

2020~2021学年四川成都锦江区四川师范大学附属中学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10小题，每小题3分，共30分)

1. 下列说法正确的是 ( )

- A. 匀速圆周运动是匀速运动
- B. 平抛运动是匀变速运动
- C. 牛顿发现万有引力定律并测出引力常量
- D. 由万有引力定律知道两个物体间距离越小引力越大，当 $r = 0$ 时引力无穷大

【答案】 B

【解析】 A 选项：匀速圆周运动不是匀速运动。匀速运动的速度的方向和大小都是是不变的。故A错误；

B 选项：平抛运动是匀变速运动。在水平方向为匀速运动；在竖直方向为初速度为零的匀加速运动。因此平抛运动的合速度的大小在不断增大，即匀加速运动。故B正确；

C 选项：牛顿于1687年正式发表了万有引力定律，并没有给出准确的引力常量，1789年，英国物理学家卡文迪许巧妙地利用扭秤装置，第一次在实验室里比较准确地测出了引力常量；故C错误；

D 选项：万有引力适用于宏观范围，万有引力定律描述的是两个质点之间的相互作用，在经典力学当中不存在绝对的质点，所以两个物体无限靠近时，引力并不会无穷大；故D错误；  
故选 B。

2. 下列说法不正确的 ( )

- A. 动量方向就是速度方向
- B. 物体的动能不变，则动量就不变
- C. 物体动量的变化方向就是物体所受合外力的方向
- D. 质量一定的物体，动量变化越大，该物体的速度变化一定越大

【答案】 B

【解析】 A 选项：动量表示为物体的质量和速度的乘积，所以动量方向就是速度方向；故A正确；

B 选项：动能不变时，物体可能是速度大小不变，但方向发生变化，则动量可能发生变化，故B错误；

C 选项：由动量定理，动量变化量等于合外力的冲量，合外力方向与合外力的冲量方向相同。故C正确；

D 选项：质量一定的物体，动量变化 $\Delta p = m\Delta v$ ，动量变化越大，该物体的速度变化一定越大，故D正确；

故选 B。

3. 下列说法正确的是（ ）

A. 爱因斯坦的相对论解决微观粒子的运动问题

B. 系统内力总功一定为零

C. 动量守恒和能量守恒适用于牛顿运动定律不能解决的微观和高速问题

D. 伽利略在前人的基础上通过观察总结得到行星运动三定律

【答案】 D

【解析】 A 选项：爱因斯坦的相对论解决量子力学的问题，而不是微观粒子的运动问题，故A错误；

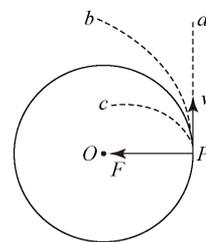
B 选项：系统内的一对滑动摩擦力总是做负功，对应摩擦生热的问题，而做功不是零。故系统内力做功不一定是零，故B错误；

C 选项：能量守恒定律与动量守恒定律不仅适用于牛顿运动定律，也适用于微观和高速问题，故C错误；

D 选项：伽利略在前人研究的基础上，尤其是在其老师第谷观测行星数据的基础上，提出了行星运动三定律，即开普勒三大定律，故D正确；

故选 D。

4. 如图所示，光滑水平面上，小球 $m$ 在拉力 $F$ 作用下以 $O$ 为圆心做匀速圆周运动。若小球运动到 $P$ 点时，拉力 $F$ 发生变化，关于小球运动情况的说法正确的是（ ）



- A. 只要拉力不消失，小球仍沿原来轨迹运动  
 B. 若拉力突然变小，小球将沿轨迹Pc运动  
 C. 若拉力突然变大，小球将沿轨迹Pb做离心运动  
 D. 若拉力突然消失，小球将沿轨迹Pa做离心运动

【答案】D

【解析】A选项、B选项、C选项：当向心力减小时，将沿Pb轨道做离心运动；若拉力突然变大，小球将沿轨迹Pc做近心运动，有以上的分析可知，拉力不消失，但大小变化时，小球也不能再做匀速圆周运动，故ABC错误；  
 D选项：若拉力突然消失，小球将沿轨迹Pa做离心运动，故D正确；  
 故选D。

5. 已知地球的质量约为火星质量的10倍，地球的半径约为火星半径的2倍，则航天器在火星表面附近绕火星做匀速圆周运动的速率约为 ( )

- A. 3.5 km/s      B. 5.0 km/s      C. 17.7 km/s      D. 35.2 km/s

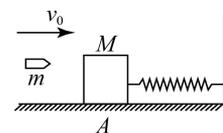
【答案】A

【解析】航天器在星球表面飞行的速度即其第一宇宙速度  $\frac{GMm}{R^2} = \frac{mv^2}{R}$  解得  $v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$  所以

$$\frac{v_{火}}{v_{地}} = \sqrt{\frac{M_{火}R_{地}}{M_{地}R_{火}}} = \sqrt{\frac{1}{5}}v_{火} = \sqrt{\frac{1}{5}}v_{地} = \sqrt{\frac{1}{5}} \times 7.9\text{km/s} \approx 3.5\text{km/s}, \text{ A项正确.}$$

故选A.

6. 如图所示，质量为M的木块位于光滑水平面上，在木块与墙之间用轻弹簧连接，开始时木块静止在A位置。现有一质量为m的子弹以水平速度 $v_0$ 射向木块并嵌入其中，则当木块回到A位置时的速度 $v$ 以及此过程中墙对弹簧的冲量 $I$ 的大小分别为 ( )



A.  $v = \frac{mv_0}{M+m}, I = 0$

B.  $v = \frac{mv_0}{M+m}, I = 2mv_0$

C.  $v = \frac{mv_0}{M+m}, I = \frac{2m^2v_0}{M+m}$

D.  $v = \frac{mv_0}{M}, I = 2mv_0$

【答案】B

【解析】子弹射入木块过程，由于时间极短，子弹与木块间的内力远大于系统外力，由动量守恒定律

得： $mv_0 = (M+m)v$ ，解得： $v = \frac{mv_0}{M+m}$

子弹和木块系统在弹簧弹力的作用下先做减速运动，后做加速运动，回到A位置时速度大小不

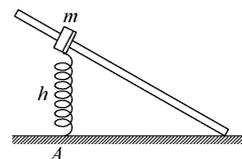
变，即当木块回到A位置时的速度大小  $v = \frac{mv_0}{M+m}$ ；

子弹和木块弹簧组成的系统受到的合力即可墙对弹簧的作用力，根据动量定理得：

$I = -(M+m)v - mv_0 = -2mv_0$ ，所以墙对弹簧的冲量I的大小为  $2mv_0$ ，

故选B.

7. 如图所示，固定的倾斜光滑杆上套有一个质量为m的圆环，圆环与竖直放置的轻质弹簧一端相连，弹簧的另一端同定在地面上的A点，弹簧处于原长时，圆环高度为h. 让圆环沿杆滑下，滑到杆的底端时速度为零，重力加速度为g，则在圆环下滑到底端的过程中（ ）



A. 圆环机械能守恒

B. 弹簧的弹性势能先减小后增大

C. 弹簧的弹性势能变化了  $mgh$

D. 弹簧与光滑杆垂直时圆环动能最大

【答案】C

【解析】A选项：圆环沿杆滑下，滑到杆的底端的过程中有两个力对圆环做功，即环的重力和弹簧的

拉力，所以圆环的机械能不守恒，如果把圆环和弹簧组成的系统作为研究对象，则系统的机械能守恒，故A错误；

B选项：弹簧的弹性势能随弹簧的形变量的变化而变化，弹簧先缩短后再伸长，形变量先增大后减小，故弹簧的弹性势能先增大后减小，故B错误；

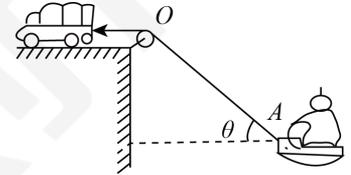
C选项：

系统的机械能守恒，圆环的机械能减少了 $mgh$ ，那么弹簧的机械能即弹性势能增大 $mgh$ ，故C正确；

D选项：弹簧与光滑杆垂直时，圆环所受合力沿杆向下，圆环具有与速度同向的加速度，速度继续增大，故D错误；

故选C。

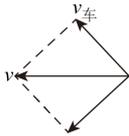
8. 如图所示，卡车通过定滑轮以恒定的功率 $P_0$ 拉绳，牵引河中的小船沿水面运动，已知小船的质量为 $m$ 沿水面运动时所受的阻力为 $f$ ，当绳AO段与水平面夹角为 $\theta$ 时，小船的速度为 $v$ ，不计绳子与滑轮的摩擦，则此时小船的加速度等于（ ）



- A.  $\frac{P_0}{mv}$       B.  $\frac{P_0}{mv} \cos^2 \theta - \frac{f}{m}$       C.  $\frac{f}{m}$       D.  $\frac{P_0}{mv} - \frac{f}{m}$

【答案】D

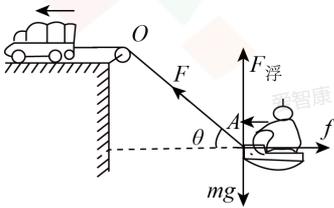
【解析】小船的实际运动为合运动，沿着绳子方向和垂直绳子方向的是分运动，如图：



根据平行四边形定则，有 $v_{\text{车}} = v \cdot \cos \theta$ ，

故拉力为： $F = \frac{P_0}{v_{\text{车}}} = \frac{P_0}{v \cos \theta}$  ①，

对船受力分析，受重力、拉力、浮力和阻力，



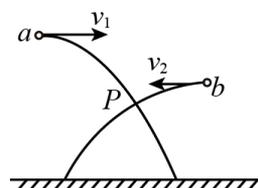
根据牛顿第二定律，有 $F \cdot \cos \theta - f = ma$  ②，

由①②解得 $a = \frac{P_0}{mv} - \frac{f}{m}$ ；

故选D。

9. 如下左图所示， $a$ 、 $b$ 两个小球从不同高度沿相反方向水平抛出，几乎同时经过 $P$ 点（经过 $P$ 点不影响各

自运动)，则以下说法正确的是（ ）



A. a、b两球同时落地

B. b球先落地

C. b球先抛

D. 题中给定条件无法确定二者初速度

【答案】D

【解析】C选项：对于做平抛运动的物体，竖直方向均做自由落体运动；由于a、b两个小球至P点高

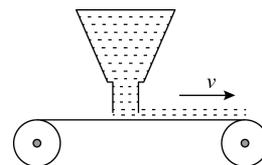
度 $h_{aP} > h_{bP}$ ，又 $h = \frac{1}{2}gt^2$ ，得 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ 可知 $t_{aP} > t_{bP}$ ，故a球先抛出，故C错误；

AB选项：由于 $v_{ya} = gt_{aP}$ ； $v_{yb} = gt_{bP}$ 可知 $v_{ya} > v_{yb}$ ，又P点至地面高度一定，故a先落地，故AB错误；

D选项：由于a的水平位移 $x_a$ 大于b的水平位移 $x_b$ ，而a下落时间 $t_a$ 大于b下落时间 $t_b$ ，故 $\frac{x_a}{t_a}$ 与 $\frac{x_b}{t_b}$ 无法判定，故D正确；

故选D.

10. 如图所示，传送带以1m/s的速度水平匀速运动，砂斗以20kg/s的流量向传送带上装砂子，为了保持传递速率不变，驱动传送带的电动机因此应增加功率（ ）



A. 10W

B. 20W

C. 30W

D. 40W

【答案】B

【解析】每秒钟流到传送带的砂子获得的动能为 $\Delta E_k = \frac{1}{2}mv^2$ ，砂子达到速度v之前，相对传送带向后滑动，每秒转化为内能的机械能为 $Q = fs_{\text{相对}}$ ，而 $s_{\text{相对}} = \frac{v_{\text{相}}^2 - v_0^2}{2a_{\text{相}}} = \frac{0 - v^2}{2(-\mu g)} = \frac{v^2}{2\mu g}$

， $Q = fs_{\text{相对}} = \mu mg \cdot \frac{v^2}{2\mu g} = \frac{1}{2}mv^2$ ，因此，电动机必须增加的功率为

$\Delta P = \frac{(\Delta E_k + Q)}{\Delta t} = \frac{mv^2}{\Delta t} = 20W$ ，故B正确.

故选B.

## 二、多项选择题

(本大题共4小题，每小题4分，共16分)

11. 某高铁动车组的额定功率为 $P$ ，该动车组开始时保持额定功率不变启动，达到最大速度 $v_m$ 后匀速直线行驶，行驶过程中阻力 $f$ 不变，下列说法正确的是（ ）

- A. 行驶过程中所受阻力 $f = \frac{P}{v_m}$
- B. 额定功率不变启动，动车组加速度越来越大
- C. 若行驶过程中某时刻加速度大小为 $a$ ，此时的动车组速度为 $v = \frac{P}{ma}$
- D. 若动车组行驶时间为 $t$ ，这段时间内牵引力做功为 $W = Pt$

【答案】AD

【解析】A选项：动车组达到最大速度 $v_m$ 匀速运动时，牵引力大小 $F_1$ 等于阻力 $f$ 大小，由 $P = F_1 v_m$ ，

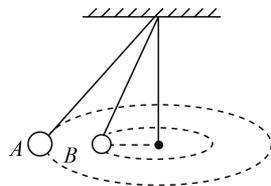
可知阻力 $f = F_1 = \frac{P}{v_m}$ ，故A正确；

B选项：额定功率不变，动车的速度增大，由 $P = Fv$ 可知，牵引力减小，由牛顿第二定律有： $F - f = ma$ ，牵引力 $F$ 减小，阻力 $f$ 不变，所以动车组的加速度越来越小，故B错误；

CD选项：动车组的额定功率为牵引力做功的功率，动车组的额定功率 $P$ 不变，若行驶过程中某时刻牵引力大小为 $F$ ，此时的动车组速度 $v = \frac{P}{F}$ ，若动车组行驶时间为 $t$ ，这段时间内牵引力做功 $W = Pt$ ，故D正确，C错误；

故选AD.

12. 如图所示，两个质量相同的小球A、B，用长度之比为 $L_A : L_B = 3 : 2$ 的细线拴在同一点，并在同一水平面内做匀速圆周运动，则它们的（ ）



- A. 角速度之比为 $\omega_A : \omega_B = 3 : 2$
- B. 角速度之比为 $\omega_A : \omega_B = 1 : 1$
- C. 悬线的拉力之比为 $T_A : T_B = 3 : 2$
- D. 悬线的拉力之比为 $T_A : T_B = 1 : 1$

【答案】BC

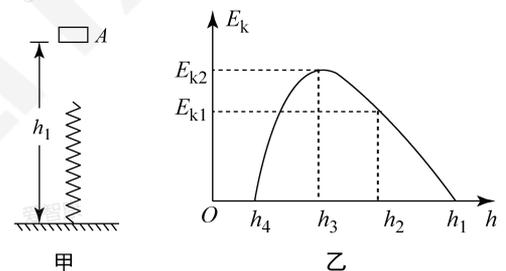
【解析】A、B选项：小球圆周运动的向心力由重力和细线拉力的合力提供，设细线与竖直方向的夹角为 $\theta$ ，对小球受力分析有： $F = mg \tan \theta = m\omega^2 r$ ；因为小球在同一平面内做圆周运动，则由题意知，小球圆周运动半径 $r = h \tan \theta$ ，其中 $h$ 为运动平面到悬点的距离。由上式得：

$\omega = \sqrt{\frac{g}{h}}$ ，与细线的长度和转动半径无关，角速度之比为 $\omega_A : \omega_B = 1 : 1$ ，故B正确，A错误；

C、D选项：悬线与竖直方向的夹角的余弦值之比 $\frac{\cos \theta_A}{\cos \theta_B} = \frac{L_B}{L_A} = \frac{2}{3}$ ，悬线的拉力 $T = \frac{mg}{\cos \theta}$ ，结合几何关系知拉力之比为： $T_A : T_B = 3 : 2$ ，故C正确，故D错误；

故选BC。

13. 如图甲所示，轻质弹簧竖直放置，下端固定在水平地面上。一质量为 $m$ 的小物块从轻弹簧上方且离地高度为 $h_1$ 的A点由静止释放，小物块下落过程中的动能 $E_k$ 随离地高度 $h$ 变化的关系如图乙所示，其中 $h_2 \sim h_1$ 段图线为直线。已知重力加速为 $g$ ，则以下判断中正确的是（ ）



- A. 当小物块离地高度为 $h_2$ 时，小物块的加速度恰好为零  
 B. 当小物块离地高度为 $h_3$ 时，小物块的动能最大，此时弹簧恰好处于原长状态  
 C. 小物块从离地高度为 $h_2$ 处下落到离地高度为 $h_3$ 处的过程中，弹簧的弹性势能增加量小于 $mg(h_2 \sim h_3)$   
 D. 小物块从离地高度为 $h_1$ 处下落到离地高度为 $h_4$ 处，其减少的重力势能恰好等于弹簧增加的弹性势能

【答案】CD

【解析】A选项：由题意可知，当小物块离地高度为 $h_2$ 时，小物块刚好开始接触弹簧，此时小物块只受到重力作用，故此时的加速度大小为重力加速度 $g$ ，故A错误；

B选项：当小物块离地高度为 $h_3$ 时，由题图乙可知小物块的动能达到最大，小物块的速度达到最大，此时有 $mg = k\Delta x$ ，弹簧的压缩量为 $\Delta x = h_2 - h_3$ ，故B错误；

C选项：

小物块从离地高度为 $h_2$ 处下落到离地高度为 $h_3$ 处的过程中，重力势能减少了 $mg(h_2 - h_3)$ ，由能量守恒定律可知，小物块减少的重力势能转化为小物块增加的动能和弹簧增加的弹性势能，则弹簧增加的弹性势能会小于重力势能 $mg(h_2 - h_3)$ ，故C正确；

D选项：由题图乙可知，当小物块离地高度为 $h_4$ 时，小物块的动能为零，由能量守恒定律可知，小物块减少的重力势能全部转化为弹簧增加的弹性势能，故D正确；

故选CD。

14. 质量分别为 $m_1$ 、 $m_2$ 的物体A、B静止在光滑的水平面上，两物体用轻弹簧连接，开始弹簧处于原长状态，其中 $m_1 < m_2$ ，某时刻同时在两物体上施加大小相等方向相反的水平外力，如图所示，从两物体开始运动到弹簧的伸长量达到最大值的过程中，弹簧始终处在弹性限度范围内。下列说法正确的是（ ）



- A. 两物体的动量一直增大  
 B. 物体A、B的动量变化量之比为 $m_2 : m_1$   
 C. 两物体与弹簧组成的系统机械能不断增大  
 D. 物体A、B的平均速度大小之比为 $m_2 : m_1$

【答案】CD

【解析】A选项：当水平外力大于弹簧的弹力时，两物体做加速运动，则两物体的速度一直增大，动量一直增大，当水平外力小于弹簧的弹力时，两物体做减速运动，速度减小，动量减小，故A错误；

B选项：以两物体以及弹簧组成的系统为研究对象，因合外力为零则系统的动量守恒，以物体A运动方向为正方向，由动量守恒定律得 $0 = m_1 v_1 - m_2 v_2$ ，则 $m_1 v_1 = m_2 v_2$ 成立，又物体A动量的变化量为 $\Delta P_A = m_1 v_1$ ，物体B动量的变化量为 $\Delta P_B = m_2 v_2$ ，可知两物体动量变化量之比为1 : 1，故B错误；

C选项：从施加外力到弹簧的伸长量最大的过程中，水平外力一直做正功，则两物体与弹簧组成的系统机械能一直增大，故C正确；

D选项：由于任意时刻两物体的动量均等大反向，则平均速度之比为 $\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1}$ ，故D正确；

故选CD。

### 三、实验填空题

(本大题共2小题，每小题7分，共14分)

15. 某同学利用如图1所示装置做“验证机械能守恒定律”实验.

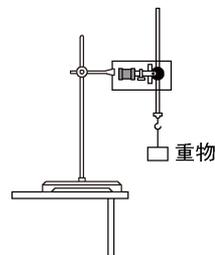


图1

(1) 关于这实验, 下列说法中正确的是 \_\_\_\_\_ .

- A. 测出纸带上两点迹间的距离, 可知重物相应的下落高度
- B. 释放纸带的同时接通电源打点
- C. 需使用秒表测出重物下落的时间
- D. 电磁打点计时器应接220V交流电源

(2) 实验得到一条纸带如图2所示,  $O$ 点为重物自由下落时纸带打点的起点,  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 是纸带上选取的计数点, 相邻计数点间还有4个点未画出,  $OA$ 、 $AB$ 、 $BC$ 距离分别为 $x_1$ 、 $x_2$ 、 $x_3$ , 打点计时器的打点周期为 $T$ , 当地重力加速度为 $g$ , 则打 $B$ 点时速度的速度为 \_\_\_\_\_ ; 若选取纸带 $OB$ 段研究, 那么本实验最终要验证的机械能守恒定律数学表达式为 \_\_\_\_\_ (用题中字母表示) .

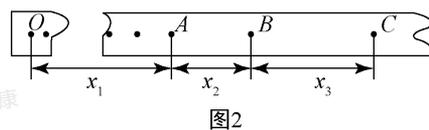


图2

【答案】 (1) A

$$(2) \frac{x_2 + x_3}{10T}; g(x_1 + x_2) = \frac{(x_2 + x_3)^2}{200T^2}$$

【解析】 (1) A选项: 测出纸带上两点迹间的距离, 可知重物相应的下落高度, 故A正确;

B选项: 打点计时器的使用规则: 先打开打点计时器再释放纸带, 故B错误;

C选项: 通过打点计时器计算时间, 不需要秒表, 故C错误;

D选项: 电磁打点计时器接在4 ~ 6V的交流电源上, 故D错误.

故选 A.

(2) 相邻计数点间还有4个点未画出, 可知相邻计数点时间间隔为 $5T$ , 根据中间时刻的瞬时

速度等于这段的平均速度可得, 打 $B$ 点时速度大小为:  $v_B = \frac{x_2 + x_3}{10T}$ , 需要验证的机

$$\text{械能守恒定律表达式: } mg(x_1 + x_2) = \frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{1}{2}m\left(\frac{x_2 + x_3}{10T}\right)^2,$$

$$\text{化简得: } g(x_1 + x_2) = \frac{(x_2 + x_3)^2}{200T^2}.$$

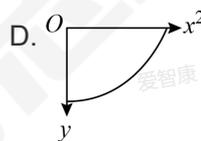
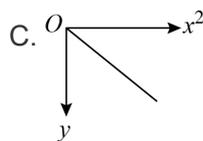
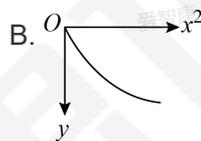
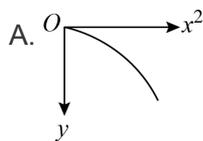
**【踩分点】**

16. 某小组在做“探究平抛运动的特点”实验.

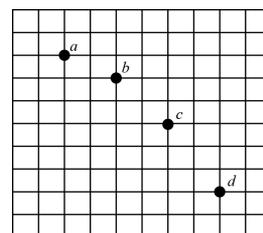
(1) 实验中, 下列说法正确的是 \_\_\_\_\_ .

- A. 斜槽轨道末端必须保证水平
- B. 斜槽轨道粗糙对实验有一定的影响
- C. 使小球每次从斜槽上不同的位置释放
- D. 要使描出的轨迹更好地反映真实运动, 记录的点应适当多一些

(2) 实验得到平抛小球的运动轨迹, 在轨迹上取一些点, 以平抛起点  $O$  为坐标原点, 测量它们的水平坐标  $x$  和竖直坐标  $y$ , 下图中  $y - x^2$  图像能说明小球运动轨迹为抛物线的是 \_\_\_\_\_ .



(3) 如图所示, 在实验中, 用一张印有小方格的纸记录小球的运动轨迹, 小方格的边长  $l = 2.5\text{cm}$ , 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, 则小球的初速度为 \_\_\_\_\_, 在  $b$  点的速率是 \_\_\_\_\_ . (取  $g = 10\text{m/s}^2$ ) .



**【答案】** (1) AD

(2) C

(3)  $1\text{m/s}$ ;  $1.25\text{m/s}$

**【解析】** (1) A选项: 斜槽的末端必须保证水平, 这样小球从斜槽飞出后才能做平抛运动, 故A正确;

B选项、C选项：小球每次从斜槽上相同的位置由静止释放，不论斜槽是否光滑，小球从斜槽飞出时的速度都相同，这样能保证描绘的是同一平抛运动的轨迹，故BC错误；  
D选项：要使描出的轨迹更好地反映小球的真实运动，记录的点应适当多一些，故D正确；

故选AD.

(2) 物体在竖直方向做自由落体运动，有  $y = \frac{1}{2}gt^2$ ，水平方向做匀速直线运动，有  $x = vt$ ，联立可得  $y = \frac{gx^2}{2v^2}$ 。因初速度相同，所以  $\frac{g}{2v^2}$  为常数，故  $y - x^2$  为正比例关系；

故选C.

(3) 设相邻两点间的时间间隔为  $T$ ，竖直方向  $2l - l = gT^2$ ，得到

$$T = \sqrt{\frac{l}{g}} = \sqrt{\frac{0.025}{10}} \text{ s} = 0.05 \text{ s}, \text{ 水平方向有 } 2l = v_0 T, \text{ 解得 } v_b = \frac{2l}{T} = 2\sqrt{gl}, \text{ 代入}$$

数据  $v_b = 2\sqrt{10 \times 0.025} \text{ m/s} = 1 \text{ m/s}$ ，小球在  $b$  点时，竖直方向上的瞬时速度

$$v_{by} = \frac{3l}{2T} = 0.75 \text{ m/s}, \text{ 所以 } b \text{ 点的速度 } v_b = \sqrt{1 + (0.75)^2} \text{ m/s} = 1.25 \text{ m/s}.$$

【踩分点】

#### 四、计算题

爱智(本大题共4小题，共40分)

17. 火星将成为中国深空探测第二颗星球。2020年4月24日，中国行星探测任务被命名为“天问系列”，预计年内首次发射火星探测器“天问一号”。若火星探测器环绕火星做“近地”匀速圆周运动  $N$  圈，用时为  $t$ ，已知火星的半径为  $R$ ，引力常量为  $G$ ，求：

(1) 火星的质量  $M$ 。

(2) 火星表面的重力加速度  $g$ 。

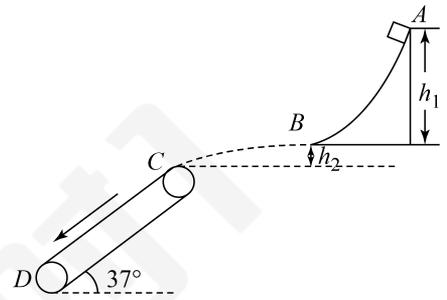
【答案】 (1)  $\frac{4\pi^2 R^3 N^2}{Gt^2}$   
(2)  $\frac{4\pi^2 RN^2}{t^2}$

【解析】 (1) 根据万有引力提供向心力，有： $G\frac{Mm}{R^2} = m\frac{4\pi^2 R}{T^2}$ ， $T = \frac{t}{N}$ ，  
得  $M = \frac{4\pi^2 R^3}{GT^2} = \frac{4\pi^2 R^3 N^2}{Gt^2}$ 。

(2) 由万有引力提供重力，有  $G\frac{Mm}{R^2} = mg$ ，得  $g = \frac{GM}{R^2} = \frac{4\pi^2 RN^2}{t^2}$ 。

【踩分点】

18. 如图所示，固定的粗糙弧形轨道下端B点水平，上端A与B点的高度差为 $h_1 = 0.3\text{m}$ ，倾斜传送带与水平方向的夹角为 $\theta = 37^\circ$ ，传送带的上端C点到B点的高度差为 $h_2 = 0.1125\text{m}$ （传送带传动轮的大小可忽略不计）。一质量为 $m = 1\text{kg}$ 的滑块（可看作质点）从轨道的A点由静止滑下，然后从B点抛出，恰好以平行于传送带的速度从C点落到传送带上，传送带逆时针转动，速度大小为 $v = 0.5\text{m/s}$ ，滑块与传送带间的动摩擦因数为 $\mu = 0.8$ ，且传送带足够长，滑块运动过程中空气阻力忽略不计， $g = 10\text{m/s}^2$ ，试求：



- (1) 滑块运动至C点时的速度 $v_C$ 大小.
- (2) 滑块由A到B运动过程中克服摩擦力做的功 $W_f$ .
- (3) 滑块在传送带上运动时与传送带摩擦产生的热量 $Q$ .

【答案】 (1)  $2.5\text{m/s}$

(2)  $1\text{J}$

(3)  $32\text{J}$

【解析】 (1) 在C点，竖直分速度： $v_y = \sqrt{2gh_2} = \sqrt{2 \times 10 \times 0.1125} = 1.5\text{m/s}$ .

而 $v_y = v_C \sin 37^\circ$ .

解得： $v_C = 2.5\text{m/s}$ .

(2) C点的水平分速度为： $v_x = v_B = v_C \cos 37^\circ = 2\text{m/s}$ .

从A到B点的过程中，据动能定理列式： $mgh_1 - W_f = \frac{1}{2}mv_B^2$ .

解得： $W_f = 1\text{J}$ .

(3) 滑块在传送带上运动时，据牛顿第二定律列： $\mu mg \cos 37^\circ - mg \sin 37^\circ = ma$ .

解得： $a = 0.4\text{m/s}^2$ ；方向沿传送带向上；滑块与传送带达到共同速度耗时：

$$t = \frac{v - v_C}{a} = \frac{2.5 - 0.5}{0.4} = 5\text{s};$$

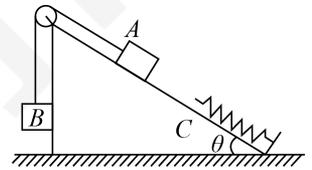
二者间的相对位移为： $\Delta s = \frac{v + v_C}{2}t - vt = 5\text{m}$ ;

由于  $mg \sin 37^\circ < \mu mg \cos 37^\circ$ ，此后滑块将做匀速直线运动

$$Q = \mu mg \Delta s \cos 37^\circ = 0.8 \times 10 \times 5 \times 0.8 = 32\text{J}.$$

**【踩分点】**

19. 如图所示，固定斜面的倾角  $\theta = 30^\circ$ ，物体  $A$  与斜面之间的动摩擦因数  $\mu = \frac{\sqrt{3}}{2}$ ，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  $v_0$  ( $v_0 > \sqrt{gL}$ )，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：



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

**【答案】**

- (1)  $\sqrt{v_0^2 - gL}$
- (2)  $\frac{v_0^2}{2g} - \frac{L}{2}$
- (3)  $\frac{3}{4}mv_0^2 - \frac{3\mu mgL}{4}$

**【解析】** (1)  $A$  和斜面间的滑动摩擦力大小为  $f = 2\mu mg \cos \theta$ ，物体  $A$  向下运动到  $C$  点的过程中，根

据功能关系有： $2mgL \sin \theta + \frac{1}{2} \cdot 3mv_0^2 = \frac{1}{2} \cdot 3mv^2 + mgL + fL$ 。

解得： $v = \sqrt{v_0^2 - gL}$ 。

(2) 从物体  $A$  接触弹簧，将弹簧压缩到最短后又恰回到  $C$  点，对系统应用动能定理，有：

$$-f \cdot 2x = 0 - \frac{1}{2} \cdot 3mv^2.$$

解得： $x = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{L}{2}$ 。

(3) 弹簧从压缩最短到恰好能弹到  $C$  点的过程中，对系统根据能量关系有：

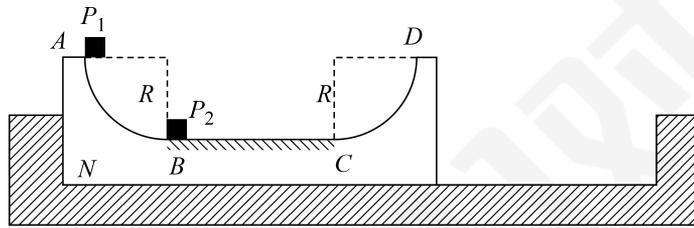
$$E_p + mgx = 2mgx \sin \theta + fx.$$

因为  $mgx = 2mgx \sin \theta$ 。

所以有： $E_p = \frac{3}{4}mv_0^2 - \frac{3\mu mgL}{4}$ 。

【踩分点】

20. 如图所示，固定的凹槽内部上表面光滑水平，其内放置一U形滑板N，滑板两端为半径 $R = 0.45\text{m}$ 的 $\frac{1}{4}$ 光滑圆弧面，A和D分别是圆弧的端点，BC段表面水平、粗糙与两圆弧相切，B、C为相切点。小滑块 $P_1$ 和 $P_2$ 的质量均为 $m$ ，滑板的质量 $M = 4m$ 。 $P_1$ 、 $P_2$ 与BC面的动摩擦因数分别为 $\mu_1 = 0.1$ 和 $\mu_2 = 0.4$ ，且最大静摩擦力等于滑动摩擦力。开始时滑板N紧靠凹槽的左端， $P_2$ 静止于B点， $P_1$ 以 $v_0 = 4\text{m/s}$ 的初速度从A点沿圆弧自由滑下，在B点与 $P_2$ 发生弹性碰撞，碰后 $P_1$ 、 $P_2$ 的速度交换。当 $P_2$ 滑到C点时，滑板N恰好与凹槽的右端相碰并与凹槽粘牢， $P_1$ 则继续滑动，到达D点时速度刚好为零。 $P_1$ 与 $P_2$ 可视为质点，取 $g = 10\text{m/s}^2$ 。问：



- (1)  $P_2$ 在BC段向右滑动时，滑板的加速度为多大？
- (2) BC长度为多少？
- (3) N、 $P_1$ 和 $P_2$ 最终静止后， $P_1$ 与 $P_2$ 间的距离为多少？

【答案】 (1)  $0.8\text{m/s}^2$   
 (2)  $1.9\text{m}$   
 (3)  $0.695\text{m}$

【解析】 (1)  $P_1$ 滑到最低点速度为 $v_1$ ，由动能定理有： $mgR = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ ，解得：

$$v_1 = 5\text{m/s} .$$

由题意可知： $v_1' = 0$ ， $v_2' = 5\text{m/s}$  .

$P_2$ 向右滑动时，假设 $P_1$ 与滑板相对静止，对 $P_1$ 、 $M$ 有：

$$\mu_2 mg = (m + M)a_2, \quad a_2 = \frac{4m}{5m} = 0.8\text{m/s}^2 .$$

此时对 $P_1$ 有： $f_1 = ma = 0.80\text{m} < f_m = 1.0\text{m}$  .

故 $P_1$ 与滑板相对静止，滑板的加速度为 $0.8\text{m/s}^2$  .

(2)  $P_2$ 滑到C点速度为 $v_2'$ ，由 $mgR = \frac{1}{2}mv_2'^2$ ，得 $v_2' = 3\text{m/s}$  .

$P_1$ 、 $P_2$ 碰撞到 $P_2$ 滑到C点时，设 $P_1$ 、 $M$ 速度为 $v$ ，由动量守恒定律：

$$mv_2 = (m + M)v + mv_2', \quad \text{解得：} v = 0.40\text{m/s} .$$

对 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $M$ 组成的系统, 由能量守恒有:  $f_2 L = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_2'^2 - \frac{1}{2}(m+M)v^2$

解得:  $L = 1.9\text{m}$ .

(3) 滑板碰后,  $P_1$ 向右滑行距离:  $s_1 = \frac{v^2}{2a_1} = 0.08\text{m}$ .

$P_2$ 向左滑行距离:  $s_2 = \frac{v_2'^2}{2a_2} = 1.125\text{m}$ .

所以 $P_1$ 、 $P_2$ 静止后距离:  $\Delta s = L - s_1 - s_2 = 0.695\text{m}$ .

【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~~