

第八章 机械能守恒定律



2 重力势能

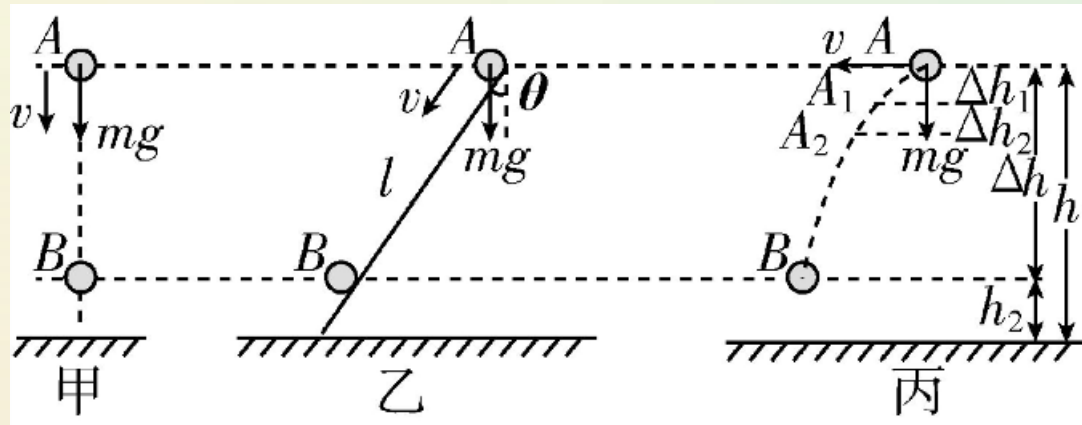
学 习 目 标

- 1.通过研究物体沿不同路径下落重力做功的特点,知道重力做功和路径无关.通过定量研究重力做功与能量变化的关系,得到重力势能的表达式.理解重力势能公式的含义,体会物理量的引入方法.
- 2.通过实例分析,选取不同的参考平面,同一物体在同一位置重力势能不同,了解重力势能的相对性.掌握重力势能变化的绝对性,掌握重力做功与重力势能变化的关系,培养应用物理知识解决实际问题的能力.
- 3.结合日常生活中的实例,理解发生弹性形变的物体具有弹性势能.了解弹性势能的大小由哪些因素决定.会分析弹性势能跟其他形式能量的转化,培养知识迁移能力.



知识点一 重力做的功

1.如图所示,小球从A点运动到B点有以下三种情况.



甲: $W_G = mg\Delta h = \underline{mgh_1 - mgh_2}$.

乙: $W_G' = mgl\cos\theta = mg\Delta h = \underline{mgh_1 - mgh_2}$.



丙:把整个路径 AB 分成许多很短的间隔 AA_1, A_1A_2, \dots ,每一小段都可以近似地看作一段倾斜的直线,设每段小斜线的高度差分别为 $\Delta h_1, \Delta h_2, \dots$,物体通过整个路径时重力做的功 $W_G'' = mg\Delta h_1 + mg\Delta h_2 + \dots = mg \times (\Delta h_1 + \Delta h_2 + \dots) = mg\Delta h = \underline{mgh_1 - mgh_2}$

2.重力做功的特点.

(1)只跟物体的起点和终点的位置有关,而跟物体运动的路径无关.

(2)物体下降时重力做正功,物体被举高时重力做负功.

3.重力做功的表达式: $W_G = \underline{mgh_1 - mgh_2}$,其中 h_1 、 h_2 分别表示物体起点和终点的高度.



知识点二 重力势能

1.重力势能与物体相对地球的位置(或高度)有关.重力势能的表达式为 $E_p=mgh$,其单位是焦耳,与功的单位相同.

2.重力势能是地球与物体组成的“系统”所共有的.重力势能是标量.

3.重力做功与重力势能的关系.

(1)关系: $W_G = E_{p1} - E_{p2} = -\Delta E_p$,即重力所做的功等于物体重力势能变化量的负值.



(2)分析:当物体从高处运动到低处时,重力做正功,重力势能减少,即 $W_G > 0, E_{p1} > E_{p2}$,重力势能的减少量等于重力做的功;当物体由低处运动到高处时,重力做负功,重力势能增加,即 $W_G < 0, E_{p1} < E_{p2}$,重力做负功,也叫作物体克服重力做功,重力势能的增加量等于物体克服重力所做的功.

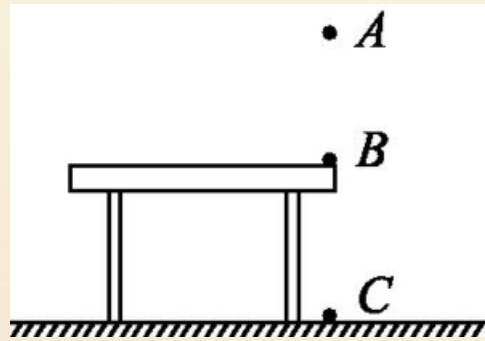


知识点三 重力势能的相对性

1. 物体的重力势能总是相对于某一水平面来说的, 这个水平面叫作参考平面. 在这个水平面上, 物体的重力势能取为0. 选择哪个水平面为参考平面, 可视研究问题的方便而定. 通常选择地面为参考平面.



2. 如图所示,分别选取地面、桌面、 A 所在的水平面为参考平面,试判断物体在 A 、 B 、 C 三点的重力势能是正值、负值还是0,完成表格.



参考平面	E_{pA}	E_{pB}	E_{pC}
地面	正值	正值	0
桌面	正值	0	负值
A 所在的水平面	0	负值	负值



知识点四 弹性势能

1.如图所示,射箭运动员将弓拉开可以把箭射出,这说明什么?

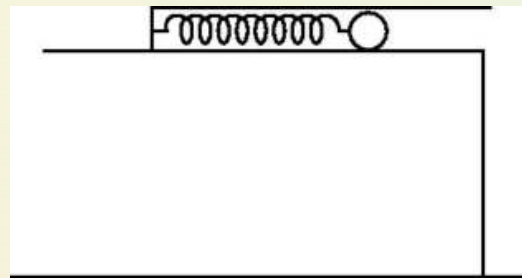


答案:拉开的弓能将箭射出说明弓发生弹性形变具有能量.

2.弹性势能:发生弹性形变的物体的各部分之间,由于有弹力的相互作用,也具有势能,这种势能叫作弹性势能.



3.如图所示,用弹簧制作一弹射装置.要想把小球弹得更远,弹簧的压缩量必须怎样?要想把小球弹得更远,对弹簧的劲度系数有什么要求?由此猜想,对同一弹簧而言,弹性势能的大小与什么因素有关?



答案:要想把小球弹得更远,弹簧的压缩量必须更大(但必须在弹性限度内);弹簧的劲度系数必须更大.弹性势能与弹簧的形变量及劲度系数有关.



◎小试身手

判断下列说法的正误并和同学交流(正确的打“√”,错误的打“×”).

1.同一人沿不同路径从山脚到达山顶时,克服重力做的功相同.(√)

2.选择不同的参考平面,同一物体重力势能的数值就不相同. (√)

3.同一物体的重力势能 $E_{p1}=2\text{ J}$, $E_{p2}=-3\text{ J}$,则 $E_{p1}>E_{p2}$.(√)

4.重力做功 $W_G=-20\text{ J}$ 时,物体的重力势能减小 20 J .(×)



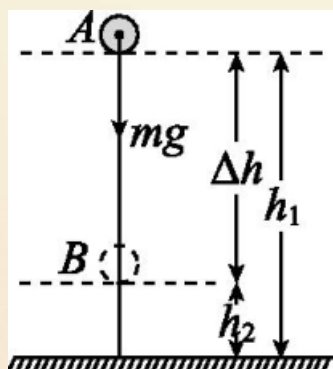
- 5.弹性势能与弹簧的弹性形变量和劲度系数有关.()
- 6.不同弹簧发生相同的形变量时弹力做功相同.()
- 7.弹力做正功,弹性势能就增大;弹力做负功,弹性势能就减小.()



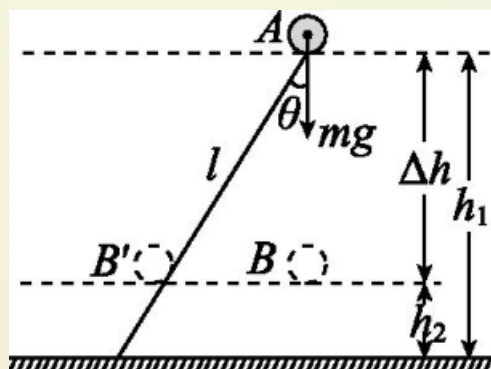
探究一 重力做的功与重力势能

◎问题情境

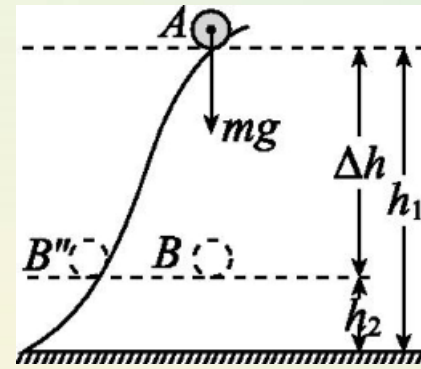
质量为 m 的物体,从距离地面高度为 h_1 的位置 A ,分别沿不同的路径,运动到距离地面高度为 h_2 的位置,如图所示.



甲 物体竖直
向下运动



乙 物体沿斜
面向下运动



丙 物体沿曲
面向下运动



1. 物体从位置A竖直向下运动到位置B,如图甲所示,重力做功是多少?

答案:从A→B,重力做功为 $W_G = mg\Delta h = mgh_1 - mgh_2$.

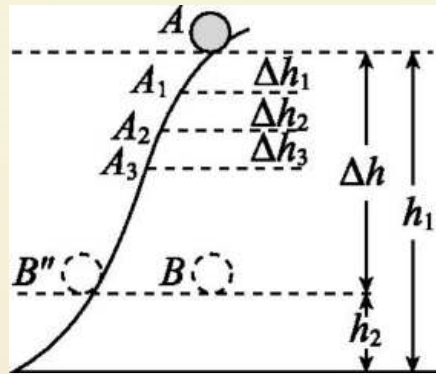
2. 物体从位置A先沿斜面向下运动到位置B',再水平运动到位置B,如图乙所示,重力做功是多少?

答案:物体沿斜面运动的距离是 l ,从A→B',重力做功为 $W_G = mgl\cos\theta = mg\Delta h = mgh_1 - mgh_2$.



3. 物体从位置 A 先沿曲面向下运动到位置 B'' ,再水平运动到位置 B ,如图丙所示,重力做功是多少?

答案:从 $A \rightarrow B''$,我们把整个路径分成许多段很短的间隔,经过的路程分别为 $AA_1, A_1A_2, A_2A_3, \dots$,由于每一段都很小,因而都可以近似地看作一段倾斜的直线,如图所示.



设每段小斜线的高度差分别是 $\Delta h_1, \Delta h_2, \Delta h_3, \dots$, 则物体通过每段小斜线时重力做的功分别为 $mg\Delta h_1, mg\Delta h_2, mg\Delta h_3, \dots$ 。物体通过整个路径时重力做的功, 等于重力在每小段上做的功的代数和, 即

$$W = mg\Delta h_1 + mg\Delta h_2 + mg\Delta h_3 + \dots$$

$$= mg(\Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta h_3 + \dots)$$

$$= mg\Delta h$$

$$= mgh_1 - mgh_2$$

从 $B'' \rightarrow B$, 重力不做功, 所以从 $A \rightarrow B$, 重力做功为 $W_G = mgh_1 - mgh_2$ 。



4.重力做功与重力势能有什么关系?

答案:选地面为参考平面,物体在与地面高度为 h_1 的位置的重力势能为 $E_{p1}=mgh_1$,在与地面高度为 h_2 的位置的重力势能为 $E_{p2}=mgh_2$,所以高度由 h_1 降到 h_2 ,物体的重力势能减小了 mgh_1-mgh_2 ,可知重力做正功,重力势能减小,重力做负功,重力势能增大.重力做功与重力势能的变化量的关系为

$$W_G=mgh_1-mgh_2=E_{p1}-E_{p2}=-\Delta E_p.$$



◎过程建构

1.重力做功的表示方法.

重力做功与路径无关,只与初位置和末位置的高度差 Δh 有关,物体下降时 $W_G=mg\Delta h$,物体上升时 $W_G=-mg\Delta h$.



2.重力做功与重力势能的关系.

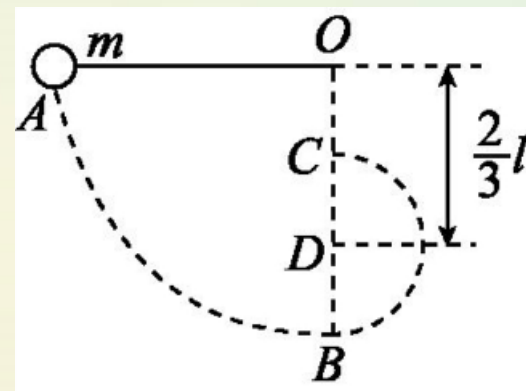
项目	重力做功	重力势能
表达式	$W_G = mg \Delta h$	$E_p = mgh$
影响因素	重力 mg 和初、末位置的高度差 Δh	重力 mg 和相对参考平面的高度 h
特点	只与初、末位置的高度差有关, 与路径及参考平面的选择无关	与参考平面的选择有关, 选择不同的参考平面, 物体重力势能的数值不同
	过程量	状态量
联系	重力做功的过程是重力势能改变的过程, 重力做正功, 重力势能减少, 重力做负功, 重力势能增加, 且重力做了多少功, 重力势能就改变多少, 即 $W_G = E_{p1} - E_{p2} = -\Delta E_p$	



【典例1】 如图所示,质量为 m 的小球,用一长为 l 的细线悬于 O 点,将悬线拉直成水平状态,并给小球一个向下的速度让小球向下运动, O 点正下方 D 处有一钉子,小球运动到 B 处时会以 D 为圆心做圆周运动,并经过 C 点,若已知 $OD=\frac{2}{3}l$,重力加速度为 g ,则小球由 A 点运动到 C 点的过程中:

(1)重力做功为多少?

(2)重力势能减少了多少?



解析: (1) 小球从A点运动到C点, 小球下落的高度为 $h=\frac{1}{3}l$, 故重力做功 $W_G=mgh=\frac{1}{3}mgl$.

(2) 方法一

小球从A点运动到C点, 重力势能减少了 $E_{p1}-E_{p2}=W_G=\frac{1}{3}mgl$.

方法二

选B点所在的水平面为参考平面,
小球在A点的重力势能为 $E_{p1}=mgl$,

在C点的重力势能为 $E_{p2}=\frac{2}{3}mgl$, 小球从A点运动到C点, 重力势能减少了 $E_{p1}-E_{p2}=mgl-\frac{2}{3}mgl=\frac{1}{3}mgl$.

答案: (1) $\frac{1}{3}mgl$ (2) $\frac{1}{3}mgl$



规 律 方 法

重力势能变化量的求解方法

(1)定义法:选取参考平面,确定物体相对参考平面的高度 h ,代入 $E_p=mgh$ 求解重力势能,然后根据 $\Delta E_p=E_{p2}-E_{p1}$ 求出重力势能的变化量.

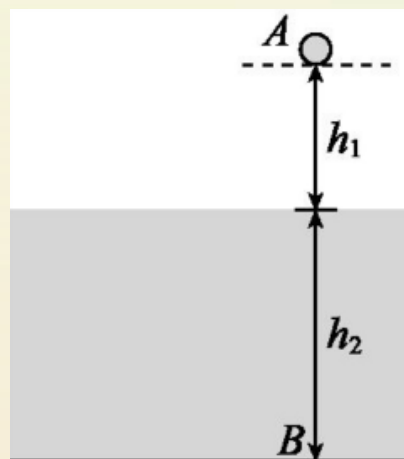
(2) W_G 和 E_p 关系法:根据 $W_G=E_{p1}-E_{p2}=-\Delta E_p$ 求解.



探究二 重力势能的相对性

◎问题情境

质量为 m 的物体从离水面 h_1 高处的 A 点由静止释放,落在距水面为 h_2 的水平池底的 B 点,如图所示.重力加速度为 g .



1. 请按要求填写下表.

参考平面	物体在A点的重力势能	物体在B点的重力势能	整个下落过程中物体重力做的功	整个下落过程中物体重力势能的变化量
水面	mgh_1	$-mgh_2$	$mg(h_1+h_2)$	$-mg(h_1+h_2)$
池底	$mg(h_1+h_2)$	0	$mg(h_1+h_2)$	$-mg(h_1+h_2)$



2. 仔细分析表中数据,你能得到什么结论?

答案:选取不同的参考平面,物体的重力势能的数值不同,对于一个确定的过程,重力做功 W_G 和重力势能的变化量 ΔE_p 与参考平面的选择无关.



◎过程建构

1.重力势能的相对性: $E_p=mgh$ 中的 h 是物体重心相对参考平面的高度.选择的参考平面不同,则物体的高度 h 不同,重力势能的大小也就不同,所以确定物体在某点的重力势能首先要选择参考平面.

2.重力势能的系统性:重力是地球与物体相互吸引产生的,所以重力势能是物体和地球组成的系统所共有的,平时所说的“物体”的重力势能只是一种简化的说法.



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/948011035124006070>