

## 试题解析

1. D

处于完全失重状态的飞船只受地球的引力，提供飞船绕地球做匀速圆周运动的向心力，并不是处于平衡状态，而是对支持它的物体的压力为零。

2. D

D. 由题知物体做匀加速直线运动，则有

$$x_2 - x_1 = at^2$$

$$x_2 = \bar{v}_2 t$$

$$x_1 = \bar{v}_1 t$$

代入数据有

$$x_1 = 6\text{m}$$

$$x_2 = 8\text{m}$$

$$a = 2\text{m/s}^2$$

D 正确；

A. 由题知物体做匀加速直线运动，则平均速度代表中间时刻的瞬时速度，有  $t = 0.5\text{s}$  时  $v_t = 6\text{m/s}$ ，根据

$$v_t = v_0 + at$$

代入数据有

$$v_0 = 5\text{m/s}$$

A 错误；

B. 前 2s 内的总位移

$$x = x_1 + x_2 = 14\text{m}$$

根据

$$\bar{v} = \frac{x}{t} = 7\text{m/s}$$

B 错误；

C. 根据

$$v_1 = v_0 + at'$$

代入数据有

$$v_1 = 7\text{m/s}$$

C 错误。

3. D

A. 既然是曲线运动，物体的速度方向一定是改变的，所以曲线运动一定是变速运

动, A 正确, 不符合题意;

B. 变速运动有以下几种情况, 速度大小改变, 方向不变; 速度大小不变, 方向改变; 速度大小和方向都改变。速度大小改变, 方向不变是变速直线运动, B 正确, 不符合题意;

C. 曲线运动的条件是合力与速度不在同一直线上, 一定有加速度, 因此速度方向一定变化但速度大小可以变化, 也可以不变化, C 正确, 不符合题意;

D. 曲线运动的条件是合力与速度不在同一直线上, 如果合力是恒力, 则加速度不变化, D 错误, 符合题意。

4. B

小球在 MN 的右方加速度大小等于  $t_1$  至  $t_3$  这段图象的斜率大小, 为  $a_2 = \frac{v_1}{t_3 - t_2}$  或  $\frac{2v_1}{t_3 - t_1}$ . 故

B 正确. 在 MN 左边, 即  $0-t_1$  内, 只有  $F_1$  产生加速度, 所以  $F_1 = ma_1$ , 所以  $F_1 = m \frac{v_1}{t_1}$ . 在

MN 右边, 由  $F_2$  和  $F_1$  的合力提供加速度, 根据牛顿第二定律得  $F_2 - F_1 = ma_2$ , 把  $F_1$

和  $a_2$  的数据代入上式, 可解得,  $F_2 = F_1 + ma_2 = m \frac{v_1}{t_1} + \frac{2mv_1}{t_3 - t_1}$ , 故 A 错误. 根据图象分析

可知, 小球在  $t_1-t_3$  这段时间内是在 MN 右边运动的, 所以小球在 MN 右方运动的时间为  $t_3 - t_1$ . 故 C 错误. 根据图象的“面积”等于小球的位移, 时间轴上下的面积是对称的, 故小球在  $t=0$  到  $t=t_4$  这段时间位移为 0, 单方向最大位移为  $\frac{1}{2} v_1 t_2$ . 故 D 错误. 故选 B.

点睛: 本题结合图象与牛顿运动定律, 应通过图象得出物体的运动情况, 根据斜率求得加速度, 再由牛顿第二定律即可求得受力情况.

5. C

AC. 由于相遇时 A、B 做平抛运动的竖直位移  $h$  相同, 由

$$h = \frac{1}{2} g t^2$$

可以判断两球下落的时间相同, 即应同时抛出; 根据

$$v_y = g t$$

可知, 相遇时 A、B 两球竖直分速度相等, A 错误, C 正确;

B. 两球在水平方向上做匀速直线运动, 根据

$$x = v_0 t$$

可得

$$v_0 = \frac{x}{t}$$

因为 A 球的水平位移大, 下落时间相等, 所以 A 球的初速度大, 设相遇时速度与水

平方向的夹角为 $\alpha$ ，则有

$$\tan \alpha = \frac{v_y}{v_0} = \frac{gt}{v_0}$$

A 球速度与水平方向的夹角较小，B 错误；

D. 根据动能公式

$$E_k = \frac{1}{2}mv_0^2$$

因为两球质量未知，所以无法比较 A、B 两球的初动能，D 错误。

6. C

竖直方向，根据平衡条件得

$$F \cos \theta = mg$$

水平方向由牛顿第二定律

$$F \sin \theta = m r \omega^2 = m(d + L \sin \theta) \omega^2$$

解得

$$g \tan \theta = (d + L \sin \theta) \omega^2$$

$$F = \frac{mg}{\cos \theta}$$

即夹角与  $m$  无关，应有

$$\alpha = \beta$$

质量越大， $F$  越大，故 C 正确，ABD 错误。

7. C

对轻环 Q 进行受力分析如图 1，则只有绳子的拉力垂直于杆的方向时，绳子的拉力沿杆的方向没有分力；由几何关系可知，绳子与竖直方向之间的夹角是 $\theta$ ；

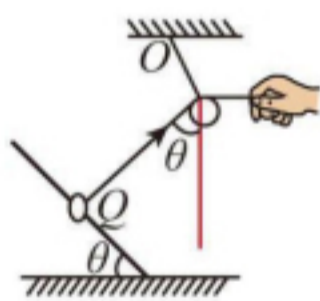


图1

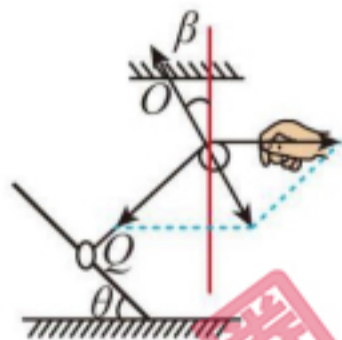


图2

对滑轮进行受力分析如图 2，由于滑轮的质量不计，则 OP 对滑轮的拉力与两个绳子上拉力的和大小相等方向相反，所以 OP 的方向一定在两根绳子之间的夹角的平分线上，由几何关系得 OP 与竖直方向之间的夹角： $\beta = \frac{90^\circ + \theta}{2} - \theta = 45^\circ - \frac{1}{2}\theta$ ；则 OP 与天花板之间的夹角为： $90^\circ - \beta = 45^\circ + \frac{1}{2}\theta$ ，故选 C。

该题考查共点力的平衡与矢量的合成，解答的关键是只有绳子的拉力垂直于杆的方

向时，即绳子的拉力沿杆的方向没有分力时，光滑轻环才能静止。

8. A

CD. p 和 q 整体分析，p 球受到的支持力等于整体重力，故 p 球受到的支持力不变；故 CD 错误；

AB. p 和 q 整体分析，拉力 F 等于 OM 杆对 q 球的弹力  $F_N$ ；对 q 球分析，设轻绳与 OM 杆的夹角为  $\theta$ ，则

$$F_N = G_q \tan \theta$$

q 球上升过程中， $\theta$  角变大、 $F_N$  变大，故 F 变大，A 正确，B 错误。

9. C

A. 甲图中，在小球从下落到运动至凹槽最低点的过程中，虽然小球对凹槽的压力具有水平向左的分量，但凹槽受到墙壁作用处于静止状态，此过程凹槽对小球的作用力垂直于速度方向，不做功，只有重力对小球做功，小球机械能守恒；在小球从凹槽最低点向右端 B 点运动过程中，小球对凹槽的压力具有水平向右的分量，从而使凹槽向右运动，此时凹槽对小球的作用力方向不再和小球速度方向垂直，将对小球做负功，小球一部分机械能转化为凹槽的动能，所以该过程小球的机械能不守恒，故 A 错误；

B. 根据运动的合成与分解可知，汽车速度  $v_0$  在沿绳方向的分量与物体的速度  $v_1$  大小相等，即

$$v_0 \cos \theta = v_1$$

当  $\theta$  为  $30^\circ$  时，有

$$v_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0$$

在汽车向右匀速行驶过程中， $\theta$  减小，则  $v_1$  增大，即物体竖直向上做加速运动，绳对物体的拉力 F 大于  $mg$ ，所以  $\theta$  为  $30^\circ$  时，绳对物体的拉力的功率

$$P = Fv_1 > \frac{\sqrt{3}}{2} mgv_0$$

故 B 错误；

C. 丙图中，奥运会蹦床比赛，如果不计空气阻力，全过程中，运动员、弹性蹦床、地球组成的系统内只有重力和弹力做功，所以系统机械能守恒，故 C 正确；

D. 由于不计一切阻力，当 B 由 A 的顶端从静止开始滑到 A 的底端的过程中，由于 B 对 A 的压力存在水平向右的分量，所以 A 会向右运动，A 对 B 的支持力方向与 B 的速度方向不垂直，会对 B 做负功，B 的一部分机械能转化为 A 的动能，所以该过程 B 的机械能不守恒，故 D 错误。

10. D

A. 根据牛顿第三定律，若手托着礼盒一起向上匀加速运动，则手对礼盒的作用力等于礼盒对手的作用力，A 错误；

B. 若手托着礼盒一起向右匀速运动，则礼盒和手之间没有摩擦力，B 错误；

C. 若手托着礼盒一起向右匀加速运动，因为加速度未知，无法求出手对礼盒的作用力大小，C 错误；

D. 若手托着礼盒一起向右匀减速运动，则手对礼盒的最大摩擦力大小为  $\mu mg$ ，手对礼盒的最大作用力大小为

$$F = \sqrt{(mg)^2 + (\mu mg)^2} = mg\sqrt{1 + \mu^2}$$

若手托着礼盒一起向右匀减速运动，则手对礼盒的作用力大小不会超过  $mg\sqrt{1 + \mu^2}$ ，D 正确。

11. 2.25mm BC B

(1)[1]用游标卡尺测量遮光板的宽度为

$$d = 0.2\text{cm} + 0.05\text{mm} \times 5 = 2.25\text{mm}$$

(2)[2]由牛顿第二定律得

$$mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta = ma$$

$$v^2 = 2aL$$

$$v = \frac{d}{t}$$

解得

$$\mu = \frac{gL \sin \theta - \frac{1}{2} \left( \frac{d}{t} \right)^2}{gL \cos \theta}$$

由上式得，本实验还需要测出的物理量为斜面的倾角  $\theta$  和当地的重力加速度  $g$ 。故选 BC。

(3)[3]由上式解得

$$t^2 = \frac{d^2}{2g(\sin \theta - \mu \cos \theta)} \cdot \frac{1}{L}$$

$t^2 - \frac{1}{L}$  图像是一条过原点的直线。

12. (1) 相同, 3s; (2) 6m/s

(1) 小球在空中的运动时间由竖直方向的分运动决定，有水平风力与无风时，小球竖直方向的分运动不变，运动时间相同，小球在竖直方向做自由落体运动，由自由落体运动的位移公式可得

$$H = \frac{1}{2}gt^2$$

运动时间

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{\frac{90}{10}}\text{s} = 3\text{s}$$

(2) 当风力大小恒定不变时, 小球在水平方向做匀减速运动, 在水平方向, 由牛顿第二定律得

$$0.2mg = ma$$

解得

$$a = 2\text{m/s}^2$$

水平初速度

$$v_0 = at = 2 \times 3\text{m/s} = 6\text{m/s}$$

13. (1)  $T_1 = 3mg$ ;  $T_2 = mg$ ; (2)  $\sqrt{\frac{2h+2L}{g}} - \sqrt{\frac{2h}{g}}$ ; (3)  $a_1 = 3g$ ;  $a_2 = g$ ;  $a_3 = 0$

(1) 根据受力平衡可知,  $A_1$  绳上的拉力大小为

$$T_1 = 2mg + T_2$$

$A_2$  绳上的拉力大小为

$$T_2 = mg$$

解得

$$T_1 = 3mg$$

(2) 设小球 1 落地的时间为  $t_1$ , 小球 2 落地的时间为  $t_2$ , 则可得

$$\frac{1}{2}gt_1^2 = L + h$$

$$\frac{1}{2}gt_2^2 = h$$

可得 2 球落地后算起 1 球与 2 球相撞的时间为

$$\Delta t = \sqrt{\frac{2h+2L}{g}} - \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

(3) 在未剪断  $A_1$  绳时, 对 1 球进行受力分析, 1 球受到弹簧的弹力,  $A_1$  绳提供的拉力, 以及  $A_2$  绳提供的拉力, 可得

$$T_1' = F_N + 2mg + T_2$$

$$F_N = 3mg$$

解得

$$T_1' = 6mg$$

受力分析可知, 2 球受到的拉力仍为  $T_2$ , 即  $mg$ , 则可知当剪断上  $A_1$  绳瞬间, 可知 1 球的加速度大小为

$$a_1 = \frac{T_1'}{2m} = 3g$$

2 球的加速度大小为

$$a_2 = \frac{T_2}{m} = g$$

弹簧的弹力不变，隔离对小环 3 分析，小环的合力为 0，故

$$a_3 = 0$$

14. (1)  $\mu=0.2$  (2)  $t=2s$

(1) 设两物体间的最大静摩擦力为  $f$ ，当  $F=2.5N$  作用于  $m$  时，对整体由牛顿第二定律有

$$F = (M + m)a$$

对  $M$ ，由牛顿第二定律

$$f = Ma$$

联立解得

$$f = 2N$$

小物块竖直方向上受力平衡，所受支持力  $N=mg$ ，由摩擦力性质

$$f = \mu mg$$

得

$$\mu = 0.2$$

(2)  $F=12N$  作用于  $M$  时，两物体发生相对滑动，设  $M$ 、 $m$  加速度分别为  $a_1$ 、 $a_2$ ，对  $M$ ，由牛顿第二定律

$$F - f = Ma_1$$

得

$$a_1 = 2.5m/s^2$$

对  $m$ ，由牛顿第二定律

$$f = ma_2$$

得

$$a_2 = 2m/s^2$$

由匀变速直线运动规律，两物体在  $t$  时间内位移为

$$s_1 = \frac{1}{2}a_1t^2$$

$$s_2 = \frac{1}{2}a_2t^2$$

$m$  刚滑下  $M$  时

$$s_1 - s_2 = \frac{1}{2}L$$

联立得

$$t = 2s$$

15. (1) 3s; (2) 6.75m.

(1) 滑块受到重力  $mg$ 、支持力  $F_N$ 、沿斜面向下的摩擦力  $f$  作用, 根据牛顿第二定律可得:

$$\begin{aligned}mgsin\theta+f&=ma \\ F_N&=mgcos\theta\end{aligned}$$

又

$$f=\mu F_N$$

联立方程, 代入数据得:

$$a=6m/s^2$$

开始滑块向上做匀减速运动, 减速到零时所有时间为

$$t_1 = \frac{v_0}{a} = \frac{6}{6}s = 1s$$

滑块向上运动的距离为

$$x = \frac{v_0}{2}t_1 = \frac{6}{2} \times 1m = 3m$$

因为  $x < L-d$ , 所以滑块还没有到达传动带最高点时速度已经为零, 以后滑块将沿传送带向下以加速度  $a$  做匀加速运动, 设经时间  $t_2$  与传送带速度相等, 则:

$$t_2 = \frac{v}{a} = \frac{3}{6}s = 0.5s$$

向下运动的位移为

$$x_1 = \frac{v}{2}t_2 = \frac{3}{2} \times 0.5m = 0.75m$$

滑块速度与传送带速度相等时, 滑块所受摩擦力方向变为沿传送带向上, 因为

$$\mu = \frac{\sqrt{3}}{15} < \tan\theta = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

所以滑块将继续沿传送带向下加速运动, 加速度为  $a'$ , 由牛顿第二定律可得

$$mgsin\theta - \mu mgcos\theta = ma'$$

代入数据解得

$$a' = 4m/s^2$$

从滑块与传送带速度相等开始, 滑块达到底端的时间为  $t_3$ , 达到底部的速度为  $v_1$ , 达到底部时的位移为

$$x_2 = d + x - x_1 = 9m$$

根据速度位移关系可得

$$v_1^2 - v^2 = 2a'x_2$$

解得

$$v_1 = 9m/s$$

则



$$t_3 = \frac{v_1 - v}{a'} = 1.5s$$

滑块在传送带上运动的时间为

$$t = t_1 + t_2 + t_3 = 3s$$

(2) 滑块减速上升过程中相对于传送带向上滑动的距离为

$$\Delta x_1 = x + vt_1 = 6m$$

滑块加速下滑到与传送带共速过程中相对于传送带向上滑动的距离为

$$\Delta x_2 = vt_2 - x_1 = 0.75m$$

从滑块与传送带速度相等开始到滑块达到底端的过程中相对于传送带向下滑动的距离为

$$\Delta x_3 = x_2 - vt_3 = 4.5m$$

由于红色痕迹有重叠，故滑块在传送带上留下的红色痕迹长度为

$$\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 = 6.75m$$