

7.3 探究物体不受力时怎样运动

与教材不同之处

更详细描述物体具有惯性的表现；更详细描述惯性与质量的关系；更详细总结如何利用惯性知识描述生活现象；更详细描述了惯性的利与弊。

物体在水平面上运动时，需要力一直推着吗



图 7-3-1

物体在水平面上运动时，需要力一直推着吗？

如图 7-3-1 所示，水平面上的箱子如果要一直运动着，显然就需要有人始终对箱子施加一个推力。

根据这个现象，是不是可得出这么一个结论：水平面上的物体若要一直保持运动的状态，就需要始终对物体施加一个推力，即**力是维持物体运动的原因**。

这个观点其实最早是由古希腊的著名学者亚里士多德提出的：**运动者皆推力**。

这个观点对吗？

看似很有道理，但我们也见过这么一种现象：当撤去推力后，箱子多多少少还是会继续向前运动了一段距离后才停下。

所以，我们猜想：运动的物体不受推力，不但可以运动。也许还能永远运动下去。

实验探究物体不受推力时会不会永远运动下去

【提出问题】运动的物体不受推力时，是否可以永远运动下去？

【猜想与假设】根据箱子不受推力时，也能运动一段距离，我们可以猜想：运动的物体不受推力，可以永远地运动下去。

【设计实验与制定计划】运动的箱子不受推力，之所以在水平面上只运动了一小段距离就会停下，是因为受到了地面的阻碍作用。如果我们尽量减小水平面的粗糙程度，通过比较物体在不同粗糙程度的水平面上滑行的距离，我们就可以间接地得到结论了。

所以，我们的实验要做这么几件事：

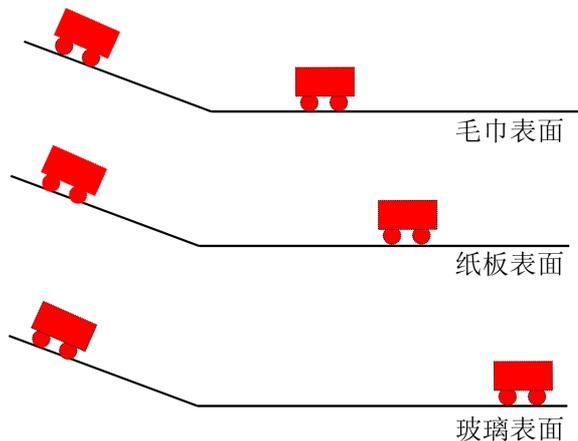


图 7-3-2

1、确保每次实验开始时，物体在水平面上都是运动的，且物体运动的速度必须是一样的。为了让物体在实验开始时有相同的初始速度，我们要借助外力，这个外力最好不是人的推力，因为无法保证每一次实验时施加的推力是一样的，所以，我们借助重力，如图

7-3-2 所示，在斜面上的相同高度处静止释放小车（用小球也行），小车在相同的重力作用下下降了相同的高度，这样就可以确保小车运动至水平面时具有完全一样的初始速度。这里采用的方法就是我们熟悉的控制变量法。

2、每次实验前，都要改变水平面上铺垫的不同粗糙程度的材料，比如毛巾、纸板、玻璃，毛巾最为粗糙，玻璃最为光滑。

通过观察小车在水平面上的运动情况并将相关的数据填入表格之中。

实验次数	表面材料	阻力大小	滑行距离
1	毛巾		
2	纸板		
3	玻璃		

【分析与论证】进行实验后，我们会发现，小车在最光滑的玻璃板上通过的距离最远。这说明，水平面的摩擦越小，运动的物体通过的距离越长，物体速度减小得越慢，运动的时间越长。所以，我们在此基础上做出假设：**如果水平面上没有摩擦，运动的物体的速度不会减小，将保持恒定不变的速度永远运动下去。**

也就是说，运动的物体不受推力，是可以永远运动下去的。

这就证明了亚里士多德的结论是错误的，正确的结论应该是：**运动并不需要力来维持。**

理想实验法

最早得出这个正确结论的是意大利的物理学家伽利略，得到这个结论的实验方法我们称为**理想实验法**。

在物理学上，理想实验法是指在实验基础上经过概括、抽象、推理得出规律的一种研究问题的方法，也叫**实验推理法**。

理想实验法得到的结论是不能用实验直接证明。

我们在探究真空是否可以传声的实验中，也采用过理想实验法。在玻璃罩内的空气被抽走得越多，听到罩内闹钟发出声音的响度也越小的实验事实的基础上，我们进一步推理到：假如玻璃罩内是真空，闹钟发出的声音将不能传播出来。从而得到真空不能传声的结论。

牛顿第一定律

牛顿总结了伽利略等人的研究成果，进一步得出：**一切物体在没有受到外力作用的时候，总保持匀速直线运动或静止状态**，这就是著名的牛顿第一定律。

这个定律适用于**一切物体**；成立的条件是：没有受到外力的作用；出现的现象是：要么是静止状态，要么是匀速直线运动状态。

一个物体不受外力时，如何判断它的运动状态呢？

一个物体一开始是静止的，如果不受外力时，它就一定继续保持静止状态。

一个物体一开始是运动的，如果不受外力时，它就一定以原来的初始速度继续沿直线运动下去，即保持匀速直线运动。

例如，用绳子栓住一个小球在光滑的水平面上作圆周运动，当绳子突然断裂，小球将如何运动呢？

分析：由于水平面是光滑的，也就是说小球不会受到阻力的。由于绳子突然断裂，小球也不再受到拉力作用，也就是说，在水平方向上，小球是不受力的。

由于小球一开始是运动的，根据牛顿第一定律（一切物体不受力时总保持匀速直线运动或静止状态）可知，小球一定会以断裂时的初始速度做匀速直线运动，而不是做圆周运动。

我们再看一个例题：将一个小球竖直向上扔，达到最高点时所有的力都消失，则小球的运动状态是怎样的？

分析：小球到达最高点，又是紧身向上抛，说明小球在竖直方向上的速度为 0，此时小球又忽然不受任何外力，根据牛顿第一定律可知，静止时物体不受外力时将继续保持静止状态。所以，看到的现象将是：小球将停留在最高点不动。

什么是惯性

是什么让物体在不受外力时，能够总保持静止状态或匀速直线运动状态呢？

伽利略和牛顿都认为，能让物体总保持静止状态或匀速直线运动状态的因素其实是物体本身具有的一种内在属性（性质），这种性质称为惯性。

所以，物理学中，把物体保持静止或匀速直线运动状态的性质叫做惯性。

所以，维持运动的物体一直运动下去的因素不是力，而是物体的内在属性——惯性。

由于惯性是物体的内在属性，不是一种力，所以，我们在用语言描述惯性概念时，千万不能使用“受到惯性”或“惯性的作用”等词汇，而只能使用“具有惯性”或“由于惯性”等词汇。

由于惯性概念来自牛顿第一定律，所以牛顿第一定律也叫着惯性定律。

力在运动中的角色

现在我们已经知道，力不是维持物体运动的原因，那么，力在物体的运动过程中角色是什么呢？

力可以使静止的物体运动起来，力可以使物体由运动变为静止……，看来，改变物体运动状态必须依靠力的作用。所以，正确描述是：**力不是维持运动的原因，而是改变物体**

运动状态的原因。

物体具有惯性的表现

一个物体具有惯性，意味着物体具有几种能力。

(1) 惯性使物体**维持**原来运动状态不变。

如图 7-3-3 所示，在玻璃杯上放一张塑料片，塑料片上放一个鸡蛋，然后用手指把塑料片迅速弹出去。塑料片被弹出去时，鸡蛋也会一起飞出去吗？为什么？

鸡蛋不会一起飞出去。开始塑料片和鸡蛋一起处于静止状态，塑料片被弹出去时，鸡蛋由于具有惯性保持原来的静止状态，所以，鸡蛋会停留在原处，然后在重力的作用下，鸡蛋便掉入杯中了。



图 7-3-3

如图 7-3-4 所示，这是炮弹的运行轨迹，当其运动到最高点时，若所有外力突然消失，



图 7-3-3

则炮弹将出现哪种运动状态呢？

显然，当炮弹运动到最高点时，只是不再上升，但仍有向前的水平速度。由于炮弹具有惯性，达到最高点处，将保持原来的水平向前的速度继续向前飞。又由于在实际情境中，炮弹还要受到重力，所以，炮弹将一边向前飞一边向下落。

如果当炮弹运动到最高点时，一切外力消失，即炮弹不再受到重力作用，也就不会向下落了，此时，炮弹由于惯性，则只会保持原来的水平向前的速度继续向前飞。

(2) 惯性使物体**反抗**运动状态的改变。

如图 7-3-4 所示，一辆汽车正在拐弯。物理上，拐弯其实是运动方向正在改变，即物体的运动状态正在发生改变。汽车之所以可以改变运动状态，是因为受到地面侧向的摩擦力，如图中红色箭头方向所示。可是，我们知道，汽车在拐弯时却常常发生沿着蓝色箭头的方向笔直地冲过去，这是为什么呢？



图 7-3-4

原来，汽车在受到侧向摩擦力的作用下，开始转弯，可是汽车具有惯性，还要维持原来的运动方向继续前进，这就造成了汽车一直在反抗摩擦力改变汽车的运动状态，即企图不改变汽车的原来的运动方向。所以，稍有不慎，汽车极可能由于惯性沿着箭头方向笔直地冲出去了。

其实，惯性使物体维持原来的运动状态不变与惯性使物体反抗运动状态的改变是一回事，只不过是同一件事不同角度的描述罢了。

惯性有大小吗？

惯性有大小吗？

由于惯性是物体的内在的固有属性，一切物体，只要这个物体具有质量，就一定会具有惯性。也就是说，质量是衡量物体是否有惯性的唯一依据。

所以，质量越大，物体的惯性也必然越大。

惯性大与惯性小的表现有什么区别呢？

惯性越大，意味着物体维持原来运动状态的能力越强，惯性小，意味着物体更容易被改变运动状态。

比如，同样的拐弯，质量大的货车需要转一个大圈才能实现，而质量小自行车却只需要转一个小圈就可以实现。这说明，质量小的物体比质量大的物体之所以更容易拐弯，质量小的比质量大的更灵活。

为什么会这样呢？

因为质量小，惯性更小，则意味着反抗运动状态的改变能力小，物体更容易被改变运动状态，因此拐弯更容易。质量大，惯性越大，则意味着维持原来运动状态的能力强，物体被改变运动状态变得不容易。这种现象在生活中，我们常常形容为：质量小的灵活，质量大的笨重。

这也就是为什么狮子在追逐羚羊时，羚羊躲避的最好的方法就是不断的突然左拐弯或突然右拐弯，如图 7-3-5



图 7-3-5

所示。因为羚羊的质量比狮子小，羚羊的惯性比狮子小，在改变运动状态时，羚羊显然会比狮子更灵活。

战斗机在进入战斗后，为了使机身更灵活，有时会采用抛弃副油箱的方式来减小飞机的质量，从而减小飞机的惯性，如图 7-3-6 所示。



图 7-3-6

我们再看一个事例，如图 7-3-7 所示，水平放置的小瓶内装有水，其中有气泡，当瓶子从静止状态突然向右加速运动时，小气泡在瓶内将向何方运动？

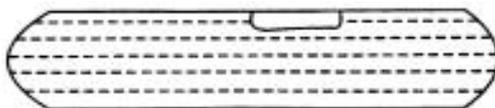


图 7-3-7

分析：当瓶子从静止状态突然向右加速运动时，由于气泡有惯性，我们很多同学会认为由于惯性气泡会保持原来的静止状态，相对瓶子向左运动。但正确的理解是：瓶中的水也有惯性，而且由于水的质量远大于气泡，气泡的惯性可以忽略不计，也就是说，我们不应关注气泡，而是应该只关注瓶中的水，所以，当瓶子从静止状态突然向右加速运动时，由于水有惯性，水相对瓶子会向左运动，正是由于水向左运动，气泡则会被挤向右边，即气泡向右运动？

生活中惯性现象的举例

在生活中，惯性时刻伴随着我们。

比如坐公交车时，当公交车忽然刹车制动时将会出现如图 7-3-8 所示的情形，这是为什么呢？



图 7-3-8

最初，我们跟公交车一起运动着，公交车忽然刹车制动时，人的下半身随着公交车很快停了下来，可人的上半身由于惯性仍继续向前运动，这就造成了身体向前倾倒，出现图 7-3-9 所示的情形。

如果公交车忽然启动，出现的情形将与公交车忽然刹车制动的情形完全相反，如图 7-3-8 所示。为什么会这样的呢？



图 7-3-9

我们现在来试着解释一下：公交车忽然启动前，人和车都是静止的，当公交车忽然启动时，人的脚与公交车一起向前运动，可是人的上半身由于惯性仍保持原来的静止状态，则出现人的脚在前，而人的上半身在后的“向后仰倒”现象。

同学们试着解释一下人踩着香蕉皮出现的“向后仰倒”的现象，如图 7-3-10 所示：



图 7-3-10

人在踩香蕉皮前是以正常速度地运动的，当踩到香蕉皮时，_____和香蕉皮一起忽然加速向前运动，可是_____由于惯性仍保持原来的正常速度的运动状态，则出现_____在前，而_____在后的“向后仰倒”的现象。

生活中利用惯性的事例

在生活中，惯性时刻伴随着我们。我们有时需要利用惯性，有时又要防止惯性带来的危害。

我先来看看生活中利用惯性的现象。



图 7-3-11

如图 7-3-11 所示，保龄球运动员在投球。球脱手前，球与手一起由静止变为运动，

当球脱手后，球之所以会继续向前运动，就是因为球具有惯性。

又如，如图 7-3-12 所示，锤头松了后，为什么将锤柄倒过来敲一敲（左图），锤头就能紧紧套在锤柄上？



图 7-3-12

将锤子倒着举起来向下撞击时，原来锤头和锤柄都处于运动状态，当锤柄碰到板凳后运动停止，而锤头由于惯性会仍然保持运动状态，所以，锤头能紧紧的套在锤柄上。

要将把锤头紧套在锤柄上，为什么要倒着敲，而不是正向敲（右图）呢？

如果正向敲，则意味着当锤头停止运动时，是锤柄由于惯性会仍然保持运动状态向下运动，可是由于锤柄的质量比锤头的质量小很多，也就是锤柄保持原来运动状态的能力比锤头要小很多，也就是说，正向敲，锤柄与锤头套紧的程度会小很多。所以，我们要把松的锤头紧套在锤柄上，就需要倒着敲。



图 7-3-12

生活中还有很多利用惯性的现象，比如拍掉灰尘，如图 7-3-13 所示，当用拍子拍打物体的表面时，物体的表面由静止变为运动，可是物体上的灰尘由于惯性仍保持静止状态，这样，灰尘与物体脱离，灰尘随后在重力作用下落向地面。

又如图 7-3-13 所示，园林工人正在用铁锹送泥土，这个过程也利用了惯性。最初，铁锹和泥土一起运动，当铁锹忽然停止运动时，铁锹上的泥土却由于惯性仍保持原来的运动状态继续向前运动，这就造成了泥土脱离铁锹继续飞往远处的现象。



图 7-3-13

很多的运动项目，其实也是利用惯性来实现的。比如跳远，在这个项目中，运动员在起跳前为什么要加速跑，如图 7-3-14 所示。



图 7-3-14

原来，在起跳前，运动员的速度如果越大，则在起跳时，由于惯性，运动员将仍保持起跳前的最大速度在空中继续向前运动，这样的跳远成绩将会更好。

像投篮球，投掷铅球等运动项目都是利用惯性来完成的。

生活中防止因惯性带来的伤害

惯性也会给我们带来危害，如图 7-3-15 所示，当汽车紧急制动时，驾驶员由于惯性仍保持原来的高速的运动状态继续高速向前运动，若驾驶员没有系安全带，驾驶员极有可能头部撞向玻璃，极为危险。如果系有安全带，则会极大地减缓这种危险的发生。需要注意的是，安全带并不没有减小惯性，因为惯性的大小只与质量有关，系与不系安全带，驾驶员的质量没有发生改变，所以，驾驶员的惯性并没有减小。所以，安全带减小的是危害，而不是惯性。



图 7-3-15

我们平常所说的“减速慢行”，也可以极大的减小或防止因惯性带来的危害。同样地，减速慢行减小的是速度，减小的是制止距离，但并没有减小质量，所以，并没有减小惯性。

在交通安全中，“禁止超载”也可以减小因惯性带来的危害。超载，意味着汽车的质量变大，当汽车遇紧急情况紧急制动时，由于汽车的惯性变大，改变其原来运动状态的难度变大，也就意味着汽车的制动距离变长，极可能造成事故。所以，禁止超载是通过减小惯性的方式来减小制动距离，从而减小危害发生的可能性。

看来，减小汽车的制动距离，既可以减小汽车速度的方式来实现，也可以减小汽车的质量从而减小惯性的方式来实现。



本节我们学习的物理规律

1、什么是牛顿第一定律？

一切物体在没有受到外力作用的时候，总保持匀速直线运动或静止状态，这就是著名的牛顿第一定律。

2、什么是维持物体运动或静止的原因？

惯性是维持物体运动或静止的原因，力是改变物体运动或静止的原因。

3、物体具有惯性后会有什么表现？

惯性使物体维持原来运动状态不变，也可以说成惯性使物体反抗运动状态的改变。

4、惯性的大小与什么有关？

惯性的大小只与质量的大小有关，质量越大，惯性越大，在相同力的作用下，物体的运动状态的改变更难。

惯性的大小与物体运动的速度大小无关，与物体是否运动或静止无关。



自我检测与巩固

1、前行的公交车内，某时刻悬挂在横杆下的拉手突然向公交车的右侧飘起，公交车正在（ ）

- A. 直行急加速
- B. 直行急刹车
- C. 向左急转弯
- D. 向右急转弯

2、下列现象中，属于利用惯性的是（ ）

- A. 坐汽车时要系好安全带
- B. 跳远运动员快速助跑
- C. 行车时要注意保持车距
- D. 学校路段减速慢行

3、日常生活中，处处有物理，下列说法错误的是（ ）

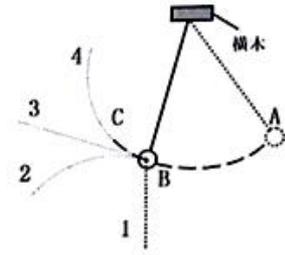
- A. 汽车轮胎的轴承中装有滚珠是为了减小摩擦
- B. 铅垂线的应用原理是重力的方向总是竖直向下
- C. 推门时离门轴越近，用力越大，说明力的作用效果与力的作用点有关
- D. 乘车时系上安全带是为了减小惯性

4、下列现象中，能用惯性知识解释的是（ ）

- A. 载重汽车装有许多车轮
- B. 拍打刚晒过的被子，灰尘脱落

- C. 手中的石头释放后，下落得越来越快
- D. 汽车在结冰的路面行驶时，车轮上缠绕铁链

5、如图所示，用细绳悬挂在横木上的金属小球从 A 点静止释放，小球沿弧线可摆动至 C 点若小球运动到 B 点瞬间，细绳突然断裂且小球受到的所有力都消失了，小球将沿以下哪条轨迹运动（ ）



- A. 1 B. 2
- C. 3 D. 4

6、运输液体货物的槽车，液体上有气泡，如图，向左运动时刹车，_____ 气泡将向运动，其原因是_____ 具有惯性。

