2 = 5$ 米高的地方竖直上抛另一石块。若两石块在地面上 $h = 1$ 米高处相遇，求第二块石头的初速度 v_0 。

36. 两物体以相同的初速度分别竖直上抛，其时间间隔为 T ，求任一时刻 t 第二个物体相对于第一个物体将以多大速度运动？

37. 用绳子系在小船上使它靠近湖边的高岸。绳子以恒定的速度 $v = 1$ 米/秒绕在位于水平面上高 $h = 6$ 米的鼓轮上移动 (图 7)，求小船的速度 $v_{\text{船}}$ 和绳长 L 之间的关系。具体求出当绳长 $L = 10$ 米时小船速度的大小，和小船从这一位置开始经 $t = 1$ 秒所移动的距离。

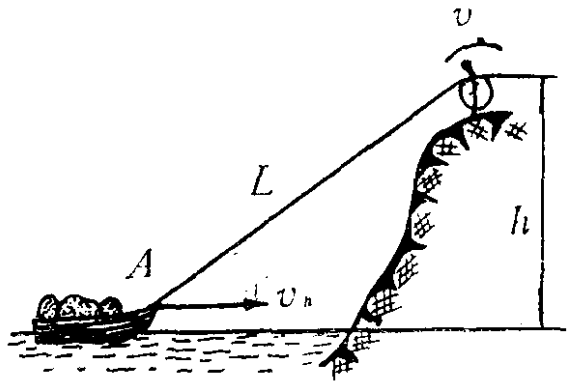


图 7

38. 一物体从静止开始，沿长 $L = 2.5$ 米的斜面下滑，与此同时，另有一物体从底部以 $v_0 = 50$ 米/秒的初速度沿斜面向上运动。求经过多长时间两物体相遇？相遇时两物体的相对速度是多少？设斜面是光滑的。

39. 物体沿斜面无摩擦地下滑。如果它在第一个 0.5 秒内的平均速度比第一个 1.5 秒内的平均速度小 245 厘米/秒，求斜面和水平面夹角 α 。

40. 一个钢球从 $h = 1.5$ 米处落到钢板上，被钢板反弹回来，速度损失了 25% 。求钢球从开始运动到第二次落到钢板上所需时间 T 。

41. 小球从 $H = 120$ 米高处自由落到水平面上，它每与平面碰撞一次，其速度就减少为原来的 $\frac{1}{2}$ 。作出速度图线并求小球从开始下落到停止运动所通过的路程。

42. 一个小球自由地落到一个以速度 v 竖直向上运动的均匀

水平板上。从开始下落那点到它和板相遇的地方，其间的距离为 h 。球和平板碰撞后从该处能跳起多高？设碰撞是完全弹性的，板的质量很大，和球发生碰撞时其速度不变。

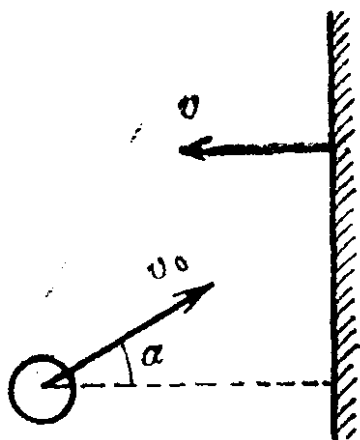


图 8

43. 竖直的光滑壁以速度 u 水平运动。以速度 v_0 在水平面内飞行的小球和壁相碰，其碰撞角度为 α （见图8，图上画的是壁的水平剖面）。求：小球和壁碰撞后速度 v 的大小。设壁的质量很大，在和球碰撞时其速度不变。碰撞是完全弹性的。不考虑球的重力的影响。

§2 曲线运动

44. 物体在高为 H 的地方以初速度 v_0 沿水平抛出。求物体的坐标及其速度与时间的关系。导出轨道方程。

45. 从高 $H = 25$ 米的塔顶以 $v_0 = 10$ 米/秒的初速度水平抛出一石块。求石块落地点到塔基的水平距离。

46. 以初速度 $v_0 = 10$ 米/秒水平抛出的石块，落地点到从抛出点向地面所引的垂线的距离为 $l = 10$ 米。求石块是从多高的地方抛出的？

47. 物体从桌子上水平抛出，落地时的速度为 $v = 7.8$ 米/秒，桌高 $H = 1.5$ 米。求物体的初速度 v_0 。

48. 从山上以 $v_0 = 15$ 米/秒的初速度沿水平方向抛出一石块。经多长时间它的速度方向和水平方向成 $\alpha = 45^\circ$ 角？

49. 从房顶以 $v_0 = 15$ 米/秒的速度水平抛出的石块，和水平线成 $\alpha = 60^\circ$ 落到地面上。求房子的高度 H 。

50. 在 $H = 2$ 米高的地方向水平方向抛出一物体。落地时和