

中学物理复习资料

苏州市革委会教育局教研室

一九七八年十二月

前 言

为了帮助在校中学生和社会知识青年系统地复习中学物理基础知识，掌握基本概念、基本规律，并能应用于分析问题和解决问题，我们编印了《中学物理复习资料》。

这本《中学物理复习资料》是以全日制十年制学校《中学物理教学大纲》(试行草案)及1978年《全国高等学校招生考试物理复习大纲》为依据。在编印的过程中，我们注意了对基础知识和基础理论的阐述以及对基本技能的训练，为此，增多了范例，加强了习题的练习。各校在帮助学生复习时，可根据教育部对全国高等学校招生考试物理复习的要求和各校的具体情况适当进行增删。

参加本书编写工作的有吴保让、龚芹生、顾博文、刘志高、施孟嘉、吴德安、蔡修璋、密传贤、杨钧淡、邓建元等同志，书中插图均由张继度同志绘画。限于水平以及时间仓促，一定会有许多缺点和错误，恳求广大师生在使用过程中多多提出宝贵意见，以便我们今后补充和修改！

苏州市革委会教育局教研室

1978年10月

目 录

第一篇 力 学	1
第一章 力	1
第二章 物体的平衡	8
第三章 直线运动	32
第四章 运动定律	53
第五章 功和能	74
第六章 曲线运动、万有引力	95
第七章 振动和波	121
第八章 流体力学	128
第二篇 热 学	138
第一章 分子运动论	138
第二章 热量和热膨胀	139
第三章 物态变化	145
第四章 能的转化和能量守恒定律	150
第五章 气体定律和气态方程式	156
第三篇 电 学	163
第一章 电 场	163
第二章 直流电路	177
第三章 磁 场	211
第四章 电磁感应	222
第五章 交流电	234
第四篇 光 学	248
第一章 几何光学	248
第二章 物理光学	264
第五篇 原子物理	272

第一篇 力 学

第一章 力

一 力的概念

(一)力是物体对物体的作用。一个物体受到了力的作用，一定有别的物体对它施加这种作用。离开了物体就不会有什么力的作用。

(二)物体之间的作用是相互的。一个物体对另一个物体一个作用，那么，另一个物体对前一个物体必有一个反作用。

(三)力可使物体产生形变，或使物体的运动状态发生改变。因此，也可以说，力是物体产生形变或使物体产生加速度的原因。

(四)力是矢量。力的大小、方向和作用点是力的三个重要因素，简称力的三要素。图示力时，可用带箭头的按一定比例的线段来表示出力的三要素^[注]。

二 力的种类

由于物体之间相互作用的方式不同，力可以分为万有引力（重力是万有引力中的一种特例）、弹力、摩擦力、电力、磁力、核力等。本节着重复习重力、弹力和摩擦力。

[注]：不考虑物体形变时，力的作用点可以在力的作用线上移到任意一点，而不影响力对物体的作用效果。

(一)重力

1. 重力的概念 重力是由于地球对物体的吸引力而产生的。物体所受重力的大小叫做重量。重力的方向总是竖直向下，重力的作用点就是物体的重心。

地球上所有的物体都受到重力的作用。但由于地球的自转及地球是一个椭球体，所以，即使是同一物体，在地球上的不同地点测得的重量也不完全相同。不过这种差异很小，在一般情况下可以不考虑。

物体的重量可以用弹簧秤来测量。

重量的单位有吨、千克、克等。质量1千克的物体在纬度45°海平面上的重量定为1千克。

重力是物体产生重力加速度的原因。

2. 比重 物体的重量与体积之比叫做物体的比重。用 d 表示比重， W 表示重量， V 表示体积，则

$$d = \frac{W}{V}$$

比重常用的单位有：克/[厘米]³、千克/[分米]³、吨/米³。同种物质的比重在取上述三种单位时，其数值不变，例如水银的比重： $d = 13.6 \text{ 克/[厘米]}^3 = 13.6 \text{ 千克/[分米]}^3 = 13.6 \text{ 吨/米}^3$ 。

(二)弹力

1. 弹力的概念 物体在形变时所产生的力叫做弹力。

使物体发生弹性形变的外力与物体的弹力是一对作用力和反作用力，因而弹力的大小总是跟引起这一形变的外力相等，弹力的方向与外力的方向相反。外力是作用在弹性形变的物体上，弹力是作用在施力的物体上。

相互接触物体间的压力、拉力、支持力、绳子中的张力〔注〕等，都属于弹力。压力与支持力的方向垂直于接触面。绳子的拉力和杆的拉力、压力，方向都是沿着绳和杆的方向。

2. 胡克定律 在弹性限度内，物体的形变跟引起这一形变的外力成正比。这就叫做胡克定律。用来测量力的弹簧秤就是根据这一个定律制成的。

在伸长形变中，如用 F 表示力， ΔL 表示物体长度的变化量，则

$$F = K \Delta L$$

在弹性限度内， K 不随 F 或 ΔL 而变化，但是不同的物体， K 也不一定相同，我们把它叫做物体的弹性系数。

〔例一〕 一个物体放在水平的地面上
(图1-1-1)，问：

(1) 物体受到哪几个力的作用？方向怎样？各是哪一种性质的力？

(2) 物体对地球有哪几个力的作用？方向怎样？各是哪一种性质的力？

解：(1) 物体受两个力的作用，一个是重力 W ，这是地球对物体的一种万有引力，方向竖直向下。另一个是地面对物体的弹力 N ，这是由于地面形变而产生的力，方向竖直向上。

(2) 地球受两个力的作用，一个是物体对地球的吸引力 W' ，是一种万有引力，是物体重力 W 的反作用力，方向竖直向上。另一个是物体对地面的压力，这是由于物体形变而作用于

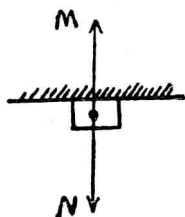


图 1-1-1

〔注〕：所谓绳子中的张力是指绳子各部分之间的相互作用力。如绳子的质量很小，或绳子处于平衡状态时，则绳子中各部分的张力相等，在数值上等于施于绳子任一端的外力，或绳子对其它物体的拉力。

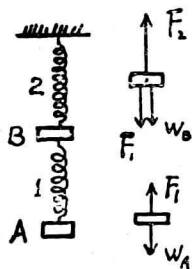


图 1-1-2

地面的力，是一种弹力，是地面对物体的弹力 N 的反作用力，方向竖直向下。

〔例二〕 图 1-1-2 中物体 A、B 的重量都是 1 千克，1 和 2 是两个相同的弹簧，弹性系数 $K = 0.5$ 千克/厘米，弹簧的原长为 10 厘米，当挂上重物后，问：弹簧 1 和 2 的长度各为多少？

解：设弹簧 1 和 2 伸长的长度分别为 ΔL_1 、 ΔL_2 。

$$F_1 = K\Delta L_1, \text{ 而 } F_1 = W_1 = 1 \text{ 千克}, 1 = 0.5\Delta L_1$$

$$\therefore \Delta L_1 = 2 \text{ (厘米)}, \therefore L_1 = 10 + 2 = 12 \text{ (厘米)}$$

$$\text{又 } F_2 = K\Delta L_2, \text{ 而 } F_2 = F_1 + W_2 = 1 + 1 = 2 \text{ (千克)}$$

$$2 = 0.5\Delta L_2, \therefore \Delta L_2 = 4 \text{ (厘米)},$$

$$\therefore L_2 = 10 + 4 = 14 \text{ (厘米)}$$

答：挂上重物后，弹簧 1 的长度为 12 厘米，弹簧 2 的长度为 14 厘米。

(三) 摩擦力

摩擦力是两个物体接触面之间产生一种阻碍两者作相对运动的力。摩擦力可分为三种：

1. 静摩擦

如果两个互相接触的物体，在外力作用下有了滑动的趋势，这时存在于两个物体间的摩擦力叫做静摩擦力。静摩擦力的特点是随外力的增大而增大。当外力增大到一定数值时，物体将动而未动，静摩擦力达到最大值，这个力叫做最大静摩擦力。最大静摩擦力等于使静止的物体开始运动所需要的最小外力。静摩擦力的方向与运动趋势的方向相反。

2. 滑动摩擦

一个物体在另一个物体上滑动时产生的摩擦力叫做滑动摩擦力。滑动摩擦力与接触面之间的正压力成正比，与接触的两个物体的材料和表面粗糙程度有关，而与接触面的大小几乎没有关系。

如果用 f 表示滑动摩擦力， N 表示正压力，则

$$f = \mu N$$

式中的 μ 叫做滑动摩擦系数，它的大小由接触面的材料性质和粗糙程度决定。

在相同条件下，滑动摩擦力总是小于最大静摩擦力，滑动摩擦力的方向总是和物体滑动方向相反。

3. 滚动摩擦

一个物体在另一个物体上滚动时产生的摩擦力叫做滚动摩擦力。在同样的条件下，滚动摩擦力比滑动摩擦力要小得多。

三 压力 压强

(一) 压力

支承面所受的跟面垂直的作用力叫做压力。如一个物体放在桌面上，物体对桌面就有一个压力。这一压力使桌面产生形变，引起桌面对物体一个弹力，也就是压力的反作用力，我们有时候叫它为支持力。在物体平衡时，支持力与物体重力大小相等，而桌面所受压力与支持力大小相等，因而，物体在桌面上，桌面所受到的压力在数值上就等于物体的重量。

这里，我们必须要注意的，压力是发生在两个物体接触面之间垂直于接触面的力。物体的重力发生于物体与地球之间的力，有时候支承面所受的压力等于物体的重量，有时候不一定相等，如物体在斜面上，斜面所受到的压力不仅与物体重力的大小不相等，方向也不一致。

(二)压强

物体的形变，不仅与压力有关，有时还与压强有关。我们把压力与受力面积之比叫做压强。

如果用 P 表示压强， F 表示压力， S 表示受力面积，则

$$P = \frac{F}{S}$$

压强常用的单位有 克/[厘米]²、千克/[厘米]² 等。

习 题 一

1. 图 1-1-3 中的木块 A 重 5 千克，B 重 3 千克。

(1) 分析木块 A 和 B 的受力情况。

(2) 地面受到的压力是多少？

(3) 用力的图示法分别画出物体 A 和 B 的受力图。

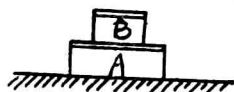


图 1-1-3

2. 图 1-2-4 中 A 物体重 4 千克，B 物体重 3 千克，分析两物体的受力情况，并分别画出受力图。

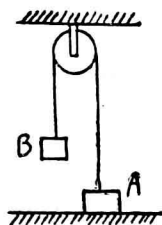


图 1-1-4

3. 用一个 5 千克的水平方向的力推一个放在地面上的重 50 千克的箱子，而箱子仍然未动。问：

(1) 箱子受到哪几个力的作用？各是哪一种性质的力？

(2) 这几个力的大小和方向怎样？

4. 图 1-1-5 中 A 物体重 30 千克，B 物体重 20 千克，中间有绳子联结着。水平力 F 作用于 A 物体，并拉着它们共同匀速前进，



图 1-1-5

如果地面与物体间的滑动摩擦系数是 0.1，求：

- (1) A 和 B 所受的滑动摩擦力；
- (2) 水平拉力 F ；
- (3) A、B 间联结的绳子上的拉力 T 。

5. 一个小球从斜面 A 滚到平面 B，然后继续滚上另一个斜面 C (图 1-1-6)，试分析小球在 A、B、C 三个面上各受哪几个力的作用？方向怎样？(设三个面都是粗糙的)

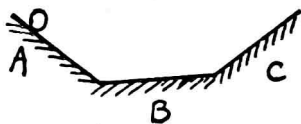


图 1-1-6

6. 在竖直上抛运动中，(1) 物体在上升过程中受哪几个力的作用？方向怎样？(2) 物体在下降过程中受哪几个力的作用？方向怎样？(空气对物体的浮力和阻力不计)

7. 在上题中，如物体受有空气的阻力时，物体在上升和下降过程中，各受哪几个力的作用？方向怎样？(空气对物体的浮力不计)

8. 图 1-1-7 中水平拉力 F 拖着木板 B 和木块 A 一起从静止开始作加速运动，试分析木块 A 和木板 B 的受力情况。

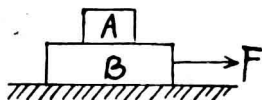


图 1-1-7

9. 在上题中，如使物体 A 和 B 一起在做匀速直线运动，试分析木块 A 和木板 B 的受力情况。

10. 如图 1-1-8，试分析球 O_1 和 O_2 所受的力。设球和容器的器壁都是光滑的。

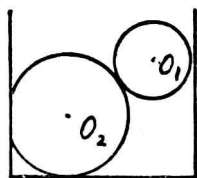


图 1-1-8

11. 图 1-1-9 中，AB 是一个均

匀的梯子，A端搁在一个光滑的墙壁上，B端支在一个粗糙的地面上，问：梯子受哪几个力的作用？各是哪一种性质的力。

12. 将一个弹簧秤的一端用绳子系在一个固定柱子上，另一端用一个2千克的力来拉，问：弹簧秤上的读数应为多少？如弹簧秤的二端各用2千克的力来拉，弹簧秤上的读数又为多少？

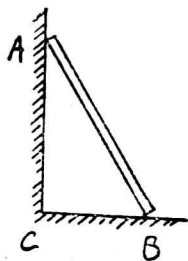


图 1-1-9

第二章 物体的平衡

一 共点力的合成和分解

(一)合力和分力的概念

物体受几个力作用时，往往可以找到这样一个力来代替原来的几个力而产生的效果不变，这个力就叫那几个力的合力。反之，如果几个力产生的效果跟原来一个力产生的效果相同，这几个力就叫做原来那几个力的分力。

求几个力的合力叫做力的合成，求一个力的分力叫做力的分解。

(二)共点力的合成

如果几个力都作用在物体的同一点上，或者它们的作用线都相交于一点，这几个力就叫共点力。

从实践中证明，共点力的合成都可以用平行四边形法则，即作用在物体上互成角度的两个力，它们的合力的大小和方向，可以用表示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。

求合力的方法可以用图解法，也可以用计算法。用图解法求合力时，必须尽可能精确地画出两力的大小和方向，这样所得到的结果才能比较精确。在一般的情况下，求合力用计算法比较精确和方便。

已知两个互成 α 角的力 F_1 和 F_2 ，求它们的合力 F ，(图 1-2-1) 根据平行四边形法则，用余弦定理公式，可求得：

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \alpha}$$

用 F 与 F_1 的夹角 θ 表示 F 的方向时，则

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{F_2 \sin \alpha}{F_1 + F_2 \cos \alpha}$$

从上面公式可以看到，

- (1) 当 $\alpha = 0^\circ$ 时，
 $F = F_1 + F_2$ ，
 $\theta = 0^\circ$ ，

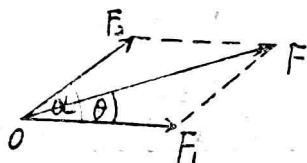


图 1-2-1

即两个方向相同的共点力的合成，合力的大小等于这两个力的和，方向与这两个力的方向相同。

- (2) 当 $\alpha = 180^\circ$ 时， $F = F_1 - F_2$ ， $\theta = 0^\circ$ 或 180° 。

即当两个力在同一直线反方向时，合力大小等于这两个力的差，方向跟较大的力相同。

- (3) 当 $\alpha = 90^\circ$ 时， $F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$ ， $\operatorname{tg} \theta = \frac{F_2}{F_1}$ ，

这就是两个互相垂直的共点力的合成。

两个以上共点力的合成，可先求出任意两个共点力的合力，再求这个合力与第三个力的合力，依次下去，最后得到的合力就是所有力的合力。

(三) 共点力的分解

力的分解是力的合成的逆运算，因此，平行四边形法则的

一些原则同样适用于力的分解。

在具体应用中，将一个力分解在哪几个方向上，必须根据问题的性质，分析这个力所产生的效果来确定。

下面，我们以斜面和单摆作为例子来进行分析。

1. 物体在斜面上的力。

物体在斜面上，一般的受到三个力的作用，一个是重力 $W = mg$ ，一个是斜面对物体的弹力 N ，还有一个是斜面对物体的摩擦阻力 f 。如果物体沿着斜面加速下滑，则这三个力的合力一定是沿着斜面指向下滑的方向。

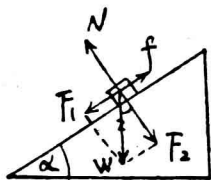


图 1-2-2

为求这三个力的合力，我们可以把重力分解为两个分力，一个是沿着斜面方向的分力 F_1 ，另一个是垂直于斜面方向的分力 F_2 。（如图 1-2-2 所示）

由于物体在垂直于斜面的方向上没有加速运动，所以垂直于斜面方向上的合力为零，即 F_2 为 N 所平衡， $N = F_2$ 。这样所求的使物体加速下滑的力：

$$R = F_1 - f$$

$$F_1 = mg \sin \alpha, f = \mu N, \because N = F_2 = mg \cos \alpha$$

$$\begin{aligned}\therefore R &= mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha \\ &= mg(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)\end{aligned}$$

从上面式子中，可以看到：

(1) 如物体和斜面是光滑的，即 $\mu = 0$ ，则

$$R = mg \sin \alpha$$

使物体下滑的力，就是重力沿斜面方向的分力。

(2) 物体从斜面上开始下滑后，如斜面的倾角 α 逐渐增大， R 也逐渐增大。当 $\alpha = 90^\circ$ 时， $R = mg$ 为最大。下滑的力就等

于物体的重力。

(3) 根据牛顿第二定律，物体下滑的加速度

$$a = \frac{R}{m} = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

物体下滑的加速度 a 与物体的质量无关。

上面我们所讨论的只是指物体沿着斜面向下滑动的情形。如果物体由于惯性在斜面上做上滑运动，那么，摩擦阻力的方向应该沿着斜面指向底端。这时，物体做减速运动。

$$R = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha$$

$$= mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

$$a = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

2. 使单摆运动的力

摆球在振动过程中，如不计空气的阻力，那么摆球受到两个力的作用，一个是摆球的重力 $W = mg$ ，另一个是线的拉力 T 。使摆球回复到平衡位置的力也就是产生切线加速度的力是重力在运动方向上的分力 F_1 ，(图1-2-3)

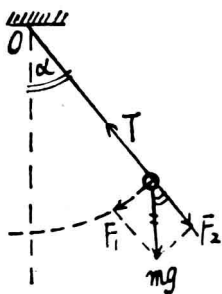


图 1-2-3

$$F_1 = mg \sin \alpha。$$

显然， F_1 随着 α 而变化， α 角越大， F_1 也越大。摆球在最高点时，即 α 为最大值时， F_1 为最大。 α 角越小， F_1 也越小。摆球经过平衡位置时，即 α 等于零， F_1 为最小，等于零。由此可见，使物体回复到平衡位置的力不是一个恒力，而是一个变力。

根据牛顿第二定律， $a = \frac{F_1}{m} = g \sin \alpha$ ，切线加速度 a

与 α 有关，与摆球的质量无关。

另外，重力在法线方向上（就是跟切线垂直的方向，或者是

沿着摆线的方向)的分力 $F_2 = mg \cos \alpha$ ，它与绳子对摆球的拉力 T 的合力是沿着绳子指向悬点 O ，使摆球产生向心加速度 a_R ，

$$T - F_2 = ma_R = m \frac{V^2}{l}, \quad T = mg \cos \alpha + m \frac{V^2}{l}。$$

l 是摆线的长度， V 是摆球运动的速度，当摆球在最高点时，即 α 为最大值时， $V = 0$ ， $T = mg \cos \alpha$ ，绳子的拉力为最小。

当摆球通过平衡位置时，即 $\alpha = 0$ 时， V 为最大 $T = mg + m \frac{V^2}{l}$ ，绳子对摆球的拉力为最大。

综上所述，重力在切线方向上的分力是使物体回复到平衡位置的力。重力在法线方向上的分力跟摆线拉力的合力是维持摆球在圆弧上运动的向心力。

(四)用正交分解法求力的合成

三个或三个以上的力求它们的合力时，往往用正交分解法比较方便。正交分解法就是把作用在物体上所有的力分解在互相垂直的两个轴上，然后分别求出各个轴上的分力的合力，最后将两个轴上的合力求出它们总的合力。

〔例一〕如图 1-2-4 中力 F_1 、 F_2 、 F_3 、 F_4 分别为 25 千克、8 千克、20 千克、10 千克，求它们的合力。

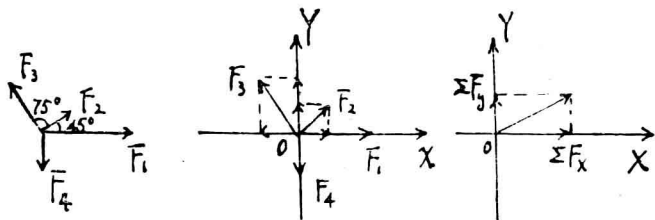


图 1-2-4

解：选取 F_1 作为 X 轴，与 X 轴垂直的方向作为 Y 轴，将各个力分解在 X 轴和 Y 轴上的两个分力。

$$F_{1X} = F_1 = 25 \text{ 千克}$$

$$F_{1Y} = 0$$

$$F_{2X} = F_2 \cos 45^\circ = 5.66 \text{ 千克},$$

$$F_{2Y} = F_2 \sin 45^\circ = 5.66 \text{ 千克}$$

$$F_{3X} = -F_3 \cos 60^\circ = -10 \text{ 千克},$$

$$F_{3Y} = F_3 \sin 60^\circ = 17.3 \text{ 千克}$$

$$F_{4X} = 0$$

$$F_{4Y} = -10 \text{ 千克}$$

在 X 轴上的合力

$$\Sigma F_X = 25 + 5.66 + (-10) = 20.66 \text{ 千克}$$

在 Y 轴上的合力

$$\Sigma F_Y = 5.66 + 17.3 + (-10) = 12.96 \text{ 千克}$$

$$\begin{aligned} \text{所求的合力 } F &= \sqrt{(\Sigma F_X)^2 + (\Sigma F_Y)^2} \\ &= \sqrt{20.66^2 + 12.96^2} \\ &= 24.4 (\text{千克}) \end{aligned}$$

用 F 与 X 轴交角 θ 表示合力的方向，则

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{\Sigma F_Y}{\Sigma F_X} = \frac{12.96}{20.66} = 0.627$$

$$\theta = 32.1^\circ$$

答：所求的合力为 24.4 千克，合力的方向与 X 轴成 32.1° 角。

〔例二〕 在地面上有一个 60 千克重的木箱，今用一个与水平方向成 45° 的拉力使木箱在地面上匀速移动，若木箱与地面之间的滑动摩擦系数为 0.2，求所用的拉力为多少？

解：木箱在移动过程中受四个力的作用，拉力 F ，重力 W ，

摩擦力 f ，地面对物体的支持力 N 。选取以水平方向为 X 轴，竖直方向为 Y 轴(如图 1-2-5)，则各个力在 X 、 Y 轴上分力：

$$F_X = F \cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2} F, \quad F_Y = F \sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2} F$$

$$F_X = -f = -\mu N, \quad f_Y = 0$$

$$W_X = 0 \quad W_Y = -60 \text{ 千克}$$

$$N_X = 0 \quad N_Y = N$$

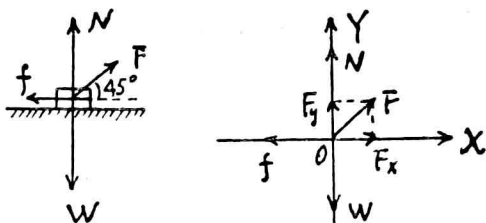


图 1-2-5

由于木箱作匀速移动，所以合力等于零，即 $\Sigma F_X = 0$ ， $\Sigma F_Y = 0$

$$\frac{\sqrt{2}}{2} F - 0.2N = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\sqrt{2}}{2} F + N - 60 = 0 \quad (2)$$

由(1)(2)得： $F = 14.1$ 千克

答：使箱子匀速移动需拉力为 14.14 克。

二 共点力的平衡

(一)在共点力作用下物体仍然能保持平衡状态，这就是所谓共点力的平衡。这里所说的平衡是指物体处于静止或匀速直线运动状态。