

中学物理 复习参考资料

一九七八年三月

目 录

第一部分 力学	(1)
一、直线运动	(1)
二、力和运动	(8)
三、物体的平衡	(17)
四、功和能	(23)
五、曲线运动和转动	(34)
六、振动和波	(48)
七、流体力学	(51)
第二部分 分子物理学和热学	(57)
第三部分 电学	(82)
一、电场	(82)
二、直流电	(88)
三、电磁感应	(101)
四、交流电	(106)
第四部分 电子技术基础	(121)
第五部分 光学	(134)
一、几何光学	(134)
二、物理光学	(145)
第六部分 原子结构	(152)
附录一 力学中物理量的量度公式和单位	(159)
附录二 中学物理中应该记忆的常数	(161)
附录三 气体、液体和固体的特征	(163)
附录四 透镜成像规律	(164)
习题答案	(165)

第一部分 力 学

一、直线运动

(一) 机械运动

一个物体对于其它一些物体的位置的变化，叫做机械运动。

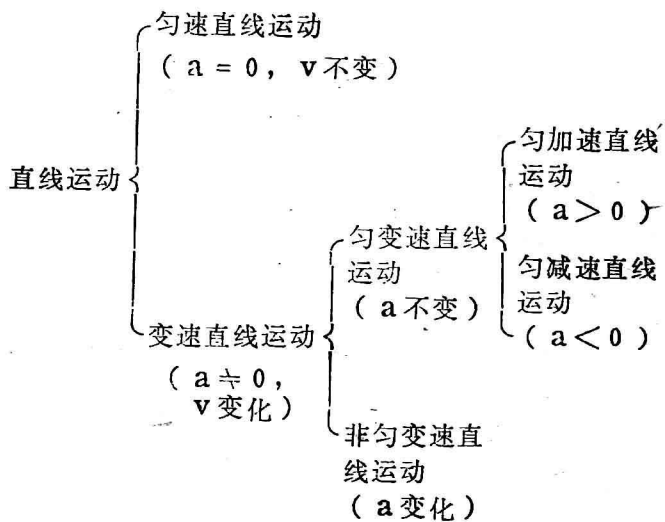
1、运动和静止：

在研究物体的机械运动的时候，我们必须先假定某一其它物体是不动的，如果被研究的物体相对于这一物体的位置发生了变化，我们就说被研究的物体在运动；如果位置没有发生变化，我们就说它是静止的。例如：人坐在行驶的汽车内，人对汽车是静止的，人对地球是运动的。

2、路程和位移：

物体运动时所经过的轨迹的长度叫做路程，而由出发点到终点间的直线距离叫做位移。只有作定向的直线运动的物体所经过的路程跟位移数值上才相等，一般情况下，两者不能混同。路程是标量，位移是矢量。

(二) 直线运动的分类



(三) 匀速直线运动

1、作直线运动的物体，如果在任何相等的时间里通过的路程都相等，那么，这种运动就叫做匀速直线运动。

2、路程跟通过这段路程所用时间的比，叫做运动的速度。可用公式表示为：

$$v = \frac{s}{t}。$$

速度是矢量，速度的方向就是物体运动的方向。速度常用厘米/秒、米/秒和公里/小时作单位。

在匀速直线运动中，物体运动速度的方向和大小均不变。

(四) 变速直线运动

1、作直线运动的物体，如果在任何相等的时间里，通过的路程不都相等，那么，这种运动就叫做变速直线运动。

2、变速直线运动中的三个概念：

(1)平均速度

物体通过的路程跟通过这段路程所用时间的比叫做物体在这段路程上（或这段时间内）的平均速度。

$$\bar{v} = \frac{S}{t}。$$

(2)即时速度

作变速运动的物体在某一时刻（或某一位置）的速度，叫做即时速度。即时速度在数值上等于作变速运动的物体假定从此开始作匀速运动时所具有的速度。

(3)加速度

速度的变化跟发生这种变化所用时间的比，叫做加速度。

$$a = \frac{V_t - V_0}{t}。$$

加速度也是一个矢量。加速度常用厘米/秒²或米/秒²作单位。

(五)匀变速直线运动

作直线运动的物体，如果在任何相等的时间内速度的变化都相等，那么，这种运动就叫做匀变速直线运动。

匀变速直线运动的加速度是一个恒量。

$$a = \frac{V_t - V_0}{t}。$$

匀变速直线运动的平均速度：

$$\bar{v} = \frac{1}{2} (v_0 + v_t)。$$

匀变速直线运动的路程：

$$S = \bar{v} t, \text{ 即 } S = \frac{1}{2} (v_0 + v_t) t。$$

1、由上面几个关系式可以导出匀变速直线运动的一般公式：

$$v_t = v_0 + at,$$

$$S = v_0 t + \frac{1}{2} at^2,$$

$$v_t^2 - v_0^2 = 2aS。$$

2、从静止开始(即 $v_0 = 0$)的匀加速直线运动的公式：

$$v_t = at,$$

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

$$v_t^2 = 2aS。$$

初速度为零的匀加速直线运动的几条特殊规律是：

(1)从开始时起，物体在第一秒末、第二秒末、第三秒末……的即时速度成连续自然数比。

$$v_1 : v_2 : v_3 : \dots = 1 : 2 : 3 : \dots,$$

(2)从开始时起，物体在连续的各段相等的时间里通过的路程成连续自然数的平方比。

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

(3)从开始时起，连续的各段相等时间里通过的路程成连续奇数比。

$$S_1 : S_2 : S_3 : \dots = 1 : 3 : 5 : \dots$$

3、自由落体运动：只受到重力作用的物体的运动。它是初速度等于零的匀加速直线运动，其加速度是重力加速度 g 。自由落体运动的公式为：

$$V_t = gt,$$

$$h = \frac{1}{2} gt^2,$$

$$V_t^2 = 2gh.$$

〔例一〕以12米/秒的速度前进的火车，在制动后20秒停下来。求：（1）火车在制动后的加速度；（2）制动后通过的路程。

解： $v_0 = 12$ 米/秒， $v_t = 0$ ， $t = 20$ 秒，

$$(1) a = \frac{V_t - V_0}{t} = \frac{0 - 12}{20} = -0.6 \text{ (米/秒}^2\text{)},$$

(2) 根据 $v_t^2 - v_0^2 = 2as$ 得：

$$S = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2a} = \frac{0 - 12^2}{2 \times (-0.6)} = 120 \text{ (米)}.$$

答：（1）火车在制动后加速度为 -0.6 米/秒²（负号表示火车作匀减速运动）。

（2）火车在制动后通过的路程为120米。

〔例二〕一物体作匀加速运动，初速度是50厘米/秒，加速度是10厘米/秒²，求：（1）第三秒末和第四秒末的速度；（2）头四秒中的平均速度；（3）头四秒中通过的路程；（4）第四秒内通过的路程；（5）第四秒内的平均速度。

解：（1）由 $V_t = V_0 + at$ ，得：

第三秒末的速度：

$$v_3 = 50 + 10 \times 3 = 80 \text{ (厘米/秒)};$$

第四秒末的速度：

$$v_4 = 50 + 10 \times 4 = 90 \text{ (厘米/秒)};$$

(2) 由 $\bar{v} = \frac{v_0 + v_t}{2}$, 得:

头四秒内的平均速度:

$$\bar{v}_{0 \rightarrow 4} = \frac{50 + 90}{2} = 70 \text{ (厘米/秒)};$$

(3) 由 $S = \bar{v} \cdot t$, 得:

头四秒内通过的路程:

$$S_{0 \rightarrow 4} = \bar{v}_{0 \rightarrow 4} \times 4 = 70 \times 4 = 280 \text{ (厘米)};$$

(4) 由 $S = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$, 得:

第四秒内通过的路程:

$$S_{3 \rightarrow 4} = v_3 \times 1 + \frac{1}{2} \times a \times 1^2$$

$$= 80 \times 1 + \frac{1}{2} \times 10 \times 1^2 = 85 \text{ (厘米)};$$

(5) 由 $\bar{v} = \frac{S}{t}$, 得:

第四秒内的平均速度:

$$\bar{v}_{3 \rightarrow 4} = \frac{S_{3 \rightarrow 4}}{1} = \frac{85}{1} = 85 \text{ (厘米/秒)}。$$

〔例三〕甲乙两物体从同一地点同时开始向同一方向运动。甲物体作匀速直线运动，速度是98米/秒。乙物体做匀加速直线运动，初速度为零，加速度为980厘米/秒²。问当乙物

体追上甲物体时，离出发点多远？

解：设经 t 秒乙物体追上甲物体。

在 t 秒内，甲乙两物体通过的路程分别为：

$$S_{\text{甲}} = 98t \text{ (米)},$$

$$S_{\text{乙}} = \frac{1}{2} \times 9.8 t^2 \text{ (米)}.$$

$$\because S_{\text{甲}} = S_{\text{乙}},$$

$$\therefore 98t = \frac{9.8}{2} t^2,$$

解之，得 $t_1 = 20$ (秒)； $t_2 = 0$ (不合题意，舍去)。

$$\therefore S_{\text{甲}} = 98 \times 20 = 1960 \text{ (米)}$$

答：当乙物体追上甲物体时，离出发点1960米。

习 题 一

1、“加速度就是增加的速度”、“速度大的物体，加速度也大”、“速度变化大的物体，加速度也大”。这些话对不对？为什么？

2、自由落体的加速度是9.8米/秒²。(1)它在第一秒末的速度和在半秒末的速度各是多少？(2)它在第一秒内所经路程和在半秒内所经路程各是多少？(3)自由落体下落10秒钟，问后5秒所经路程是前5秒所经路程的几倍？(4)自由落体下落的总高度为270米，如果把270米分为三段，物体经过每段的时间都相等，问每段高度多少？

3、作匀加速运动的物体，它的初速度是54公里/小时，经过10秒钟后，速度增至72公里/小时，求它在这段时间内所

行的路程是多少？计算这个问题是否一定要求出物体的加速度？

4、小钢球由静止从斜面滚下，加速度是 30厘米/秒^2 ，第二秒末开始在紧接着的光滑平面上运动，走了三秒，又向上滚到另一斜面，再经三秒钟到达最高点，求小球在这八秒钟里通过的路程。

5、两物体同时开始作匀变速直线运动。一物体的初速度为 5米/秒 ，加速度为 -0.5米/秒^2 ，另一物体由静止出发，加速度为 1.5米/秒^2 ，问经过多少时间后二物体速度相等？这个速度是多大？

6、为什么街上行驶的车辆都要保持一定的距离？公共汽车以 25公里/小时 的速度行驶，和它同方向开行的电车突然停在前面 15米 处，司机立刻制动，汽车制动后需 3秒 方能停下，汽车会不会撞上电车？

7、甲乙两物体自同一地点向同一方向作相同加速度的匀加速运动，甲提前两秒钟出发，问经过若干时间后甲乙两物体的距离为乙出发时两物体距离的二倍？

二、力和运动

（一）关于力的基本知识

1、力是物体对物体的作用，它是物体发生形变和运动状态发生改变的原因。当我们考虑到一个力的时候，必须明确这个力是由哪一个物体施出，由哪一个物体受到的。

2、力的三要素：大小、方向、作用点。

3、力的图示法：因为力是矢量，因此它可以用带箭头

的一定长短的线段来表示。

4、力的形式：按物体间相互作用性质的不同，力可分为万有引力（包括重力）、弹力、摩擦力、电磁力、核力等形式。在力学中主要是研究前三种形式的力。

（1）万有引力定律：

宇宙中任何两个物体之间都存在着引力，引力的大小，跟两个物体的质量的乘积成正比，跟它们距离的平方成反比。这个规律叫做万有引力定律，可用公式表示为：

$$F = G \cdot \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

式中G为万有引力恒量，在厘米·克·秒制中

$$G = \frac{1}{1.5 \times 10^7} \frac{\text{达因} \cdot (\text{厘米})^2}{\text{克}^2}.$$

（2）弹力：

弹力是由于物体形变而产生的。例如绳中的张力、桌面对物体的托力，都是弹力。

（3）摩擦力：

① 一个物体在另一个物体表面上滑动（或滚动）时，两物体间会产生一种阻碍相对运动的力，叫做滑动摩擦力（或滚动摩擦力）。一个物体在另一个物体表面上有运动的趋势时，也会产生阻碍这种趋势的力，叫做静摩擦力。摩擦力的方向总是跟物体相对运动（或相对运动的趋势）的方向相反。

② 滑动摩擦力可按下式计标：

$$f = k \cdot P.$$

式中P为正压力，k为摩擦系数。

5、力的合成和分解：

(1) 一个物体受到几个力共同作用时，我们常用效果相同的另一个力来代替这些力，这个力就叫做这些力的合力。如果几个力产生的效果跟原来一个力产生的效果相同，那么，这几个力就叫做原来那个力的分力。

(2) 共点力的合成：

平行四边形法则：作用在物体上的两个共点力，它们的合力的大小和方向，可以用代表这两个力的线段为邻边所作的平行四边形的对角线来表示。

(3) 共点力的分解：

一个力究竟应该怎样分解，必须由这个力所产生的效果来确定。分解时也是运用平行四边形法则。

(4) 同向平行力的合成：

同向平行力合成法则：两个同向平行力的合力，大小等于这两个分力之和，而且方向相同；合力的作用点在两个分力作用点的连线上，而且从这个作用点到两个分力作用点的距离跟两个分力的大小成反比。

(5) 重心：组成物体的各个微粒所受重力都竖直向下，是同向平行力，这些力的合力就是这个物体的重量，合力作用点叫做该物体的重心。

在知道了物体的重心位置后，可以把物体的全部重量，看作是集中作用在重心一点上。

(二) 牛顿第三定律

两个物体间的作用力与反作用力总是大小相等，方向相反，作用在同一条直线上的，它们同时产生，同时消失。这个规律叫做牛顿第三定律，又叫做作用力和反作用力定律。

可用公式表示为：

$$F_1 = -F_2。$$

式中负号表示作用力和反作用力方向相反。

作用力和反作用力分别作用在两个物体上，它们不是一对平衡力。

（三）物体受力情况的分析

1、分析物体的受力情况，要首先明确被研究的是何物体，然后根据牛顿第三定律分清该物体受到哪几个力的作用。注意不要和这些力的反作用力相混淆。

2、分析顺序：首先考虑重力，其次根据物体跟哪些物体接触，考虑可能受到拉力、支持力、压力等的作用，再考虑物体是否受到摩擦力的作用，最后画出物体的受力情况图。

（四）牛顿第二定律

物体运动的加速度跟它所受的外力成正比，跟物体的质量成反比。这个规律叫做牛顿第二定律。可用公式表示为：

$$a = \frac{F}{m}，或 F = ma。$$

注意点：

（1）如果物体受几个力的共同作用，那么，公式中的 F 就是这些力的合力。

（2） a 与 F 的方向始终一致。

（3）利用这个公式解题时，一定要在同一力学单位制中进行计标。

（五）力学单位制（见附录一）

（六）质量和重量

1、区别：

(1)质量是物体所含物质的多少，是物体惯性大小的量度，是一个标量；重量是由地球对物体的吸引作用而引起的，是产生重力加速度的原因，是一种力，因此是一个矢量。

(2)质量的大小不因物体所处位置而改变，所以对一个确定的物体来说，它的质量是一个恒量；物体重量的大小则随所处位置而不同，所以是一个变量。

2、联系：

(1)因为重量是产生重力加速度的原因，所以由牛顿第二定律得

$$W = mg。$$

这就是重量和质量的关系公式。

(2)我们规定在45°纬度的海平面上，质量为1公斤的物体的重量为1公斤，则在其他地方重量不为1公斤。但是在变化不大的情况下，一般计算中可以认为不管物体在地面上什么地方，其质量是多少公斤(或克)，它的重量就是多少公斤(或克)。

(七)牛顿第一定律

物体在不受外力作用或所受外力的合力为零时，物体将保持自己的静止状态或匀速直线运动状态不变。这个规律叫做牛顿第一定律，又叫做惯性定律。

物体保持原来静止状态或匀速直线运动状态的性质，叫做惯性。

物体的惯性是用物体的质量来量度的。质量较大的物体，惯性也较大。

(八)动量守恒定律

1、物体的质量和它的速度的乘积(mv)叫做运动物体的

动量。动量是一种矢量。

2、物体在相互作用时，它们的动量之和保持不变。这个规律叫做动量守恒定律。可用公式表示为：

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v'_1 + m_2 v'_2。$$

3、反冲问题是动量守恒定律的应用。

〔例一〕分析在斜面上自行下滑的物体所受的力及这些力的反作用力。（不考虑空气阻力）

解：物体受到重力 W 、斜面对它的支持力 N 和滑动摩擦力 f ，它们的方向如图所示。

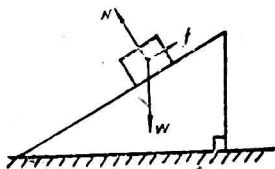


图1

W 的反作用力是物体对地球的吸引力，由地球受到，方向与 W 的方向相反。

N 的反作用力是物体对斜面的压力，由斜面受到，方向与 N 的方向相反。

f 的反作用力是物体对斜面的摩擦力，由斜面受到，方向与 f 的方向相反。

〔例二〕10公斤的力能使质量为5公斤的物体产生多大的加速度？

解： $m = 5$ 公斤， $F = 10$ 公斤 = 98 牛顿，

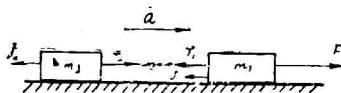
$$\therefore a = \frac{F}{m} = \frac{98}{5} = 19.6 \text{ (米/秒}^2\text{)}。$$

答：产生19.6米/秒²的加速度。

〔例三〕电力机车的重量是15吨，挂着一辆重10吨的拖车，电力机车用0.2米/秒²的加速度前进，运动的阻力是车重的0.005倍，那么电力机车和拖车在水平方向上各受到哪些

力？这些力分别等于多少？

解法一：电力机车和拖车在水平方向上所受各力如图所示。



F 是牵引力， f_1 、 f_2 是阻力， T_1 、 T_2 是机车与拖车之间的作用力和反作用力，它们大小相等，方向相反。

$$F - T_1 - f_1 = m_1 a, \quad (1)$$

$$T_2 - f_2 = m_2 a. \quad (2)$$

因为 $a = 0.2$ 米/秒²， $m_1 = 15000$ 公斤，

$m_2 = 10000$ 公斤，

$$f_1 = 15000 \times 0.005 \times 9.8 = 735 \text{ (牛顿)},$$

$$f_2 = 10000 \times 0.005 \times 9.8 = 490 \text{ (牛顿)},$$

从②式得：

$$\begin{aligned} T_2 &= f_2 + m_2 a = 490 + 10000 \times 0.2 \\ &= 2490 \text{ (牛顿)}, \end{aligned}$$

将 T_2 代入①式中的 T_1 ，得

$$\begin{aligned} F &= T_1 + f_1 + m_1 a = 2490 + 735 + 15000 \\ &\times 0.2 = 6225 \text{ (牛顿)}, \end{aligned}$$

解法二：把机车和拖车联合在一起 作为一个物体 来考虑，由牛顿第二定律：

$$F - f_1 - f_2 = (m_1 + m_2) a,$$

$$F = (m_1 + m_2) a + f_1 + f_2$$

$$= (15000 + 10000) \times 0.2 + 735 + 490$$

$$= 6225 \text{ (牛顿)},$$

因为 $T_2 - f_2 = m_2 a$

得 $T_2 = m_2 a + f_2$

$= 2490$ (牛顿),

答: 电力机车受有牵引力 F 为 6225 牛顿; 阻力 f_1 为 735 牛顿; 以及拖车拉它的力 T_1 为 2490 牛顿; 拖车受有机车拉它的力 T_2 为 2490 牛顿以及阻力 f_2 为 490 牛顿。

〔例四〕一个运动着的原子核, 质量是 4.0×10^{-22} 克, 速度是 1.2×10^7 厘米/秒, 分裂后变成两部分, 测得一部分的质量是 1.4×10^{-22} 克, 分裂后沿原来的反方向飞行, 速度是 9.0×10^8 厘米/秒, 求另一部分的飞行方向和速度。

解: 原子核未分裂前的动量是 4.0×10^{-22} 克 $\times 1.2 \times 10^7$ 厘米/秒,

原子核分裂后的动量之和是

$$1.4 \times 10^{-22} \text{ 克} \times (-9.0 \times 10^8 \text{ 厘米/秒}) + (4.0 - 1.4) \times 10^{-22} \text{ 克} \times V'$$

根据动量守恒定律:

$$4.0 \times 10^{-22} \times 1.2 \times 10^7 = 1.4 \times 10^{-22} \times (-0.9 \times 10^9) + 2.6 \times 10^{-22} \times V'$$

$$\therefore V' = 5.03 \times 10^8 \text{ (厘米/秒)}.$$

答: 另一部分的飞行速度为 5.03×10^8 厘米/秒, 方向仍按原来的方向飞行。

习 题 二

- 1、用手握住一瓶, 为什么瓶愈重时手需握得愈紧?
- 2、假使乘宇宙火箭到月球上空 500 米高处, 使一套测量