

中学物理

习题与解

上册



哈尔滨市中学物理教学研究会

前 言

这本书是依据《一九七九年高等学校招生考试复习大纲》，参照《中学物理教学大纲》编辑而成。供我市中学生作为课外复习和教师教学参考之用。

全书共分两册。上册包括力学、热学，下册包括电学、光学和原子核物理。共汇编了300道题。

本书各部分大体按习题类型分类编排，尽量作到由浅入深。较典型或较难的题附有详解，有一些题只提供参考解法或提示。如能循序渐进、独立思考地解答这些题，将有助于逐步提高同学们的分析问题和解决问题的能力。

本书由我市部分物理教师 and 市区物理研究员共同编写的。他们是：（按编写内容为序）王连朋、陆丁发、高进、刘相辅、李元杰、付德福、滕元才、王殿启、赖正国、孟宪荣、王德坤、王向荣、程家训、赵世英、柴彦、熊士奇、曹德立、吕凤山、刘国顺、王锦峰等同志。

本书在出版过程中，得到哈尔滨龙江印刷厂等单位的大力帮助，特此致谢。限于时间和水平，错误和不足之处在所难免。希广大教师 and 同学在使用中，将发现的问题及时告诉我们。

哈尔滨市中学物理教学研究会

一九七九年三月

目 录

(上册)

力 学	(1)
一、运动学.....	(1)
二、动力学.....	(20)
三、静力学.....	(66)
四、机械能.....	(94)
五、曲线运动.....	(180)
六、振动和波.....	(207)
七、流体静力学.....	(213)
 热 学	 (231)
一、热量.....	(231)
二、物态变化.....	(239)
三、热和功.....	(251)
四、物体的热膨胀.....	(270)
五、气体性质.....	(276)

力 学

(一) 运动学

1. 甲乙两列火车其长分别为100米和50米，甲车的速度为54公里/小时，乙车的速度是10米/秒。

(1) 若两车相向而行求两车错开时间；

(2) 若两车同向而行求甲车追上乙车到离开乙车所用的时间。

解：设两车错开时间为 t_1 ，车长分别为 $L_{甲}$ 和 $L_{乙}$ ，

$$\text{则 } t_1 = \frac{L_{甲} + L_{乙}}{V_{甲} + V_{乙}} = \frac{150 + 100}{15 + 10} = 10 \text{ 秒}$$

又设 t_2 为甲车追上乙车到离开乙车的时间。

$$\text{则 } t_2 = \frac{L_{甲} + L_{乙}}{V_{甲} - V_{乙}} = \frac{150 + 100}{15 - 10} = 50 \text{ 秒}$$

2. 两列火车同向行驶，一列车速为30公里/小时，另一列车速为50公里/小时，试问：

(1) 以慢车为参照物，快车怎样运动，车速多大？

$$\begin{aligned} \text{解： } V_{快} - V_{慢} &= 50 \text{ 公里/小时} - 30 \text{ 公里/小时} \\ &= 20 \text{ 公里/小时} \end{aligned}$$

答：车速20公里/小时，方向与原来方向相同。

(2) 以快车为参照物，慢车怎样运动？车速多大？

$$\begin{aligned}\text{解: } V_{\text{慢}} - V_{\text{快}} &= 30 \text{公里/小时} - 50 \text{公里/小时} \\ &= -20 \text{公里/小时}\end{aligned}$$

答：车速为20公里/小时，方向与原方向相反。

(3) 如果两列火车反向行驶，上述问题结果如何？

$$\begin{aligned}\text{解: } V_{\text{快}} + V_{\text{慢}} &= 50 \text{公里/小时} + 30 \text{公里/小时} \\ &= 80 \text{公里/小时},\end{aligned}$$

答：相对速度为80公里/小时，方向分别与原来方向相同。

3. 从哈尔滨站开出的做匀加速直线运动的火车，最初1分钟内走了540米，求它最初10秒内和最后10秒内各走了多少路程？

解：设最初1分钟内走的路程 $S = 540$ 米，最初10秒钟内走的路程为 S_1 ，前50秒内所走的路程为 S_2 ，最后10秒内所走的路程为 S_3 。

解法(一)

$$S = \frac{1}{2}at^2$$

$$a = \frac{2S}{t^2} = \frac{2 \times 540}{3600} = 0.3 \text{米/秒}^2$$

$$S_1 = \frac{1}{2}at_1^2 = \frac{1}{2} \times 0.3 \times 10^2 = 15 \text{米}$$

$$\begin{aligned}S_3 &= S - S_2 = 540 - \frac{1}{2} \times 0.3 \times 50^2 \\ &= 165 \text{米}\end{aligned}$$

解法(二)

$$\frac{S_1}{S} = \frac{10^2}{60^2} \quad \therefore S_1 \approx 15 \text{米}$$

$$\frac{S_3}{S_1} = \frac{1}{2 \times 6 - 1} \quad \therefore S_3 = 165 \text{米}$$

4. 一辆公共汽车停在站上等乘客上完后以1米/秒²的加速度起驶，另一辆卡车恰在这时以7米/秒的速度从后面超过公共汽车，如果卡车匀速前进，试求：

(1) 公共汽车在追上卡车之前经过多长时间两车相距最远？此刻公共汽车的速度多大？两车距离是多少？

(2) 公共汽车在离站多远可追上卡车？追上卡车的公共汽车的速度和它经过的时间是多少？

解：公共汽车从车站开出后，在追上卡车之前的某一时刻 t ，两车之间的距离为： $S(t) = S_2 - S_1 = Vt - \frac{1}{2}at^2$ 。

上式中： S_2 、 V 是卡车所走的路程和速度。 S_1 、 a 是公共汽车和加速度。

上式中 $S(t)$ 是时间 t 的二次函数，当：

$$t = -\frac{V}{2(-\frac{1}{2}a)} = \frac{V}{a} \text{ 时 } S(t) \text{ 有极大值。}$$

$$\therefore t = \frac{V}{a} = \frac{7 \text{米/秒}}{1 \text{米/秒}^2} = 7 \text{秒。}$$

公共汽车的速度 $V_{\text{即}} = a \cdot t = 1 \text{米/秒}^2 \times 7 \text{秒} = 7 \text{米/秒}$

$$\begin{aligned} \text{两车相距 } S_m &= Vt - \frac{1}{2}at^2 = 7 \times 7 - \frac{1}{2} \times 1 \times 7^2 \\ &= 24.5 \text{米} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{或 } S_m &= V \cdot \frac{V}{a} - \frac{1}{2} a \cdot \left(\frac{V}{a}\right)^2 = \frac{V^2}{2a} \\ &= \frac{7^2}{2 \times 1} = 24.5 (\text{米})\end{aligned}$$

公共汽车追上卡车的时间为T这时两车运动距离相等。

$$\text{即: } V \cdot T = \frac{1}{2} a T^2$$

$$\therefore T = \frac{2V}{a} = \frac{2 \times 7}{1} = 14 (\text{秒})$$

$$\text{公共汽车速度 } V = a \cdot T = 1 \times 14 = 14 (\text{米/秒})$$

$$\text{两车运动距离 } S = V \cdot T = \frac{1}{2} a \cdot T = 7 \times 14 = 98 (\text{米})$$

5. 沿斜面上滚的小球, 初速度 $V_0 = 100$ 厘米/秒, 4 秒末的速度 $V_4 = 20$ 厘米/秒试求:

(1) 小球的加速度。

(2) 速度等于零时用多少时间和 6 秒末的速度?

(3) 头 4 秒和 6 秒内所发生的位移和所通过的路程。

(4) 小球沿斜面向上于某一秒内运动了 50 厘米, 求前一段的时间。

解:

$$(1) \text{ 小球的加速度 } a = \frac{V_t - V_0}{t} = \frac{20 - 100}{4} = -20 \text{ 厘米/秒}^2.$$

$$(2) \text{ 当 } V = 0 \text{ 时 } t = \frac{V_t - V_0}{a} = \frac{0 - 100}{-20} = 5 \text{ 秒}$$

$$V_6 = V_0 - at = 100 - 20 \times 6 = -20 \text{ 厘米/秒}$$

$$(3) \text{ 头 4 秒和 6 秒的位移为: } S_4 = V_0 t_4 - \frac{1}{2} a t_4^2$$

$$= 100 \times 4 - \frac{1}{2} \times 20 \cdot 4^2 = 240 (\text{厘米})$$

$$S_6 = 100 \times 6 - \frac{1}{2} \times 20 \times 6^2 = 240 (\text{厘米})$$

头 4 秒的路程和位移相等都是 240 厘米。头 6 秒的路程为: $S_6 = 240 + 2 \times \frac{1}{2} \times 20 \times 1^2 = 260 (\text{厘米})$

(4) 前一段时间为 t_1

$$\text{则 } \Delta S = S_{t+1} - S_t = V_0 (t+1) - \frac{1}{2} a (t+1)^2$$

$$= (V_0 t - \frac{1}{2} a \cdot t^2) = V_0 \cdot 1 - a \cdot t \cdot 1 - \frac{1}{2} a \cdot 1^2$$

$$\text{经整理 } 50 = 100 - 20t - 10$$

$$t = 2 \text{ 秒}$$

6. 站台上有一观察者, 在火车开动时他站在第一节车厢之前端, 第一节车厢在 $t_1 = 4$ 秒, 内驶过其旁, 问第 n 节 ($n=9$ 节) 驶过此人旁边需多长时间? 火车作匀加速运动。

已知: $t_1 = 4$ 秒 车厢长为 l 加速度为 a

求: $t_n = ? \quad t_q = ?$

$$\text{解: } l = \frac{1}{2} a t_1^2 \dots\dots\dots ①$$

$$n l = \frac{1}{2} a t_n^2 \dots\dots\dots ②$$

②除①式

$$n = \frac{t_n^2}{t_1^2}$$

$$t'_n = \sqrt{n} \cdot t_1 \quad (n \text{ 节的时间})$$

$$t_q = \sqrt{9} t_1 - \sqrt{8} t_1 = (\sqrt{9} - \sqrt{8}) 4 = 0.67 \text{ (秒)}$$

$$t_n = (\sqrt{n} - \sqrt{n-1}) \cdot t_1 \quad (\text{第} n \text{ 节的时间})$$

7. 有一个作匀加速运动的质点，它在最初的连续两个相等的时间间隔内所通过的路程分别是 $S_1 = 24$ 米 $S_2 = 64$ 米，每间隔时间为 4 秒。求：运动质点的初速度和加速度；

$$\text{已知：} \quad S_1 = 24 \text{ 米} \quad S_2 = 64 \text{ 米} \quad t = 4 \text{ 秒}$$

$$\text{求：} \quad V_0 = ? \quad a = ?$$

$$\text{解：} \because S_1 = V_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \dots\dots\dots ①$$

$$S_2 = (V_0 + at)t + \frac{1}{2} a t^2 \dots\dots\dots ②$$

$$(V_1 = V_0 + at)$$

$$\text{由①得} \quad 24 = V_0 \cdot 4 + \frac{1}{2} a \cdot 4^2 \dots\dots\dots ③$$

$$\text{由②得} \quad 64 = 4V_0 + 16a + \frac{1}{2} a 4^2 \dots\dots\dots ④$$

$$\text{由③得} \quad 24 = 4V_0 + 8a \dots\dots\dots ⑤$$

$$\text{由④得} \quad 64 = 4V_0 + 24a \dots\dots\dots ⑥$$

$$\text{⑥减⑤得} \quad 40 = 16a$$

$$a = 2.5 \text{ 米/秒}^2$$

将 a 代入③得 $V_0 = 1 \text{ 米/秒}$

8. 某物体作匀加速运动, 在第二秒钟走了2.5米 第七秒钟走了2.9米求它的初速度和加速度。

已知: $S_2 = 2.5 \text{ 米}$ $S_7 = 2.9 \text{ 米}$ $t_2 = 2 \text{ 秒}$ $t_7 = 7 \text{ 秒}$
 $t = 1 \text{ 秒}$ (第3、7秒都为1秒)

求: $V_0 = ?$ $a = ?$

$$\text{解: } S_2 = (V_0 + at_2) t + \frac{1}{2} at^2 \dots\dots\dots ①$$

$$S_7 = (V_0 + at_7) t + \frac{1}{2} at^2 \dots\dots\dots ②$$

$$\text{由①得 } 2.5 = (V_0 + 3a) \cdot 1 + \frac{1}{2} a 1^2 \dots\dots\dots ③$$

$$\text{由②得 } 2.9 = (V_0 + 7a) \cdot 1 + \frac{1}{2} a 1^2 \dots\dots\dots ④$$

$$\text{由③得 } 2.5 = V_0 + 3a + \frac{a}{2} \dots\dots\dots ⑤$$

$$\text{由④得 } 2.9 = V_0 + 7a + \frac{a}{2} \dots\dots\dots ⑥$$

$$\text{⑥} - \text{⑤得 } 0.4 = 4a$$

$$a = 0.1 \text{ 米/秒}^2$$

将 a 代入⑤ $V_0 = 2.25 \text{ 米/秒}$

6. 以初速度为40米/秒运动的汽车, 以 10 米/秒^2 的加速度做匀减速运动时求6秒内所通过的距离?

已知: $V_0 = 40 \text{ 米/秒}$ $a = -10 \text{ 米/秒}^2$ $t = 6 \text{ 秒}$

求: S_0

解: 首先注意不要套死公式

判断由 V_0 到 $V_t = 0$ 时的时间 $t = \frac{V_0}{a} = 4$ 秒

$$\begin{aligned}\text{如果用 } S &= V_0 t - \frac{1}{2} a t^2 \\ &= 40 \times 6 - \frac{1}{2} 10 \times 6^2 = 60 \text{ 米}\end{aligned}$$

此解法是错误的,

$$\text{应当用 } S = \frac{V_0^2}{2a} = 80 \text{ (米)}$$

10. 小钢球由静止从斜面滚下, 加速度是 30 厘米/秒^2 , 二秒末开始在光滑平面上运动, 走了三秒, 又滚上另一个斜面, 经三秒钟达到最高点, 求: 小钢球在这 8 秒里经过的路程。

$$\begin{aligned}\text{解: } S &= S_1 + S_2 + S_3 \\ &= \frac{1}{2} a t_1^2 + V_2 t_2 + \frac{V_2}{2} \cdot t_3 \\ &= \frac{1}{2} \cdot 30 \cdot 2^2 + 30 \cdot 2 \cdot 3 + \frac{1}{2} \cdot 30 \cdot 2 \cdot 3 \\ &= 60 + 180 + 90 = 330 \text{ (厘米)}\end{aligned}$$

11. 火车以 54 千米/小时 的速度前进, 现在需在车站作暂停, 以便旅客上下, 如果停留的时间是一分钟, 煞车时的加速度 $a = -30 \text{ 厘米/秒}^2$, 起动后发动机的加速度 $a = 50 \text{ 厘米/秒}^2$, 求火车由于暂停所延迟的时间。

解： 54千米/小时 = 15米/秒

火车在作匀减速运动中化费的时间

$$t = \frac{15}{0.3} = 50 \text{秒}$$

火车在作匀加速运动中又达到 54千米/秒化费时间

$$t' = \frac{15}{0.5} = 30 \text{秒}$$

$$t = t + t' = 80 \text{秒}$$

火车在作匀减速运动中走过的路程 $S = \frac{15}{2} \times 50 = 375 \text{米}$

火车在做匀加速运动中走过的路程 $S' = \frac{15}{2} \times 30 = 225$

(米)

如果火车以原有速度驶行，走完这段路程所需要的时间

$$T = \frac{600}{15} = 40 \text{秒}$$

所以火车由于暂停所延迟的时间是 $60 + 40 = 100$ (秒)。

12. 试证明一个做匀变速直线运动的物体，通过任意一段路程中点的即时速度为 $V_{\text{中}} = \sqrt{\frac{V_0^2 + V_t^2}{2}}$ 。

解：因匀变速直线运动的加速度是个恒量，题意中指出中点，即两段距离相等。

(1) a 为正时。

$$\therefore a = \frac{V_{\text{中}}^2 - V_0^2}{2S} \quad a' = \frac{V_0^2 - V_{\text{中}}^2}{2S}$$

$$a = a' \quad \therefore \frac{V_{\text{中}}^2 - V_0^2}{2S} = \frac{V_0^2 - V_{\text{中}}^2}{2S}$$

$$V_{\text{中}}^2 - V_0^2 = V_t^2 - V_{\text{中}}^2$$

$$2V_{\text{中}}^2 = V_t^2 + V_0^2$$

证得 $V_{\text{中}} = \sqrt{\frac{V_0^2 + V_t^2}{2}}$

(2) a 为负时。同理可证

$$V_{\text{中}} = \sqrt{\frac{V_0^2 + V_t^2}{2}}$$

13. 火车自甲站从静止开出经过10分钟到乙站停下共走5500米，前7分钟作匀加速直线运动，后3分钟作匀减速直线运动，求火车行驶的过程中最大的速度多大？

〔解〕：最大速度 V_m 是 $t_1 = 7$ 分钟的末速度也是 $t_2 = 3$ 分钟前的初速度。

$$V_m^2 = 2a_1 S_1; \quad V_m^2 = 2a_2 S_2$$

$$= 2 \cdot \frac{V_m}{t_1} \cdot S_1; \quad = 2 \cdot \frac{V_m}{t_2} S_2$$

$$S = S_1 + S_2 = \frac{V_m \cdot t_1}{2} + \frac{V_m \cdot t_2}{2}$$

$$V_m = \frac{2S}{t_1 + t_2} = \frac{2 \times 5500}{7 + 3} = 1100 \text{ (米/分)}$$

14. 有长为5米的铁链，悬挂其上端，若从悬点放下铁链，让其自由落下，试求整个铁链，经过悬点下方25米处所用的时间？（ $g = 10 \text{ 米/秒}^2$ ）

$$\begin{aligned}\text{解: } t &= \sqrt{\frac{2h_{25}}{g}} - \sqrt{\frac{2h_{20}}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 25}{10}} - \sqrt{\frac{2 \times 20}{10}} \\ &= \sqrt{5} - 2 = 0.236(\text{秒})\end{aligned}$$

15. 从空中某一位置自由落下一物体，落地前 1 秒通过的高度是全长的一半。试求：

- (1) 物体下落的高度和通过此高度所用的时间。
(2) 物体落地的速度是多大？ ($g = 10 \text{米/秒}^2$)

已知： $t_1 = 1$

求： $h = ? \quad t = ? \quad V_t = ?$

$$\text{解: } h = \frac{1}{2}gt^2 \dots\dots\dots ①$$

$$\frac{1}{2}h = \frac{1}{2}g(t-1)^2 - \dots\dots ②$$

①除②得

$$t = (2 + \sqrt{2}) \text{秒}$$

$$\text{将 } t \text{ 代入①得 } h = \frac{1}{2}g(2 + \sqrt{2})^2 h = \dots\dots$$

$$h = 58.2 \text{米}$$

$$V_t = gt = 34 \text{米/秒}$$

16. 一个物体从H高的地方自由下落，经过最后 196 米所用的时间是 4 秒钟，求物体下落H高所用的总时间是多

少？H的高度是多少？（不计空气阻力（ $g = 10 \text{米/秒}^2$ ）

已知： $h_1 = 196 \text{米}$ $t_1 = 4 \text{秒}$

求： $t = ?$ $H = ?$

解： 设全高 $H = \frac{1}{2}gt^2 \dots\dots\dots ①$

$$h = \frac{1}{2}g(t-4)^2 \dots\dots\dots ②$$

$$196 = \frac{1}{2}gt^2 - \frac{1}{2}g(t-4)^2$$

$$t = 7 \text{秒}$$

将t 代入①

$$H = \frac{1}{2}gt^2 = 245 \text{米}$$

17. 一个物体从270米高的地方自由下落，如果把270米分成三段，物体经过每段所用的时间都相等，那么每段高度等于多少？（不计空气阻力）

解法（一）：物体从距地面 $H = 270 \text{米}$ 高处自由下落的过程中，通过距离 h_1 ， h_2 和 h_3 所用时间均为 t 则 t 由

$$H = \frac{1}{2}g(3t)^2 = \frac{9}{2}gt^2 \text{ 确定, } t = \sqrt{\frac{2H}{9g}}$$

$$h_1 = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2}g\left(\sqrt{\frac{2H}{9g}}\right)^2$$

$$= \frac{1}{9}H = \frac{1}{9} \times 270 = 30 \text{ 米}$$

$$h_2 = \frac{1}{2}g \left[2\sqrt{\frac{2H}{9g}} \right]^2 - \frac{1}{9}H = 90 \text{ (米)}$$

$$h_3 = H - h_1 - h_2 = H - \frac{1}{9}H - \frac{3}{9}H = \frac{5}{9}H = 150 \text{ (米)}$$

解法(二): 因为 $V_0 = 0$, $H = 270$ 米用连续相等时间路程之比为 $1:3:5$,

$$\therefore h_1 = \frac{1}{1+3+5} \times H = \frac{1}{9} \times 270 = 30 \text{ 米}$$

$$h_2 = \frac{3}{1+3+5} \times H = \frac{3}{9} \times H = \frac{3}{9} \times 270 = 90 \text{ (米)}$$

$$h_3 = \frac{5}{1+3+5} \times H = \frac{5}{9} \times H = \frac{5}{9} \times 270 = 150 \text{ (米)}$$

18. 从静止的气球上先后系在45米长绳两端的两个小球, 第一小球自由落下一秒钟后再使第二小球自由落下, 问放出第二小球后多长时间绳被拉直。 ($g = 10 \text{ 米/秒}^2$)

已知: $h = 45 \text{ 米}$ $t_1 = 1 \text{ 秒}$

求: $t = ?$

解: 设 $h = h_1 - h_2$

$$h = \frac{1}{2}g(t+1)^2 - \frac{1}{2}gt^2$$

$$(h_1 = \frac{1}{2}g(t+1)^2 \quad h_2 = \frac{1}{2}gt^2)$$

$$\text{故 } 45 = \frac{1}{2}g(t+1)^2 - \frac{1}{2}gt^2$$

两边分别除 5 得 $9 = 2t + 1 \quad \therefore t = 4$ 秒

答：放出第二小球后 4 秒钟时间绳被拉直。

19. 从某一高度一个物体自由下落 2 秒时，又从同一高度自由落下另一物体，那么再经过几秒钟两个物体间的距离等于第二个物体开始下落时两个物体的距离的二倍。

$$\text{解： } h_1 = \frac{1}{2}g(t+2)^2 \quad h_2 = \frac{1}{2}gt^2$$

$$h_1 - h_2 = 2 \times g \cdot 2^2 = \frac{1}{2}g(t+2)^2 - \frac{1}{2}gt^2$$

$$(t+2)^2 - t^2 - 8 = 0$$

$$t = 1 \text{ 秒}$$

20. 一个物体以初速度 $V_0 = 30$ 米/秒，竖直上抛 ($g = 10$)

试求：

(1) 物体能上升多高？

(2) 达到最大高度所用的时间。

(3) 物体抛出后，经过 2 秒，6 秒、8 秒物体所在的高度应是多少？

$$\text{解： } h = \frac{V_0^2}{2g} = \frac{30^2}{2 \times 10} = 45 \text{ (米)}$$