

## 《动能定理》巩固练习

### 【题型】不定项选择

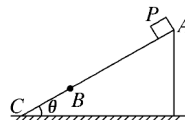
【题文】如图所示，固定斜面倾角为 $\theta$ ，整个斜面分为 $AB$ 、 $BC$ 两段， $AB=2BC$ 。小物块 $P$ (可视为质点)与 $AB$ 、 $BC$ 两段斜面间的动摩擦因数分别为 $\mu_1$ 、 $\mu_2$ 。已知 $P$ 由静止开始从 $A$ 点释放，恰好能滑动到 $C$ 点而停下，那么 $\theta$ 、 $\mu_1$ 、 $\mu_2$ 间应满足的关系是( )

A.  $\tan\theta =$

B.  $\tan\theta =$

C.  $\tan\theta = 2\mu_1 - \mu_2$

D.  $\tan\theta = 2\mu_2 - \mu_1$



【答案】 B

【解析】设斜面的长度为 $l$ ，小物块从斜面顶端下滑到斜面底端的全过程由动能定理得：

$$mgl\sin\theta - \mu_1 mg\cos\theta - \mu_2 mg\cos\theta = 0,$$

解得 $\tan\theta =$ ，故B正确。

【知识点】动能定理

【难度】中

### 【题型】不定项选择

在有大风的情况下，一小球自 $A$ 点竖直上抛，其运动轨迹如图9所示(小球的运动可看做竖直方向的竖直上抛运动和水平方向的初速度为零的匀加速直线运动的合运动)，小球运动轨迹上的 $A$ 、 $B$ 两点在同一水平直线上， $M$ 点为轨迹的最高点。若风力的大小恒定，方向水平向右，小球在 $A$ 点抛出时的动能为4 J，在 $M$ 点时它的动能为2 J，落回到 $B$ 点时动能记为 $E_{kB}$ ，小球上升时间记为 $t_1$ ，下落时间记为 $t_2$ ，不计其他阻力，则( )

A.  $x_1 : x_2 = 1 : 3$

B.  $t_1 < t_2$

C.  $E_{kB} = 6 \text{ J}$

D.  $E_{kB} = 12 \text{ J}$

【答案】 AD

【解析】由小球上升与下落时间相等即 $t_1 = t_2$ ，

$$x_1 : (x_1 + x_2) = 1 : 2^2 = 1 : 4,$$

即 $x_1 : x_2 = 1 : 3$ 。 $A \rightarrow M$ 应用动能定理得

$$-mgh + W_1 = mv_M^2 - mv^2, \quad ①$$

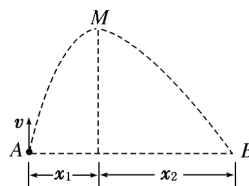
$$\text{竖直方向有 } v^2 = 2gh \quad ②$$

①②式联立得 $W_1 = 2 \text{ J}$

$A \rightarrow B$  风力做功 $W_2 = 4W_1 = 8 \text{ J}$ ，

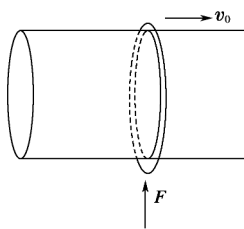
$A \rightarrow B$  由动能定理 $W_2 = E_{kB} - E_{kA}$ ，

可求得 $E_{kB} = 12 \text{ J}$ ，A、D正确。



【难度】难

如图所示，一个质量为  $m$  的圆环套在一根固定的水平长直杆上，环与杆的动摩擦因数为  $\mu$ 。现给环一个向右的初速度  $v_0$ ，同时对环施加一个竖直向上的作用力  $F$ ，并使  $F$  的大小随环的速度的大小变化，两者关系为  $F = kv$ ，其中  $k$  为常数，则环在运动过程中克服摩擦所做的功的大小不可能为( )



- A. B. 0  
C. + D. -

【解析】 若圆环最终静止，则  $-W_f = 0$ ， $W_f = 0$ ，A 可能；若圆环刚开始运动时， $mg = F = kv_0$ ，圆环一直做匀速运动，克服摩擦所做的功为零，B 可能；若圆环最终做匀速运动， $mg = F = kv$ ， $v = \frac{mg}{k}$ ，则  $-W_f = -\frac{1}{2}mv^2$ ，化简得  $W_f = -\frac{1}{2}mv^2$ ，D 可能，C 不可能。

【难度】 中

- A. 在  $0 \sim 2s$  内, 合外力总是做负功  
B. 在  $1 \sim 2s$  内, 合外力不做功  
C. 在  $0 \sim 3s$  内, 合外力做功为零  
D. 在  $0 \sim 1s$  内比  $1 \sim 3s$  内合外力做功快

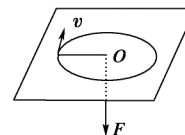
【解析】根据物体的速度图象和动能定理可知在  $0 \sim 2\text{s}$  内物体先加速后减速，合外力先做正功后做负功，A 错；根据动能定理得  $0 \sim 3\text{s}$  内合外力做功为零， $1 \sim 2\text{s}$  内合外力做负功，

C对, B错; 在  $0 \sim 1\text{s}$  内比  $1 \sim 3\text{s}$  内合外力做功快, D对.

【知识点】v-t 图像、动能定理

【难度】易

【题型】不定项选择 如右图所示, 质量为  $m$  的物体用细绳经过光滑小孔牵引在光滑水平面上做匀速圆周运动, 拉力为某个值  $F$  时, 转动半径为  $R$ , 当拉力逐渐减小到  $\frac{F}{4}$  时, 物体仍做匀速圆周运动, 半径为  $2R$ , 则外力对物体所做的功大小是( )



A.  $\frac{1}{2}FR$  B.  $\frac{1}{4}FR$  C.  $\frac{1}{8}FR$  D. 0

【答案】A

【解析】设当绳的拉力为  $F$  时, 小球做匀速圆周运动时线速度为  $v_1$ , 则有

$$F = m \frac{v_1^2}{R}$$

当绳的拉力减为  $\frac{F}{4}$  时, 小球做匀速圆周运动的线速度为  $v_2$ , 则有

$$\frac{F}{4} = m \frac{v_2^2}{2R}$$

在绳的拉力由  $F$  减为  $\frac{F}{4}$  的过程中, 绳的拉力所做的功为

$$W = mv_2^2 - mv_1^2 = -FR$$

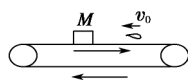
所以, 绳的拉力所做功的大小为  $FR$ .

【知识点】圆周运动、动能定理

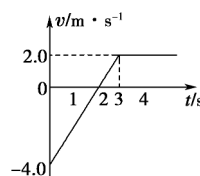
【难度】易

【题型】计算题

一质量为  $M=2.0\text{kg}$  的小物块随足够长的水平传送带一起向右匀速运动, 被一水平向左飞来的子弹击中, 且子弹从小物块中穿过, 子弹和小物块的作用时间极短, 如图甲所示. 地面观察者记录的小物块被击中后的速度随时间变化关系如图乙所示(图中取向右运动的方向为正方向). 已知传送带的速度保持不变,  $g$  取  $10\text{m/s}^2$ . 求:



图甲



图乙

- (1) 传送带的速度  $v$  的大小;
- (2) 小物块与传送带之间的动摩擦因数  $\mu$ ;
- (3) 传送带对小物块所做的功.

【答案】(1)  $2.0\text{m/s}$  (2)  $0.2$  (3)  $-12\text{J}$

【解析】(1) 小物块最后与传送带的运动速度相同, 从图象上可读出传送带的速度  $v$  的大

小为  $2.0\text{m/s}$ .

(2)由速度图象可得, 小物块在滑动摩擦力的作用下做匀变速运动的加速度为  $a = \Delta v / \Delta t = 2.0\text{m/s}^2$

由牛顿第二定律得  $f = \mu Mg = Ma$

得到小物块与传送带之间的动摩擦因数  $\mu = 0.2$

(3)从子弹离开小物块到小物块与传送带一起匀速运动的过程中, 设传送带对小物块所做的功为  $W$ , 由动能定理得:

$$W = \Delta E_k = -$$

从速度图象可知:  $v_1 = 4.0\text{m/s}$   $v_2 = v = 2.0\text{m/s}$

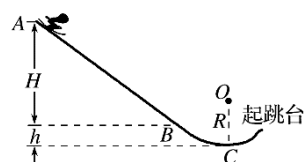
解得:  $W = -12\text{J}$ .

【知识点】牛顿第二定律、v-t 图像、动能定理

【难度】中

【题型】计算题

我国将于 2022 年举办冬奥会, 跳台滑雪是其中最具观赏性的项目之一. 如图所示, 质量  $m = 60\text{ kg}$  的运动员从长直助滑道  $AB$  的  $A$  处由静止开始以加速度  $a = 3.6\text{ m/s}^2$  匀加速滑下, 到达助滑道末端  $B$  时速度  $v_B = 24\text{ m/s}$ ,  $A$  与  $B$  的竖直高度差  $H = 48\text{ m}$ , 为了改变运动员的运动方向, 在助滑道与起跳台之间用一段弯曲滑道衔接, 其中最低点  $C$  处附近是一段以  $O$  为圆心的圆弧. 助滑道末端  $B$  与滑道最低点  $C$  的高度差  $h = 5\text{ m}$ , 运动员在  $B$ 、 $C$  间运动时阻力做功  $W = -1530\text{ J}$ , 取  $g = 10\text{ m/s}^2$ .



(1)求运动员在  $AB$  段下滑时受到阻力  $F_f$  的大小;

(2)若运动员能够承受的最大压力为其所受重力的 6 倍, 则  $C$  点所在圆弧的半径  $R$  至少应为多大.

【答案】 (1)  $144\text{ N}$  (2)  $12.5\text{ m}$

【解析】 (1)运动员在  $AB$  上做初速度为零的匀加速运动, 设  $AB$  的长度为  $x$ , 则有  $v = 2ax$ ①

由牛顿第二定律有  $mg - F_f = ma$ ②

联立①②式, 代入数据解得  $F_f = 144\text{ N}$ ③

(2)设运动员到达  $C$  点时的速度为  $v_C$ , 在由  $B$  到达  $C$  的过程中, 由动能定理得

$$mgh + W = mv - mv \text{ ④}$$

设运动员在  $C$  点所受的支持力为  $F_N$ ，由牛顿第二定律有

$$F_N - mg = m \text{ ⑤}$$

由题意和牛顿第三定律知  $F_N = 6mg$  ⑥

联立④⑤⑥式，代入数据解得

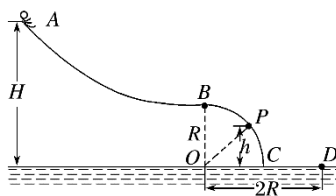
$$R = 12.5 \text{ m.}$$

【知识点】圆周运动、动能定理、牛顿第二定律、运动学

【难度】中

【题型】计算题

如图所示为某游乐场内水上滑梯轨道示意图，整个轨道在同一竖直平面内，表面粗糙的  $AB$  段轨道与四分之一光滑圆弧轨道  $BC$  在  $B$  点水平相切。点  $A$  距水面的高度为  $H$ ，圆弧轨道  $BC$  的半径为  $R$ ，圆心  $O$  恰在水面。一质量为  $m$  的游客(视为质点)可从轨道  $AB$  的任意位置滑下，不计空气阻力。



(1)若游客从  $A$  点由静止开始滑下，到  $B$  点时沿切线方向滑离轨道落在水面  $D$  点， $OD = 2R$ ，求游客滑到  $B$  点时的速度  $v_B$  大小及运动过程轨道摩擦力对其所做的功  $W_f$ ；

(2)某游客从  $AB$  段某处滑下，恰好停在  $B$  点，又因受到微小扰动，继续沿圆弧轨道滑到  $P$  点后滑离轨道，求  $P$  点离水面的高度  $h$ 。(提示：在圆周运动过程中任一点，质点所受的向心力与其速率的关系为  $F_{\text{向}} = m \frac{v^2}{R}$ )

【答案】(1)  $-(mgH - 2mgR)$  (2)  $R$

【解析】(1)游客从  $B$  点做平抛运动，有

$$2R = v_B t \text{ ①}$$

$$R = g t^2 \text{ ②}$$

$$\text{由①②式得 } v_B = \text{ ③}$$

从  $A$  到  $B$ ，根据动能定理，有

$$mg(H - R) + W_f = mv - 0 \text{ ④}$$

由③④式得  $W_f = -(mgH - 2mgR)$

(2) 设  $OP$  与  $OB$  间夹角为  $\theta$ ，游客在  $P$  点时的速度为  $v_P$ ，受到的支持力为  $N$ ，从  $B$  到  $P$  由机械能守恒定律，有

$$mg(R - R\cos\theta) = mv^2 - 0 \quad ⑤$$

过  $P$  点时，根据向心力公式，有

$$mg\cos\theta - N = m \quad ⑥$$

$$N = 0 \quad ⑦$$

$$\cos\theta = \quad ⑧$$

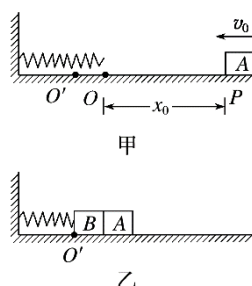
由⑤⑥⑦⑧式解得  $h = R$ 。

【知识点】圆周运动、动能定理、牛顿第二定律、平抛运动

【难度】难

【题型】计算题

如图甲所示，轻弹簧左端固定在竖直墙上，右端点在  $O$  位置。质量为  $m$  的物块  $A$  (可视为质点) 以初速度  $v_0$  从距  $O$  点右方  $x_0$  处的  $P$  点向左运动，与弹簧接触后压缩弹簧，将弹簧右端压到  $O'$  点位置后， $A$  又被弹簧弹回。 $A$  离开弹簧后，恰好回到  $P$  点。物块  $A$  与水平面间的动摩擦因数为  $\mu$ 。求：



(1) 物块  $A$  从  $P$  点出发又回到  $P$  点的过程，克服摩擦力所做的功。

(2)  $O$  点和  $O'$  点间的距离  $x_1$ 。

(3) 如图乙所示，若将另一个与  $A$  完全相同的物块  $B$  (可视为质点) 与弹簧右端拴接，将  $A$  放在  $B$  右边，向左推  $A$ 、 $B$ ，使弹簧右端压缩到  $O'$  点位置，然后从静止释放， $A$ 、 $B$  共同滑行一段距离后分离。分离后物块  $A$  向右滑行的最大距离  $x_2$  是多少？

【答案】(1)  $mv^2$  (2)  $-x_0$  (3)  $x_0 -$

【解析】(1) 物块  $A$  从  $P$  点出发又回到  $P$  点的过程，根据动能定理得克服摩擦力所做的功为  $W_f = mv^2$ 。

(2)物块  $A$  从  $P$  点出发又回到  $P$  点的过程, 根据动能定理得

$$2\mu mg(x_1 + x_0) = mv^2$$

解得  $x_1 = -x_0$

(3) $A$ 、 $B$  在弹簧处于原长处分离, 设此时它们的共同速度是  $v_1$ , 弹出过程弹力做功为  $W_F$

只有  $A$  时, 从  $O'$  到  $P$  有

$$W_F - \mu mg(x_1 + x_0) = 0 - 0$$

$A$ 、 $B$  共同从  $O'$  到  $O$  有

$$W_F - 2\mu mgx_1 = \frac{1}{2} \times 2mv^2$$

分离后对  $A$  有  $mv^2 = \mu mgx_2$

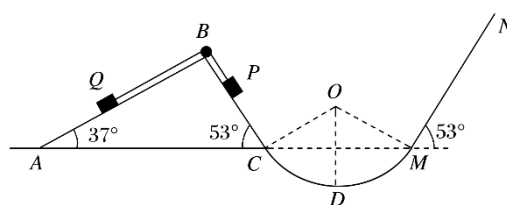
联立以上各式可得  $x_2 = x_0$  .

【知识点】动能定理

【难度】中

【题型】计算题

如图所示, 半径  $R=0.5 \text{ m}$  的光滑圆弧面  $CDM$  分别与光滑斜面体  $ABC$  和斜面  $MN$  相切于  $C$ 、 $M$  点, 斜面倾角分别如图所示.  $O$  为圆弧圆心,  $D$  为圆弧最低点,  $C$ 、 $M$  在同一水平高度. 斜面体  $ABC$  固定在地面上, 顶端  $B$  安装一定滑轮, 一轻质软细绳跨过定滑轮(不计滑轮摩擦)分别连接小物块  $P$ 、 $Q$ (两边细绳分别与对应斜面平行), 并保持  $P$ 、 $Q$  两物块静止. 若  $PC$  间距为  $L_1=0.25 \text{ m}$ , 斜面  $MN$  足够长, 物块  $P$  的质量  $m_1=3 \text{ kg}$ , 与  $MN$  间的动摩擦因数  $\mu=$ , 重力加速度  $g=10 \text{ m/s}^2$ , 求: ( $\sin 37^\circ=0.6$ ,  $\cos 37^\circ=0.8$ )



(1)小物块  $Q$  的质量  $m_2$ ;

(2)烧断细绳后, 物块  $P$  第一次到达  $D$  点时对轨道的压力大小;

(3)物块  $P$  在  $MN$  斜面上滑行的总路程.

【答案】(1)4 kg (2)78 N (3)1.0 m

【解析】(1)根据共点力平衡条件, 两物块的重力沿斜面的分力相等, 有:

$$m_1 g \sin 53^\circ = m_2 g \sin 37^\circ$$

解得：  $m_2 = 4 \text{ kg}$

即小物块  $Q$  的质量  $m_2$  为  $4 \text{ kg}$ .

(2)小物块  $P$  第一次到达  $D$  点过程，由动能定理得  $m_1gh = m_1v$

根据几何关系，有：

$$h = L_1 \sin 53^\circ + R(1 - \cos 53^\circ)$$

在  $D$  点，支持力和重力的合力提供向心力：  $F_D - m_1g = m_1v$

解得：  $F_D = 78 \text{ N}$

由牛顿第三定律得，物块  $P$  对轨道的压力大小为  $78 \text{ N}$ .

(3)分析可知最终物块在  $CDM$  之间往复运动， $C$  点和  $M$  点速度为零.

由全过程动能定理得：  $m_1gL_1 \sin 53^\circ - \mu m_1g \cos 53^\circ L_{\text{总}} = 0$

解得  $L_{\text{总}} = 1.0 \text{ m}$

即物块  $P$  在  $MN$  斜面上滑行的总路程为  $1.0 \text{ m}$ .

【知识点】物体的平衡、动能定理、牛顿第二定律

【难度】难