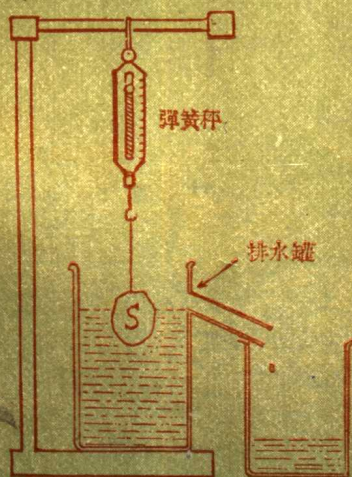


物理複習資料

賈冰如 楊逢挺等編



香港宏業書局出版

物 理 複 習 資 料

賈冰如 楊逢挺等編

香港宏業書局出版

版權所有・翻印必究

一九七九年六月版

物 理 複 習 資 料

賈冰如 楊逢挺等編

香港宏業書局出版

香港干諾道西179-180號六樓A座

THE WON YIT BOOK CO.

Block 'A' 5th Fl. 179-180 Connaught Rd. W.,
Hong Kong

聯興印刷公司承印

土瓜灣上鄉道39-41號七樓A1座

目 录

(一) 力学	1
第一單元 直綫运动	1
第二單元 牛頓运动定律	15
第三單元 靜力学	23
第四單元 机械能	36
第五單元 曲綫运动、万有引力	47
第六單元 振动和波、声学	57
第七單元 流体力学	64
(二) 分子物理学和热学	73
第一單元 分子运动論、热和功	73
第二單元 物体的膨胀、气体的性質	80
第三單元 液体的性質、固体的性質	88
第四單元 熔解和凝固、汽化、湿度、热机	93
(三) 电学	102
第一單元 电場	102
第二單元 电流	118
第三單元 通过液体和气体的电流	136
第四單元 磁場	146
第五單元 电磁感应	154
第六單元 电磁振荡和电磁波	163
(四) 光学	168
第一單元 几何光学	168
第二單元 物理光学	180

(五) 原子結構	185
第一單元 原子結構	185
附录一 物理量的量度公式和常用單位	190
附录二 應該記憶的常数	193
附录三	194
附录四	211
附录五	215

(一) 力 学

第一單元 直線运动

复习講授: 2 課时

复 习 要 求

1. 要所有同学都明确地意識到世界的物質性, 运动是所有物質的基本屬性, 机械运动是物質运动最簡單的形式。

2. 要使学生了解我們周圍物体的靜止跟运动的相对性。

3. 要使学生了解質点的涵义, 在那些情况下我們可以用研究物体上任何一点的运动来代替整个物体的运动。

4. 通过回忆和分析, 使学生明确匀速运动必須是直綫的; 匀变速运动可能是直綫的(如自由降落和豎直上抛下抛等), 也可能是曲綫的(如平抛斜抛等); 非匀变速运动也可能是直綫的(如簡諧振动)或曲綫的(如圓周运动)。

5. 要使学生能清楚地区别开真正的(理想的)匀速运动和近似的(实际的)匀速运动。

6. 要学生了解匀速运动的速度是运动体的真实速度, 它的量值等于每單位時間实际通过的路程。平均速度是在一段路程上或一段時間里平均每單位時間所通过的路程, 并非运动体的真实速度。即时速度虽是运动体的真实速度, 但因它随时变化, 并不等于單位時間所通过的实际路程。

7. 熟悉和理解各种图綫具有很大的意义, 应当經常結合图綫解釋問題, 并鼓励学生試用图綫解決問題。

8. 要求同学了解匀变速直綫运动在某段時間里或某段路程上的平均速度等于那段時間里的初速度和末速度的平均值, 但必須注意只限于匀变速直綫运动才可以如此計算。

9. 复习匀变速直线运动时, 必须特别注意阐明有关公式的全部物理意义, 要学生能正确地并熟练地运用公式, 特别要能正确掌握公式里各量的方向性(即正负号)。

10. 要使学生能辨别清楚, 匀加速直线运动和匀减速直线运动里加速度的方向和速度的方向的关系, 还要使他们明确加速度和速度一样, 也是矢量, 也可以用带箭头的线段来表示。

11. 要使学生明确, 落体运动、竖直上抛和竖直下抛运动都要在不计空气阻力和通过的路程不大的条件下才能看做是匀变速运动来处理。

內 容 建 議

一、物質和运动 通过几年来的物理学习, 我们都意识到整个自然界是由各种各样不同的物质组成的, 从硕大无朋的星球到渺小绝伦的基本微粒, 从由分子原子组成的一般物质到以场(引力场, 电磁场等)的形态存在的特殊物质, 一切物质总在不断地发展着和变化着, 也就是说, 一切物质都在运动着。运动是物质的普遍属性, 是物质存在的形式。物体位置的改变, 是最简单的运动形式, 我们叫它做机械运动, 包括直线运动、曲线运动、移动和转动。热现象、电的现象以及光的现象, 都是物质运动比较复杂的形式。在研究机械运动里, 我们认为是静止的物体实际上也在运动, 所以运动是相对的。在自然界里没有不运动的物体, 但有运动状态完全相同的物体, 它们之间就称为相对静止, 所以静止也只有相对的意义。直线运动无论从速度(只可能有量值的改变)或是运动体的轨迹(一条直线)来看, 都是最简单的, 所以研究物体的运动总是从直线运动开始。

二、匀速直线运动 在明确矢量的涵义和速度是一个矢量之后, 只要指出匀速度的方向和量值都不变, 就能看出它的轨迹必然是直线, 通过的路程必然跟运动时间成正比。

匀速运动物体的轨迹和它的速度图线($V-t$ 图线)、路程图线($S-t$ 图线)虽然在形式上都是直线, 意义却完全不同, 应该加以区别。轨迹是运动体上一个定点通过运动的过程在空间扫描出来的实际途径。速度

图綫跟時間軸平行,它不但表示速度的量值不随時間变化,它跟時間軸的距离还代表着速度的大小;速度不同的几个匀速运动的速度图綫是跟時間軸具有不同距离的平行綫。路程图綫表达了路程和运动時間成正比,它的傾斜度①(或斜率)代表着速度的大小,两个匀速运动的速度比就等于它們的路程图綫的傾斜度的比。若有必要,教师可以复习一下两种图綫的作法。

应该向学生指出,匀速直綫运动的定义是“速度沒有变化的运动”。或者定义为:“在任何相等的时间里經過的路程总是相等的直綫运动”应着重指出,任何二字具有无论怎样短的意思。运动物体所通过的路程跟所历時間的比($v = \frac{s}{t}$)是速度的量度或计算方法。真正的(理想的)匀速运动实际上是难得的,为了簡化問題,同时不妨碍結果的准确性,我們往往把近似的(实际的)匀速运动当作真正的匀速运动来处理,例如小球在光滑平面上滚动一小段距离内球心的运动。这种情况,同学在观察和作业中应该好好去领会并加以区别。

只有在匀速运动中,才能用單位时间里經過的路程来量速度,这是因为它在运动的全路程中保持恒定不变。速度的單位是路程跟時間的單位所組成,它的数值随所用單位而改变,如果量度路程的單位取得越小,時間的單位取得越大,那么速度的数值就将越大。

在速度單位的換算里,要注意 $1 \text{ 千米/小时} = \frac{1000 \text{ 米}}{3600 \text{ 秒}} = \frac{1}{3.6} \text{ 米/秒}$,
 $1 \text{ 米/秒} = \frac{1}{1000} \text{ 千米} / \frac{1}{3600} \text{ 小时} = \frac{3600}{1000} \text{ 千米/小时} = 3.6 \text{ 千米/小时}$,所以
 从千米/小时化为米/秒,应除以 3.6,从米/秒化到千米/小时,应乘以 3.6,这是經常用到的。

【例一】 A, B 兩汽車都作匀速运动, A 在 20 秒里走过 300 米, B 在 5 分鐘里通过 9 千米。哪一輛汽車的速度比較大? 它們的速度图綫怎样? 有什么不同? 它們的路程图綫怎样? 有什么不同?

① 傾角的正切叫做傾斜度或斜率。

解 比較物理量的大小(当然要同类的物理量才能比較)必須化成同一單位。

$$v_1 = \frac{s_1}{t_1} = \frac{300 \text{ 米}}{20 \text{ 秒}} = 15 \text{ 米/秒},$$

$$v_2 = \frac{s_2}{t_2} = \frac{9 \text{ 千米}}{5 \text{ 分}} = \frac{9000 \text{ 米}}{300 \text{ 秒}} = 30 \text{ 米/秒},$$

$\therefore v_1 < v_2$ (B車較快)。

在同一坐标系里描繪兩車的速度图綫,它們是和時間軸平行的兩条直綫,B的速度图綫和時間軸的距离是A的2倍。

在同一坐标系里描繪兩車的路程图綫,它們都是通过原点向上傾斜的直綫,B的路程图綫比較陡峭,它的傾斜度是A的2倍(图1,2)。

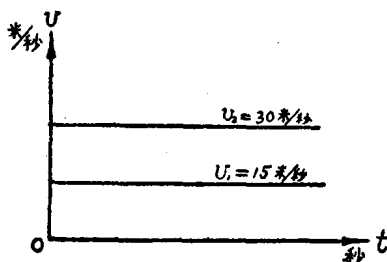


图 1

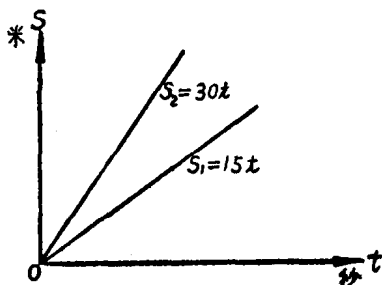


图 2

【例二】 甲乙兩地相距 220 千米; 汽車 A 由甲地出发, 速度是 40 千米/小时, 向乙地駛行; 汽車 B 由乙地出发, 速度是 30 千米/小时, 向甲地駛行; AB 兩車同时开出, 在出发后的 1 小时, B 車在中途停留 2 小时, 再以原来的速度繼續前进。它們在出发后經過多少時間相遇? 相遇的地方距离 A 地多远? 用代数法和图示法求解。

解 (1) 代数法: 假設在 A 車出发后 t 小时末兩車相遇, 相遇处距甲地 s_1 千米, 距乙地 s_2 千米, 則

$$s_1 = 40t \text{ 千米}, \quad s_2 = 30(t-2) \text{ 千米};$$

$$\therefore s_1 + s_2 = 220 \text{ 千米}, \quad \therefore 40t + 30(t-2) = 220.$$

解上式, 得 $70t = 280$, $t = 4$ 小时, $s_1 = 40t = 160$ 千米。

在 A 車出发后 4 小时兩車相遇, 相遇处距甲地 160 千米。

(2) 图解法: 遵照規定, 取縱軸为路程軸, 橫軸为時間軸, 以原点 O 为甲

地, S 軸上离 O 点 220 千米处的 C 点为乙地。过 O 点作 $V_1 = 40$ 千米/小时的路程图綫, 就是斜向右上方的直綫 OA 。过 C 点作 $V_2 = 30$ 千米/小时的路程图綫, CD 是 B 車在第一小时里的路程图綫, 傾向右下方; DE 是停留 2 小时的路程图綫, 与時間軸平行; EB 是停留后繼續开行的路程图綫。兩綫相交于 F , F 的横坐标及縱坐标就表示兩車相遇时的时刻 t 和地点 S_1 (图 3)。

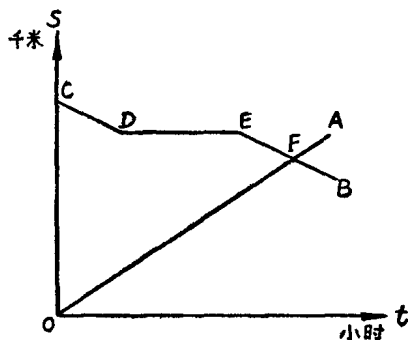


图 3

三、变速运动 速度有所变化的运动叫做变速运动或非匀速运动。也就是說, 如果运动体的快慢或方向有所改变或兩者都有变化, 它就是在作变速运动。变速运动是形式多样的, 其中最簡單的就是匀变速直綫运动。我們通常用平均速度和即时速度来研究变速运动的速度。

1. 平均速度($\bar{V}$)是运动体通过的路程和所历時間的比($\bar{V} = \frac{S}{t}$), 它只是变速运动中速度的初步描述。必須注意, 平均速度并不是变速运动的真正速度, 它也不等于單位時間里实际通过的路程。由于作变速运动的物体, 在各段路程上或各段時間里的平均速度一般講来是不相同的, 因此, 有必要說明是那一段路程上或那一段時間里的平均速度。当我们引用平均速度这个概念的时候, 实际上我們是在用一个想象的匀速运动来代替变速运动的。換句話講, 变速运动的平均速度, 就是在所历時間和通过路程都相同的条件下, 一个做匀速运动的物体所具有的速度。平均速度的实用意义很大, 在路程比較長的运动中, 我們常用这种办法来表示物体运动的速度, 例如苏联的“图—104”噴气式巨型客机的飞行速度是 800 千米/小时, 这显然是多次長程航行中的平均值, 当它起飞和着陆的时候, 飞行速度和方向都不断在改变, 我們用平均速度来表示时都沒有加以考虑。

2. 即时速度(V)是为了进一步探討变速运动的真实情况而引用

的概念。物体通过某一点的即时速度就是假定从这一点开始物体改做匀速运动所具有的速度。物体在某一时刻的即时速度就是假定从这一时刻开始物体改做匀速运动所具有的速度。例如由斜面上滚下来的小球，它通过某一点或在某一时刻的即时速度，就是从这一点或从这一时刻开始在紧接着的光滑平面上运动的速度。由于速度是个矢量，小球的即时速度的方向仍是沿着斜面的方向。

即时速度也可以说是平均速度的极限值。运动体在某一点的即时速度，就是它在包括这一点在内的极短路程上的平均速度；它在某一时刻的即时速度，就是包括这一时刻在内的极短时间里的平均速度。初速度、末速度都是即时速度。自由落体在一秒末的速度是9.8米/秒，这是指一秒末的即时速度，意思就是假使物体保持一秒末的速度不变——不增加也不减少，继续再走一秒，那么，在这一秒里通过的路程将是9.8米，也就是以一秒末的速度开始做匀速运动的速度。在匀速运动中，平均速度、即时速度都等于物体运动的真实速度。在变速运动中，平均速度只是速度的粗糙描述，即时速度才是运动体的真正速度。但必须注意，即时速度实际上并不等于物体在单位时间里经过的路程。同学对匀速度、平均速度和即时速度三个概念，必须明确了解并能清楚地加以区别，这是非常重要的。“速度是单位时间里经过的路程”只有在匀速运动中才能适用。

3. 加速度：在变速运动中，为了表达速度变化的情况，就必须引用“加速度”的概念。加速度不是速度也不是速度的变化而是速度的改变率，它是速度的改变和完成这个改变所历时间的比值，跟速度是截然不同的物理量。在匀变速直线运动中，由于速度的变化是均匀一致的，我们可以用单位时间里——例如一秒钟里速度的变化来量度加速度。如果物体运动的初速度是 V_0 ， t 秒末的速度变成了 V ，那么，速度的变化是 $V - V_0$ ，单位时间里速度的变化是 $\frac{V - V_0}{t}$ ，所以加速度

$$a = \frac{V - V_0}{t}。$$

在厘米·克·秒制里,速度的單位是1厘米/秒,加速度的單位應該是 $\frac{1\text{厘米/秒}}{\text{秒}}$,習慣上写成1厘米/秒²。随所取路程跟時間單位的不同,加速度也必須采用相应的單位,如米/秒²,千米/分²等。秒²和分²等符号的意义,是表示時間的單位在加速度中用到兩次。一次在确定速度时,另一次在确定加速度时,不能当作時間有了平方看待。由于速度是矢量,速度的变化也有方向性,因此加速度也是矢量;它的合成和分解同样适用平行四边形法則。在匀变速运动中,加速度是一个恒量;在匀速运动中,加速度等于零;在加速运动中, a 是正值,在减速运动中, a 是負值。

應該指出,初速为零的匀变速运动,运动体的軌迹是直綫;初速不为零的匀变速运动,只有在加速度的方向跟初速的方向一致或相反时,运动体的軌迹才是直綫。当初速跟加速度成任何其他角度时,运动体的軌迹就不是直綫,平抛和斜抛运动都是大家熟悉的例子。

四、匀变速直綫运动

1. 匀变速直綫运动的一般公式。在高中总复习时,可以从一般的匀变速直綫运动着手,而把初速为零的情况作为特例来处理。在搞清了加速度的概念和匀加速、匀减速直綫运动的特征之后,就可以討論匀变速直綫运动公式。

$$V = V_0 \pm at \dots\dots\dots (1) (V, t \text{ 的关系式})$$

$$t \text{ 秒里的平均速度 } \bar{V} = \frac{V_0 + V}{2} = V_0 \pm \frac{1}{2}at, t \text{ 秒里通过的路程}$$

$$S = \bar{V} \cdot t = V_0 t \pm \frac{1}{2}at^2 \dots\dots\dots (2) (S, t \text{ 的关系式})$$

解(1)(2)式消去 t , 得

$$V^2 = V_0^2 \pm 2aS \dots\dots\dots (3) (V, S \text{ 的关系式})$$

以上三个公式完整地表达出 V_0, a, t, V, S 五个物理量的关系。應該注意,在五个物理量中,对特定的某一个运动来講, a 和 V_0 是恒量, t, V, S 是变量,每两个变量間都有一定的依从关系。除 t 是标量外,其余

四个物理量都是矢量，必須注意它們的方向性。一般在应用上項公式时，都是以初速 V_0 的方向为正。

2. 初速度为零的匀变速运动。上面三个公式中，如果初速度 $V_0 = 0$ ，就变成了

$$V = at, \quad S = \frac{1}{2}at^2, \quad 2aS = V^2.$$

这些式子具有以下的物理意义：在初速为零的匀加速运动中，末速度跟時間成正比，所以速度图綫是通过原点向上傾斜的直綫，在形式上跟匀速运动中的路程图綫相似，但意义是不同的。第二式說明运动体在第一秒內通过的路程在数值上等于加速度的一半；物体通过的路程跟時間的平方成正比，假使用 $S_1, S_2, S_3, \dots$ 分别表示物体在 t 秒內， $2t$ 秒內， $3t$ 秒內……所通过的路程，那么

$$S_1 : S_2 : S_3 : \dots = 1^2 : 2^2 : 3^2 : \dots = 1 : 4 : 9 : \dots$$

假使 $S_I, S_{II}, S_{III}, \dots$ 表示物体在第一个 t 秒內，第二个 t 秒內，第三个 t 秒內……通过的路程，那末

$$S_I = S_1 = \frac{1}{2}a \cdot t^2$$

$$S_{II} = S_2 - S_1 = \frac{1}{2}a(2^2 - 1^2) \cdot t^2 = \frac{1}{2}a \cdot 3t^2$$

$$S_{III} = S_3 - S_2 = \frac{1}{2}a(3^2 - 2^2) \cdot t^2 = \frac{1}{2}a \cdot 5t^2$$

.....

$$S_I : S_{II} : S_{III} : \dots = 1 : 3 : 5 : \dots$$

这就是說，在初速度为零的匀加速运动里，从第一个時間开始，在連續各相等的時間里物体通过的路程的比，等于从 1 开始的連續奇数的比。以上路程和時間的关系式，显然是同一內容的兩種不同表达方式，它們是同时成立的，如果运动体通过的路程适合一个条件，就必然也适合另一个条件，它的运动也就必然是初速为零的匀加速运动。伽利

略应用了这些关系,确定了小球在斜面上的下行运动的性质。

【例一】 有一质点作匀加速运动,初速度是 50 厘米/秒,加速度为 10 厘米/秒²,求:(1) 3 秒末和 4 秒末的即时速度 V_3, V_4 ; (2) 头 4 秒中的平均速度 $\bar{V}_4$ 跟头 4 秒内通过的路程; (3) 第 4 秒中的平均速度 $\bar{V}_{IV}$ 跟第 4 秒里所走的路程 S_{IV} (图 4); (4) 描画质点运动的速度图线,并在图中表出所求的各个物理量。

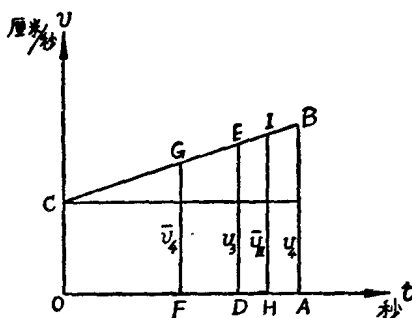


图 4

解 由题设条件得知 $V_0 = 50$ 厘米/秒, $a = 10$ 厘米/秒²。

(1) 应用 $V-t$ 公式,得 $V_3 = V_0 + at = 50 + 30 = 80$ 厘米/秒; $V_4 = 90$ 厘米/秒。

(2) $\bar{V}_4 = \frac{V_0 + V_4}{2} = \frac{50 + 90}{2} = 70$ 厘米/秒; $S_4 = \bar{V}_4 \cdot t = 70 \times 4 = 280$ 厘米。

(3) $\bar{V}_{IV} = \frac{V_3 + V_4}{2} = \frac{80 + 90}{2} = 85$ 厘米/秒; $S_{IV} = \bar{V}_{IV} \cdot t = 85$ 厘米。

(4) 头 4 秒中的平均速度 $\bar{V}_4$ 就等于 2 秒末的即时速度 V_2 ,图中是 FG 。第 4 秒中的平均速度 $\bar{V}_{IV}$ 就是 3 秒半末的即时速度,也等于 $\frac{V_3 + V_4}{2}$,图中是 HI 。

头 4 秒里通过的路程,在数值上等于梯形 $OABC$ 的面积,这个面积等于梯形的中綫 $FG(\bar{V}_4)$ 乘上梯形的高 $OA(t=4$ 秒)。第 4 秒里通过的路程,在数值上等于梯形 $DABE$ 的面积,这个面积等于梯形的中綫 $HI(\bar{V}_{IV})$ 乘上高 $DA(t=1$ 秒)。

【例二】 当火车的速度由 5 米/秒增加到 54 千米/小时时,它驶过的路程是 500 米,求加速度和完成这个变化所经历的时间。

解 $V_0 = 5$ 米/秒, $V_t = 54$ 千米/小时 $= \frac{54}{3.6}$ 米/秒 $= 15$ 米/秒, $S = 500$ 米。

本题可以应用平均速度先求出时间 t ,再求加速度 a 。火车在这一段路程上的平均速度 $\bar{V} = \frac{5 + 15}{2} = 10$ 米/秒,所以

$$t = \frac{s}{v} = \frac{500}{10} = 50 \text{ 秒}; \quad a = \frac{v_t - v_0}{t} = \frac{10}{50} = 0.2 \text{ 米/秒}^2.$$

【例三】 甲乙兩物体同时出发向同一方向运动；物体甲做匀速运动，速度为 10 米/秒；物体乙做匀加速运动，初速为零，加速度为 100 厘米/秒²；当物体乙追上物体甲时，离出发点多远？

解 設 $S_{\text{甲}}$ = 物体甲在 t 秒所走的路程 = $10t$ 米，

$$S_{\text{乙}} = \text{物体乙在 } t \text{ 秒內所走的路程} = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}t^2 \text{ 米，}$$

$$\text{相遇时 } S_{\text{甲}} = S_{\text{乙}}, \text{ 即 } 10t = \frac{1}{2}t^2.$$

$t = 0$ ，指出发时； $t = 20$ 秒，指相遇时；

那就是說在出发后 20 秒末乙追上甲。

$$S_{\text{甲}} = S_{\text{乙}} = 200 \text{ 米，}$$

那也就是說相遇地点距出发点 200 米。

当乙物体追上甲物体时，两者通过的路程刚刚相等，讓同學們想一想，这是什么道理？

若問在相遇前兩物体在何时何地相距最远，相距多少米？就應該用配方法或图示法来解。現將配方法作一簡單介紹：在相遇前甲、乙間的距离：

$$\begin{aligned} S &= S_{\text{甲}} - S_{\text{乙}} = 10t - \frac{1}{2}t^2 = -\frac{1}{2}(t^2 - 20t + 100) + 50 \\ &= -\frac{1}{2}(t - 10)^2 + 50 \end{aligned}$$

当 $t = 10$ 秒时， S 有一极大值等于 50 米，故在出发后 10 秒末甲乙兩物体相距最远，兩者間的距离是 50 米；当时甲离出发点 100 米，乙离出发点 50 米。同学可試用图示法来求。

当兩物体相距最远时，它們的速度刚好相等，同學們再想想看，这又是什么道理？

【例四】 矿坑里的升降机开始按匀加速上升了 5 秒鐘，它的速度到达 3 米/秒，然后就以这个速度匀速上升了 6 秒鐘，最后又做匀减速运动上升了 3 秒鐘才停止。求：(1) 升降机在这 14 秒里上升的总路程；(2) 描出升降机的速度图綫并表出各段路程和总路程。

解 (1) 升降机在匀加速运动中上升的路程 = 头 5 秒里的平均速度 $\times$ 时间 = $\frac{3}{2} \times 5 = 7.5$ 米; 匀速运动中上升的路程 = $3 \times 6 = 18$ 米; 减速运动中上升的路程 = $\frac{3}{2} \times 3 = 4.5$ 米。所以上升的总路程是 $7.5 + 18 + 4.5 = 30$ 米。

(2) 头 5 秒内的平均速度 $ab = 1.5$ 米/秒, 5 秒内上升的路程在数值上等于 $\triangle OAE$ 的面积。匀速上升的速度 $AE = 3$ 米/秒, 通过路程在数值上等于 $ABDE$ 的面积。匀减速运动中的平均速度 $cd = 1.5$ 米/秒, 上升距离在数值上等于 $\triangle BCD$ 的面积(图 5)。

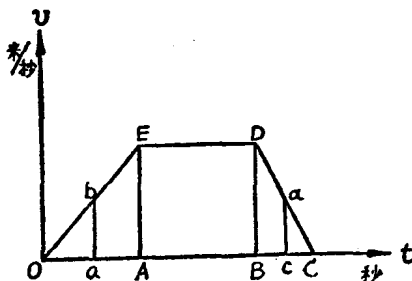


图 5

3. 自由落体运动。只受到重力作用从静止开始运动的物体叫做自由落体, 它的运动就是自由落体运动。如果实际落体所受空气阻力很小, 可以略去不计, 我们通常也把它当作是自由落体来处理。在高度变化不大的条件下, 自由落体运动是初速度为零的匀加速运动。加速度 g 一般取作 9.8 米/秒², 有时候也取近似值 10 米/秒², 它的运动公式是:

$$V = gt, \quad h = \frac{1}{2}gt^2, \quad V^2 = 2gh.$$

它在第 1 秒末、第 2 秒末、第 3 秒末的即时速度各为

$$9.8 \text{ 米/秒}, \quad 19.6 \text{ 米/秒}, \quad 29.4 \text{ 米/秒}, \quad \therefore V_1 : V_2 : V_3 = 1 : 2 : 3.$$

它在第 1 秒里、第 2 秒里、第 3 秒里的平均速度各为

$$4.9 \text{ 米/秒}, \quad 14.7 \text{ 米/秒}, \quad 24.5 \text{ 米/秒}, \quad \therefore \bar{V}_1 : \bar{V}_2 : \bar{V}_3 = 1 : 3 : 5.$$

它在第 1 秒里、第 2 秒里、第 3 秒里通过的路程各为

$$4.9 \text{ 米}, \quad 14.7 \text{ 米}, \quad 24.5 \text{ 米}, \quad \therefore S_I : S_{II} : S_{III} = 1 : 3 : 5.$$

它在头 1 秒里、头 2 秒里、头 3 秒里通过的路程各为

$$4.9 \text{ 米}, \quad 19.6 \text{ 米}, \quad 44.1 \text{ 米}, \quad \therefore S_1 : S_2 : S_3 = 1 : 4 : 9.$$

4. 坚直方向的抛体运动。坚直下抛运动是匀加速运动, 从速度公

式 $V = V_0 + gt$ 和路程公式 $h = V_0 t + \frac{1}{2}gt^2$ 可以看出, 它可以看成是一个以 V_0 为速度的竖直向下的匀速运动(速度 V_0 , 路程 $V_0 t$) 和自由落体运动(速度 gt , 路程 $\frac{1}{2}gt^2$) 的合运动。

竖直上抛运动是匀减速运动, 它可以看成是一个竖直向上的匀速运动和一个自由落体运动的合运动。在处理竖直上抛运动时, 同学必须掌握如下的要点:

- (1) 物体达最高点时的速度为零, 所以上行时间是 $t = \frac{V_0}{g}$ 。
- (2) 物体的回落时间跟上行时间相等, 都是 $\frac{V_0}{g}$ 。
- (3) 物体所达高度 $h = \frac{V_0^2}{2g}$, 因达最高点时速度为零。
- (4) 物体的上行过程是匀减速运动, 回落过程是匀加速运动。
- (5) 物体经过同一点时速度的量值相等, 方向相反。
- (6) 由于空气的阻碍作用总跟运动方向相反, 所以实际上物体能够达到的高度一定比 $\frac{V_0^2}{2g}$ 为小, 速度也比理想的速度小。

【例五】 竖直向上抛出一球, 5 秒钟后回到手里, 如果空气阻力可以略去不计, 那末, 抛出时球的速度是每秒几米? 球上升的高度是几米?

解 由题设条件可以知道物体上升和回落时间都是 2.5 秒, 所以上抛的初速度, $V_0 = 9.8 \times 2.5 = 24.5$ 米/秒。

$$\text{物体上升的高度 } h = \frac{V_0^2}{2g} = \frac{24.5 \times 24.5}{2 \times 9.8} = 30.6 \text{ 米。}$$

【例六】 从同一地点用相等的初速度 $V_0 = 40$ 米/秒先后竖直向上抛出两块石头, 第二块比第一块晚抛出 2 秒, 问第一块石头抛出后经过几秒钟, 两块石头在空中相碰?

解 设在第一块石头抛出后的 t 秒末两石相遇, 则当时

$$\text{第一石的高度, } h_1 = 40t - 5t^2 \dots\dots\dots (1) \text{ (取 } g = 10 \text{ 米/秒}^2\text{)}$$

$$\text{第二石的高度, } h_2 = 40(t-2) - 5(t-2)^2 \dots\dots\dots (2)$$