

2020~2021学年四川成都高新区成都市第七中学（高新校区）高二上学期开学考试  
物理试卷(详解)

一、单项选择题

(本大题共8小题，每小题3分，共24分)

1. 关于曲线运动，下面叙述正确的是（ ）
- A. 物体做曲线运动时，合力可能与速度方向在同一条直线上
- B. 变速运动一定是曲线运动
- C. 曲线运动一定是变速运动
- D. 物体做曲线运动时，所受外力的合力一定是变力

【答案】C

【解析】A选项：物体做曲线运动的条件是合力与速度方向不共线，故A错误；

B选项：变速运动不一定是曲线运动，比如匀变速直线运动，故B错误；

C选项：曲线运动的速度方向一定发生改变，故曲线运动一定是变速运动，故C正确；

D选项：物体做曲线运动时，合力不一定是变力，比如平抛运动，故D错误；

故选 C .

2. 某颗人造地球卫星运行速度是地球第一宇宙速度的 $\frac{1}{\sqrt{n}}$  ( $n > 1$ )，那么该卫星离地面的高度是地球半径的（ ）
- A.  $\sqrt{n}$ 倍                      B.  $n$ 倍                      C.  $(n - 1)$ 倍                      D.  $(n + 1)$ 倍

【答案】C

【解析】根据万有引力提供向心力，

$$G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}, \text{ 则 } v = \sqrt{\frac{GM}{r}},$$

设卫星距离地面的高度为 $h$ ，地球半径为 $r$ ，

$$\text{则卫星运行速度为 } v_1 = \sqrt{\frac{GM}{r+h}},$$

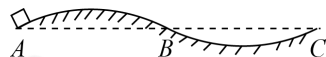
$$\text{又 } \frac{v_1}{v} = \frac{\sqrt{\frac{GM}{r+h}}}{\sqrt{\frac{GM}{r}}} = \frac{1}{\sqrt{n}},$$

则  $\frac{h}{r} = n - 1,$

故C正确, ABD错误.

故选C.

3. 如图. 在竖直平面内, 滑道ABC关于B点对称, 且A、B、C三点在同一水平线上. 若小滑块第一次由A滑到C, 所用的时间为 $t_1$ , 第二次由C滑到A, 所用的时间为 $t_2$ , 小滑块两次的初速度大小相同且运动过程中始终沿着滑道滑行, 小滑块与滑道的动摩擦因数恒定, 则 ( )



- A.  $t_1 < t_2$  B.  $t_1 = t_2$   
 C.  $t_1 > t_2$  D. 无法比较 $t_1$ 、 $t_2$ 的大小

【答案】A

【解析】从A → B → C过程中, 在A → B过程中可定性分析 $N_1 < mg$ , B → C过程 $N_2 > mg$ ;

在C → B过程中,  $N'_2 > mg$ 且在此过程 $\overline{v_{CB}} > \overline{v_{BC}}$ , 可推出 $N'_2 > N_2 > mg$ , B → A的过程中 $N'_1 < mg$ , 由于 $\overline{v_{BA}} < \overline{v_{AB}}$ , 所以 $N_1 < N'_1 < mg$ .

故A → B过程与B → A过程相比时间较少, B → C与C → B相比时间较少, 所以 $t_1 < t_2$ .

故选A.

4. 质量为 $m$ 的物体, 从 $h$ 高处由静止以加速度 $a = 0.2g$ 竖直下落到地面, 在此过程中 ( )

- A. 物体的重力势能减少 $0.2mgh$  B. 物体的动能增加 $0.2mgh$   
 C. 物体的机械能减少 $0.2mgh$  D. 物体的机械能保持不变

【答案】B

【解析】A选项: 物体从 $h$ 高处由静止落向地面, 则重力做功 $W = mgh$ , 故重力势能减少 $mgh$ , 故A错误;

B选项: 根据 $v_t^2 - v_0^2 = 2ah$ 知 $v_t^2 = 0.4gh$ ,  $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = 0.2mgh$ , 故B正确;

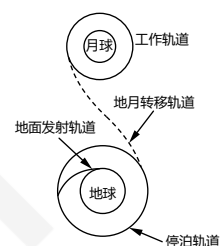
CD选项: 对物体做受力分析



$mg - f = ma$ , 则 $f = 0.8mg$ , 故 $\Delta E = W_f = -0.8mgh$ , 故CD错误.

故选B.

5. 我国于2010年发射的“嫦娥二号”探月卫星简化后的路线示意图如图所示. 卫星由地面发射后, 经过发射轨道进入停泊轨道, 然后在停泊轨道经过调速后进入地月转移轨道, 再次调速后进入工作轨道, 卫星开始对月球进行探测. 已知地球与月球的质量之比为 $a$ , 卫星的停泊轨道与工作轨道的半径之比为 $b$ , 卫星在停泊轨道和工作轨道上均可视为做匀速圆周运动, 则 ( )



- A. 卫星在停泊轨道和工作轨道运行的速度之比为 $\sqrt{\frac{b}{a}}$   
B. 卫星在停泊轨道和工作轨道运行的周期之比为 $\sqrt{\frac{b}{a}}$   
C. 卫星在停泊轨道运行的速度大于地球的第一宇宙速度  
D. 卫星从停泊轨道转移到地月转移轨道, 卫星必须加速

【答案】D

【解析】A选项: 根据 $\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$ , 得 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ , 卫星在停泊轨道和工作轨道运行速度之

比:  $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{m_1 \cdot r_2}{m_2 \cdot r_1}} = \sqrt{\frac{a}{b}}$ , 故A错误;

B选项: 根据 $T = \frac{2\pi r}{v} = 2\pi r \sqrt{\frac{r}{GM}}$ , 卫星在停泊轨道和工作轨道周期之比:

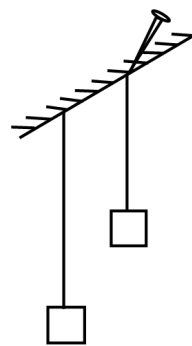
$\frac{T_1}{T_2} = \frac{r_1}{r_2} \sqrt{\frac{m_2 \cdot r_1}{m_1 \cdot r_2}} = b\sqrt{\frac{b}{a}}$ , 故B错误;

C选项:  $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ 知,  $r$ 越大,  $v$ 越小, 则卫星在停泊轨道运行的速度小于地球的第一宇宙速度, 则C错误;

D选项: 卫星从停泊轨道转移到地月转移轨道, 要远离地球, 卫星必须加速才能做离心运动, 故D正确;

故选D.

6. 如图所示, 一块橡皮用细线悬挂于 $O$ 点, 用钉子靠着线的左侧, 沿与水平方向成 $30^\circ$ 的斜面向右以速度 $v$ 匀速运动, 运动中始终保持悬线竖直, 则橡皮运动的速度 ( )

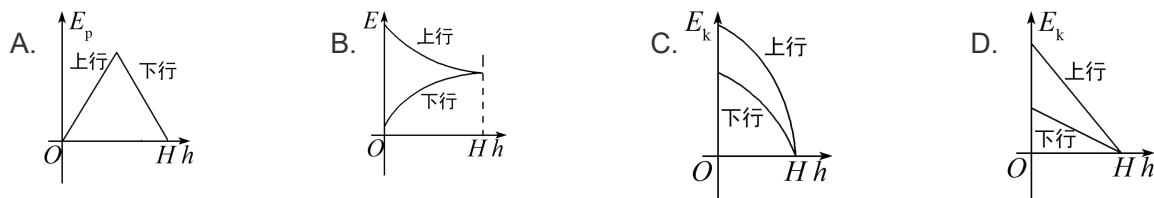
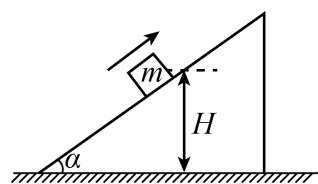


- A. 大小为 $v$ , 方向不变和水平方向成 $60^\circ$       B. 大小为 $\sqrt{3}v$ , 方向不变和水平方向成 $60^\circ$   
 C. 大小为 $2v$ , 方向不变和水平方向成 $60^\circ$       D. 大小和方向都会改变

【答案】 B

【解析】 橡皮沿与水平方向成 $30^\circ$ 的斜面向右以速度 $v$ 匀速运动, 因为橡皮沿与水平方向成 $30^\circ$ 的斜面向右以速度 $v$ 匀速运动的位移一定等于橡皮向上的位移, 故在竖直方向以相等的速度匀速运动, 根据平行四边形定则, 可以知道合速度也是一定的, 故合速度是匀速运动, 根据平行四边形定则求得合速度大小为 $\sqrt{3}v$ , 方向不变和水平方向成 $60^\circ$ ; 故B正确.

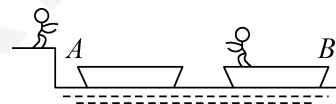
7. 如图所示, 质量为 $m$ 的滑块从斜面底端以平行于斜面的初速度 $v_0$ 冲上固定斜面, 沿斜面上升的最大高度为 $h$ . 已知斜面倾角为 $\alpha$ , 斜面与滑块间的动摩擦因数为 $\mu$ , 且 $\mu < \tan \alpha$ , 最大静摩擦力等于滑动摩擦力, 取斜面底端为零势能面, 则能表示滑块在斜面上运动的机械能 $E$ 、动能 $E_k$ 、势能 $E_p$ 与上升高度 $h$ 之间关系的图像是 ( )



【答案】 D

【解析】AB选项：滑块机械能的变化量等于除重力外其余力做的功，故滑块机械能的减小量等于克服阻力做的功，故上升阶段 $E = E_0 - F_{\text{阻}} \frac{h}{\sin \alpha}$ ，下降阶段 $E = E_0'' - F_{\text{阻}} \frac{h}{\sin \alpha}$ ，重力势能与高度关系是一条直线，机械能与高度关系是两条直线，故A错误，B错误；  
CD选项：动能的变化量等于外力的总功，故上升阶段 $-mgh - F_{\text{阻}} \frac{h}{\sin \alpha} = E_A - E_0$ ，下降阶段 $mgh - F_{\text{阻}} \frac{h}{\sin \alpha} = E_A - E_0'$ ，故C错误，D正确；  
故选D.

8. 如图所示，在平静的水面上有A、B两艘小船，A船的左侧是岸，在B船上站着一个人，人与B船的总质量是A船10倍. 两船开始时都处于静止状态，当人把A船以相对于地面的速度 $v$ 向左推出，A船到达岸边时岸上的人马上以原速率将A船推回，B船上的人接到A船后，再次把它以原速率反向推出……直到B船上的人不能再接到A船，则B船上的人推船的次数为（ ）



- A. 7                      B. 6                      C. 3                      D. 9

【答案】B

【解析】取向右为正，B船上的人第一次推出A船时，由动量守恒定律得 $m_B v_1 - m_A v = 0$ ，解得

$$v_1 = \frac{m_A}{m_B} v,$$

当A船向右返回后，B船上的人第二次将A推出，由动量守恒定律得

$$m_A v + m_B v_1 = -m_A v + m_B v_2, \text{ 解得: } v_2 = v_1 + \frac{2m_A}{m_B} v,$$

设第 $n$ 次推出A时，B的速度大小为 $v_n$ ，由动量守恒定律得 $m_A v + m_B v_{n-1} = -m_A v + m_B v_n$

$$, \text{ 解得 } v_n = v_{n-1} + \frac{2m_A}{m_B} v, \text{ 则有 } v_n = (2n - 1) \frac{m_A}{m_B} v \text{ ①,}$$

B船上的人就不能再接到A船，须有 $v \leq v_n$  (临界点) ②，

解得①②式得 $n \geq 5.5$ ，解取 $n = 6$ ，故B正确.

故选B.

## 二、多项选择题

(本大题共6小题，每小题5分，共30分)

9. 在水平面上将一小球竖直向上抛出，初速度和初动能分别为 $v_0$ 、 $E_{k0}$ ，小球能达到的最大高度为 $H$ ，若运动过程中小球所受的空气阻力大小不变，小球上升到离水平面的高度为 $\frac{H}{2}$ 时，小球的速度和动能分

别为 $v$ 、 $E_k$ ，则（ ）

A.  $v = \frac{v_0}{2}$

B.  $v > \frac{v_0}{2}$

C.  $E_k < \frac{E_{k0}}{2}$

D.  $E_k = \frac{E_{k0}}{2}$

【答案】D

【解析】CD选项：令小球在上升过程中所受阻力为 $F$ ，则根据动能定理有：

$$-mgH - fH = 0 - E_{k0}, \quad ①$$

$$-mg\frac{1}{2}H - f\frac{1}{2}H = E_k - E_{k0}, \quad ②$$

由①和②得 $E_k = \frac{E_{k0}}{2}$ ，故C错误，D正确；

AB选项：根据动能定义有 $\frac{1}{2}mv_0^2 = E_{k0}$ ，③

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{E_{k0}}{2}, \quad ④$$

由③和④得 $v = \frac{\sqrt{2}}{2}v_0$ ，故AB错误；

故选D.

10. 2007年10月24日18时05分，我国成功发射了“嫦娥一号”卫星，若“嫦娥一号”卫星在地球表面的重力为 $G_1$ ，发射后经过多次变轨到达月球表面附近绕月飞行时受月球的引力为 $G_2$ ，已知地球表面的重力加速度为 $g$ ，地球半径 $R_1$ ，月球半径为 $R_2$ ，则（ ）

A. 在距地面高度等于地球半径2倍的轨道上做圆周运动时，卫星速度为 $v = \sqrt{\frac{gR_1}{3}}$

B. 在距地面高度等于地球半径2倍的轨道上做圆周运动时，卫星速度为 $v = \sqrt{\frac{G_1R_1}{3}}$

C. 卫星到达月球表面附近绕月球做圆周运动时周期为 $T = 2\pi\sqrt{\frac{G_1R_2}{G_2g}}$

D. 卫星到达月球表面附近绕月球做圆周运动时周期为 $T = 2\pi\sqrt{\frac{G_2R_2}{G_1g}}$

【答案】AC

【解析】AB选项：嫦娥一号卫星在距地面高度等于地球半径2倍的轨道上做圆周运动时，根据万有引力提供向心力得：

$$\frac{GMm}{(2R_1 + R_1)^2} = \frac{mv_1^2}{2R_1 + R_1} \quad ①,$$

$$\text{根据地球表面万有引力等于重力得：} mg = \frac{GMm}{R_1^2} \quad ②,$$

联立①②计算得出， $v = \sqrt{\frac{gR_1}{3}}$ ，故A正确，B错误；

CD选项：嫦娥一号卫星到达月球表面附近绕月球做圆周运动，根据万有引力提供向心力：

$$\frac{GM'm}{R_2^2} = \frac{m4\pi^2R_2}{T^2} \quad ③,$$

根据月球表面万有引力等于重力得  $mg' = \frac{GM'm}{R_2^2}$  ④,

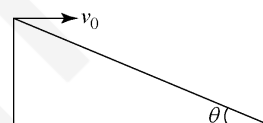
卫星在地球表面的重力为  $G_1$ , 到达月球表面附近绕月飞行时受月球的引力为  $G_2$ ,

所以月球表面重力加速为  $g' = \frac{G_2}{G_1}g$  ⑤,

联立③④⑤计算得出  $T = 2\pi\sqrt{\frac{G_1R_2}{G_2g}}$ , 故C正确, D错误;

故选AC.

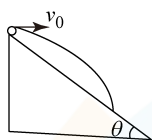
11. 如图所示, 一质点从倾角为  $\theta$  的斜面顶点以水平速度  $v_0$  抛出, 重力加速度为  $g$ , 则下列说法正确的是 ( )



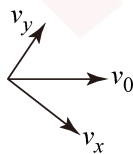
- A. 质点自抛出后, 经时间  $\frac{v_0 \tan \theta}{g}$  离斜面最远  
 B. 质点抛出后, 当离斜面最远时速度大小为  $\frac{v_0}{\sin \theta}$   
 C. 质点抛出后, 当离斜面最远时速度大小为  $\frac{v_0}{\cos \theta}$   
 D. 质点抛出后, 经时间  $\frac{v_0 \cot \theta}{g}$  离斜面最远

【答案】 AC

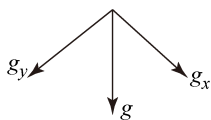
【解析】 运动轨迹如图所示:



对  $V_0$  进行分解:



对  $g$  进行分解:



则物体的运动可以分解为沿斜面方向上和垂直斜面方向上.

AD选项：质量离斜面最远时，即 $V_y$ 减速为0时， $t = \frac{v_y}{g_y} = \frac{v_0 \sin \theta}{g \cos \theta} = \frac{v_0 \tan \theta}{g}$ ，故A正确；D

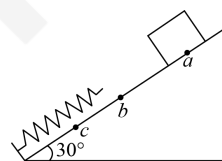
错误；

BC选项：由A选项知，质点离斜面最远时 $v_y = 0$ ， $t = \frac{v_0 \tan \theta}{g}$ ，则

$v = v_x = v_{x0} + g_x t = v_0 \cos \theta + g \sin \theta \cdot \frac{v_0 \tan \theta}{g} = \frac{v_0}{\cos \theta}$ ，故B错误；C正确；

故选AC.

12. 如图所示，重10N的滑块在倾角为 $30^\circ$ 的斜面上，从a点由静止下滑，到b点接触到一个轻弹簧。滑块压缩弹簧到c点开始弹回，返回b点离开弹簧，最后又回到a点，已知 $ab = 0.8\text{m}$ ， $bc = 0.4\text{m}$ ，那么在整个过程中（ ）



- A. 滑块动能的最大值是6J  
B. 弹簧弹性势能的最大值是6J  
C. 从c到b弹簧的弹力对滑块做的功是6J  
D. 滑块和弹簧组成的系统整个过程机械能减少

【答案】BC

【解析】滑块从a点由静止下滑到b点接触弹簧后将弹簧压缩到c点，返回b点后，最高又回到a点，说明滑块运动过程中不受摩擦力作用。

A选项：当滑块的合力为0时，滑块速度最大，即 $mg \sin \theta = kx$ ，  
设该平衡点为d，

滑块从a到d，由动能定理得： $mgh_{ad} = W_{\text{弹}} = E_{kd} - 0$ ，

又 $mgh_{ac} = 10 \times 1.2 \times \frac{1}{2} \text{J} = 6\text{J}$ 且 $W_{\text{弹}} < 0$ ， $mgh_{ad} < mgh_{ac}$ ，

故 $E_{kd} < 6\text{J}$ ，故A错误；

B选项：滑块从a运动到c，重力做功大小等于弹性势能变化量，故整个过程弹性势能最大为6J，故B正确；

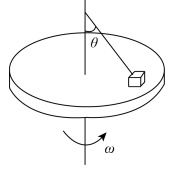
C选项：从c点到b点弹簧的弹力对滑块做的功与弹簧弹性势能变化量相等，故C正确；

D选项：整个过程，弹力、重力做功为零，机械能守恒，故D错误；

故选BC.



13. 如图所示，水平转台上有一个质量为 $m$ 的物块，用长为 $L$ 的细绳将物块连接在转轴上，细线与竖直转轴的夹角为 $\theta$ 角，此时绳中张力为零，物块与转台间动摩擦因数为 $\mu$  ( $\mu < \tan \theta$ )，最大静摩擦力等于滑动摩擦力，物块随转台由静止开始缓慢加速转动，则 ( )



- A. 至绳中出现拉力时，转台对物块做的功为 $2\mu mgL \sin \theta$   
 B. 至绳中出现拉力时，转台对物块做的功为 $\frac{1}{2}\mu mgL \sin \theta$   
 C. 至转台对物块支持力为零时，转台对物块做的功为 $\frac{mgL \sin^2 \theta}{2 \cos \theta}$   
 D. 设法使物体的角速度增大到 $\sqrt{\frac{3g}{2L \cos \theta}}$ 时，物块机械能增量为 $\frac{3mgL}{4 \cos \theta}$

【答案】BCD

【解析】对物体受力分析知物块离开圆盘前

$$\text{合力 } F = f + T \sin \theta = m \frac{v^2}{r} \quad \text{--- ①}$$

$$N + T \cos \theta = mg \quad \text{--- ②}$$

$$\text{根据动能定理知 } W = E_k = \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{--- ③}$$

$$\text{AB、当弹力 } T = 0, r = L \sin \theta \quad \text{--- ④}$$

$$\text{由①②③④解得 } W = \frac{1}{2}fL \sin \theta + \frac{1}{2}\mu mgL \sin \theta$$

至绳中出现拉力时，转台对物块做的功为 $\frac{1}{2}\mu mgL \sin \theta$ ，故A错误，B正确；

C、当 $N = 0, f = 0$ ，由①②③知 $W = \frac{1}{2}mgL \sin \theta \tan \theta = \frac{mgL \sin^2 \theta}{2 \cos \theta}$ ，故C正确；

D、由①②知 $\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{L \cos \theta}}$ ，设法使物体的角速度增大到

$$\omega = \sqrt{\frac{3g}{2L \cos \theta}} > \omega_0 = \sqrt{\frac{g}{L \cos \theta}}$$
，故物体已脱离水平盘，此时夹角为 $\alpha$ ，

$$\text{则 } mg \tan \alpha = m\omega^2 r \quad \text{--- ⑤}$$

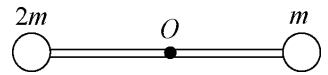
$$\Delta E_p = mgh = mg(L \cos \theta - L \cos \alpha) \quad \text{--- ⑥}$$

$$\text{由⑤⑥知 } \Delta E_p = mgL \cdot (\cos \theta - \cos \alpha) = \frac{1}{3}mgL \cos \theta,$$

物块机械能增量为 $\Delta E_p + \Delta E_k = \frac{3mgL}{4 \cos \theta}$ ，故D正确。

故选BCD。

如图所示，一长为 $2L$ 的轻杆中央有一光滑的小孔 $O$ ，两端各固定质量分别为 $m$ 和 $2m$ 的两小球，光滑的铁钉穿过小孔垂直钉在竖直的墙壁上，将轻杆由水平位置静止释放，转到竖直位置，在转动的过程中，忽略空气阻力。下列说法正确的是（ ）



- A. 在竖直位置两球的速度大小均为 $\sqrt{2gL}$   
 B. 杆竖直位置时对 $m$ 球的作用力向上，大小为 $\frac{1}{3}mg$   
 C. 杆竖直位置时铁钉对杆的作用力向上，大小为 $\frac{11}{3}mg$   
 D. 由于忽略一切摩擦阻力，根据机械能守恒，杆一定能绕铁钉做完整的圆周运动

【答案】BC

【解析】A选项：将轻杆从水平位置由静止释放，转到竖直位置时，两球的速度大小相等，设为 $v$ ，

根据系统的机械能守恒得，

$$2mgL - mgL = \frac{1}{2} \cdot 3mv^2, \text{ 解得 } v = \sqrt{\frac{2}{3}gL}, \text{ 故A错误;}$$

B选项：杆转到竖直位置时，对 $m$ 球： $mg - N = m\frac{v^2}{L}$ ，解得 $N = \frac{1}{3}mg$ ，故B正确；

C选项：杆转到竖直位置时，对 $2m$ 球： $N' - 2mg = 2m \cdot \frac{v^2}{L}$ ，解得 $N' = \frac{10}{3}mg$ ，所以铁钉对杆的作用力向上，大小为 $N + N' = \frac{11}{3}mg$ ，故C正确；

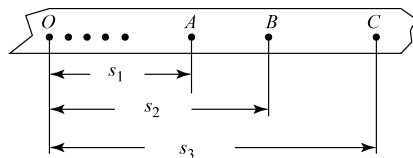
D选项：由系统机械能守恒知，当系统顺时针转到水平位置时速度为零，然后再逆时针转动，不可能做完整的圆周运动，故D错误；

故选BC。

### 三、实验探究题

(本大题共2小题，共16分)

15. 在一次实验中，质量为 $M$ 的重物自由下落，在纸带上打出一系列的点，如图所示，（相邻计数点的时间间隔为 $T$ ），那么：



- (1) 纸带的 \_\_\_\_\_ 端与重物相连（填“左”或“右”）。  
 (2) 测出 $s_1$ 、 $s_2$ 、 $s_3$ ，则打点计时器打下计数点 $B$ 时，物体的速度 $v_B =$  \_\_\_\_\_。

(3) 从初速为零的起点 $O$ 到打下计数点 $B$ 的过程中重力势能的减少量 $\Delta E_p = \underline{\hspace{2cm}}$  , 此过程中物体的动能的增加量 $\Delta E_k = \underline{\hspace{2cm}}$  .

(4) 根据某次实验的测量数据, 通过计算得:  $\Delta E_p = 0.490Mm^2/s^2$  ,  $\Delta E_k = 0.481Mm^2/s^2$  , 即  $\Delta E_p > \Delta E_k$  , 这是因为:  $\underline{\hspace{2cm}}$  .

【答案】 (1) 左

(2)  $\frac{s_3 - s_1}{2T}$

(3)  $Mgs_2 ; \frac{1}{2}M\left(\frac{s_3 - s_1}{2T}\right)^2$

(4) 重物下落过程中受到阻力作用

【解析】 (1) 与重物相连的纸带一端应该先打出点, 先打出点的速度较小, 从纸带图上可以看出是左端.

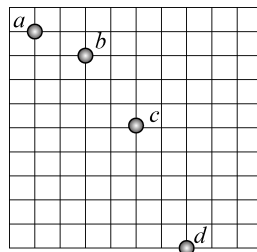
(2) 利用与变速直线运动的推论得:  $v_B = \frac{x_{AC}}{2T} = \frac{s_3 - s_1}{2T}$  .

(3) 从起点 $O$ 到打下计数点 $B$ 的过程中重力势能减少量是 $\Delta E_p = mgh = Mgs_2$  , 此过程中物体动能的增加量是:  $\Delta E_k = \frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{1}{2}M\left(\frac{s_3 - s_1}{2T}\right)^2$  .

(4) 因为重物下落过程中受到的阻力作用, 所以重力势能的减少量大于动能的增加量.

【踩分点】

16. 某同学做“研究平抛运动”的实验, 根据实验结果在坐标纸上描出了小球水平抛出后的运动轨迹, 如图所示. 小方格的边长 $L = 1.25\text{cm}$  ; 若小球在平抛运动途中的几个位置如图中的 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ 所示, 则小球平抛的初速度的计算公式为 $v_0 = \underline{\hspace{2cm}}$  (用 $L$ 、 $g$ 表示) 其值是  $\underline{\hspace{2cm}}$  m/s .  $c$ 点的速度大小为  $\underline{\hspace{2cm}}$  m/s . ( $g$ 取 $10\text{m/s}^2$ )



【答案】  $2\sqrt{gL}$  ; 1 ; 1.25

【解析】从小方格的纸记录轨迹可看出从  $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d$  的水平位移都一样，都是

$2L = 2 \times 1.25\text{cm} = 2.5\text{cm}$  说明各段时间相等，设为  $T$  根据平抛运动水平和竖直方向运动特点有：

$$\text{水平方向 } x: 2L = v_0 T \text{ ①,}$$

$$\text{竖直方向 } y: \begin{cases} \Delta h = L \text{ ②} \\ \Delta h = gT^2 \text{ ③}' \end{cases}$$

$$\text{联立①②③解得 } \begin{cases} v_0 = 2\sqrt{gL} \\ T = \sqrt{\frac{L}{g}} \end{cases},$$

$$\text{代入数据得 } v_{by} = \frac{3}{2} \sqrt{10\text{m/s}^2 \times 2.5\text{cm}} = 0.75\text{m/s},$$

$$\text{因此 } b \text{ 点速度为 } v = \sqrt{v_0^2 + v_{by}^2} = 1.25\text{m/s}.$$

【踩分点】

#### 四、计算题

(本大题共4小题，共40分)

17. 我国发射的“嫦娥一号”卫星进入距月球表面高为  $h$  的圆轨道绕月运动。设月球半径约为地球半径的  $\frac{1}{4}$ ，月球质量约为地球质量的  $\frac{1}{81}$ ，不考虑月球、地球自转的影响，地球表面的重力加速度为  $g$ 、地球半径为  $R$ 。求：

- (1) 在地球上要发射一颗绕地球运动的卫星，最小发射速度  $v_0$ 。  
(2) 在月球上要发射一颗环月卫星，最小发射速度  $v_1$ 。

【答案】(1)  $\sqrt{gR}$

(2)  $\frac{2}{9}\sqrt{gR}$

【解析】(1) 在地球上发射一颗绕地球运动的卫星最小发射速度  $v_0$ ，

即卫星为近地环绕卫星，

$$\text{则万有引力提供向心力: } \frac{GMm}{R^2} = m \frac{v_0^2}{R} \dots \text{①,}$$

$$\text{近地时重力与万有引力近似相等: } \frac{GMm}{R^2} = mg \dots \text{②,}$$

$$\text{由①②联立得: } v_0 = \sqrt{gR} \dots \text{③.}$$

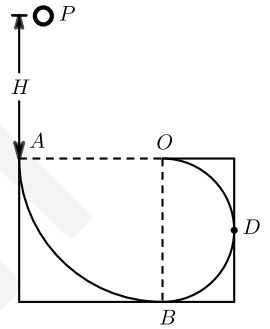
(2) 同理可得，万有引力提供向心力:  $\frac{GM_{\text{月}}m}{R_{\text{月}}^2} = m \frac{v_1^2}{R_{\text{月}}} \dots \text{④,}$

$$\text{由①③④代入 } R_{\text{月}} = \frac{1}{4}R, M_{\text{月}} = \frac{1}{81}M,$$

$$\text{得: } v_1 = \frac{2}{9}\sqrt{gR}.$$

【踩分点】

18. 如图所示,  $ABDO$ 是处于竖直平面内的光滑轨道,  $AB$ 是半径为 $R = 15\text{m}$ 的 $\frac{1}{4}$ 圆周轨道, 半径 $OA$ 处于水平位置,  $BDO$ 是直径为 $15\text{m}$ 的半圆轨道,  $D$ 为 $BDO$ 轨道的中央. 一个小球 $P$ 从 $A$ 点的正上方距水平半径 $OA$ 高 $H$ 处自由落下, 沿竖直平面内的轨道运动, 离开 $AB$ 轨道时对轨道末端 $B$ 点的压力大小等于其重力的 $\frac{13}{3}$ 倍. 取 $g = 10\text{m/s}^2$ . 求:



- (1)  $H$ 的大小.
- (2) 试讨论此球能否到达 $BDO$ 轨道的 $O$ 点, 并说明理由.
- (3) 小球从 $H$ 高处自由落下沿轨道运动后再次落到轨道上的速度大小.

【答案】 (1)  $10\text{m}$

(2) 可以通过

(3)  $17.3\text{m/s}$

【解析】 (1) 设小球通过 $D$ 点的速度为 $v$ , 则有 $m \frac{v^2}{R} = F = \frac{14}{3}mg$ .

小球沿从 $P$ 点落下直到沿光滑轨道运动的过程中, 机械能守恒. 有:  $mg\left(H + \frac{R}{2}\right) = \frac{1}{2}mv^2$

可得高度 $H = \frac{2}{3}R = 10\text{m}$ .

(2) 设小球能够沿竖直半圆轨道运动到 $O$ 点的最小速度为 $v$ , 有:  $m \frac{v^2}{R} = mg$ , 小球至少应从

$H_C$ 高处落下 $mgH_C = \frac{1}{2}mv_C^2$ ,

解得:  $H_C = \frac{3}{4}R$ , 由 $H > H_C$ , 小球可以通过 $O$ 点.

(3) 小球由 $H$ 落下通过 $O$ 点的速度为:

$$v_0 = \sqrt{2gH} = 14.1\text{m/s},$$

小球通过O点后作平抛运动, 设小球经过时间 $t$ 落到AB圆弧轨道上, 有:  $x = v_0 t$ ,

$$y = \frac{1}{2} g t^2,$$

$$\text{且 } x^2 + y^2 = R^2$$

可解得时间 $T = 1\text{s}$  (另解舍弃) 落到轨道上的速度的大小 $v = \sqrt{v_0^2 + g^2 t^2} = 17.3\text{m/s}$

**【踩分点】**

19. 如图所示, 两个质量均为 $4m$ 的小球A和B由轻弹簧连接, 置于光滑水平面上, 一颗质量为 $m$ 子弹, 以水平速度 $v_0$ 射入A球, 并在极短时间内嵌在其中. 在运动过程中, 求:



- (1) 什么时候弹簧的弹性势能最大, 最大值是多少?  
 (2) A球的速度最小时弹簧处于什么状态? A球的速度最小值是多少?

**【答案】** (1)  $E_{p\max} = \frac{2}{45} m v_0^2$   
 (2) 原长;  $v_{A\min} = \frac{1}{45} v_0$

**【解析】** (1) 子弹射入A球后嵌入其中, 且地面光滑, 则把子弹、A球、弹簧、B球看作系统动量守恒,

$$m v_0 = (m + 4m) v \quad \text{①}$$

$$(m + 4m) v = (m + 2 \times 4m) v' \quad \text{②}$$

A、B两球与子弹共速时, 弹簧弹性势能最大, 即

$$E_{p\max} = \frac{1}{2} (m + 4m) v^2 - \frac{1}{2} (m + 2 \times 4m) v'^2 \quad \text{③}$$

联立①②③得  $E_{p\max} = \frac{2}{45} m v_0^2$ .

- (2) 以子弹和A球有共同速率为初态, 子弹和A球速度最小, B球速度最大为末态, 则由动量守恒定律得:

$$(m + M) v = (m + M) v_A + M v_B \quad \text{④}$$

$$\frac{1}{2} (m + M) v^2 = \frac{1}{2} (m + M) v_A^2 + \frac{1}{2} M v_B^2 \quad \text{⑤}$$

联立①④⑤得:  $v_{A1} = \frac{1}{45} v_0$ ,  $v_{B1} = \frac{2}{9} v_0$  或  $v_{A2} = \frac{1}{5} v_0$ ,  $v_{B2} = 0$ .

由题意得  $v_{A\min} = \frac{1}{45} v_0$ ,  $v_{B\max} = \frac{2}{9} v_0$ ,

此时弹簧处于原长.

【踩分点】

20. 如图所示，质量为2kg的物块A（可看作质点），开始放在长木板B的左端，B的质量为1kg，可在水平面上无摩擦滑动，两端各有一竖直挡板MN，现A、B以相同的速度 $v_0 = 6\text{m/s}$ 向左运动并与挡板M发生碰撞。B与M碰后速度立即变为零，但不与M粘接；A与M碰撞没有能量损失，碰后接着返回N板运动，且在与N板碰撞之前，A、B均能达到共同速度并且立即被锁定，与N板碰撞后A、B一并原速反向，并且立刻解除锁定。A、B之间的动摩擦因数 $\mu = 0.1$ 。求：



- (1) A与挡板M能否发生第二次碰撞，请说明理由？
- (2) A和B最终停在何处；请说明理由？
- (3) A在B上一共通过了多少路程。

【答案】 (1) 能发生第二次碰撞；理由见解析

(2) 停在M前；理由见解析

(3) 13.5m

【解析】 (1) 第一次碰撞后，A以 $v_0 = 6\text{m/s}$ 的速度向右运动，B的速度为0，根据动量守恒得：

$$m_A v_0 = (m_A + m_B) v_1, \text{ 则 } v_1 = 4\text{m/s},$$

$$\text{系统克服阻力做功 } \Delta E_1 = \frac{1}{2} m_A v_0^2 - \frac{1}{2} (m_A + m_B) v_1^2 = 12\text{J},$$

因与N板碰撞没有能量损失，A、B与N板碰后返回向左运动，此时A的动能

$$E_{kA}' = \frac{1}{2} m_A v_1^2 = 16\text{J} > 12\text{J},$$

故A有足够能量克服阻力做功，并与M发生第二次碰撞。

- (2) 设第n次碰后，A的速度为 $v_n$ ，动能为 $E_{kAn}$ ，达到共同速度时A的速度为 $v_n'$ ，动能为

$$E_{kAn}',$$

$$m_A v_n = (m_A + m_B) v_n',$$

$$\text{则 } v_n' = \frac{2}{3} v_n,$$

$$E_{kAn} = \frac{1}{2} m_A v_n^2 \quad \text{①}$$

$$E_{kAn}' = \frac{1}{2} m_A v_n'^2 \quad \text{②}$$

$$\text{联立①②得 } E_{kAn}' = \frac{4}{9} E_{kAn},$$

$$\text{又 } E_{kn}' = E_{kAn}' + E_{kBn}' = \frac{3}{2} E_{kAn}'$$

$$= \frac{6}{9} E_{kAn} = \frac{2}{3} E_{kAn},$$

$$\text{单程克服阻力做功 } W_f = E_{kAn} - E_{kn}' = \frac{1}{3} E_{kAn} < E_{kn}',$$

故每次都可以返回到M板，最终停靠在M板前。

(3) 由(2)知，每完成一次碰撞，损失的总能量为

$$\Delta E = 2W_f + E_{kBn}' = \frac{2}{3} E_{kAn} + \frac{2}{9} E_{kAn} = \frac{8}{9} E_{kAn},$$

$$\text{其中用来克服阻力做功占损失总能量之比为 } \frac{2W_f}{\Delta E} = \frac{\frac{2}{3} E_{kAn}}{\frac{8}{9} E_{kAn}} = \frac{3}{4},$$

故整个运动过程，A克服摩擦力做功占总能量  $\frac{3}{4}$ ，

$$W_{f\text{总}} = \frac{3}{4} E_A = \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{2} m_A v_0^2 = 27\text{J},$$

$$\text{又 } W_{f\text{总}} = \mu m_A g s,$$

$$\text{即 } s = 13.5\text{m}.$$

【踩分点】



# 高二学生专属学习群



群号：674178520

群内不仅有丰富学习资料，还可以和大家一起交流  
欢迎同学扫码加入~~