

7.4 探究物体受力时怎样运动

与教材不同之处

更详细描述了探究二力平衡的实验的改进；更详细描述三力平衡情况。

生活中为什么存在匀速直线运动和静止状态

根据牛顿第一定律，一个物体要保持匀速直线运动或静止状态，前提条件是不受力。可是在生活中，不受力的物体并不存在，生活中仍存在匀速直线运动和静止状态这说明了什么呢？

这说明，物体虽然受到了多种力的作用，但这些力的作用相互抵消了，此时的物体与不受力时产生的情形会一模一样，仍可以保持匀速直线运动和静止状态。

如图 7-4-1 所示，一本静止放在水平桌面上的书，它会受到几个力呢？

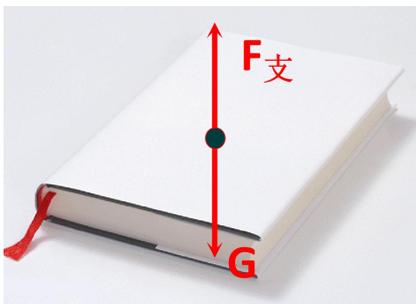


图 7-4-1

显然，书本只受到两个力，分别是：书本受到地球施加的竖直向下的重力，以及水平桌面对书本施加的竖直向上的支持力。

由于书本在这两个力的作用下可以保持静止状态，这说明书本受到的重力与支持力的作用相互抵消了。

所以，当一个物体受到两个力的作用时，如果物体仍可保持匀速直线运动或静止状态，我们就说这两个力相互平衡，或者说这两个力是平衡的，或者说重力与支持力是一对平衡力。

又如图 7-4-2 所示，在水平路面做匀速直线运动的小汽车，它会受到几个力的作用？

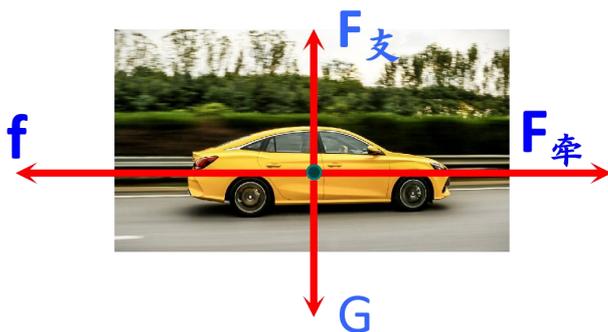


图 7-4-2

如果忽略空气对小汽车的影响，显然，小汽车会受到四个力的作用，分别是：地球对小汽车施加的竖直向下的重力 G ，水平路面对小汽车施加的竖直向上的支持力 $F_{支}$ ，小汽车发动机产生的使小汽车前进的牵引力 $F_{牵}$ 以及地面对小汽车的阻碍作用的摩擦力 f 。

由于在竖直方向上，小汽车没有移动任何距离，所以，重力与支持力仍是一对平衡力。在水平方向上，小汽车保持匀速直线运动，所以，牵引力与摩擦力也是一对平衡力。

探究二力平衡的条件

如果两个力要平衡，两个力之间存在怎样的关系呢？

因此，我们有必要探究二力平衡的条件是什么？

我们先选用一个带轮子的小车作为我们的实验对象，然后对小车施加两个拉力，根据力的三要素，分别从“二力的大小不相等”、“二力的方向不相同”，“二力的作用点不相同”等方面来探究二力平衡时两个力满足什么样的条件。

如图 7-4-3 所示，小车所受的拉力等于钩码的重力。两边钩码的重力不相同，则意味着小车所受的拉力不相同。

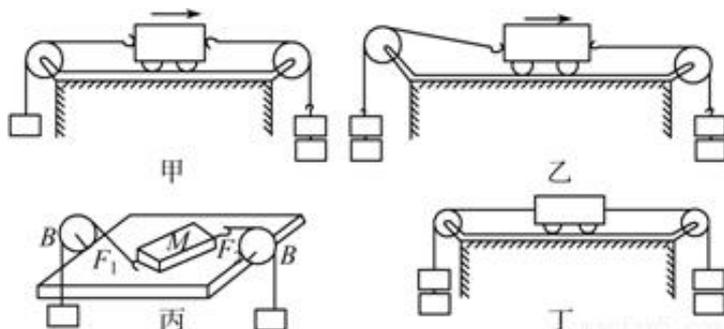


图 7-4-3

上图中的甲图可知，当小车受到的两个水平方向的拉力不相同，小车向右加速运动，这说明，作用在同一个物体的两个方向相反的力，如果大小不相同，物体不会保持静止状态或匀速直线运动状态，则这两个力不是平衡力。

我们一般把物体在一段时间内处于静止状态或匀速直线运动状态，这是一种运动状态没有发生改变的情况，所以，当物体在一段时间内处于静止状态或匀速直线运动状态时，我们将此时物体所处的状态叫做**平衡状态**。

上图中的乙图可知，当小车受到的两个方向的拉力不在同一直线上时，小车也不会静止，乙图中小车会向右加速运动，运动状态发生改变；由丙图可知，当将小车水平旋转一个角度后放手，小车不会保持静止，而是会转动起来，运动状态也是发生了改变。这说明，作用在同一个物体的力，即使大小相等，但两个力不在同一条直线上时，物体不会处于平衡状态，则这两个力不是平衡力。

显然，如果将小车截成两半，这样做的目的是使小车受到的拉力的作用点由在同一个物体上变为不在同一个物体上。我们将看到，分开后的半个小车分别朝不同的方向作加速运动，则不在同一个物体上的两个力也不是平衡力。

经过反复实验，只有出现丁图所示，物体才会处于平衡状态。

所以，当两个力作用在同一个物体上，两个力的大小相等，两个力的方向相反，两个力的方向在同一条直线上时，物体处于平衡状态（即保持静止状态或匀速直线运动状态），则这两个力是平衡力。

这两个力的关系用口诀可总结为：等大（两力的大小相等）、反向（两力的方向相反）、同体（两力的作用点在同一个物体上）、共线（两力的作用线在同一直线上）。

本实验我们采用的方法是控制变量法。

实验的反思

我们为什么不用木块做这个实验，因为木块与桌面的摩擦力比小车与桌面的摩擦力大，对实验结果影响大。我们之所以用小车进行实验，就是用滚动摩擦代替滑动摩擦，减小了小车与桌面的摩擦，从而减小对实验结果的影响。

其实，即使我们使用小车来进行实验，有时也会发现，当两个拉力相差不大时，也会出现图 7-4-3 中的丁图的情形。

有没有一种办法，让物体与桌面之间没有摩擦力？

用轻小的塑料卡片代替小车，就是一个不错的想法，如图 7-4-4 中的 a 图所示。

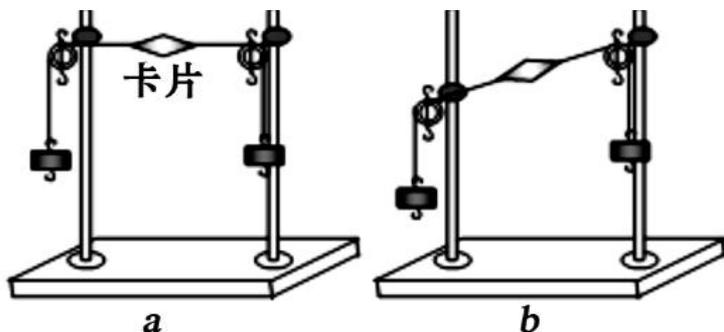


图 7-4-4

有趣的是，当我们将两个拉力的方向调整为 7-4-4 中的 b 图所示，小塑料卡片会不会处于平衡状态，即保持静止状态。

根据两力的平衡条件对 b 图进行分析发现，虽然两个拉力的方向不是水平方向，但仍满足“两个力作用在同一个物体上，两个力的大小相等，两个力的方向相反，两个力的方向在同一条直线上”的四个前提条件，所以，b 图小塑料卡片一定会保持静止的平衡状态，这两个拉力仍是一对平衡力。

三力在同一条直线上的平衡

什么是多力平衡？

当一个物体受到多个力时，物体仍保持静止或匀速直线运动状态，我们称这个物体受到的多个力是平衡的。

如图 7-4-5 所示，这是我国 2016 年里约奥运会举重女子 69 公斤级冠军向艳梅正在举着杠铃保持不动。请问向艳梅此时共受到几个力的作用呢？



图 7-4-5

显然，她一共受到三个力，地球对她施加的竖直向下的重力；地面对她施加的竖直向上的支持力；还有杠铃对她施加的竖直向下的压力。由于她能保持静止，这说明这三个对她产生的作用相互抵消了。

由于这三个力在同一条直线上，所以它们的大小关系应当符合下列等式：

$$\text{地球施加的重力} + \text{杠铃施加的压力} = \text{地面施加的支持力}$$

从运动状态分析物体是否受非平衡力的作用

什么是非平衡力？

当一个受到多个力时，如果物体的运动状态发生了改变，则我们称这个物体受到的几个力之间的关系属于是非平衡力。

运动状态的改变情形分为：（1）运动速度发生了改变，比如汽车加速或减速；（2）运动方向发生了改变，比如月球绕地球转动，汽车拐弯，篮球沿抛物线的路径飞向篮框等现象，如图 7-4-6 所示。



图 7-4-6

只要一个物体出现上述现象，我们都说物体受到了非平衡力的作用。

从平衡力的条件分析物体是否受非平衡力的作用

又如图 7-4-7 所示，假设有一个物体在光滑的斜面上滑下，试分析，该物体受到的几个力的关系是否属于平衡力关系？

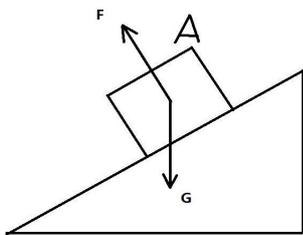


图 7-4-7

由于斜面是光滑的，这个物体将不受到斜面的阻力，只受到重力 G 和斜面对物体的支持力 F ，而这两个力不在同一直线上，不符合两力平衡的条件，所以这两个力一定不会平衡，也就是说，重力与支持力是一对非平衡力，那么，在非平衡力的作用下，这个物体将沿斜面做加速运动，即物体的运动状态在发生变化。



本节我们学习的物理规律

1、二力平衡时物体处于什么状态？

二力平衡时物体处于静止状态或匀速直线运动状态。

2、二力平衡的条件是什么？

二力平衡的条件可用口诀总结为：等大（两力的大小相等）、反向（两力的方向相反）、同体（两力的作用点在同一个物体上）、共线（两力的作用线在同一直线上）。。

3、物体受非平衡力时物体有什么表现？

(1) 运动速度发生了改变； (2) 运动方向发生了改变；



自我检测与巩固

1、起重机以 1 m/s 的速度匀速吊起一个重物，钢丝绳对重物的拉力是 $6\ 000\text{ N}$ 。若起重机吊着这个物体以 2 m/s 的速度匀速下降，这时钢丝绳对重物的拉力是（ ）。

- A、 $12\ 000\text{ N}$ B、 $6\ 000\text{ N}$
C、 $3\ 000\text{ N}$ D、无法判定

2、某人用绳提着一条鱼静止不动，此时鱼受到的平衡力是 _____ 和 _____ 这一对力。挂在弹簧秤上的钩码静止时，对于钩码，相互平衡的两个力是 _____ 和 _____。

3、某工人用 100 N 的水平推一放在水平地面上的木箱没有推动，则木箱受到的阻力为 _____ N ；改用 150 N 的力推也没有推动，木箱受到的阻力为 _____ N 。

4、大人拉小孩，下列说法正确的是（ ）

- A. 当小孩被拉走时，大人拉力大于小孩拉力
B. 当小孩赖着不动时，大人拉力小于小孩拉力
C. 不管什么情况下，大人的拉力总大于小孩的拉力，因为大人的力气比小孩大
D. 不管什么情况下，大人的拉力总等于小孩的拉力

5、用 30 N 的力握住重为 15 N 装油的瓶子悬空静止不动，则手与油瓶之间的摩擦力的大小为 _____，若将手的握力增加到 40 N ，则手与油瓶之间的摩擦力的大小将 _____（填“增大”、“减小”或“不变”）