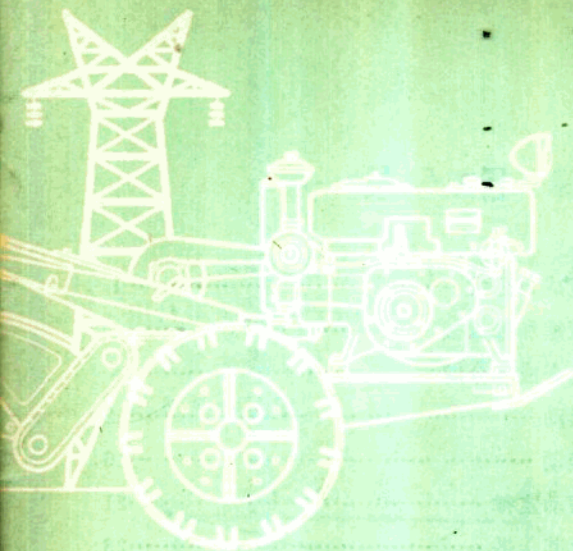




北京市中学课本

物理补充教材



(高二年级用)

T 22496

北京市中学课本
物理补充教材
(高二年级用)

北京教育学院教材教研部编

北京人民出版社出版
北京市新华书店发行
北京印刷一厂印刷

1978年6月第1版 1978年6月第1次印刷

书号: K7071·561 定价: 0.13元

13.3-411/78

目 录

第 一 节	凸透镜成象公式	1
第 二 节	滑动摩擦和静摩擦	4
第 三 节	速度的合成和分解	8
第 四 节	平抛运动	12
第 五 节	简谐振动	16
第 六 节	单摆振动定律	21
第 七 节	声音及其传播	23
第 八 节	分子运动论	27
第 九 节	物体的内能	32
第 十 节	波意耳-马略特定律	35
第十一节	查理定律 国际热力学温标	39
第十二节	气态方程	44
第十三节	库仑定律	50

第一节 凸透镜成像公式

凸透镜成像的位置和长度，除了可以用作图法求出，还可以用凸透镜公式算出。

参照图 1 可以导出凸透镜公式，图中 AB 是物体， A_1B_1 是它的象。

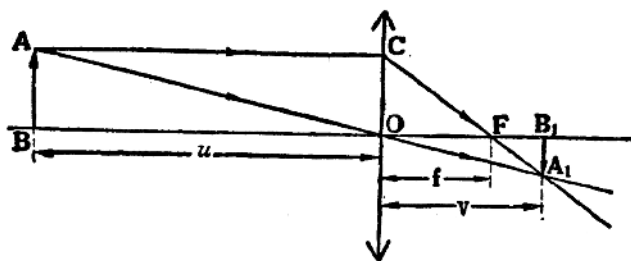


图 1

由于 COF 和 A_1B_1F 是相似的直角三角形，所以

$$\frac{CO}{A_1B_1} = \frac{OF}{FB_1}.$$

由于 ABO 和 A_1B_1O 也是相似的直角三角形，所以

$$\frac{AB}{A_1B_1} = \frac{BO}{OB_1}.$$

$$\because CO=AB, \therefore \frac{OF}{FB_1} = \frac{BO}{OB_1}.$$

用 u 表示物距, v 表示象距, f 表示焦距, 则 $BO = u$, $OB_1 = v$, $OF = f$, $FB_1 = v - f$. 把这些值代入上式即得:

$$\frac{f}{v-f} = \frac{u}{v}$$

化简得: $fv + fu = uv$.

用 uv 来除这个式中的各项, 就得到凸透镜公式:

$$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}.$$

公式中 f 、 u 、 v 的正负是这样规定的: f 和 u 的值总是正的, 但 v 的值不一定是正的, 当 v 为正时, 象是实象; 当 v 为负时, 象是虚象。形成实象时, 象跟物体分别位于透镜的两侧; 形成虚象时, 象跟物体位于透镜的同侧。

象的长度跟物体的长度之比 $\frac{A_1B_1}{AB}$, 叫做象的放大率, 用 K 来表示。

从图 1 知道: $\frac{A_1B_1}{AB} = \frac{v}{u}$,

所以: $K = \frac{v}{u}$ 。(如果是虚象, v 取绝对值)

【例题】有一焦距为 5 厘米的凸透镜, 如果把物体放在离透镜 4 厘米处, 求象的位置和放大率。这个象是实象还是虚象?

解: $\because \frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f},$

$$\therefore \frac{1}{v} = \frac{1}{f} - \frac{1}{u} = \frac{1}{5} - \frac{1}{4} = -\frac{1}{20},$$

$$v = -20(\text{厘米}).$$

$$K = \frac{20}{4} = 5 \text{ 倍}.$$

答: 象成在离透镜 20 厘米处, 与物体同侧, 放大了 5 倍, 是虚象。

作 业

1. 凸透镜的焦距是 20 厘米, 物体距透镜 12 厘米, 利用公式计算象的位置。并判断是实象还是虚象? 正立还是倒立? 和物体同侧还是异侧? 象的放大率多大? 并用作图法验证。

2. 物体放在距凸透镜 40 厘米的地方, 生成的象距这个透镜 15 厘米, 如果物体长 8 厘米, 求这个透镜的焦距和象的长度。

3. 用照相机对着一幅图画照相。已经知道照相机的物

镜（俗名镜头，由几个透镜组成，它的作用相当于一个凸透镜）的焦距是 13.5 厘米，当照相机的暗箱长 15 厘米时，这幅图画成在暗箱里照相纸上的象的面积是 20 厘米²。求这幅图画本身的面积是多大？

4. 利用凸透镜公式来讨论下列三种情况中象的位置和性质：① 物体在凸透镜的二倍焦距处；② 物体在凸透镜的主光轴上，且距透镜无限远；③ 物体在凸透镜的焦点上。

5. 烛焰和纸屏间的距离是 L ，在它们中间放一个凸透镜。这个透镜放在两个不同的位置上时，纸屏上都清楚地显出烛焰的象。设这两个位置间的距离是 d ，试证明这个透镜的焦距 $f = \frac{L^2 - d^2}{4L}$ 。

6. 长 2 厘米的烛焰放在屏前 80 厘米处，在两者之间插入焦距为 15 厘米的凸透镜，移动透镜可在屏上先后呈现出两个不同的象。求两次透镜的位置和象长。

7. 今有焦距为 15 厘米的凸透镜，欲得到放大率为 3 的象，问物体应放在何处？

8. 利用透镜使光源在屏上造成一象，象长是光源的 3.5 倍，应该用什么透镜？已知光源和屏相距 90 厘米，求透镜和光源的距离。

第二节 滑动摩擦和静摩擦

我们在第一册曾对摩擦作过初步的介绍，本节在

原有基础上进行一些补充。

一、滑动摩擦

一个物体,当它在另一个物体的表面上滑动时,总要受到一个阻碍滑动的力的作用,这种力叫做滑动摩擦力。滑动摩擦力的方向总是跟物体的运动方向相反。

产生摩擦力的原因很复杂,一般认为是由接触面粗糙不平和分子间的引力所引起。

精确的实验表明:滑动摩擦力跟正压力^①成正比,跟接触面积的大小及滑行速度无关。

滑动摩擦力 f 跟正压力 N 的比值叫做滑动摩擦系数,它由摩擦面的材料及表面情况等所决定。用 K 表示滑动摩擦系数,可知:

$$K = \frac{f}{N}, \text{ 即: } f = KN。$$

下表是一些物质之间的滑动摩擦系数

摩擦物体	滑动摩擦系数	摩擦物体	滑动摩擦系数
钢和钢,钢和铸铁	0.17	皮带和铸铁	0.28
青铜和铸铁	0.22	皮带和木	0.4
黄铜和铸铁	0.16	冰和钢	0.02
木和木	0.2~0.4	冰和木	0.035

注:① 正压力是垂直于接触面的力。

二、静 摩 擦

用不大的力推动地面上的箱子，如果箱子没有滑动，那就是地面对箱子的摩擦力与推力达到了平衡，为了区别于滑动摩擦力，这个摩擦力通常叫做静摩擦力。

互相接触的物体，在外力作用下可产生相对运动，但因摩擦作用而仍然处于相对静止状态，这时在它们之间的摩擦力就是静摩擦力。静摩擦力的方向总是跟运动趋势的方向相反。

当物体不滑动时，静摩擦力的大小是随着外力的增大逐渐增大的，当外力增大到一定数值时，物体开始滑动，这个摩擦力叫做最大静摩擦力，在数值上等于使物体开始运动的最小拉力(或推力)。

作 业

1. 物体所受的摩擦力是否一定与物体运动方向相反？摩擦力是否有反作用力？反作用力作用在哪个物体上？

2. 为了使重 40 公斤的桌子从原地移动，至少对它加 20 公斤的水平拉力，桌子从原来地方移动以后，为了使它继续作匀速运动，只要加 15 公斤的力就行了。求静摩擦力的最大值和滑动摩擦系数。

3. 在与水平成 θ 角的斜面上放置的木箱正在匀速下滑，求木箱与斜面间的滑动摩擦系数。

4. 分析图 2 所示各情况中，正压力和摩擦力各等于什么？（摩擦系数均为 K ）。

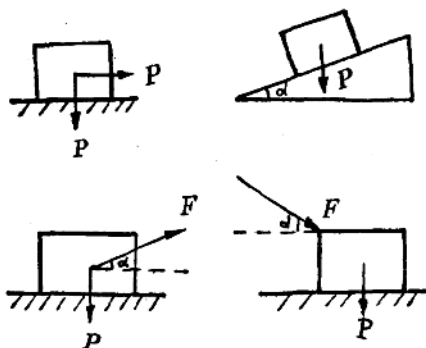


图 2

5. 如图 3 所示， B 物体在力 F 作用下向前运动时， A 物体开始在 B 上产生滑动。试分析此时物体 A 所受摩擦力的方向。

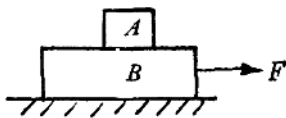


图 3

6. 在两块竖直木板中间，夹着一块重 5 公斤的四方木块，所用的压力是 15 公斤，木板和木块间的摩擦系数是 0.2。想从下边拿出这个木块，需要多大的力？想从上边把它拿出来，需要多大的力？

7. 质量为 M 的物体，放在水平地面上。物体跟地面间的摩擦系数为 K ，用跟水平面成 α 角的绳沿斜上方拉物体，

或用跟水平面成 α 角的力沿斜下方推物体，使它作匀速运动时，哪个省力？为什么？

8. 滑冰者停止用力后在平滑的冰面上前进 80 米后停止，若滑冰者体重 60 公斤，摩擦系数等于 0.015，求摩擦力和初速度？



图 4

9. 如图 4 所示，一个重 10 公斤的物体，由 1/4 的圆形

轨道上端 A 点从静止开始滑下，到底部 B 点时速度为 2.8 米/秒，然后在平面上滑了 1 米停下来。若圆形轨道半径 R 为 0.5 米，求：(1) 物体从圆形轨道上端滑至下端克服摩擦消耗的能量；(2) 物体和平面间的摩擦系数。

第三节 运动的合成和分解

我们在研究复杂的运动时，用分解的方法把所研究的运动看作两个或几个较简单的运动所组成的复合运动，不仅能如实地反映客观实际，而且研究起来也方便得多。

工厂里的天车起吊重物的运动，常常就是同时对地面作着两个运动(图 5)。重物一面在竖直方向匀速提高了 OA 的高度，一面在水平方向匀速移动了 OB

四边形法则。显然，运动的分解也遵循平行四边形法则。

如果用运动的时间来除这些路程，就可以得到这些运动的速度 v_1 、 v_2 和 v (如图 6 所示)。可以看出，速度的合成和分解也遵循平行四边形法则。

【例题】河宽288米，河中水流的速度是1.2米/秒，要使小船能在3分钟内与河岸垂直地划到对岸，那么，小船应取多大的划行速度过河？此划行速度与河岸所成的角度是多大？

解：水流速度和小船的划行速度是两个分速度，小船垂直于河岸的实际航行速度是上述两个分速度的合速度。已知一个分速(即水流速度) $V_1 = 1.2$ 米/秒。先求出合速 $V = 288 \text{ 米} / 180 \text{ 秒} = 1.6$ 米/秒，再根据矢量合成和分解的平行四边形法则，求出小船的划速 V_2 。我们用1厘米长的线段代表1米/秒的速度，作平行四边形如图7所示。量度得出， $V_2 = 2$ 米/秒，

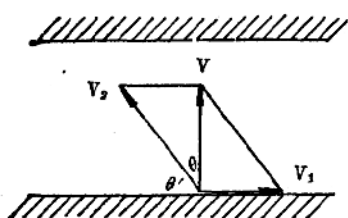


图 7

它与河岸所成的夹角 θ' 为 53° 。

也可以利用计算的方法求解。设 θ 为 V_2 与 V 之间的夹角，则

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{V_1}{V} = \frac{1.2}{1.6} = 0.75。$$

所以 $\theta = 37^\circ$

V_2 与河岸所成的夹角

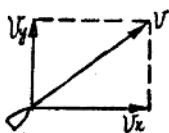
$$\theta' = 90^\circ - 37^\circ = 53^\circ$$

小船划行速度

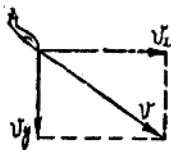
$$V_2 = \frac{V_1}{\sin \theta} = \frac{V_1}{\sin 37^\circ} = \frac{1.2}{0.6} = 2 \text{ (米/秒)}。$$

上面例题是在速度分解的问题中已知合速度的大小和方向，及一个分速度的大小和方向，求出另一个分速度的大小和方向；此外，在已知合速度的大小和方向及两个分速度的大小的条件下也可以求出两个分速度的方向；或者已知合速度的大小和方向及两个分速度的方向，也可以求出两个分速度的大小。

另外，根据实际情况的需要常常将速度分解成互成直角的两个分速度，如图 8 所示。



斜上抛的物体



俯冲的飞机

图 8

作 业

1. 降落伞在下落一定时间后的运动是匀速运动，无风时某跳伞员着地的速度是5米/秒，如果有风，风使他以4米/秒的速度沿水平方向移动，那么他将以多大的速度着地？

2. 小汽船在静水里的速度是12公里/小时，河中水流的速度是6公里/小时，小汽船应取什么方向航行才能垂直过河，渡河时的速度是多少？

3. 江面上一只大轮船以11米/秒的速度向正东航行，船上一人以1.5米/秒的速度与航向成 60° ，从船尾向船头偏北行走时，求从岸上看此人的速度(大小，方向)。

4. 已知河宽600米，匀速渡河时间为10分钟，船在静水中速度为2米/秒，设航行的路线始终和河岸垂直，求船头的航向和水流的速度。

5. 飞机以300公里/小时的速度与水平方向成 60° 斜向上飞，求它在水平方向的分速度。

第四节 平抛运动

把桌子上的小球打一下，小球离开桌面以后将沿曲线运动，如图9所示，这种运动叫做平抛运动。

小球一离开桌面，一方面由于惯性，将在水平方向上保持匀速直线运动，一方面受重力作用，将在竖直方向上作自由落体运动。小球离开桌面后作平抛运

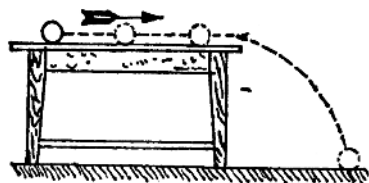


图 9

动就是这两个运动的合运动。

为了说明平抛运动在竖直方向上作自由落体运动，可以通过实验来观察。在图 10 的实验装置中，当小锤打在弹性金属片上时，它就使一个球向水平方向

飞出，同时放开了另一个

球。这样，两个球就

在同一时刻开始运动，

第一个球作平抛运动；

第二个球作自由落体运

动。无论实验装置的高

度是多少，两个球都是

同时落地的。这不仅证

明了平抛运动的一个分

运动是自由落体运动，

而且也证明了合运动与

分运动所经过的时间是

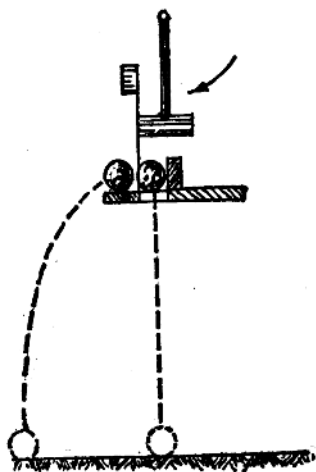


图 10

相等的,这个时间由竖直方向的自由落体运动来决定。

在平抛运动轨迹的每点上,其水平方向上的分速度都等于 v_0 ,其竖直方向上的分速度各等于自由落体运动在同样高度时的速度,如 v_{t_1} 、 v_{t_2} 、 v_{t_3} ……。轨迹上每点的速度 v_1 、 v_2 、 v_3 ……就是以上两个分速度的合成,它们的方向都是轨迹上每点的切线方向(如图11)。

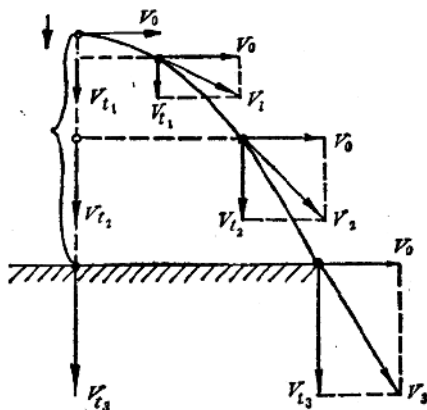


图 11

【例题】 在距地高 20 米的平台上以 20 米/秒 的水平初速度抛一物体, 若不计空气阻力。求: (1) 物体在空中飞行的时间; (2) 落地时水平飞行的距离; (3) 落地时的速度。

已知: $v_0 = 20$ 米/秒, $h = 20$ 米, $g = 10$ 米/秒²。

求: $t = ?$ $s = ?$ $v_2 = ?$