

第 5.4 节 功能关系和能量守恒定律

要点一 功能关系的理解与应用

1. 自然现象中蕴藏着许多物理知识, 如图 5-4-1 所示为一个盛水袋, 某人从侧面缓慢推袋壁使它变形, 则水的势能()

{INCLUDEPICTURE"15wl5-69.TIF"}

图 5-4-1

- A. 增大 B. 变小 C. 不变 D. 不能确定

2. 轻质弹簧右端固定在墙上, 左端与一质量 $m=0.5\text{ kg}$ 的物块相连, 如图 5-4-2 甲所示。弹簧处于原长状态, 物块静止且与水平面间的动摩擦因数 $\mu=0.2$ 。以物块所在处为原点, 水平向右为正方向建立 x 轴。现对物块施加水平向右的外力 F , F 随 x 轴坐标变化的情况如图乙所示。物块运动至 $x=0.4\text{ m}$ 处时速度为零。则此时弹簧的弹性势能为(g 取 10 m/s^2)()

{INCLUDEPICTURE"15wl5-70.TIF"}

图 5-4-2

- A. 3.1 J B. 3.5 J C. 1.8 J D. 2.0 J

3. 如图 5-4-3 是安装在列车车厢之间的摩擦缓冲器结构图。图中①和②为楔块, ③和④为垫板, 楔块与弹簧盒、垫板间均有摩擦。在车厢相互撞击使弹簧压缩的过程中()

{INCLUDEPICTURE"14GD-6.TIF"}

图 5-4-3

- A. 缓冲器的机械能守恒 B. 摩擦力做功消耗机械能
C. 垫板的动能全部转化为内能 D. 弹簧的弹性势能全部转化为动能

要点二 摩擦力做功与能量的关系

[典例] 如图 5-4-4 所示，有一个可视为质点的质量为 $m=1\text{ kg}$ 的小物块。从光滑平台上的 A 点以 $v_0=2\text{ m/s}$ 的初速度水平抛出，到达 C 点时，恰好沿 C 点的切线方向进入固定在水平地面上的光滑圆弧轨道，最后小物块滑上紧靠轨道末端 D 点的质量为 $M=3\text{ kg}$ 的长木板。已知木板上表面与圆弧轨道末端切线相平，木板下表面与水平地面之间光滑，小物块与长木板间的动摩擦因数 $\mu=0.3$ ，圆弧轨道的半径为 $R=0.4\text{ m}$ ， C 点和圆弧的圆心连线与竖直方向的夹角 $\theta=60^\circ$ ，不计空气阻力， g 取 10 m/s^2 。求：

- (1)小物块刚要到达圆弧轨道末端 D 点时对轨道的压力；
- (2)要使小物块不滑出长木板，木板的长度 L 至少多大？

{INCLUDEPICTURE"15w15-71.TIF"}

图 5-4-4

[针对训练]

1. 如图 5-4-5 所示，一足够长的木板在光滑的水平面上以速度 v 向右匀速运动，现将质量为 m 的物体竖直向下轻轻地放置在木板上的右端，已知物体 m 和木板之间的动摩擦因

数为 μ ，为保持木板的速度不变，从物体 m 放到木板上到它相对木板静止的过程中，须对木板施一水平向右的作用力 F ，那么力 F 对木板做功的数值为()

{INCLUDEPICTURE"15WL5-72.TIF"}

图 5-4-5

A. $\frac{mv^2}{4}$

B. $\frac{mv^2}{2}$

C. mv^2

D. $2mv^2$

2. 某电视娱乐节目装置可简化为如图 5-4-6 所示模型。倾角 $\theta=37^\circ$ 的斜面底端与水平传送带平滑接触，传送带 BC 长 $L=6\text{ m}$ ，始终以 $v_0=6\text{ m/s}$ 的速度顺时针运动。将一个质量 $m=1\text{ kg}$ 的物块由距斜面底端高度 $h_1=5.4\text{ m}$ 的 A 点静止滑下，物块通过 B 点时速度的大小不变。物块与斜面、物块与传送带间动摩擦因数分别为 $\mu_1=0.5$ 、 $\mu_2=0.2$ ，传送带上表面距地面的高度 $H=5\text{ m}$ ， g 取 10 m/s^2 ， $\sin 37^\circ=0.6$ ， $\cos 37^\circ=0.8$ 。

{INCLUDEPICTURE"15wl5-73.TIF"}

图 5-4-6

(1)求物块由 A 点运动到 C 点的时间；

(2)若把物块从距斜面底端高度 $h_2=2.4\text{ m}$ 处静止释放，求物块落地点到 C 点的水平距离；

(3)求物块距斜面底端高度满足什么条件时，将物块静止释放均落到地面上的同一点 D 。

要点三 能量转化与守恒的应用

[典例] 如图 5-4-7 所示, 固定斜面的倾角 $\theta=30^\circ$, 物体 A 与斜面之间的动摩擦因数 $\mu=\sqrt{\frac{3}{2}}$, 轻弹簧下端固定在斜面底端, 弹簧处于原长时上端位于 C 点。用一根不可伸长的轻绳通过轻质光滑的定滑轮连接物体 A 和 B , 滑轮右侧绳子与斜面平行, A 的质量为 $2m$, B 的质量为 m , 初始时物体 A 到 C 点的距离为 L 。现给 A 、 B 一初速度 $v_0>\sqrt{gL}$, 使 A 开始沿斜面向下运动, B 向上运动, 物体 A 将弹簧压缩到最短后又恰好能弹到 C 点。已知重力加速度为 g , 不计空气阻力, 整个过程中, 轻绳始终处于伸直状态, 求:

{INCLUDEPICTURE"15WL5-74.TIF"}

图 5-4-7

- (1)物体 A 向下运动刚到 C 点时的速度;
- (2)弹簧的最大压缩量;
- (3)弹簧的最大弹性势能。

[针对训练]

1. 如图 5-4-8 所示, $ABCD$ 是一个盆式容器, 盆内侧壁与盆底 BC 的连接处都是一段与 BC 相切的圆弧, B 、 C 在水平线上, 其距离 $d=0.50\text{ m}$ 。盆边缘的高度为 $h=0.30\text{ m}$ 。在 A

处放一个质量为 m 的小物块并让其从静止出发下滑。已知盆内侧壁是光滑的，而盆底 BC 面与小物块间的动摩擦因数为 $\mu=0.10$ 。小物块在盆内来回滑动，最后停下来，则停下的位置到 B 的距离为()

{INCLUDEPICTURE"15wl5-75.TIF"}

图 5-4-8

- A. 0.50 m B. 0.25 m C. 0.10 m D. 0

2.2013 年我国相继完成“神十”与“天宫”对接、“嫦娥”携“玉兔”落月两大航天工程。某航天爱好者提出“玉兔”回家的设想：如图 5-4-9，将携带“玉兔”的返回系统由月球表面发射到 h 高度的轨道上，与在该轨道绕月球做圆周运动的飞船对接，然后由飞船送“玉兔”返回地球。设“玉兔”质量为 m ，月球半径为 R ，月面的重力加速度为 $g_{\text{月}}$ 。以月面为零势能面，“玉兔”在 h 高度的引力势能可表示为 $E_p = \frac{GMmh}{R(R+h)}$ ，其中 G 为引力常量， M 为月球质量。若忽略月球的自转，从开始发射到对接完成需要对“玉兔”做的功为()

{INCLUDEPICTURE"14GS-12.TIF"}

图 5-4-9

- A. $\frac{1}{2}mg_{\text{月}}R(R+h)(h+2R)$ B. $\frac{1}{2}mg_{\text{月}}R(R+h)(h+\sqrt{2}R)$
 C. $\frac{1}{2}mg_{\text{月}}R(R+h)(h+\frac{1}{2}R)$ D. $\frac{1}{2}mg_{\text{月}}R(R+h)(h+\frac{1}{2}R)$

3. 如图 5-4-10 所示, 光滑水平面 AB 与竖直面内的半圆形导轨在 B 点相切, 半圆形导轨的半径为 R 。一个质量为 m 的物体将弹簧压缩至 A 点后由静止释放, 在弹力作用下物体获得某一向右的速度后脱离弹簧, 当它经过 B 点进入导轨的瞬间对轨道的压力为其重力的 8 倍, 之后向上运动恰能到达最高点 C 。(不计空气阻力)试求:

{INCLUDEPICTURE"15WL5-77.TIF"}

图 5-4-10

- (1)物体在 A 点时弹簧的弹性势能;
- (2)物体从 B 点运动至 C 点的过程中产生的内能。