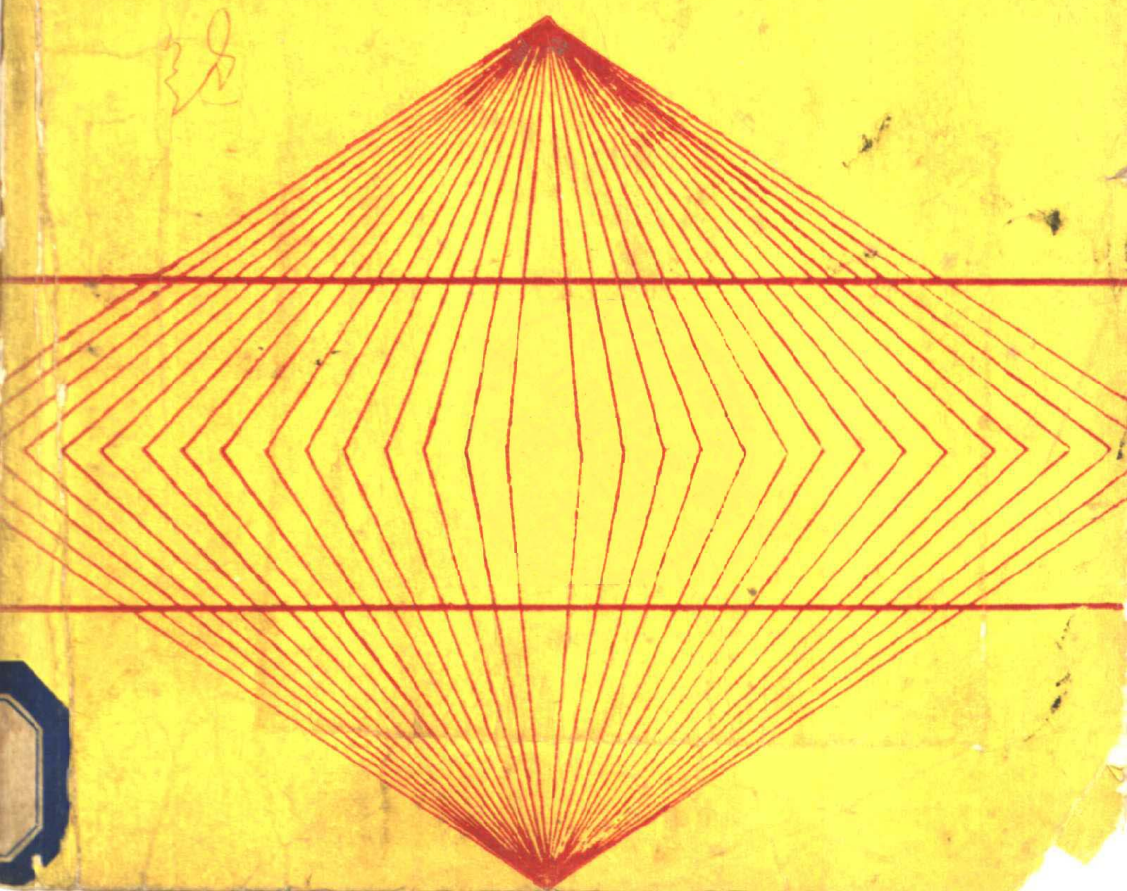


53.055
GXL

苏联中学 物理典型题选

高星林 编译

天津教育出版社



苏联中学物理典型题选

天津教育出版社

**苏联中学
物理典型题选**

高星林 编译

天津教育出版社出版

(天津市湖北路27号)

香河延福屯印刷厂印刷

新华书店天津发行所发行

850×1168毫米 32开 15.125印张 334千字

1987年6月第1版

1987年6月第1次印刷

印数 1—3000

书号: 7348·256 定价: 3.10元

前 言

为了帮助中学生、中专生和自学中学物理的读者切实掌握和灵活运用物理基础知识，为了向从事中等学校物理教学的教师介绍国外教学情况以及提供参考资料，参照我国现行中学物理教学大纲，以苏联《物理习题选集》、《物理习题问题集（中专用）》、《物理习题集（高考用）》三本书为基础，进行了精简、压缩和修改，编译成本书。

本书内容共分力学、热学、电磁学、光学和原子物理学五章。书中大部分章节前面有对物理公式及其运用条件提纲挈领的叙述。习题和问题构思新巧、解析清晰、涉猎广泛而又紧紧围绕基础知识，具有综合性和趣味性。大部分习题和问题有详尽的解答和分析，且采用国际单位制，对于学习基础的物理知识可起到有益的辅助作用。

编译过程中，曾得到陈承祯、罗盟等同志的帮助，在此向他们致以衷心的感谢。

编译者

1986.3.30

目 录

	习题 页数	解答 页数
第一章 力学	3	183
§1 直线运动	6	183
匀速运动	6	183
变速运动	8	187
自由落体和竖直上抛运动	9	188
§2 曲线运动	10	194
§3 转动	13	202
§4 运动定律	14	206
§5 动量	24	225
§6 物体的平衡	28	234
§7 机械能	36	246
§8 转动动力学	42	256
§9 万有引力定律	47	265
§10 流体力学	49	271
§11 机械振动和机械波	55	279
第二章 热学	58	288
§12 固体和液体的热膨胀	58	288
§13 热量、量热器、效率	60	291

§14	气体的性质	64	301
§15	分子运动论	75	320
§16	热和功	76	322
§17	饱和蒸气的性质	79	327
第三章 电磁学 82 333			
§18	库仑定律、电荷的面密度	82	333
§19	电场	85	338
	电场强度	85	338
	电势、电场力的功	87	342
	电容、电容器及其连接	93	350
§20	稳恒电流	100	359
	欧姆定律、电阻定律	100	359
	导体的串联和并联、分压作用和分流作用	102	360
	闭合电路的欧姆定律	106	366
	电池组	112	372
	电功、电功率、电流的热效应.....	117	379
§21	法拉第电解定律	124	389
§22	磁场和电磁感应	126	390
§23	交流电	133	398
§24	电磁振荡和电磁波	138	403
第四章 光学141 405			
§25	光的传播、光的速度、光的波动性和量子性	141	405

§26	光的反射和折射	142	406
§27	光度学	146	420
§28	球面镜	149	424
§29	透镜	154	433
§30	光具组	166	450
第五章	原子物理学	173	462
§31	原子结构	173	462
§32	原子核	175	467

附录：本书用到的物理量的表示符号

习 题 部 分

第一章 力 学

力学的学习通常从运动学开始，运动学只从几何的观点研究机械运动，而对作用在物体上的力不作研究。

确定物体的运动学量：质点的位置（坐标）、速度、加速度和运动时间等从而得出这些量之间关系的方程。根据这些方程由一些已知量的值求出另外一些量的值，从而使物体的运动情况得到充分的描绘。这就是运动学的任务。

解力学（其中包括运动学）题时，首先应给出坐标系并确定原点和坐标轴的正方向。同时还要确定时间的起始值。不给出坐标系，对运动就无法进行描述。选择坐标系要与被研究问题的特点相适应。比如：在直线运动情况下，可沿物体运动方向由带有原点 O 的一条直线 OS 构成坐标系，在比较复杂的情况下，可选择由互相垂直的 OX 和 OY 轴、交点 O 为原点的笛卡尔坐标系。

本节研究的匀速和匀变速直线运动，可由下面的运动学方程来描述：

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

$$v = v_0 + a t \quad (2)$$

方程反映了坐标 s 和速度 v 随时间变化的情况，这里 a 是加速度， t 是从物体在初始坐标 s_0 和初始速度 v_0 时刻算起所经

过的时间.当加速度为常量时 ($a = c$), 方程 (1) 和 (2) 描述匀变速运动; 当 $a = 0$ 时, 描述匀速运动.至于匀变速运动的其它公式, 例如: 初速度与物体到完全停止时所通过的距离之间的关系, $s = v_0^2 / 2a$, 能够很容易由上述方程推得.

形式为 (1) 和 (2) 的方程的数量, 不仅取决于运动的特点, 还取决于坐标系的选择.例如, 对于由 A 向 B 沿着直线以初速度 $\vec{v}_0$ 和加速度 $\vec{a}$ 运动的物体 ($\vec{a}$ 的方向与坐标轴的正方向相反), 可选择轴 OS 为坐标系 (图 1). 这时, 方程 (1) 和 (2) 将具有以下形式:

$$s = |s_0| + |v_0|t - \frac{1}{2}|a|t^2,$$

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

对以上运动的描述, 也可以选择带有 OX 和 OY 轴的直角坐标系 (图 1). 在这种情况下, 质点的位置将由它的坐标 x 和 y 确定.当质点运动时, 它的投影顺着坐标轴移动.质点的速度变为两个沿着坐标轴方向分量之矢

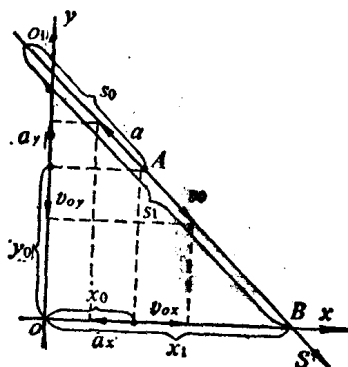


图 1

量和的形式.这些分量的模等于速度在相应轴上的投影 v_x 和 v_y 的模.相仿, 加速度分量的模等于投影 a_x 和 a_y 的模.于是, 对于每个坐标和速度在相应轴的投影都可写出一对运动方程来:

$$x = |x_0| + |v_{0x}|t - \frac{1}{2}|a_x|t^2,$$

$$y = |y_0| - |v_{oy}| + \frac{1}{2}|a_y|t^2,$$

$$v_x = |v_{ox}| - |a_x|t, \quad v_y = -|v_{oy}| + |a_y|t.$$

这里 x_0 , y_0 是初始位置, 而 v_{ox} 和 v_{oy} 是初速度在相应轴上的投影. 关于如何确定 v_{ox} , v_{oy} 和 a_x , a_y 前面的符号, 将在下面叙述.

当两个坐标系彼此位置的数量关系已知时, 在第一个坐标系求得的量值, 在第二个坐标系中一定能求出相同的量值来. 就这个意义讲, 采用不同坐标系描述同一运动结果是等价的. 例如上例, 质点在第一个坐标系运动的距离 AB 等于 $s_1 - s_0$. (图1). 在同一时间, 质点在第二个坐标系的投影变化了距离 $x_1 - x_0$ 和 y_0 , 因而, 距离为 $s_1 - s_0 = \sqrt{(x_1 - x_0)^2 + y_0^2}$; 如果初速度 v_0 在坐标轴上的投影 v_{ox} 和 v_{oy} 已知, 则 v_0 可按式子 $v_0 = \sqrt{v_{ox}^2 + v_{oy}^2}$ 求出; 而加速度 $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$.

解题时, 应选择使描述运动的方程形式最简单的坐标系. 所以直线运动情况下, 如果沿着运动方向选 OS 轴为坐标轴则方程结果将最简单. 在曲线运动情况下, 可以选取由两个轴构成的直角坐标系. 若轴选择为使得在整个运动时间内, 某些量在轴上的投影为零时, 方程最简单.

列方程时一个很重要的问题就是 s_0 , v_0 和 a 投影的模前面的符号应如何确定. 如果坐标位于原点的正方向的一边(轴末端的箭头表示轴的正方向), 那么它前面应写成正号, 反之在方程中它们的符号应写成负的. 例如图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却为负的. 对于未知量, 前面暂确定为正号较好. 待解题中求出这些量的值后, 它们的符号自然也会确定下来了. 例如, 以初速度 v_0 竖直上抛的物体,

如果 OS 的方向竖直向上, 原点选在地面上, 则 $s = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$

(重力加速度是竖直向下的), 在这种情况下, 坐标 s 将取决于时间, 当 $t > 2v_0/g$ 时, 坐标 s 是负的.

有时坐标 s 和物体通过的路程是相同的, 所以方程(1)称作路程方程. 但在一般情况下路程是指沿着轨道所通过的所有距离之和. 比如上面的例子中, 坐标 s 在 $t = 2v_0/g$ 时刻等于零(物体落在地面上), 这时物体通过的路程 l 却等于, 从地面到物体达到的最高点与从这点再回到地面的距离之和($l = v_0^2/g$).

解题时, 对于有若干个物体参加的运动要选用同一个坐标系. 有些情况下, 若把坐标系建立在一被指定的运动物体上, 可为研究其它物体相对于被指定物体的运动带来方便.

以上这些说明首先可应用于解§1—§3的全部习题, 而在解整个第一章里其它习题时, 这些说明也是需要的.

§1 直线运动

匀速运动

1. 汽车以速度 v_1 通过路程的三分之一, 而以速度 v_2 走完路程的剩余部分. 如果全路程的平均速度 $v_{\text{均}} = 37.5$ 千米/小时, 求汽车在第一段路程的速度 v_1 ? 设 $v_2 = 50$ 千米/小时.

2. 汽车以速度 $v_1 = 40$ 千米/小时通过了从 A 到 B 的距离, 然后以速度 $v_2 = 30$ 千米/小时原路返回. 求汽车在整个行程中的平均速度 $v_{\text{均}}$?

3. 台球位于点 A . 台球台的尺寸如图2所示. 为了使球在两个球台帮上反弹后落到球囊 B 中, 球应以怎样的角度打出? 设

在和球台帮碰撞时，象平面镜反射一样，球按着入射角等于反射角的规律运动。

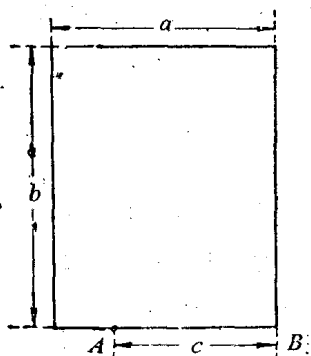


图 2

4. 两列火车彼此迎面运行，一列速度为 $v_1 = 36$ 千米/小时，另一列 $v_2 = 54$ 千米/小时，第一列火车上的乘客看到第二列火车从他旁边通过的时间为 $t = 6$ 秒，求第二列火车的长度？

5. 长度 $L = 300$ 米的内燃机轮船，在静水中沿着直线以速度 v_1 匀速行进，有一快艇以 $v_2 = 90$ 千米/小时的速度通过行进着的轮船的船尾到船头，然后再从船头到船尾，所用时间为 $t = 37.5$ 秒，求轮船的速度 v_1 ？

6. 游泳者横渡宽度为 H 的河，如果水的速度为 v_1 ，人相对于水的速度为 v_2 ，为了以最短的时间到达对岸，他应选择怎样的角度去游？在这样的条件下游到对岸将于什么地方登岸？他通过的路程 s 为多少？

7. 舰艇以速度 v 自东向西航行，风自西南向东北方向吹去，站在舰艇甲板上测到风的速度等于 ω_1 ，求风相对于地面的速度 ω ？

8. 一火车头以 $v_1 = 80$ 千米/小时的速度走完了路程的一半

后, 另一半路程以 $v_2 = 40$ 千米/小时的速度走完, 另一火车头在用 $t/2$ 的时间以 $v_1 = 80$ 千米/小时行驶后, 又以 $t/2$ 的时间以 $v_2 = 40$ 千米/小时的速度恰走完同样的路程. 求每个火车头的平均速度?

变速运动

9. 某质点起初运动速度为 $v_0 = 2$ 米/秒, 以后的运动情况分别为: $t_1 = 3$ 秒, 匀速运动; $t_2 = 2$ 秒, 加速运动, $a_2 = 2$ 米/秒²; $t_3 = 5$ 秒, 加速运动, $a_3 = 1$ 米/秒²; $t_4 = 2$ 秒, 加速运动, $a_4 = -3$ 米/秒²; 最后 $t = 2$ 秒, 匀速运动, 这时的速度是 t_4 时间内的末速度. 求最后的速度 $v_{\text{末}}$, 通过的路程 s 和这段路程上的平均速度 $v_{\text{均}}$? 画出分段的速度图线.

10. 某物体作匀加速运动, 初速度为 $v_0 = 1$ 米/秒. 在通过一段路程后, 速度为 $v_1 = 7$ 米/秒. 求此物体运动到这个路程一半处的速度?

11. 两列火车用相同的时间 t 走完了同样的路程 s . 一列火车是以加速度 $a = 3$ 厘米/秒² 由静止开始匀加速地通过全程, 另一列火车是以 $v_1 = 18$ 千米/小时的速度驶完路程的一半, 而另一半路程以 $v_2 = 54$ 千米/小时的速度行驶. 求火车通过的路程 s ?

12. 汽车以恒定的加速度 a_1 自起点开动. 经过一段时间, 当速度增加到 v 时开始作匀速运动. 而后开始制动, 以恒定的加速度 a_2 作匀减速运动直到停止. 如果汽车通过的路程为 s , 求汽车运动的时间 t ?

自由落体和竖直上抛运动

13.小孩一个接一个地向上这样抛出球：当前面的一个到达最高点时抛出后面的一个.如果他在一秒钟内这样抛出了两个球，求球上升的高度 h ？

14.自由下落的石块在1秒钟内通过了全部路程的一半.求石块下落的高度 h ？

15.两石块落到矿井中.第二个石块开始下落时，第一个石块已经下落了1秒钟.确定第一个石块相对于第二个石块的运动.空气阻力忽略不计.

16.自由落体在最后一秒钟里落下了自己通过路程的 $2/3$.求物体通过的路程？

17.从距地面高度 $H_0 = 300$ 米处同时以同样的速度 $v_0 = 20$ 米/秒抛出两个物体，第一个竖直向下，第二个竖直向上.确定：（1）开始运动后，经过多长时间 t 物体彼此间距离为 $\Delta r = 200$ 米.（2）第一个物体落地时的速度 v_1 .（3）抛出后，经过多长时间 t_2 第二个物体落到地面.空气阻力忽略不计；设 $g = 10$ 米/秒².

18.竖直向上抛出的物体两次通过高度为 h 的点的间隔为 Δt ，求物体的初速度 v_0 和从物体开始运动到再次回到原来位置的时间 Δt_0 ？

19.从高度为 H 的塔上同时抛出两个球：一个以速度 v_1 竖直向上，另一个以速度 v_2 竖直向下，求它们分别落到地面的时间差？

20.具有曲线弯角的菱形管子放置在竖直平面内，如图(3)所示.球从管中滑下，一次是沿着 AB 和 BC 边，另一次是沿着

AD 和 DC 边.在哪种情况下它滑动得快些? 菱形边长等于 a .

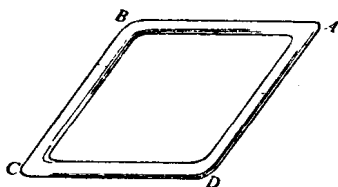


图 3

21. 在长度 $L = 2.5$ 米的斜面的两端, 两物体同时开始运动: 一个以初速度 $v_0 = 50$ 厘米/秒自底端向上; 另一个初速度为零自顶端向下. 求两物体经过多长时间 t 相遇以及它们在相遇点的相对速度有多大?

22. 物体在无摩擦力的情况下由斜面滑下. 如果它在最初 0.5 秒内的平均速度比它在最初 1.5 秒内的平均速度小 245 厘米/秒, 求斜面和水平面的夹角 α ?

23. 从高度 $h = 1.5$ 米落下的钢球, 落到钢板上又弹起的瞬间速度较前损失了 25% . 确定钢球从开始下落到第二次碰到钢板上所用的时间 T ?

24. 一个作自由落体运动的球, 落到了一块以速度 v 竖直向上运动着的水平板上. 球从开始下落的点到它与平板相遇的位置间的距离为 h , 求球板碰撞后相对于碰撞点球弹起的高度 H (设碰撞是完全弹性的; 平板具有非常大的质量, 以至碰撞后平板的速度不发生变化).

§2 曲线运动

25. 物体在高度 H 处以速度 v_0 平抛. 确定物体的坐标和合速度随时间变化规律? 并推导出轨道方程.