

## 11.4 认识动能与势能

### 与教材不同之处

更详细描述动能的影响因素，更详细描述机械能的守恒与不守恒，更详细分析生活中与动能有关的现象。

### 什么是能量

一个物体能对另一物体做功，我们就说这个物体具有**能量**。

比如，流动的水有推动水车转动，这说明流动的水具有能量。

所以，**能量是指一个物体具有做功的本领**，简称为**能**。

一个物体具有做功的本领越强，意味着它的能量越大。

能量的形式有很多，像光能，声能，内能，电能，机械能等。

无论什么形式的能量，只要是能量，它的国际单位是**焦**，单位符号是**J**。

### 什么是动能

比如，高速飞行的子弹对碰到的橙子产生极大的冲击力，冲击力对橙子做功使得橙子瞬间被破坏，如图 11-4-1 所示。

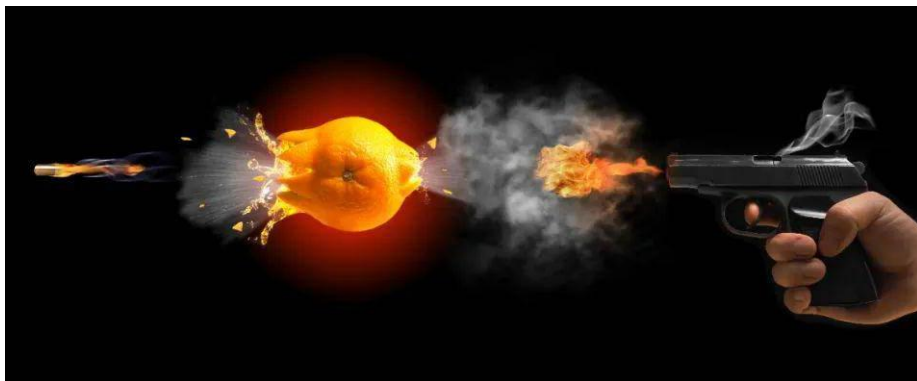


图 11-4-1

所以说，子弹因为运动而具有能量。像这种因运动而具有的能量，叫做动能。

## 如何判断动能的大小

我们将如何判断一个运动的物体所具有的动能的大小呢？

因为能量是指做功的本领，所以，为了判断动能的大小，可以让具有动能的 A 物体对另一个 B 物体做功，比如，让运动的 A 撞击静止的 B，则 B 被推动一段距离。若 B 被推动的距离越远，代表 A 对 B 做的功越多，即意味着 A 所具有的动能就越大。

或者让运动的 A 撞击橡皮泥，观察橡皮泥的凹陷程度。橡皮泥的凹陷程度越明显，则意味着 A 所具有的动能越大。

上述的方法称为**转换法**。

如果物体所具有的动能极大时，就会对被撞击的物体产生破坏，根据破坏程度也能体现物体的动能大小。

## 动能大小可能与什么因素有关

动能的大小可能与什么因素有关呢？

如果要撞开一扇反锁的门时，我们一般选质量较大的人来做这件事，而且此人在撞门时最好有一定的初始速度。

由此现象，我们可以做出这样的猜想与假设：动能的大小很可能与物体的质量、以及它具有的速度有关。

## 探究动能的影响因素的实验方法

既然我们猜想物体的质量与速度可能是动能大小的影响因素，那么，在实验室里，我们如何通过实验来探究这两个因素对动能的影响呢？

在制定计划与设计实验之前，我们首先要思考的是采用什么方法来进行探究？

是归纳法，还是控制变量法……

由于本实验有多个因素影响动能的大小，所以，本实验要采用的方法是**控制变量法**。

再者，如何实现控制变量法？

根据控制变量法，我们的实验过程要两步进行，分别是：

- (1) 当质量一定时，探究动能与速度的关系；
- (2) 当速度一定时，探究动能与质量的关系。

## 探究动能与速度的关系

探究动能与速度的关系时，物体的质量需要保持不变。

保持物体质量不变的方法——选用同一物体（比如同一个小球）进行多次实验。

如何改变小球的速度？

我们可能认为改变小球的速度很简单，用手指分别施加较小的力或较大的力弹击小球就可以使小球的速度发生改变，但力度的控制有时并不像我们想像中那么容易控制。

因此，我们应当想法采用更科学的方式来改变小球的速度。

让小球从斜面上不同一高度处由静止释放，当小球滚至水平面时所具有速度肯定是不同的，如图 11-4-2 所示。

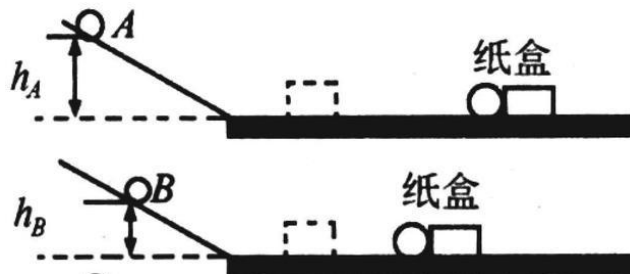


图 11-4-2

最后一个问题，如何衡量不同速度时的物体所具有的动能是否相同？

让运动的小球撞击水平面上的纸盒，纸盒被推动的距离越远，则意味着小球对纸盒做功越多，表示小球具有动能越大。

由 11-4-2 可知，相同质量的小球 A 和 B，小球 A 滚至水平面时的速度更大，它将纸盒推动的距离更远，所以，我们可以得到这么一个结论：

**当物体质量一定时，速度越大，动能越大。**

## 探究动能与质量的关系

探究动能与质量的关系时，物体的速度需要保持相同。

保持物体速度相同的办法——让两个质量不同的物体从斜面上同一高度处由静止释放，当小球滚至水平面时的速度就相同，如图 11-4-3 所示。

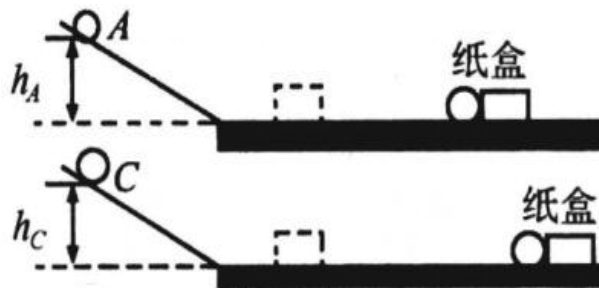


图 11-4-3

由 11-4-3 可知，质量不相同的小球 A 和 C，两小球滚至水平面时的速度是一样大的，但质量大的 C 球将纸盒推动的距离更远，所以，我们可以得到这么一个结论：

**当物体速度一定时，质量越大，动能越大。**

综合所述，物体的动能与质量、速度都有关，质量越大、速度越大，则物体具有的动能越大。

## 动能与高度是否存在关系

本实验中，小球位于斜面上的高度越高，小球撞击纸盒时，纸盒将被撞击得越远。仿佛动能与高度也存在关系。

动能与高度是否存在关系呢？

请大家思考一下，一块静止在山顶上的巨石和静止在半山腰上的巨石，它们的动能会不一样吗？

很显然，这两块石头因为都是静止的，所以，它们动能应该都是零，这就证明了动能与高度无关。

本实验中，之所以让小球由不同高度处释放，是为了让小球滚至水平面时能获得一个初速度，也就是说，从小球滚至水平面时，实验才算真正的开始，小球从斜面上滚至水平面的过程应该被认为是实验前的准备。

所以，实验中小球放在斜面上不同高度处，不是探究动能与高度的关系，而是为了使小球在水平面运动时具有不同的初始速度。

## 跟动能有关的现象分析

大家试分析一下，如图 11-4-4 所示，一辆洒水车在马路上一边匀速行驶一边洒水，洒水车的动能有没有发生变化？



图 11-4-4

由于动能与速度、质量都有关系，虽然车的速度不变，但车的质量在减小，所以，洒水车的动能在洒水过程中动能一直在减小。

如图 14-4-5 所示，为什么飞机能被小鸟撞出一个大窟窿呢？

以地面为参照物，小鸟的速度可能较慢，以飞机为参照物，小鸟的相对速度非常大，根据质量一定时，速度越大，动能越大的结论，可以判断出：相对飞机，小鸟的动能非常大，所以，当小鸟与飞机相撞时，小鸟本身粉身碎骨的同时，飞机也受到了大的破坏，因此，小

鸟把飞机撞出一个大窟窿是有可能的。



图 11-4-5

所以，在高速行驶的列车上扔出一个鸡蛋，路边的巨石被砸出一个坑并不是不可能。在高速公路上，我们经常看到路旁有如图 11-4-6 所示的路牌。



图 11-4-6

为什么汽车要限载呢？

所谓限载，是指汽车的总质量不能超过指定值。因为汽车的动能与质量有关，当速度一定时，汽车的总质量越大，则汽车所具有动能越大，若汽车的动能过大，一旦发生事故，产生破坏力将非常巨大。为了防止在高速公路上汽车的动能过大，所以，要限载。

在高速公路上，为什么不同车型，最大速度的限制要求不同呢？

不同车型，其实是指具有不同质量的汽车。在高速公路上，为了安全，对所有的汽车都有一个最大动能的要求，也就是说，不同车型的最大动能是一样的。根据动能与质量、速度都有关，当动能不变时，则质量大的，则速度小，因此，中型汽车的质量大，则最大速度值要小一些；小型车的质量小，则最大速度值要大一些。

## 什么是重力势能

如图 11-4-7 所示，两个山壁之间夹着一块巨石，它虽然是静止的，但它仍具有能量，因为当它某天掉下来，会对巨石之下的物体或地面做功，产生大的破坏力。



图 11-4-7

像这种因为被举高而获得的能量，称为**重力势能**。

## 探究重力势能的影响因素

物体被举高会具有重力势能，那么，重力势能与什么因素有关呢？

根据生活经验，我们认为物体的重力势能可能与物体的质量、被举高的高度有关。



我们可以利用如图 11-4-8 所示的实验装置图来进行实验，通过木桩陷入沙坑中的深度来

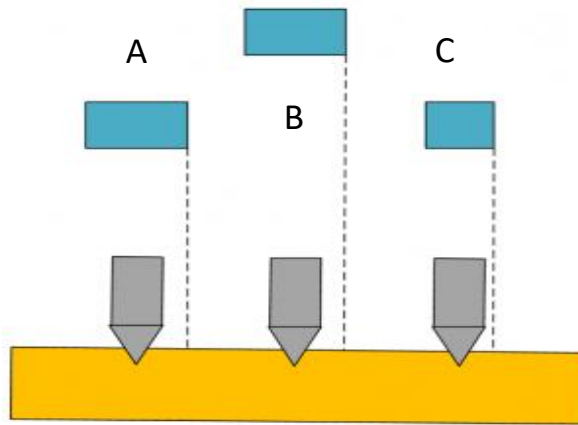


图 11-4-8

间接显示重物所具有的重力势能的大小。

由第 A 次与第 B 次实验的现象，我们得到如下结论：

**当物体的质量相同时，物体被举得越高，物体所具有的重力势能越大；**

由第 A 次与第 C 次实验的现象，我们得到如下结论：

**当物体被举高的高度相同时，物体的质量越大，物体所具有的重力势能越大。**

通过实验探究，我们不难得出——重力势能大小的影响因素有两个，分别是质量与被举高的高度。

## 探究弹性势能的影响因素

弹簧等弹性材料在压缩或拉长后，一旦由静止释放，弹性材料将对外界物体做功，这说明弹性材料在在压缩或拉长时都具有弹性势能。

那么，弹性材料所具有的弹性势能大小与什么有关呢？

根据生活经验，我们猜想弹性材料的弹性势能可能与形变程度，弹性材料的种类和粗细

有关。

其实弹性材料的种类和粗细决定的是弹性材料的弹性的大小。

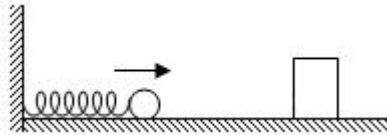


图 11-4-9

我们采用如图 11-4-9 所示的装置来探究弹性材料所具有的弹性势能大小与什么有关。当弹簧压缩后，一旦由静止释放，与弹簧连在弹簧上的小球将被弹开，然后对撞击木块，观察木块被撞击后通过的距离来显示弹簧所具有的弹性势能的大小。

显然，通过实验，我们将得到如下结论：

**当弹性材料的弹性相同时，形变越大，它所具有的弹性势能越大。**

**当弹性材料的形变程度相同时，弹性越强，它所具有的弹性势能越大。**

通过实验探究，我们不难得出——弹力势能大小的影响因素有两个，分别是**弹性强弱**与**形变程度的大小**。

## 什么是机械能

物理学上，将物体的动能和势能的总和称为**机械能**。其中，势能是指重力势能与弹性势能的统称。

例如，在空中飞行的飞机，既有动能，又有重力势能。

## 机械能守恒

只有在重力（或弹簧的弹力）做功的情形下，物体的重力势能（或弹性势能）和动能发生相互转化，但总机械能保持不变，这个现象称为机械能守恒。

如图 11-4-10 所示，小球由某个高度处由静止释放，小球将来回摆动，如果忽略空气阻力，小球在摆动过程中能量是如何转化的？

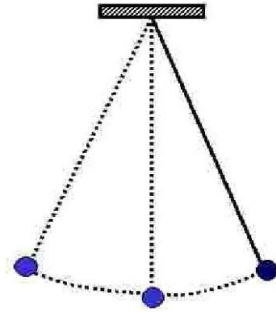


图 11-4-10

在此过程中，小球由最高点到达最低点过程中，小球的高度在降低，重力势能减小；减小的重力势能全部转化为小球的动能，因此，小球在最低点处的动能最大，小球在最低点的速度也将最大。

也就是说，小球由最高点到最低点的过程中，没有空气阻力的情况下，重力势能全部转化为动能。机械能中的重力势能虽然减少了，但动能增加了，所以，物体的机械能在最高点和最低点的机械能并没有发生变化。

因此，在小球的摆动过程，任何一个位置处的重力势能和动能可能不相同，但它们的总和却不变，即机械能不会变化。

因此，在小球摆动过程中，如果忽略空气阻力，不变的是机械能，变化的是重力势能和动能，但它们之间一直在相互转化。

## 生活中动能与势能相互转化的事例

如图 11-4-11 所示，在高速公路的路旁一般常设有避险车道。避险车道有什么用途呢？



图 11-4-11

如果发生汽车刹车失灵的现象，也就是说，汽车制动系统不能使汽车停止下来。如果这时路旁有避险车道，不能减速的汽车冲上避险车道后，在此过程中，汽车的动能在转化为重力势能，重力势能增大，则动能减小，汽车的车速也随之减小并最终停止下来。

如图 11-4-12 所示，天上的卫星绕地球转动的轨道其实不是圆形的，而是椭圆形的。卫星的轨道是椭圆的，那么，卫星的速度会不会发生改变？卫星在绕地球转动过程中，机械能会不会发生改变？

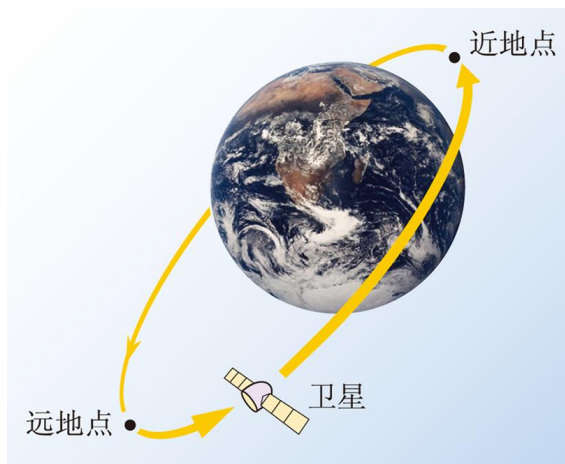


图 11-4-12

我们知道，卫星绕地球转动的过程中，一直处于真空之中，不会受到任何阻力的作用，所以，卫星在绕地球转动过程中，机械能是不变的。

由于轨道是椭圆，所以，卫星离地球的距离时近时远，距地球最远的位置叫远地点，距

地球最近的位置叫近地点。站在地球上的人们观察卫星时，卫星位于远地点时，其实是离地面更高的地方；卫星位于近地点的位置时，其实是离地面更低的地方。也就是说，卫星在远地点位置的重力势能更大，在近地点位置的重力势能小一些。所以，当卫星从远地点向近地点移动时，卫星的重力势能是一直在变小的。

那么减小的重力势能转化为了什么能量呢？

是的，卫星的重力势能转化为动能。

卫星的重力势能在减小时，卫星的动能则增大。卫星动能增大的表现就是卫星的速度在增大。也就是说，卫星近地点的速度大，远地点的速度小。

生活中还有很多动能与势能相互转化的例子：比如游乐场里的过山车，蹦极等项目。

## 机械能的不守恒

机械能并不是在任何情况都会守恒，保持不变。

在真实情境中，图 11-4-10 中的小球来回摆动时的幅度会越来越小，在空气阻力的作用下，最终会停了下来。

小球最终停下来，说明小球的机械能变小了。

小球的机械能为什么会变小呢？

这是因为小球在摆动过程中要克服空气摩擦等阻力做功，我们知道，摩擦会生热，也就是说，从能量角度看，小球在摆动过程中，机械能将转化为与热有关的一种能量（即内能）。

生活中我们经常乘坐的自动扶梯匀速上楼，如图 11-4-13 所示。在此过程中，我们自身具有的机械能有没有发生改变？

由于我们一直是匀速上升，因此我们自身的动能是不变的；但我们一直在上升，被举高

的高度在增加，因此我们自身的重力势能是变大的。



图 11-4-13

根据机械能是动能与势能的总和的定义，所以，我们上升过程中机械能总量在增加，机械能不守恒。

乘坐自动扶梯的过程中机械能之所以不守恒，是因为我们乘坐自行扶梯时，我们一直受到一个外力的作用。

这个外力是电梯对人施加的竖直向上的支持力。由于支持力的方向与我们上升的方向一致，所以，上楼过程中，支持力一直对我们做功，从而造成我们的机械能会增大。

于是，我们不难得出这样结论：

- (1) 在有阻力存在的情况下，机械能是不会守恒的，机械能会减小。
- (2) 在有外力对物体做功的情况下，机械能是不会守恒的，机械能会增大。

因此，机械能守恒是有前提条件的。

前提条件有两个：不受阻力的作用；不受外力作用（除重力和弹力外）。

我们再举个例子，火箭升空时，火箭的状态是加速上升，火箭的机械能也不守恒，如图 11-4-14 所示。

我们知道火箭之所以可以升空，是利用力的作用是相互的原理。当火箭对燃气施加向下的力时，燃气同时也对火箭施加一个向上的推力。

在火箭升空过程中，推力对火箭做功，致使火箭加速上升，也就是说，火箭的动能在增

大（速度在增大），重力势能也在增大（被举高的高度在增加），即火箭的机械能总量一直在增大，机械能处于不守恒状态。



图 11-4-14 我国运载能力最大的火箭长征五号（昵称“胖五”）升空时的场景



## 本节我们学习的物理规律

### 1、什么是能（能量）

能量是指一个物体具有做功的本领，简称为能。

### 2、动能与什么因素有关？

动能的大小很可能与物体的质量、以及它具有的速度有关，质量越大，速度越大，动能越大。

### 3、重力势能与什么因素有关？

重力势能的大小很可能与物体的质量、被举高的高度有关，质量越大，被举高的高度越高，重力势能越大。

### 4、弹性势能与什么因素有关？

弹性势能的大小很可能与弹性材料的弹性强弱、形变程度的大小有关，弹性越强，形变程度越大，弹性势能越大。

### 5、什么是机械能？

物理学上，将物体的动能和势能的总和称为机械能。其中，势能是指重力势能与弹性势能的统称。

### 6、什么是机械能守恒

没有受到阻力的作用，也没有受到外力作用下，在动能与势能相互转化过程中，物体的机械能总量不变，我们称为机械能守恒。



## 自我检测与巩固

1、下列物体中：

A、挂在屋顶上的电灯；

B、被拉开的弹簧门；

C、空中飞行的小鸟；



- D、在冰场滑行的运动员；
- E、从斜坡上滚下的石头；
- F、在平直公路上行驶的汽车。

只具有动能的是\_\_\_\_\_；只具有势能的是\_\_\_\_\_；既具有动能，又具有势能的是\_\_\_\_\_。

2、在空中飞行的小鸟，某时刻具有的机械能为 1000J，若此时它的势能为 130J，则小鸟此时的动能为 \_\_\_\_\_J。

3、质量较大的喜鹊与质量较小的燕子在空中飞行，如果它们的动能相等，那么\_\_\_\_\_飞得快。

4、质量相同的甲、乙两物体分别从同一高度处沿光滑的斜面和粗糙的斜面下滑到地面上，两物体重力势能减小的情况是甲\_\_\_\_\_乙。

5、如果汽车空载和满载时都以同样的速度行驶，那么空载时具有的动能\_\_\_\_\_满载时具有的动能；停放在山顶的卡车具有的重力势能\_\_\_\_\_该卡车停在山脚时具有的重力势能。

6、三峡水库修建大坝，为了提高水位，增加水的\_\_\_\_\_。

7、关于能的概念，下列说法正确的是（ ）

- A、用线悬挂的物体，它没有做功，它不具有机械能
- B、在空中飞行的子弹，因为它能做功，所以它具有机械能
- C、甲物体的运动速度比乙物体大，则甲物体的动能一定大
- D、甲物体的高度比乙物体高，则乙物体的重力势能一定大