

国 外
高中物理题解
1000例

北京市 9200(71) 信箱

国外高中物理题解

1000例

(内部发行)

北京市 9200 (71) 信箱

1980年

编 者 的 话

本书汇集了国外近十几年来一些高考物理试题、高中物理竞赛题及物理题解、指南中的典型题共1029个，包括了高中物理的基本内容（基本概念和公式）和物理习题的基本解法（基本规律和技巧），在一定程度上反映了现代国外中学物理教学水平。可供准备投考大学的知识青年和在校学生充实和提高物理知识使用，也可供中学物理教师和其他物理爱好者参考。

本书具有内容新颖、知识面广、技巧灵活、实用性强的特点。书中选题有难有易、有深有浅，但难而不偏不怪，深而不超出中学物理范围，浅易而富有思维性。书中既有定量计算题也有定性论理题，全部题目均有解答，这是本书的又一特点。此外对国内各种物理习题版本及全国历届高考试题中已有的题，一般不编入。但本书选题来源广泛，所以，解答的风格不一致，详略也不相同。

在编译过程中，我们对全部题目进行了适当的归类，并进行了认真的审校，尽力使解题的逻辑性强、计算准确。但由于时间仓促，加之我们的水平有限，错误在所难免，欢迎广大读者批评指正。

参加本书编译工作的有邵士祥、段绍维、雷广顺、齐丙年等同志，还有许多同志参加了这一工作或给予了帮助，在此谨致以诚挚的谢意。

目 录

第一章	力学	(1)
§ 1	运动学	(1)
§ 2	牛顿运动定律	(26)
§ 3	曲线运动、转动和引力定律	(58)
§ 4	动量与动量守恒定律	(105)
§ 5	功和能	(123)
§ 6	静力学	(159)
§ 7	流体力学	(172)
§ 8	振动与声学	(183)
第二章	分子物理学与热学	(199)
§ 1	热与功	(199)
§ 2	热膨胀	(203)
§ 3	气体的性质	(211)
§ 4	物态变化	(226)
§ 5	液体的性质	(235)
§ 6	热机	(239)
第三章	电学	(247)
§ 1	静电学	(247)
§ 2	电容和电容器	(273)
§ 3	粒子在场中的运动	(294)
§ 4	电解	(310)
§ 5	磁场和电磁感应	(317)

§ 6	直流电	(346)
§ 7	交流电和无线电基础	(401)
第四章	光学	(415)
§ 1	光源与照度	(415)
§ 2	光反射与折射	(429)
§ 3	球面镜	(447)
§ 4	透镜	(458)
§ 5	视觉与光学仪器	(474)

第一章 力 学

§ 1 运 动 学

1 汽车向东沿直线行驶 400 米，然后向南沿直线行驶 300 米，求汽车的位移和所通过的路程。

解：位移是向量，应按向量合成法则求得。这里汽车的位移是以 400 米和 300 米所作直角三角形之斜边长，即 500 米，方向指向东南。路程是标量，按代数相加求得。因此汽车所通过的路程为 700 米。

2 速度为 $v = \text{常数}$ 和 $\vec{v} = \text{常数}$ 的质点在做怎样的运动？

解：当 $v = \text{常数}$ 时，质点做匀速运动；当 $\vec{v} = \text{常数}$ 时，质点做匀速直线运动。

3 已知某物在某时刻的速度向量，能否求出该时刻物体的加速度？

解：不能，因为要确定物体的加速度，必须知道在某一时间间隔内物体速度的变化。

4 物体在第 1 秒内通过的距离为 1 米，第 2 秒内为 2 米，第 3 秒内为 3 米，第 4 秒内为 4 米等等，能否认为这是匀加速运动？

解：在匀加速运动中，在依次相等的时间间隔内所通过的路程彼此属于奇数的序列级数，而这里所描述的运动其距离数字属于自然序列，故不是匀加速运动。

5 从每层等高的25层高塔顶端下抛一个石头，如果石头5秒后落地，求石头在每一秒钟内通过的层数？

解：这是一个自由落体的问题，自由落体属于匀加速运动，故在依次相等的时间间隔内所通过的路程之比彼此属于奇数的序列级数。已知5秒内通过25层，则在每秒内所通过之距离之比依次为1、3、5、7、9的序列，即第1秒内通过第25层，第2秒内通过24—22层，第3秒内通过21—17层，第4秒内通过16—10层，第5秒内通过9—1层。

6 火车以加速度 $a(a>0)$ 运动且在第4秒末火车之速度等于6米/秒，那么第4秒所通过的路程是否大于、小于或等于6米？

解：在任何时间间隔内，火车通过之路程在数值上等于在该时间间隔内之平均速度。因为火车以加速度 $a>0$ 运动，则它的速度始终增加，若第4秒末的速度等于6米/秒，则在第4秒初的速度小于6米/秒，故火车在第4秒末所通过的路程小于6米。

7 已知质点的运动方程式： $x = 5\cos t, y = 2 + 3\sin t$ ，试确定质点的轨迹及沿轨迹运动之特点？

解：将原方程式变换成： $\frac{x}{5} = \cos t, \frac{y-2}{3} = \sin t$ ，

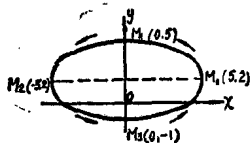


图 1.7

将这两式各自平方并相加得

$$\left(\frac{x}{5}\right)^2 + \left(\frac{y-2}{3}\right)^2 = 1, \text{ 这是}$$

半轴 $a=5$ ， $b=3$ 的椭圆方程式如图所示。质点按轨迹运动的特点是：当 $t=0$ 时， $x=5$ ，

$y=2$ (起始点 M_0)；当 $t=\frac{\pi}{2}$ 时, $x=0, y=5$ (M_1 点)；

当 $t=\pi$ 时, $x=-5, y=2$ (M_2 点)；当 $t=\frac{3}{2}\pi$ 时, $x=0, y=-1$ (M_3 点)；当 $t=2\pi$ 时, $x=5, y=2$ (M_0 点)；当 $t>2\pi$ 时, 质点开始沿椭圆作第 2 圈运动。

8 两汽车从城市 A 和 B 分别以速度 $v_1=54$ 公里/小时和 $v_2=72$ 公里/小时彼此相迎运动, A 与 B 之间的距离是 378 公里, 试作出每辆车的路程与时间关系图? 从图上确定两车相遇的时间和地点?

解: 取图示坐标系。以 A 作原点, 第一辆汽车从该点出发, 在 1 小时内通过 54 公里, 作出图示的路程与时间关系的直线①; 类似地对于第二辆汽车从与 A 相距 378 公里之 B 点出发, 在 1 小时内这车与 B 点相距 72 公里, 在坐

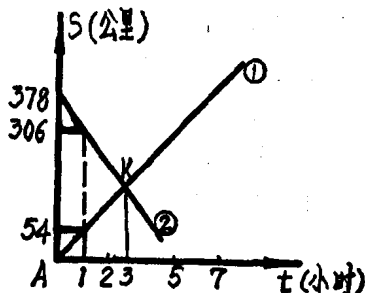


图 1.8

标上绘出 1 小时之 S 坐标为 306 公里, 作出图示之直线②。这两直线的交点 K 可以确定两车相遇之地点和时间, 即经过 3 小时后在第一辆车离城市 A 的距离 162 公里处两车相遇。

9 叙述图示曲线所表示的运动, 其交点意味着什么?

解: 由 $s=vt$ 可知, 物体 I 在 $t=0$ 到 t_1 时间内为从坐标

原点开始的匀速运动。到时刻 t_1 停止，一直停顿到时刻 t_2 后又匀速运动回到坐标原点。物体 I 的位置离坐标原点有一段距离，首先向坐标原点匀速

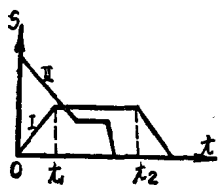


图 1.9

运动，经过某段时间后停止一段时间，再以较大的速度匀速运动到坐标原点。其交点意味着两物体相遇的时间和地点。此时，物体 I 为静止，物体 II 以匀速运动通过这点向坐标原点方向运动。

10 描述图示曲线所表示的运动，其交点意味着什么？

解：按照公式 $v = v_0 + at$ ，物体 I 以初速度 $v_0 = 0$ 开始作匀加速运动，到达时刻 t_1 ；然后以 t_1 时的速度作匀速运动，到时刻 t_2 ，然后以匀减速运动到停止。物体 II 作匀减速运动，然后作匀速运动，最后作匀减速运动到停止。其交点意味着在某时刻这两物体的速度大小相等；此时物体 I 为匀速运动，物体 II 为匀减速运动。

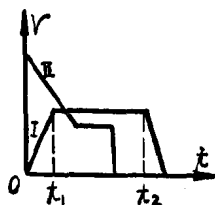


图 1.10

11 图a所示为物体运动的s-t图，试作其v-t图和a-t图？

解：首先分析s-t图中时间间隔 $0-t_1$, t_1-t_2 , t_2-t_3 ……内的运动性质。在 $0-t_1$ 段，物体静止；在 t_1-t_2 段，物体匀加速运动；在 t_2-t_3 段，物体匀速运动；在 t_3-t_4 段，物体匀减速运动；在 t_4-t_5 段，静止；在 t_5-t_6 段，反向匀加速运动；在 t_6-t_7 段，匀速运动；在 t_7-t_8 段，向原点的匀减速运动；在 t_8-t_9 段，静止。由此即可作出v-t图和a-t

图, 如图 b, c, 所示。

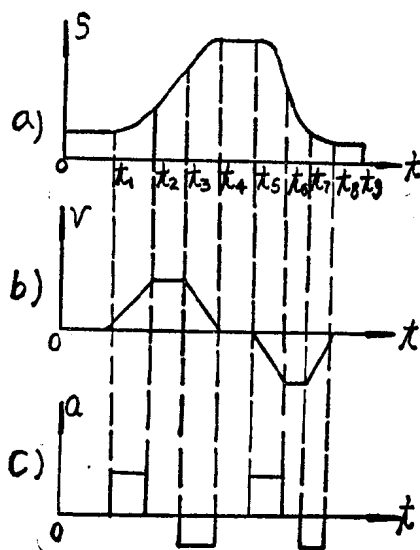


图 1.11

12 已知汽车运动的 $v-t$ 图 (图a), 试绘出对应的 $s-t$ 图, 并叙述汽车运动特点?

解: 路程图如图 b 示, 汽车由静止开始匀加速运动 (图中 OA 段), 然后匀速运动 (AB 段), 匀减速运动 (BC 段) 到停止, 停顿一段时间 (CD 段) 后开始反方向匀加速运动 (DE 段), 然后匀速运动 (EK 段), 匀减速运动 (KM 段) 到停止。

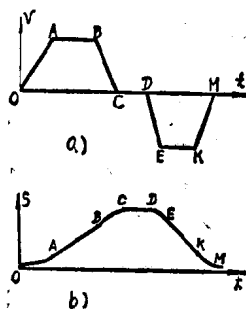


图 1.12

13 物体以初速度 $v_0 = 0$ 从A点出发沿直线AB到达B点后速度 $v = 0$ ，在这段时间内，物体可以作匀速运动也可以以加速度 a ($a > 0$ 或 $a < 0$) 作加速运动，但必须使运动的时间最短，问物体应该怎样运动？

解：按照题意，物体运动的 v - t 图可能是梯形（开始加速运动，中间匀速运动，然后匀减速运动）也可能是三角形（开始匀加速运动，然后匀减速运动）。这两个图形的斜边与底边的倾角由加速度 $a = \tan \alpha$ 确定。这两个图形的面积——A与B点之间的路程相同，显然，在给定的面积值和角 α 值时，三角形的底边最短，即时间最短，此时物体以匀加速运动和匀减速运动各通过A B之间路程的一半。

14 自行车轮滚动时，上面的辐条难于分清楚，而下面的辐条则看得清楚，为什么？

解：车轮滚动时，在每一瞬间绕与地面接触之切点转动，因此上面辐条之线速度大于下面辐条的线速度。

15 骑车人从A到B，他以速度12公里/时通过整个路程的一半，然后在剩下时间的一半内，他以速度6公里/时行驶，最后他以4公里/时的速度步行到终点，求他在整个路程上的平均速度？

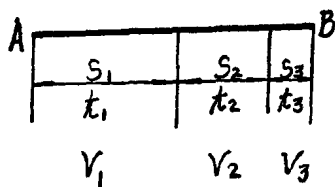


图 1.15

解：先作出运动过程之简图，图上标出每段之距离 s_1 、 s_2 、 s_3 及速度 v_1 、 v_2 、 v_3 和时间 t_1 、 t_2 、 t_3 。然后对每段建立方程式： $s_1 = v_1 t_1$ ， $s_2 = v_2 t_2$ ， $s_3 =$

$v_3 t_3$, 同时按照题意还有: $s_1 = s_2 + s_3$, $t_2 = t_3$, 所以

$$v_{\text{平}} = \frac{s_1 + s_2 + s_3}{t_1 + t_2 + t_3} = \frac{2s_1}{\frac{s_1}{v_1} + \frac{s_1}{\frac{v_2 + v_3}{2}}} = \frac{2v_1(v_2 + v_3)}{2v_1 + v_2 + v_3}$$

= 7公里/时

16 两个质点以速度 v_1 和 v_2 沿一直线作匀速运动, 已知两点间的初始距离为 s_0 , 且同时开始沿同一方向运动, 求一点追上另一点时所需的时间 T ?

解: 设直线 OS 是运动轨迹, 且 $v_1 > v_2$, 那么从 O 点开始运动的第一个点之运动方程式是 $s_1 = v_1 t$ 。从 O_1 点

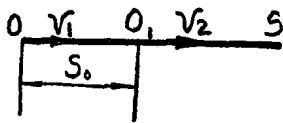


图 1.16

出发的第二个点之运动方程式是 $s_2 = v_2 t + s_0$ 。按题意, 两质点经过时间 T 后相碰在一起, 此时 $s_1 = s_2$, 即 $v_1 T =$

$v_2 T + s_0$, 所以 $T = \frac{s_0}{v_1 - v_2}$ 。

17 同上面的题, 如果两个点不是同时开始运动, 而是第二点经过时间 T_0 后才开始运动, 求两质点相碰的时间 T ?

解: 第一个点的运动方程式仍旧是 $s_1 = v_1 t$, 而第二点运动方程式变化为 $s_2 = v_2 (T - T_0) + s_0$, 使两点所经过的路程相等, 即得到两点相碰时间 T : $T = \frac{s_0 - v_2 T_0}{v_1 - v_2}$ 。

18 汽艇沿河流方向由一个码头到下一码头共用 8 小时, 又返回原码头用了 10 个小时, 汽艇在静水中的速度为 $v_0 = 18$ 公里/时, 求两码头之距离?

解：设水之流速为 v_1 ，便有 $v_0 + v_1 = \frac{s}{t_1}$ （顺水）和

$v_0 - v_1 = \frac{s}{t_2}$ （逆水），将两式相加得 $2v_0 = s \frac{t_1 + t_2}{t_1 t_2}$ ，所以

$$s = \frac{2v_0 t_1 t_2}{t_1 + t_2} = 160 \text{ 公里。}$$

19 汽车以速度 v_1 通过整个路程的 $\frac{1}{3}$ ，以速度 $v_2 = 50$ 公里/时通过其余的路程，若在整个路程上的平均速度是 $v_{\text{平}} = 37.5$ 公里/时，求第一段的平均速度？

解：设总路程为 s ，则 $s_1 = \frac{1}{3}s$ ， $s_2 = \frac{2}{3}s$ ，设通过

整个路程的时间为 t ，则有 $t = t_1 + t_2$ ， $t = \frac{s}{v_{\text{平}}}$ ， $t_1 = \frac{s_1}{v_1}$ ，

$$t_2 = \frac{s_2}{v_2}，\text{ 所以 } \frac{s}{v_{\text{平}}} = \frac{s_1}{v_1} + \frac{s_2}{v_2}，v_1 = \frac{v_{\text{平}} v_2}{3v_2 - 2v_{\text{平}}} = 25$$

公里/时。

20 两汽车分别以速度 $v_1 = 11.1$ 米/秒和 $v_2 = 8.35$ 米/秒在相互垂直的道路上行驶，求它们的相对速度？

解：相对速度 $v_0 = |\vec{v}_1 - \vec{v}_2| = |\vec{v}_2 - \vec{v}_1|$ ，因为 v_1 与 v_2 垂直，故 $v_0 = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = 13.9$ 米/秒。

21 甲列车以速度 $v_1 = 30$ 米/秒行驶，司机突然发现同一轨道的前方距离 $s = 180$ 米处有一辆以速度 $v_2 = 12$ 米/秒同一方向行驶的列车乙，司机立即制动，制动引起甲列车的加速度为 -1.2 米/秒²。能否发生事故？

解：两列车沿一直线运动，列车甲和列车乙的初始相对速度为 $v_0 = v_1 - v_2 = 18$ 米/秒，而列车甲在路程 $s = 180$

米处之相对速度由 $v^2 - v_0^2 = 2as$ 求出, 即 $v = \sqrt{v_0^2 - 2as}$
 $= \sqrt{-108}$ 米/秒, 根号中之负号说明列车甲在通过 $s = 180$ 米前之相对速度已变为 0, 故不会发生事故。

22 旅客列车以速度 72 公里/时与长度为 140 米和速度为 54 公里/时的载货列车彼此相迎平行地行驶, 坐在窗口之旅客看到货车在它旁边经过的时间为多少?

解: $v_1 = 72$ 公里/时 $= 20$ 米/秒, $v_2 = 54$ 公里/时 $= 15$ 米/秒, 两列车相对运动之速度 $v = v_1 + v_2$, 因而货车从客车旁经过的时间是 $t = \frac{L}{v} = \frac{140}{v_1 + v_2} = 4$ 秒。

23 在铁路调车时, 要把后面的一节车厢脱开, 而该车厢还继续在列车后面作匀减速运动, 暂时还不停止。试证明该节车厢所通过的距离只是在同一时间内匀速运动的列车所通过距离的一半?

解: 匀速运动列车在时间 t 内所通过的距离是 $s = v_0 t$, 而脱开之车厢在完全停止前作匀减速运动, 在同一时间 t 内所通过之距离为 $s_1 = \frac{1}{2} v_0 t$, 由此得 $s_1 = \frac{s}{2}$ 。

24 汽车以速度 54 公里/小时运动。刹车时汽车的加速度为 -0.5 米/秒², 试求出应在离停车线的多少距离处开始刹车? 它继续运动时间为多少?

解: 对于匀减速运动 $v = v_0 - at$, 在停止时刻 $v = 0$, 由此求得刹车时间为 $t = \frac{v_0}{a} = 30$ 秒, 而刹车之距离由 $s = v_0 t - \frac{at^2}{2}$ 求出, 也可由 $v_0^2 = 2as$ 求出即: $s = \frac{v_0^2}{2a} = 225$ 米。

25 两汽车从同一站沿同一方向开出, 第一辆比第二

辆晚20秒出发，两车以加速度 0.4 米/秒^2 运动，从第一辆车运动开始，经过多少时间后两车之间的距离为240米？

解：第一辆车走过的路程是 $s_1 = \frac{1}{2}at^2$ ，第二辆车

为 $s_2 = \frac{1}{2}a(t-20)^2$ ，两车之间的距离在任何时刻均为

$s_1 - s_2 = \frac{1}{2}at^2 - \frac{1}{2}a(t-20)^2$ ，由此得

$$t = \frac{2(s_1 - s_2) + 400a}{40a} = 40 \text{ 秒}$$

26 电气列车以加速度 0.2 米/秒^2 从车站出发，从运动开始经过2分钟后，变为匀速运动，求匀速运动的速度和5分钟后所走过的路程？

解：因初速度 $v_0 = 0$ ，故由 $v = v_0 + at_1 = 0.2 \times 120 = 24$

米/秒，而 $s = s_1 + s_2 = v(t - t_1) + \frac{1}{2}at_1^2 = at_1(t - \frac{1}{2}t_1)$

$t_1) = 5760 \text{ 米}$ 。

27 汽车甲以等速度 $v_1 = 72 \text{ 公里/时}$ 从车站通过，过了 $t_1 = 2 \text{ 分钟}$ 后汽车乙从该车站沿同一方向开出，经过 $t_2 = 25 \text{ 秒}$ 后，速度达到 $v_2 = 90 \text{ 公里/时}$ 而匀速运动，汽车乙经过多少时间后赶上汽车甲？赶上时离车站距离为多少？

解：当汽车乙追上甲时所通过之路程是 $s = v_1(t + t_1)$ ，汽车乙通过这段路时，首先匀加速运动，然后匀速运动： $s = \frac{at_2^2}{2} + v_2(t - t_2)$ ，式中 $a = \frac{v_2}{t_2}$ ，由此得 $t =$

$\frac{2v_1t_1 + v_2t_2}{2(v_2 - v_1)} = 542 \text{ 秒}$ ，而路程 $s = v_1(t + t_1) = 20(542 +$

120) = 13.24公里。

28 客机着陆时以速度 135 公里/时向前运行，若在机场跑道上直线运行 500 米而停止，求在跑道上运动的时间？

解：着陆时运动时间由公式 $s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ 求出，

式中 a 由公式 $v = v_0 + a t$ 确定，但 $v = 0$ ，故 $a = -\frac{v_0}{t}$ ，所以

$$s = v_0 t - \frac{v_0 t}{2}, \quad t = \frac{2s}{v_0} = 27 \text{ 秒}。$$

29 两汽车彼此相迎运动，一个的初速度为 $v_1 = 36$ 公里/时和加速度 $a_1 = 0.3$ 米/秒²，另一个之初速度为 $v_2 = 54$ 公里/时和加速度 $a_2 = -0.5$ 米/秒²，经过多少时间后两汽车相遇，相遇前各自行驶之路程为多少？已知它们之间初始距离为 $s = 250$ 米。

解：按题意， $s = s_1 + s_2$ ，式中 s_1 、 s_2 为它们在相遇前分别通过的距离，而 $s_1 = v_1 t + \frac{1}{2} a_1 t^2$ ， $s_2 = v_2 t + \frac{1}{2}$

$a_2 t^2$ ，故 $v_1 t + \frac{1}{2} a_1 t^2 = s - v_2 t - \frac{a_2 t^2}{2}$ ，这里 $v_1 = 36$

公里/时 = 10 米/秒， $v_2 = 54$ 公里/时 = 15 米/秒，由此得：

$$t = \frac{-(v_1 + v_2) \pm \sqrt{(v_1 + v_2)^2 + (a_1 + a_2) \cdot 2s}}{a_1 + a_2} = 10.5 \text{ 秒}；$$

$$s_1 = 10 \times 10.5 + \frac{0.3 \times 10.5^2}{2} = 121.5 \text{ 米}；s_2 = 250 - 121.5 = 128.5 \text{ 米}。$$

30 汽车以匀加速度 a 连续通过两个相等的路段（每

段10米), 第一段用的时间为1.5秒, 第二段用2秒, 求a及第一段之初速度 v_0 ?

解: 以 s_1 和 s_2 表示两个连续的路程段, 它们分别等于:

$s_1 = v_0 t_1 + \frac{1}{2} a t_1^2$, $s_2 = (v_0 + a t_1) t_2 + \frac{1}{2} a t_2^2$, 式中 $v_0 + a t_1$ 是第二段的初速度, 由这两个方程式解出 $v_0 \approx 7.38$ 米/秒; $a \approx -0.95$ 米/秒²。

31 匀加速运动的物体在 $t = 20$ 秒内通过距离 $s = 60$ 厘米, 在这时间内物体的速度增大4倍, 试求物体的加速度和初速度?

解: 物体的末速度 $v = v_0 + at$, 按照题意: $v = 4v_0$, 由

此得 $v_0 = \frac{a}{3}t$, 而距离 $s = v_0 t + \frac{a}{2} t^2 = \frac{a}{3} t^2 + \frac{a}{2} t^2$,

故 $a = \frac{6s}{5t^2} = \frac{6 \times 60}{5 \times 400} = 0.18$ 厘米/秒², 所以初速度 $v_0 =$

$\frac{a}{3} t = \frac{0.18 \times 20}{3} = 1.2$ 厘米/秒。

32 从静止开始作匀加速运动的物体在第5秒内通过的距离为18米, 物体之加速度怎样? 5秒钟内通过的路程为多少?

解: 在第5秒内所通过的路程是 $s = s_5 - s_4 = \frac{at_5^2}{2} -$

$\frac{at_4^2}{2}$, 由此得 $a = \frac{2s}{t_5^2 - t_4^2} = \frac{2 \times 18}{25 - 16} = 4$ 米/秒², 5秒内

所通过的路程 $s_5 = \frac{at^2}{2} = \frac{4 \times 25}{2} = 50$ 米。

33 初速度为 $v_0 = 5$ 米/秒的物体, 在第5秒所通过的