# 第八章 机械能守恒定律 复习与提高

## A 组

1．一个弹性很好的橡胶球被竖直抛下，落到坚硬的水平地面上被弹回，回跳的高度比抛出点高 2 m，那么，在抛出点必须以多大的速度将球向下抛出？不计空气阻力和球与地面碰撞时的能量损失。

2．一台起重机，匀加速地将质量 *m* 为 1.0×103 kg 的货物从静止开始竖直吊起，在 2 s 末货物的速度 *v* 为 4.0 m/s ，不计空气阻力，*g* 取 10 m/s2 。

（1）求起重机在这 2 s 内的输出功率。

（2）求起重机在 2 s 末的输出功率。

3．沿倾角为 *θ* 的斜面向上推一个质量为 *m* 的木箱，推力 *F* 与斜面平行，推上的距离为 *x*，木箱与斜面间的动摩擦因数为 *μ*，重力加速度大小为 *g*，请完成下述要求。

（1）画出题中物理情境的示意图，并画出木箱所受的各个力，用字母标明力的名称。

（2）写出各力做功的表达式。

（3）写出各力做功的代数和，即总功的表达式。

（4）写出合力的表达式。

（5）写出合力做功的表达式，并与总功的表达式加以比较。

4．质量为 *m* 的汽车，启动后沿平直路面行驶，如果发动机的输出功率恒为 *P*，且行驶过程中受到的阻力大小一定，汽车能够达到的最大速度为 *v*。

（1）求行驶过程中汽车受到的阻力大小。

（2）当汽车的车速为 时，求汽车的瞬时加速度的大小。

5．从地面以 *v*0 的速度竖直向上抛出一物体，不计空气阻力，重力加速度为 *g*，以地面为重力势能的零势能面。

（1）求物体上升的最大高度 *h*。

（2）物体的重力势能为动能的一半时，求物体离地面的高度 *h*1。

（3）物体的重力势能和动能相等时，求物体离地面的高度 *h*2。

（4）物体的动能是重力势能的一半时，求物体离地面的高度 *h*3。

（5）物体的速率为 时，求物体离地面的高度 *h*4。

6．如图 8-1，光滑水平面 AB 与竖直面内的粗糙半圆形导轨在 B 点相接，导轨半径为 *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速度后脱离弹簧，它经过 B 点的速度为 *v*1 ，之后沿半圆形导轨运动，到达 C 点的速度为 *v*2 。重力加速度为 *g*。

C

B

A

*m*

O

*R*

图 8-1

（1）求弹簧压缩至 A 点时的弹性势能。

（2）求物体沿半圆形导轨运动过程中阻力所做的功。

## B 组

1．如图 8-2 所示，一质量为 *m* 的小球，用长为 *l* 的轻绳悬挂于 O 点的正下方 P 点。已知重力加速度大小为 *g*。

P

*θ*

*l*

O

Q

*F*

图 8-2

（1）小球在水平拉力的作用下，从 P 点缓慢地移动到 Q 点，求水平拉力 *F* 做的功。

（2）小球在水平恒力 *F* = *mg* 的作用下，从 P 点运动到 Q 点，求小球在 Q 点的速度大小。

【参考答案】（1）*mgl*(1 − cos*θ*)

（2）

2．A、B 两物体的质量之比 *m*A∶*m*B = 2∶1，它们以相同的初速度 *v*0 在水平面上做匀减速直线运动，直到停止，其 *v*–*t* 图像如图 8–3 所示。此过程中，A、B 两物体受到的摩擦力做的功之比 *W*A∶*W*B 是多少？ A、B 两物体受到的摩擦力之比 *F*A∶*F*B 是多少？

A

B

*v*

*v*0

*O*

*t*

2*t*

*t*

图 8–3

3．某地有一风力发电机（图 8-4），它的叶片转动时可形成半径为 20 m 的圆面。某时间内该地区的风速是 6.0 m/s，风向恰好跟叶片转动的圆面垂直，已知空气的密度为 1.2 kg/m3，假如这个风力发电机能将此圆内 10% 的空气动能转化为电能。

图 8-4

（1）求单位时间内冲击风力发电机叶片圆面的气流的体积。

（2）求单位时间内冲击风力发电机叶片圆面的气流的动能。

（3）求此风力发电机发电的功率。

4．如图 8-5，某一斜面的顶端到正下方水平面 O 点的高度为 *h*，斜面与水平面平滑连接。一小木块从斜面的顶端由静止开始滑下，滑到水平面上的 A 点停下。已知小木块与斜面、水平面间的动摩擦因数均为 *μ*，求木块在水平面上停止点 A 的位置到 O 点的距离 *x*，并讨论：*x* 与斜面倾角 *θ* 的大小是否有关？

A

*m*

O

*h*

*x*

图 8-5

5．如图 8-6 所示，竖直轻弹簧固定在水平地面上，弹簧的劲度系数为 *k*，原长为 *l*。质量为 *m* 的铁球由弹簧的正上方 *h* 高处自由下落，与弹簧接触后压缩弹簧，当弹簧的压缩量为 *x* 时，铁球下落到最低点。不计空气阻力，重力加速度为 *g*。

图 8-6

（1）铁球下落到距地面多高时动能最大？

（2）以上过程中弹簧弹性势能的最大值是多少？

6．如图 8-7 所示，轻质动滑轮下方悬挂重物 A、轻质定滑轮下方悬挂重物 B，悬挂滑轮的轻质细线竖直。开始时，重物 A、B 处于静止状态，释放后 A、B 开始运动。已知 A、B 的质量相等，假设摩擦阻力和空气阻力均忽略不计，重力加速度为 *g*，当 A 的位移为 *h* 时，A 的速度有多大？

图 8-7

7．某海湾共占面积 1.0×106 m2 （图 8-8），涨潮时水深 20 m，若利用这个海湾修建一座水坝，此时关上水坝的闸门时，可使水位保持 20 m不变。退潮时，坝外水位降至 18 m。假如利用此水坝建水力发电站，且重力势能转化为电能的效率是 10 %，每天有两次涨潮，涨潮和退潮时水流都推动水轮机发电，试估算该电站一天能发多少电能？

图 8-8

# “复习与提高”参考答案与提示

通过章末习题加强对功、功率、动能、重力势能、弹性势能等基本概念的理解，巩固计算变力做功的方法，练习应用动能定理、机械能守恒定律、能量守恒定律分析解决实际问题，能将实际问题中的对象和过程转换成所学的物理模型，并运用能量守恒的观点对综合性物理问题进行分析和推理，获得结论作出解释。

## A 组

1．6.3 m/s

提示：从将球向下抛出到球上升到最高点，小球减小的动能 Δ*E*k = *mv*02，小球增加的重力势能 Δ*E*p = *mg*Δ*h*，由机械能守恒定律有 Δ*E*k = Δ*E*p，解得 *v*0 = = m/s = 6.3 m/s。

以小球先下降、后上升的往返运动为背景复习机械能守恒定律的简单应用。在应用机械能守恒定律分析解决问题时，只需考虑运动的初状态和末状态，不必考虑两个状态间过程的细节。

2．（1）2.4×104 W；（2）4.8×104 W

提示：（1）起重机匀加速上升的加速度*a* = = m/s2 = 2 m/s2，由*F* − *mg* = *ma*得起重机的牵引力 *F* = *mg* + *ma* = 1×103×（10 + 2）N = 1.2×104 N，起重机在 2 s 内上升的高度 *h* = *at*2 = 4 m，起重机在这 2 s 内的输出功率 *P* = = W = 2.4×104 W。

（2）起重机在2 s末的输出功率*P* = *Fv* = 1.2×104×4 W = 4.8×104 W。

以起重机将货物匀加速竖直吊起为情景，根据初、末速度和时间可求加速度、位移、平均速度，根据牛顿第二定律可求牵引力，根据功的定义或动能定理可求牵引力的功，根据 *P* = 或 *P* = *Fv* 可求功率，培养学生综合应用物理知识、从多个视角分析解决物理问题的能力。

3．（1）如图 8–10 所示。

（2）*F* = *m*gcos*θ*，*F*f = *μF*N。重力做功*W*G = − *mgx*sin*θ*，推力做功*W*F = *Fx*，支持力做功*W*N = 0，摩擦力做功*W*f = − *F*f*x* = − *μmgx*cos*θ*。

（3）总功 *W*总 = *W*F + *W*G + *W*f + *W*N = *Fx* – *mgx*sin*θ* − *μmgx*cos*θ*。

（4）合力 *F*合 = *F* – *mg*sin*θ* − *μmg*cos*θ*。

（5）合力做功 *W*合 = *F*合*x* = （*F* – *mg*sin*θ* − *μmg*cos*θ*）*x*，显然 *W*总 = *W*合。

4．；

提示：（1）当汽车的牵引力等于受到的阻力时，汽车达到最大速度，即 *F* = *F*f。由 *P* = *Fv* 得行驶过程中汽车受到的阻力大小 *F*f = *F* = 。

（2）当汽车的车速为 时，汽车的牵引力 *F* = 。由 *F* – *F*f = *ma* 解得汽车的瞬时加速度的大小为 *a* = 。

5．（1）；（2）；（3）；（4）；（5）

提示：（1）抛出时物体的机械能 *E*0 = *mv*02，物体上升到最高点时的机械能 *E*1 = *mgh*，由机械能守恒定律可知 *E*0 = *E*1。联立解得 *h* = 。

（2）物体的重力势能为动能的一半时的机械能 *E*2 = *mgh*1 + *E*k1。由题设条件知 *mgh*1 = *E*k1，再由机械能守恒定律知 *E*0 = *E*2。联立解得 *h*1 = 。

（3）物体的重力势能和动能相等时的机械能 *E*3 = *mgh*2 + *E*k2。由题设条件知 *mgh*2 = *E*k2，再由机械能守恒定律知 *E*0 = *E*3。联立解得 *h*2 = 。

（4）物体的动能是重力势能的一半时的机械能 *E*4 = *mgh*3 + *E*k3。由题设条件知 *E*k3 = *mgh*3，再由机械能守恒定律知 *E*0 = *E*4。联立解得 *h*3 = 。

（5）物体的速率为 时的机械能 *E*5 = *mgh*4 + *m*()2，由机械能守恒定律知 *E*0 = *E*5，联立解得 *h*4 = 。

6．（1）*mv*12；（2）*mv*22 − *mv*12 + 2*mgR*

提示：（1）物体由 A 到 B 的过程中机械能守恒，弹簧压缩至 A 时的弹性势能 *E*p = *mv*12。

（2）物体由 B 到 C 的过程中，阻力做功为 *W*f，由动能定理知 − 2*mgR* + *W*f = *mv*22 − *mv*12，由此解得 *W*f = *mv*22 − *mv*12 + 2*mgR*。

## B 组

1．（1）*mgl*（1 − cos*θ*）；（2）

提示：（1）小球从 P 点缓慢地移动到 Q 点的过程中，水平拉力 *F* 变大，由动能定理可知 *W*F − *mgl*（1 − cos*θ*）= 0，解得 *W*F = *mgl*（1 − cos*θ*）。

（2）小球在水平恒力 *F* = *mg* 的作用下从 P 点运动到 Q 点，故 *Fl*sin*θ* − *mgl*（1 − cos*θ*）= *mv*2，解得 *v* = 。

2．2∶1；4∶1

提示：由动能定理可知 *W*A = 0 − *m*A*v*02，*W*B = 0 − *m*B*v*02，解得 = = ，由图 8–11 可知 A 的位移 *x*A = *t*，B 的位移 *x*B = *v*0*t*。又因 *W*A = − *F*A*x*A，*W*B = − *F*B*x*B。联立解得 = = 。

通过由动能定理求功、由速度图像求位移、由功的定义式求力，培养学生综合应用所学的物理知识解决实际问题的能力。

3．（1）7 536 m3/s；（2）1.63×105 J/s；（3）1.63×104 W

提示：（1）Δ*t* 时间内冲击叶片圆面的气流的体积为 Δ*V* = *Sv*Δ*t*，又因 *S* = π*r*2，故 = *v*π*r*2 = 7 536 m3/s。

（2）Δ*t* 时间内冲击叶片圆面的气流的动能为 Δ*E*k = *ρ*Δ*Vv*2，单位时间内气流的动能 = *ρv*2 = 1.63×105 J/s。

（3）风力发电机发电的功率 *P* = *η*= 1.63×104 W。

通过对风力发电情景的分析，培养学生建立流体模型的能力。

4．小木块在斜面上受到的滑动摩擦力 *F*1 = *μmg*cos*θ*，在水平面上受到的滑动摩擦力 *F*2 = *μmg*。整个过程中滑动摩擦力做功 *W*f = − *F*1− *F*2（*x* − ），重力做功为 *W*G = *mgh*，由动能定理得 *W*G + *W*f = 0，联立解得 *x* = ，*x* 与斜面倾角 *θ* 无关。

5．（1）*l* − ；（2）*mg*（*h* + *x*）

提示：（1）铁球在下落过程中先加速后减速，当铁球速度最大（动能最大）时加速度为 0，此时弹簧的压缩量为 *x*1，对小球有 *mg* – *kx*1 = 0。铁球距地面的高度为 *H* = *l* – *x*1，因此解得 *H* = *l* − 。

（2）铁球下落到最低点时速度为 0，则铁球下落到高度为（*h* + *x*）处时，铁球的动能变化量为 0。根据机械能守恒定律，弹簧的弹性势能的增加量等于铁球重力势能的减少量，故铁球下落到最低点时，弹簧的弹性势能最大，大小为 *mg*（*h* + *x*）。

6．

提示：A 受到的拉力是 B 受到的拉力的两倍，A 上升。当 A 上升 *h*A = *h* 时，B 下降 *h*B = 2*h*，设此时 A、B 的速度分别为 *v*A、*v*B，则 *v*B = 2*v*A。再根据 A、B 组成的系统机械能守恒 *mgh*B = *mgh*A + *mv*A2 + *mv*B2，解得 *v*A = 。

7．1010 J

提示：坝内水的质量 *m* = *ρ*（*h*1 – *h*2）*S* = 2.0×109 kg，这一部分水的重力势能 *E*p = *mg* = 2.0×1010 J。发电时减少的重力势能 Δ*E*p = *E*p − 0，一次落潮所发的电能 *E* = *η*Δ*E*p = 0.5×2.0×1010 J = 1010 J。