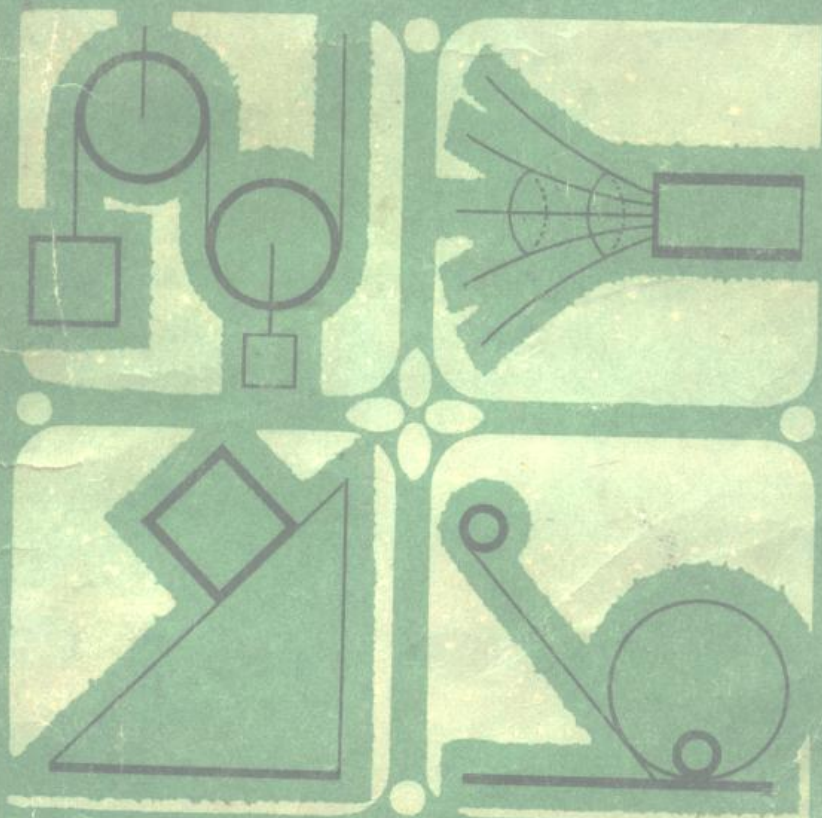


物理习题选编

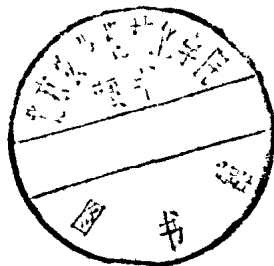
张计怀等编



科学出版社

物理习题选编

张计怀等编



科学出版社

1980

内 容 简 介

全书共十六章,每章内容为:(一)基本内容和基本公式;
(二)例题;(三)练习题。

全书例题示范 160 个,练习题近 600 个。共约 760 个题。

本书可供广大知识青年和在校学生复习物理基础知识,
演算练习题参考。

物 理 习 题 选 编

张计怀 等 编

*

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街 137 号

中 国 科 学 院 印 刷 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1980 年 3 月 第 一 版 开本:787×1092 1/32

1980 年 3 月 第一次印刷 印张:10

印数:0001—500,400 字数:230,000

统一书号:13031·1222

本社书号:1702·13—3

定 价: 0.80 元

前 言

党的十一届三中全会关于把工作着重点转移到社会主义现代化建设上来的决定,是重大的战略决策。它反映了历史发展的要求和亿万人民的心愿。

为了配合广大青年和在校学生学习 and 复习物理基础知识,我们根据“中学物理教学大纲”和现行中学物理教材,编写了这本《物理习题选编》。

本书共分十六章。由于考虑到读者学习和复习的方便,每章内容分为三部分:一、基本内容和基本公式。便于读者掌握系统知识的概貌;二、例题。力求通过例题的示范解答,使读者了解解题的思路和方法,从而提高分析问题和解决问题的能力;三、练习题。供读者练习。总之,我们希望这本《物理习题选编》能够有助于广大青年和在校学生复习物理基础知识,提高分析问题和解决问题的能力,为向四个现代化进军打下一定的基础。

本书由张计怀、王永成、胡镜寰、史天一、霍立林、任萍、董昭、孙立仁等同志选编。尚世弦、孙岳、王忠烈等同志提出了部分修改意见,钱玄、阎金铎同志审校。

由于时间仓促,特别是我们水平有限,缺点和错误在所难免,恳切希望广大读者批评指正。

编 者

1979年元旦

目 录

第 一 章	直线运动	1
第 二 章	运动定律	16
第 三 章	曲线运动 万有引力	41
第 四 章	静力学	59
第 五 章	功和能	78
第 六 章	流体力学	100
第 七 章	振动和波	115
第 八 章	热学	126
第 九 章	静电场	144
第 十 章	直流电路	179
第十一章	磁场 电磁感应	222
第十二章	交流电路 电动机	245
第十三章	几何光学	263
第十四章	物理光学	283
第十五章	原子物理	289
第十六章	原子核物理	294
练习题答案		299

第一章 直线运动

一、基本内容和基本公式

1. 物体间相对位置的变动叫做机械运动,下面简称运动:

为了研究物体的运动,必须选择一个或几个物体做为参考标准,这些参考物体叫做参照系。参照系的选择有一定的任意性,可根据问题的性质和简便与否来选定。

2. 位移和路程:

若质点从 A 点沿轨道运动到 B 点,如图 1-1 所示,我们说质点的位移是

$$\Delta \mathbf{r} = \mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1,$$

而质点所通过的路程是

$$\widehat{AB} = \Delta S。$$

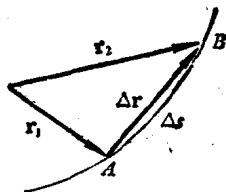


图 1-1

必须注意,位移是矢量,而路程是标量。

在一般情况下,路程和位移的大小并不

相等,差别可能还很大。但是在 B 接近于 A 时,弦长 $\overline{AB}$ 接近于弧长 $\widehat{AB}$,路程等于位移的大小。在直线直进运动中,路程和位移的大小是相等的。

3. 速度:

速度是描写物体运动的快慢和方向的物理量。

在匀速直线运动中,速度是物体经过的位移与所用的时间之比。

在变速直线运动中,平均速度是表示某一段路程内物体运动的平均快慢,其大小等于

$$\bar{v} = \frac{\Delta S}{\Delta t}。$$

在匀变速直线运动中，平均速度等于初速度和末速度相加被2除，即 $\bar{v} = (v_0 + v)/2$ 。

瞬时速度表示物体在某时刻或在某位置上运动的快慢和方向。即当 Δt 趋近于零时，平均速度的极限值，用数学表示为

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t}，$$

其方向沿轨道的切线。在匀速直线运动中，平均速度等于瞬时速度。在其他情况下平均速度一般不等于瞬时速度。

4. 加速度：

加速度是表示物体运动速度变化的快慢和方向的物理量。

在匀变速直线运动中：

$$a = (v - v_0)/t_0$$

5. 匀变速直线运动规律：

$$v = v_0 + at，$$

$$S = v_0 t + \frac{1}{2} at^2，$$

$$v^2 = v_0^2 + 2aS。$$

对于匀加速直线运动，加速度与速度方向相同， $a > 0$ ；对于匀减速直线运动，加速度方向与速度方向相反， $a < 0$ 。

对于自由落体运动， $v_0 = 0$ ， $a = g$ 。对于竖直上抛运动， $a = -g$ 。

6. 相对运动：

在实际中我们经常会遇到相对运动的问题。比如骑自行车的人所感到的风速与站在地面上的人所感到的风速是不同的。在一般情况有下述关系：

$$\mathbf{v}_{\text{甲对丙}} = \mathbf{v}_{\text{甲对乙}} + \mathbf{v}_{\text{乙对丙}}$$

在应用上,或解决问题时,必须注意速度的方向,而且甲对乙的速度与乙对甲的速度有:

$$\mathbf{v}_{\text{甲对乙}} = -\mathbf{v}_{\text{乙对甲}}$$

二、例 题

例 1. 火车以 54 公里/小时的速度前进。现在需要在某车站暂停,以便旅客上下。如果在车站停留的时间是 1 分钟,刹车时要减速,即加速度是负值,等于 -30 厘米/秒²,开动发动机时产生的加速度是 50 厘米/秒²。求火车由于在某车站暂停所延迟的时间。

已知: 火车直接通过车站的速度 $v = 54$ 公里/小时 $= 15$ 米/秒; 若火车在车站暂停,匀减速阶段: $v_{01} = 15$ 米/秒, $v_1 = 0$, $a_1 = -30$ 厘米/秒² $= -0.3$ 米/秒²。匀加速阶段: $v_{02} = 0$, $v_2 = v = 15$ 米/秒, $a_2 = 50$ 厘米/秒² $= 0.5$ 米/秒²。停留的时间 $t_0 = 1$ 分钟 $= 60$ 秒。

求: 延迟的时间 $\Delta t = ?$

解: 设匀减速阶段所需要的时间为 t_1 , 通过的距离为 S_1 。
根据

$$v_1 = v_{01} + a_1 t_1,$$

得

$$t_1 = \frac{v_1 - v_{01}}{a_1} = \frac{0 - 15}{-0.3} = 50(\text{秒})。$$

根据

$$S_1 = \bar{v}_1 t_1,$$

则得

$$S_1 = \frac{v_{01} + v_1}{2} \cdot t = \frac{15 + 0}{2} \times 50 = 375(\text{米})。$$

设匀加速阶段所需时间为 t_2 ，通过的距离为 S_2 。根据 $v_2 = v_{02} + a_2 t_2$ ，得知

$$t_2 = \frac{v_2 - v_{02}}{a_2} = \frac{15 - 0}{0.5} = 30 \text{ (秒)}。$$

又根据 $S_2 = \bar{v}_2 t_2$ 得知

$$S_2 = \frac{v_{02} + v_2}{2} \cdot t_2 = \frac{15 + 0}{2} \times 30 = 225 \text{ (米)}。$$

整个过程所用时间为

$$t = t_1 + t_0 + t_2 = 50 + 60 + 30 = 140 \text{ (秒)}。$$

整个过程所通过的距离为

$$S = S_1 + S_2 = 375 + 225 = 600 \text{ (米)}。$$

若火车不在车站暂停，而仍以 $v = 15$ 米/秒的速度直接通过 S 这段距离，所用的时间为

$$t' = \frac{S}{v} = \frac{600}{15} = 40 \text{ (秒)}，$$

所以，由于火车在车站暂停所延迟的时间为

$$\Delta t = t - t' = 140 - 40 = 100 \text{ (秒)}。$$

答：火车由于在某车站暂停，所延迟的时间为 100 秒。

例 2. 当交叉路口的信号灯转变为绿灯时，一辆汽车以 6 米/秒² 的恒定加速度由静止开行，恰在此时，有一辆货车经过此地，并以 30 米/秒的速度前进，试问 (a) 汽车追上货车时离出发点多远？(b) 这时汽车的速度为多大？

已知：汽车的初速度 $v_0 = 0$ ，加速度 $a = 6$ 米/秒²，货车的速度 $v_1 = 30$ 米/秒。

求：(1) 汽车追上货车时离出发点的距离 $S = ?$

(2) 汽车追上货车时的速度 $v_1 = ?$

解：(1) 设汽车以开始起动到追上货车所需时间为 t ，通过的距离为 S 。

根据匀变速运动规律及匀速运动规律则得

$$\begin{cases} S = \frac{1}{2} at^2, \\ S = vt_0 \end{cases} \quad (1)$$

由(2)式得

$$t = \frac{S}{v}, \text{ 代入(1)式得}$$

$$S = \frac{2v^2}{a} = \frac{2 \times 900}{6} = 300 \text{ (米)}。$$

(2) 根据 $2aS = v_1^2 - v_0^2$, 则得

$$v_1 = \sqrt{2aS} = \sqrt{2 \times 6 \times 300} = 60 \text{ (米/秒)}。$$

答: 汽车追上货车时离出发点的距离为 300 米, 此时汽车的速度为 60 米/秒。

例 3. 已知条件与上题相同, 问在汽车追上货车前, 何时两车间的距离为最大?

解: 根据上题的分析, 已知两车距汽车起点处的距离分别为

$$S_1 = vt,$$

$$S_2 = \frac{1}{2} at^2,$$

则得两车间的距离为

$$\Delta S = S_1 - S_2 = vt - \frac{1}{2} at^2。$$

将已知数值代入上式则得

$$\Delta S = 30t - 3t^2。$$

上式说明: 两车间的距离 ΔS 是时间 t 的二次函数, 根据代数中求二次函数极值的配方法, 则有

$$\begin{aligned} \Delta S &= -3(t^2 - 10t) \\ &= -3[t^2 - 10t + (5)^2] + 75 \end{aligned}$$

$$= -3(t-5)^2 + 75.$$

显然, ΔS 要取最大值时, 必须 $(t-5)^2 = 0$, 所以

$$t = 5(\text{秒}).$$

答: 5 秒钟后两车间的距离最大。

例 4. 从塔顶自由落下的物体, 到达地面前最后的一秒钟内通过的路程是全程的 $9/25$, 试求塔的高度。

设: 塔高(即自由下落的距离)为 S_1 , 自由下落到地面的时间为 t , 物体落地前 1 秒的时间为 $t-1$, 物体在 $t-1$ 时间内下落的距离为 S_2 。

$$\text{已知: } \frac{S_1 - S_2}{S_1} = 9/25.$$

$$\text{求: } S_1 = ?$$

解: 根据自由落体运动规律得

$$S_1 = \frac{1}{2} g t^2, \quad (1)$$

$$S_2 = \frac{1}{2} g (t-1)^2. \quad (2)$$

根据已知条件

$$\frac{S_1 - S_2}{S_1} = 9/25,$$

得

$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{16}{25},$$

将(1)式(2)式代入上式得

$$\frac{16}{25} = \frac{\frac{1}{2} g (t-1)^2}{\frac{1}{2} g t^2},$$

整理得

$$\frac{4}{5} = \frac{t-1}{t},$$

解出

$$t = 5(\text{秒}),$$

将 $t = 5$ 秒代入 S_1 得

$$S_1 = \frac{1}{2} \times 9.8 \times 25 = 122.5(\text{米}).$$

答: 塔高为 122.5 米。

例 5. 气象气球在离地面 200 米高度时仍以 15 米/秒的速度上升。这时, 悬挂于其上的物体脱离气球。试求此物体经多长时间落回到地面? 落回地面时的速度为多大?

解法 I.

已知: $h_1 = 200$ 米, 物体离开气球作竖直上抛运动的初速度 $V_0 = 15$ 米/秒, 达到最高点的末速度为 $v_1 = 0$ 。

求: ①物体自上抛又落回地面的时间 $t = ?$ ②落回地面时物体的速度 $v_2 = ?$

解: ①设物体离开气球竖直上抛到最高点所用的时间为 t_1 , 并取竖直向上方向为正。

根据竖直上抛运动规律, 得知

$$t_1 = \frac{v_1 - v_0}{-g} = \frac{0 - 15}{-9.8} = 1.53(\text{秒}).$$

设上抛的高度为 h_2 , 根据 $v_1^2 - v_0^2 = -2gh_2$

则得
$$h_2 = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{15^2}{2 \times 9.8} = 11.5(\text{米}).$$

整个高度为 $H = h_1 + h_2 = 200 + 11.5 = 211.5(\text{米})$ 。

设物体从 H 高度自由下落的时间为 t_2 , 并取竖直向下的方向为正。

根据 $H = \frac{1}{2}gt_2^2$ 则得

$$t_2 = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 211.5}{9.8}} = 6.57(\text{秒}),$$

从而得知

$$t = t_1 + t_2 = 1.53 + 6.57 = 8.1 \text{ (秒)}。$$

②根据 $v_2 = gt_2$, 则得

$$v_2 = 9.8 \times 6.57 = 64.4 \text{ (米/秒)}。$$

答: 物体落回到地面的时间为 8.1 秒, 此时的速度为 64.4 米/秒。

解法 II.

已知: 如果取气球离地面 200 米高度的地方为坐标原点, 竖直向上为正方向, 则物体离开气球落到地面的位移 $h = -200$ 米, 物体离开气球时的速度 $v_0 = 15$ 米/秒, $g = -9.8$ 米/秒²。

求: ①物体落到地面的时间 $t = ?$ ②落到地面时物体的速度 $v_2 = ?$

解: ①根据位移公式

$$h = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2,$$

则得

$$-200 = 15t - 4.9t^2$$

$$4.9t^2 - 15t - 200 = 0,$$

解此方程得

$$t_1 \approx \frac{15 + 64.3}{9.8} \approx 8.1 \text{ (秒)},$$

$$t_2 \approx \frac{15 - 64.3}{9.8} < 0 \text{ 舍去},$$

则得 $t = 8.1$ 秒。

②根据自由落体运动规律 $v_2^2 = v_0^2 + 2gh$ 则得

$$\begin{aligned} v &= \sqrt{2gh + v_0^2} \\ &= \sqrt{2(-9.8)(-200) + 225} \\ &\approx 64.4 \text{ (米/秒)}. \end{aligned}$$

答：物体落到地面的时间为 8.1 秒，此时速度的大小为 64.4 米/秒。

例 6. 有人以 40 米/秒的初速度竖直向上抛出一石块，2 秒后在同一地点以相同速度竖直向上抛出另一石块，如果空气阻力不计，试求：① 第二块石块抛出后经过几秒两块石块在空中相碰，② 相碰处离抛出点多高？

设在第二块石块抛出后经过 t 秒两石块相碰。

已知： $v_0 = 40$ 米/秒，第一块石块经 $t + 2$ 秒后与第二块石块相碰。

求：① $t = ?$ ② 相碰处离抛出点的高度 $h = ?$

解：取抛出时的地点为坐标原点，竖直向上为正方向。

① 根据位移公式得

$$h_2 = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2,$$

$$h_1 = v_0 (t + 2) - \frac{1}{2} g (t + 2)^2.$$

因相碰时是在第一块石块达到最高点又下落的途中，而第二块石块还未达到最高点，所以两块石块各自所通过的路程不同，但位移是相同的。即 $h_1 = h_2$ 则得

$$v_0 t - \frac{1}{2} g t^2 = v_0 (t + 2) - \frac{1}{2} g (t + 2)^2,$$

解上式得

$$t = \left(\frac{v_0}{g} - 1 \right) \approx 3 \text{ (秒)}.$$

② 将 t 代入 h_2 得

$$h_2 = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2 = 40 \times 3 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times 9 \approx 75 \text{ (米)}.$$

答：第二个石块抛出后经 3 秒钟两石块在空中相碰，相碰处离抛出点 75 米。

例 7. 飞机在空气中朝东飞行, 速度为 200 公里/小时, 突然刮起南风, 风速为 40 公里/小时, 求这时飞机相对于地面的航行速度。

已知: 飞机相对于空气的速度 $v' = 200$ 公里/小时, 方向朝东, 空气相对于地面的速度 $u = 40$ 公里/小时, 方向朝北。

求: 飞机相对于地面的航行速度 $V = ?$

解: 根据相对运动规律得: $V = v' + u$, 如图 1-2 所示

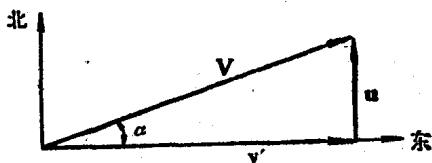


图 1-2

则得飞机相对于地面的航行速度

$$V = \sqrt{u^2 + (v')^2} = \sqrt{(40)^2 + (200)^2} = 204 \text{ (公里/小时)}。$$

飞机航行方向与正东方向的夹角为 α , 且

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{u}{v'} = \frac{40}{200},$$

$$\alpha = \arctg \frac{u}{v'} = 11^\circ 20'。$$

答: 飞机相对于地面的航行速度的大小为 204 公里/小时, 方向与正东方向成 $11^\circ 20'$ 角偏北。

例 8. 火车以 6 米/秒的速度向东行驶, 此时雨滴的速度为 4 米/秒, 方向竖直向下。试求车中乘客所观察到雨滴的速度。

已知: 火车相对于地的速度 $u = 6$ 米/秒, 方向朝东; 雨滴相对于地的速度 $V = 4$ 米/秒, 方向竖直向下。

求: 雨滴相对于火车的速度 v' 。

解: 根据相对运动规律, 得: $v' = V - u$, 如图 1-3 所

示。

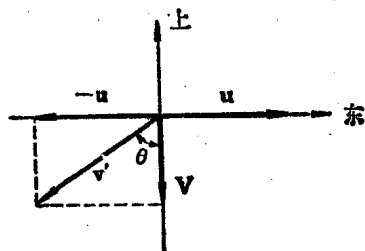


图 1-3

则得

$$V' = \sqrt{V^2 + u^2} = \sqrt{4^2 + 6^2} \approx 7.2 \text{ (米/秒)},$$

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{u}{V} = \frac{6}{4} = 1.5,$$

$$\theta = \arctan 1.5 = 56^\circ 18'.$$

答：车中乘客所观察到雨滴的速度大小是7.2米/秒，方向与竖直向下方向成 $56^\circ 18'$ 角，偏西。

三、练 习 题

1. 一物体从静止开始做匀加速运动，加速度是1米/秒²，有人说：这物体第一秒末的速度是1米/秒，1秒内通过的路程是1米。你说对不对？为什么？

2. 有一汽车，其速度-时间图如图1-4所示，试说明它的运动情况。

3. 试证做匀加速运动的物体连续各秒中所通过的路程成一等差级数。

4. 一个电场可对介子产生

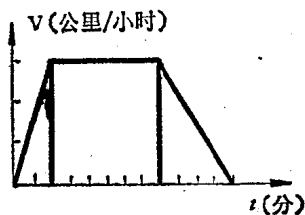


图 1-4

大小为 1.25×10^{14} 米/秒² 的加速度, 一个介子以 5×10^6 米/秒的速度沿着与电场相反的方向射入电场中, 问这个介子在达到静止以前通过多远?

5. 一列火车由静止开始作匀加速直线运动, 在某一时刻火车的速度为 30 米/秒, 再前进 160 米时, 火车的速度增至 50 米/秒。试计算 (a) 加速度, (b) 通过上述 160 米的距离所需的时间, (c) 由静止达到 30 米/秒的速度所需的时间, (d) 由静止达到 30 米/秒的速度所经过的距离。

6. 一辆已在做匀变速运动的汽车, 在 5 秒钟内先后经过路旁相距 50 米的两根电线杆, 在经过第二根电线杆时的速度为 1.5 米/秒, 试求汽车的加速度和经过第一根电线杆时的速度。

7. 两车站相距 18 公里, 一列火车以 54 公里/小时的平均速度行驶, 在开车的 3 分钟内做匀加速运动, 继而匀速运动, 在停车前又匀减速运动 1 分钟而停止。求列车的最大速度。

8. 在某一时刻, 物体的速度很大, 它的加速度是否也一定很大? 反之, 如果在某一时刻它的加速度很大, 是否在该时刻的速度也一定很大?

9. 一列火车由车站以 0.1 米/秒² 的加速度开出, 同时离车站 2 公里处有一速度为 72 公里/小时的快车做匀减速运动, 准备开进车站停车。试问两车经多少时间后相遇, 相遇地点离车站多远?

10. 一物体从静止开始沿直线作匀加速运动, 4 秒钟内前进了 64 米。试求:

(1) 前进一半距离用多少时间? 此时物体的速度多大?

(2) 用一半时间物体前进多少距离? 此时物体速度为多大?

11. 甲乙二车同时自静止开始运动, 开始时甲车落后乙车