

第五节 探究弹性势能的表达式

1. 理解弹性势能的概念。
2. 进一步了解功和能的关系，掌握弹力做功与弹性势能变化的关系。
3. 知道弹簧的弹性势能的大小跟劲度系数和形变量有关。
4. 领悟通过细分过程化变力为恒力计算变力做功的思想方法。

01 课前自主学习 KEQIANZIZHUXUEXI

1. 弹性势能的认识

(1) 弹性势能的概念

发生01弹性形变的物体的各部分之间，由于有02弹力的相互作用而具有的势能，叫做弹性势能。

(2) 弹簧的弹性势能

当弹簧的长度为03原长时，它的弹性势能为 0，弹簧被04拉长或被05压缩后，就具有了弹性势能。

2. 探究弹性势能的表达式

(1) 决定弹性势能大小相关因素的猜想

①猜想依据：弹性势能和重力势能同属06势能，重力势能大小与物体的07质量和08高度有关，弹簧弹力与其09形变量和10劲度系数有关。

②猜想结论：弹性势能与弹簧的11形变量 l 和12劲度系数 k 有关，在弹簧的形变量 l 相同时，弹簧的劲度系数 k 越大，弹簧的弹性势能13越大；在弹簧劲度系数 k 相同时，弹簧形变量 l 越大，弹簧弹性势能14越大。

(2) 探究思想

①弹力做功与弹性势能变化的关系同重力做功与重力势能变化的关系15相似。

②用拉力缓慢拉动弹簧，拉力做的功¹⁹等于克服弹力做的功。

(3) 数据处理

拉力随形变量的增大而²⁰增大，故拉力为变力。计算拉力做功可以用以下两种方法：

①微元法（“化变为恒”法）：把整个过程划分为很多小段，各个小段上的拉力可以近似认为不变，整个过程拉力做的总功等于各段拉力做功的代数和： $W_{\text{总}} = F_1 \Delta l_1 + F_2 \Delta l_2 + F_3 \Delta l_3 + \dots$ 。

②图象法：作出 $F - l$ 图象，则弹力做功等于图象与 l 轴²¹围成的面积。

(4) 结论

$F - l$ 图象如图所示，拉力 F 等于弹力 kl ，故当弹簧形变量为 l_0 时， $F_0 = \underline{22}kl_0$ (k 为弹簧的劲度系数)，图中图线与 l 轴围成的面积表示拉力做功， $W_0 = \underline{23} \frac{1}{2} kl_0^2$ 。

由此可得出，弹性势能的表达式为 $E_p = \underline{24} \frac{1}{2} kl^2$ 。

判一判

(1)不同弹簧发生相同的形变量时弹力做功相同。()

(2)同一弹簧发生不同的形变量时弹力做功不同。()

(3)弹簧弹力做正功时,弹簧弹性势能增加。()

提示: (1)× (2)√ 弹力做功多少除与它的形变量有关外,还与它的劲度系数有关。

(3)× 弹簧弹力做正功时,弹簧弹性势能减少,弹力做负功时,弹性势能增加。

想一想

1. 压缩的弹簧可以把小球弹出很远、拉开的弓可以把箭射出、撑杆跳高运动员可以借助手中的弯曲的杆跳得很高……,这些现象说明什么?

提示: 说明发生弹性形变的物体具有能量,这种形式的能量是由物体的形变而引起的。

2. 如图所示,用一弹簧制作一弹射装置。要想把小球弹的越远,弹簧的形变量必须怎样?由此设想,对同一条弹簧而言,弹性势能与什么因素有关,弹簧把小球弹出过程能量是如何转化的?

提示: 弹簧形变量越大,小球弹的越远,弹性势能与弹簧形变量有关,小球弹出过程中弹簧弹性势能转化为小球动能。

02 课堂探究评价 KETANGTANJIUPINGJIA

课堂任务

弹性势能的产生及相关物理

量

仔细观察下列图片，认真参与“师生互动”。

活动 1: 甲、乙图中射箭和弹弓有什么共同点?

提示: 都是依靠物体产生弹性形变而具有弹性势能进行工作的。都是形变的物体恢复原状的过程中对另一个物体有作用力, 从而使“箭”或“弹”射出。

活动 2: 甲、乙图中的装备不变怎么能使“箭”或“弹”射得更远? 与弓的质量有关吗?

提示: 只有加大力度让弹性形变的物体形变量更大才行。增加或减小弓的质量不起作用, 与弓的质量无关。

活动 3: 乙图中小男孩如何实现拉开橡皮条较小距离就可以使同样的石头射得更远?

提示: 多用几条橡皮条, 或者换用要较大力才能拉开同样距离的橡皮条, 类似于增大弹簧的劲度系数。

活动 4: 如丙图所示, 将同一弹簧压缩到不同的程度, 让其推动木块, 哪种推得更远?

提示: 压缩量大的弹簧把木块推得更远。

活动 5: 如丙图所示, 取一个硬弹簧, 一个软弹簧, 分别把它们压缩相同程度, 让其推动木块, 哪种推得更远?

提示: 硬弹簧把木块推得更远。

活动 6: 讨论、交流、展示, 得出结论。

(1) 弹性势能的产生原因

① 物体发生了弹性形变。

② 各部分间的弹力作用。

(2) 影响弹簧的弹性势能的因素

弹性势能与重力势能同属于势能, 由此, 影响弹性势能的因素猜想如下:

	重力势能	弹性势能
影响因素	与物体被举起的高度 h 有关, h 越大, 重力势能越大	可能与弹簧的形变量 l 有关, l 越大, 弹性势能越大
	不同质量物体的高度相同, 重力势能不同, 质量越大, 重力势能越大	形变量相同但劲度系数 k 不同的弹簧, 弹性势能不同, k 越大, 弹性势能越大
结论	弹性势能与弹簧的劲度系数 k 和形变量 l 有关, 且 k 越大, l 越大, 弹性势能越大	

例 1 关于弹性势能，下列说法中正确的是()

- A. 只有弹簧发生弹性形变时才具有弹性势能，其他物体发生弹性形变时不会有弹性势能
- B. 弹簧伸长时有弹性势能，压缩时没有弹性势能
- C. 在弹性限度范围内，同一个弹簧形变量越大，弹性势能就越大
- D. 火车车厢底下的弹簧比自行车车座底下的弹簧硬，则将它们压缩相同的长度时，火车车厢底下的弹簧具有的弹性势能小

(1) 什么物体具有弹性势能？

提示：只要有弹性形变的物体都具有弹性势能。

(2) 弹簧弹性势能与哪些因素有关？

提示：与弹簧的形变量和劲度系数有关。形变量越大，劲度系数越大，弹性势能越大。

[规范解答] 所有发生弹性形变的物体都具有弹性势能，A 错误；弹簧伸长和压缩时都具有弹性势能，B 错误；弹性势能大小与弹簧形变量大小有关，形变量越大，弹性势能越大，C 正确；火车车厢底下的弹簧比自行车车座底下的弹簧劲度系数大，所以压缩相同长度时火车车厢底下的弹簧具有的弹性势能大，D 错误。

[完美答案] C

所有发生弹性形变的物体都具有弹性势能，弹性形变越大，劲度系数越大，弹性势能越大。

[变式训练1] 关于弹簧的弹性势能，下列说法中正确的是()

- A. 当弹簧变长时，它的弹性势能一定增大
- B. 当弹簧变短时，它的弹性势能一定变小
- C. 在拉伸长度相同时，劲度系数 k 越大的弹簧，它的弹性势能越大
- D. 弹簧在拉伸时的弹性势能一定大于压缩时的弹性势能

答案 C

解析 弹簧弹性势能的大小，跟劲度系数和形变量（拉伸或压缩的长度）有关，劲度系数越大，形变量越大，弹性势能越大，C 正确，D 错误。如果弹簧原来处在压缩状态，当它变长时，它的弹性势能应先减小后增大，在原长处最小，A 错误，同理，B 错误。

课堂任务

弹性势能与弹力做功的关系

仔细观察下列图片，认真参与“师生互动”。

活动 1：小孩拉弹簧时小孩对弹簧做什么功？弹簧的弹力做什么功？弹簧的弹性势能怎

么变化？

提示：小孩拉弹簧时，拉力和位移方向一致，小孩对弹簧做正功。而弹力与位移方向相反，弹力做负功。弹簧的形变量增大，弹性势能增加。

活动 2：弹簧伸长后（处于拉伸状态）小孩松手弹簧恢复原长的过程中弹簧的弹力做什么功？弹簧的弹性势能怎么变化？要是小孩在弹簧恢复原长的过程中还拉着弹簧，弹性势能还减小吗？

提示：小孩松手后，弹簧恢复原长的过程中，弹力与位移方向一致，弹力做正功。弹簧形变量减小，弹性势能减小。小孩在弹簧恢复原长的过程中拉不拉着弹簧结论都是一样的。

活动 3：小孩压缩弹簧的过程中，弹簧的弹力做什么功？做的功越多弹性势能越大吗？

提示：小孩压缩弹簧的过程中，弹力与位移方向相反，弹力做负功。形变量增大，弹性势能增加；而且，做的负功越多，压缩量越大，弹性势能越大。

活动 4：讨论、交流、展示，得出结论。

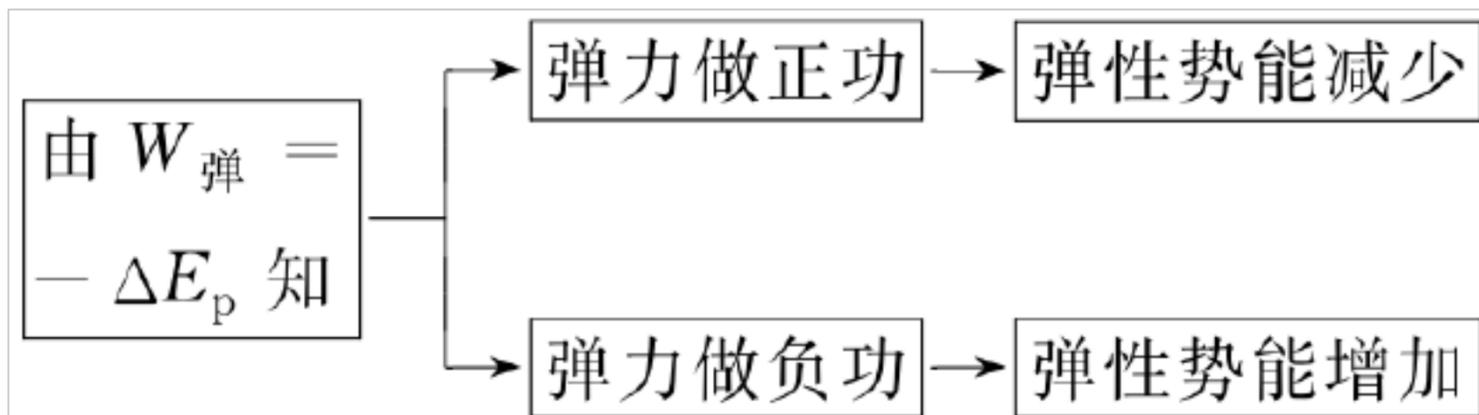
(1) 弹性势能与弹力做功的定性关系

① 弹力做负功时，弹性势能增大，其他形式的能转化为弹性势能。

② 弹力做正功时，弹性势能减小，弹性势能转化为其他形式的能。

(2) 弹性势能与弹力做功的定量关系：弹力做功与弹性势能的关系式为 $W_{\text{弹}} = -\Delta E_p = E_{p1} - E_{p2}$ 。

(3) 弹性势能与弹力做功的关系图



弹性势能只与弹力做功有关，跟其他任何力是否做功、做多少功没有关系。

例 2 如图所示，质量为 m 的物体静止在地面上，物体上面连着一个轻弹簧，用手拉住弹簧上端上移 H ，将物体缓缓提高 h ，拉力 F 做功 W_F ，不计弹簧的质量，则下列说法正确的是（ ）

- A. 重力做功 $-mgh$ ，重力势能减少 mgh
- B. 弹力做功 $-W_F$ ，弹性势能增加 W_F
- C. 重力势能增加 mgh ，弹性势能增加 FH
- D. 重力势能增加 mgh ，弹性势能增加 $W_F - mgh$

(1) 重力势能的改变只与_____有关,

与有无其他力做功、做多少功_____。

提示: 重力做功 无关

(2) 弹性势能的改变只与_____有关, 与有无其他力做功, 做多少功_____, 但由于弹力是_____力, 所以往往间接求弹力做功。

提示: 弹力做功 无关 变

[规范解答] 可将整个过程分为两个阶段:

一是弹簧伸长到物体刚要离开地面, 拉力克服弹力做功 $W_{F1} = -W_{\text{弹}}$, 等于弹性势能的增量;

二是弹簧长度不变, 物体上升 h , 拉力克服重力做功 $W_{F2} = -W_G = mgh$, 等于重力势能的增量, 又由 $W_F = W_{F1} + W_{F2}$ 可知 A、B、C 错误, D 正确。

[完美答案] D

弹性势能的变化与弹力做功的关系

(1) 弹力做功和重力做功一样也与路径无关, 只与初、末位置有关。

(2) 弹性势能的变化只与弹力做功有关, 与其他任何力做不做功都没关系。弹力对其他物体做了多少功, 弹性势能就减少多少, 克服弹力做多少功, 弹性势能就增加多少, 弹性势能

的变化量总等于弹力做功的负值，即 $W_{\text{弹}} = -\Delta E_p$ 。

(3) 弹性势能具有相对性，但其变化量具有绝对性，故在判断弹性势能的变化时不必考虑零势能位置。弹簧原长处弹性势能最小，往往认为是零。

[变式训练2] 如图所示，一轻弹簧一端固定于 O 点，另一端系一重物，将重物从与悬点 O 在同一水平面且弹簧保持原长的 A 点无初速度地释放，让它自由摆下，不计空气阻力，在重物由 A 点摆向最低点 B 的过程中()

- A. 重力做正功，弹簧弹力不做功
- B. 重力做正功，弹簧弹力做正功
- C. 重力不做功，弹簧弹力不做功，弹性势能不变
- D. 重力做正功，弹簧弹力做负功，弹性势能增加

答案 D

解析 在重物由 A 点摆向最低点 B 的过程中，重力做正功，弹簧伸长，弹力做负功，弹性势能增加，故 D 正确，A、B、C 错误。

课堂任务

弹性势能的表达式

仔细观察下列图片，认真参与“师生互动”。

活动 1：甲图是什么意思？

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/925340012143012010>