小球落入小车后，系统机械能变小。弹簧振子的振幅与振子所具有的机械能有关，振子的机械能越大，振子到达最大位移处时弹簧的弹性势能越大，伸长量越大，即振幅越大，而小球落入小车后系统机械能变小，故振幅变小，A 正确；若小车正好通过最大位置时，小球落入沙堆，系统的机械能不变，则小球与小车保持相对静止后，整个弹簧振子的振幅不变，故 C 错误；

BD. 小球落入沙堆后，系统质量变大，由弹簧振子的周期公式 $T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ 知，周期变大，B、D 均错误；故选 A。

7.【答案】A

【解析】A. 由图可知，a、c 两点到 S_1 和 S_2 的距离相等为振动加强点，二者连线上所有点到 S_1 和 S_2 的距离也相等，连线上所有点均为振动加强点，故 A 正确；

B. 由图可知，b、d 两点到 S_1 和 S_2 的距离差均为半个波长的奇数倍，b、d 两点为振动减弱点，振动减弱点是分布在一簇簇双曲线上的，但二者连线是一条直线，该直线上的点到 S_1 和 S_2 的距离差并不都是半个波长的奇数倍，故 B 错误；

C. 两列波的振幅不同，振动减弱点叠加后的振幅不为零，该时刻 b、d 两点一个在叠加后的波峰，一个在叠加后的波谷，二者的位移等大反向，并不相同，故 C 错误；

D. $\frac{1}{4}$周期后，c 点和 d 点均在平衡位置，二者的位移均为 0，故 D 错误；故选 A。

8.【答案】B

【解析】A. 设最大速度大小为 v_0，$0\sim\frac{T}{4}$内动能的变化量为$\frac{1}{2}mv_0^2$，动量变化量为 mv_0；$\frac{T}{4}\sim\frac{T}{2}$内动能变化量为$-\frac{1}{2}mv_0^2$，动量变化量为$-mv_0$，根据动能定理可知这两段时间内合力做功不相同，根据动量定理知合力的冲量不相同，故 A 错误；

B. $\frac{T}{2}\sim\frac{3T}{4}$内动能变化量为$\frac{1}{2}mv_0^2-0=\frac{1}{2}mv_0^2$，动量变化量为$-mv_0$，和$\frac{T}{4}\sim\frac{T}{2}$相比，合外力做功不相同、合外力的冲量相同，B 正确；

C. $\frac{3T}{4}\sim T$ 内动能变化量为 $0-\frac{1}{2}mv_0^2=-\frac{1}{2}mv_0^2$，动量变化量为 $0-(-mv_0)=mv_0$，和 $0\sim\frac{T}{4}$ 相比，合外力做功不相同、合外力的冲量相同，C 错误；

D. $0\sim\frac{T}{2}$和$\frac{T}{2}\sim T$ 内动能变化量均为 0，动量变化量均为 0，根据动能定理和动量定理得知合力的功和冲量都相同，D 错误；故选 B。

9.【答案】D

【解析】若波从 a 到 b 传播，由图像可知，a 比 b 早振动 $nT+\frac{1}{4}T$，则有 $n\lambda+\frac{1}{4}\lambda=6\ \text{m}(n=0,1,2,3,4\cdots)$，由波速公式可知波速为：$v=\frac{\lambda}{T}=\frac{24}{4n+1}\ \text{m/s}(n=0,1,2,3,4\cdots)$。当 $n=0$ 时，$v=24\ \text{m/s}$；$n=1$ 时，$v=4.8\ \text{m/s}$；故 A、B 可能。若波从 b 到 a 传播，由图像可知，b 比 a 早振动 $nT+\frac{3}{4}T$，则有 $n\lambda+\frac{3}{4}\lambda=6\ \text{m}(n=0,1,2,3,4\cdots)$，由波速公式可知波速为$v=\frac{\lambda}{T}=\frac{24}{4n+3}\ \text{m/s}(n=0,1,2,3,4\cdots)$。当 $n=0$ 时，$v=8\ \text{m/s}$，故 C 可能。在以上两种情况中，均找不到 6 m/s 对应的 n 值，故 D 不可能；故选 D。

10.【答案】AC

【解析】AB. 若波是沿 x 轴正方向传播的，波形移动了 $n\lambda+\frac{3}{4}\lambda(n=0,1,2,3,4\cdots)$，则有 $nT+\frac{3}{4}T=0.3\ \text{s}(n=0,1,2,3,4\cdots)$，解得 $T=\frac{1.2}{4n+3}\ \text{s}(n=0,1,2,3,4\cdots)$，当 $n=0$ 时，周期有最大值为 0.4 s；若波是沿 x 轴负方向传播的，波形移动了 $n\lambda+\frac{1}{4}\lambda(n=0,1,2,3,4\cdots)$，则有 $nT+\frac{1}{4}T=0.3\ \text{s}(n=0,1,2,3,4\cdots)$，解得 $T=\frac{1.2}{4n+1}\ \text{s}(n=0,1,2,3,4\cdots)$，当 $n=0$ 时，周期有最大值为 1.2 s；该波的周期 T 大于 1 s，故该波定沿着 x 负方向传播，且周期为 1.2 s，波速 $v=\frac{0.2}{1.2}\ \text{m/s}=\frac{1}{6}\ \text{m/s}$，故 A 正确、B 错误；

C. $t=0$ 时 $x=5$ cm 处的质点在波峰，则经过 $t=0.2\ \text{s}=\frac{T}{6}<\frac{T}{4}$，此时该质点未回到平衡位置，正在沿 y 轴负方向运动，C 正确；

D. 0～0.6 s 是半个周期，$x=5$ cm 处质点的路程为振幅的 2 倍，因振幅未知，故路程未知，D 错误；故选 AC。

11.【答案】ACD

【解析】AB. 设第一次碰后 A、B 两球的速度大小分别为 v_1、v_2，根据动量守恒定律和能量守恒定律有 $m_Av_0=m_Av_1+m_Bv_2$、$\frac{1}{2}m_Av_0^2=\frac{1}{2}m_Av_1^2+\frac{1}{2}m_Bv_2^2$，解得 $v_1=\frac{m_A-m_B}{m_A+m_B}v_0$、$v_2=\frac{2m_A}{m_A+m_B}v_0$。若碰后 A、B 两球反向运动，第二次碰撞发生在 b 点，则有 $t=\frac{3}{4}\times\frac{2\pi R}{-v_1}=\frac{1}{4}\times\frac{2\pi R}{v_2}$，联立解得 $\beta=\frac{m_B}{m_A}=7$；若碰后 A、B 两球同向运动，第二次碰撞发生在 b 点，则有 $t=\frac{1}{4}\times\frac{2\pi R}{v_1}=\frac{5}{4}\times\frac{2\pi R}{v_2}$，联立解得 $\beta=0.6$。故 A 正确、B 错误。

C. 若碰后 A、B 两球反向运动，第二次碰撞发生在 b 点，需满足 $\beta=\frac{m_B}{m_A}=7$，此时增大 A 的质量，使其满足 $\beta=\frac{m_B}{m_A}=0.6$，则第二次碰撞点仍在 b 处，C 正确；

D. 相遇的未知由碰后两球速度比决定，由 $v_1=\frac{m_A-m_B}{m_A+m_B}v_0$、$v_2=\frac{2m_A}{m_A+m_B}v_0$ 得 $\frac{v_1}{v_2}=\frac{m_A-m_B}{2m_A}$，可知速度比与 v_0 无关，若只增大 A 球的初速度 v_0，则第二次碰撞点一定仍在 b 处，故 D 正确；故选 ACD。

12.【答案】(1)倾斜直线　(2)①　是

【解析】(1)若气垫导轨已调平，则滑块会做匀速直线运动，其位置一时间图像为倾斜直线；

(2)由图乙知，滑块碰前处于静止状态，滑块 A 向右撞滑块 B，碰撞后滑块 B 向右运动，其图像应为②，故碰后滑块 A 的图像应为①，碰后 A 反向运动；碰撞前 A 物块的速度为 $v_A=\frac{0.8-0}{0.2-0}\ \text{m/s}=4\ \text{m/s}$，碰撞前 B 物块的速度为 $v_B=0$；读图可知碰撞后 A 物块的速度为 $v_A'=\frac{0-0.8}{0.6-0.2}\ \text{m/s}=-2\ \text{m/s}$，碰撞后 B 物块的速度为 $v_B'=\frac{1.6-0.8}{0.6-0.2}\ \text{m/s}=2\ \text{m/s}$；可知碰撞前的总动能为 $E_{k1}=\frac{1}{2}m_1v_A^2+\frac{1}{2}m_2v_B^2=0.8\ \text{J}$，碰撞后的总动能为 $E_{k2}=\frac{1}{2}m_1v_A'^2+\frac{1}{2}m_2v_B'^2=0.8\ \text{J}$，则可知这个碰撞是弹性碰撞。

13.【答案】(1)D (2)9.40 (3)2.00 9.87 (4)B

【解析】(1)组装单摆需选用轻且不易伸长的细丝线，密度大的摆球，线绕在横杆上，单摆摆动时摆长会发生变化，用铁夹悬挂方式单摆摆长不会发生变化；故选 D；

(2)由图可知游标尺上的第 8 个刻度线与主尺的 17 mm 刻度线对齐，20 分度游标卡尺的游标尺的最小分度值为 0.95 mm，则游标卡尺的读数为 $d=17\ \text{mm}-8\times0.95\ \text{mm}=9.40\ \text{mm}$；

(3)摆长 $L=l+\dfrac{d}{2}=100.00\ \text{cm}$，一次全振动过程中单摆经过最低点两次，则单摆的周期为 $T=\dfrac{2t}{n}=2.00\ \text{s}$，根据单摆的周期公式 $T=2\pi\sqrt{\dfrac{L}{g}}$，可得 $g=9.87\ \text{m/s}^2$；

(4)A. 根据单摆的周期公式 $T=2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g}}$，变形可得 $g=\dfrac{4\pi^2 l}{T^2}$，摆线上端未牢固地系于悬点，振动中出现松动，使摆线长度增加了，则测量的摆长偏小，则最终测得重力加速度偏小，故 A 错误；
B. 开始计时时，停表过迟按下，导致 t 测量值偏小，由上述公式知，g 值偏大，故 B 正确；
C. 单摆周期由单摆本身决定，与释放时有无初速度无关，故 C 错误；故选 B。

14.【答案】(1)6 s (2)-60 cm

【解析】(1)由图可知，a、b 波的波长分别为 $\lambda_a=2$ m、$\lambda_b=6$ m，

两波波速相等有 $\lambda_a f_a=\dfrac{\lambda_b}{T_b}$，解得 $T_b=6$ s；

(2)两波波速 $v=\dfrac{\lambda_b}{T_b}=1$ m/s，

$t=4.5$ s 后，a、b 波传播的距离均为 $x=vt=4.5$ m，

此时，a 波的波谷传播到 $x=6$ m 处，$y_a=-40$ cm；

b 波在 $x=6$ m 处已传播的时间 $t_b=t-\dfrac{(7-6)\ \text{m}}{v}=3.5$ s，

由题知 $x=6$ m 处质点的振动函数为 $y=40\sin\dfrac{2\pi}{T_b}t$ cm，将 t_b 代入解得 $y_b=-20$ cm，

此时，$x=6$ m 处的质点的位移 $y=y_a+y_b=-60$ cm。

15.【答案】(1)$x\leqslant\dfrac{5mg}{2k}$ (2)$v_m=\sqrt{\dfrac{m}{k}}g$

【解析】(1)设轻压头部释放时弹簧的压缩量为 x_0 时，弹簧小人在振动过程中底部恰好不能离开桌面。则刚释放时，对弹簧小人头部由牛顿第二定律有

$$kx_0-mg=ma$$

由简谐运动的对称性可知，弹簧小人头部在最高点时的加速度大小也为 a，方向竖直向下，由牛顿第二定律有

$$F+mg=ma$$

此时对底部由平衡条件有

$$F=\frac{1}{2}mg$$

联立解得 $x_0=\dfrac{5mg}{2k}$。

故若使弹簧小人在振动过程中底部始终不离开桌面，则轻压头部释放时弹簧的压缩量需满足 $x\leqslant\dfrac{5mg}{2k}$；

(2)刚释放时弹簧的形变量为 $x_1=\frac{2mg}{k}$，弹簧振子在平衡位置时的速度最大，

此时弹簧压缩量 $x_2=\frac{mg}{k}$，

根据能量守恒得 $\frac{1}{2}kx_1^2-\frac{1}{2}kx_2^2=mg(x_1-x_2)+\frac{1}{2}mv_m^2$，

解得 $v_m=\sqrt{\frac{m}{k}}g$。

16.【答案】(1)闯关成功，0.3 m　(2)①5 m/s；②闯关成功

【解析】(1)因圆弧槽固定在地面上，当小物块向左运动时，木板和圆弧槽紧靠在一起不会分离，设小物块刚滑上圆弧槽时的速度为 v_1，由动能定理有：

$$-\mu\times 2mgL=\frac{1}{2}\times 2mv_1^2-\frac{1}{2}\times 2mv_0^2$$

解得 $v_1=3$ m/s，

因圆弧槽光滑，当小物块再次滑回圆弧槽的最低点时速度也为 $v_1=3$ m/s，假设小物块最终未滑离木板，则对小物块和木板由动量守恒有：$2mv_1=3mv_{共}$，

对小物块和木板由能量守恒有：$\frac{1}{2}\times 2mv_1^2=\frac{1}{2}\times(2m+m)v_{共}^2+\mu\times 2mgx$，

解得 $x=0.3\ \text{m}<L=1\ \text{m}$，

故闯关成功，物块最终停在距木板左端的 0.3 m 处；

(2)①拔去销钉，当小物块在木板上向左运动时，木板和圆弧槽则会紧靠在一起向左运动，设小物块刚滑上圆弧槽时的速度为 v_1'，此时圆弧槽和木板的速度为 v_2'，在该过程中，则对小物块、木板和圆弧槽由动量守恒有：

$2mv_0'=2mv_1'+2mv_2'$，

由能量守恒有：$\frac{1}{2}\times 2mv_0'^2=\frac{1}{2}\times 2mv_1'^2+\frac{1}{2}\times 2mv_2'^2+\mu\times 2mgL$，

综上可得 $\begin{cases}v_1'=5\ \text{m/s}\\ v_2'=1\ \text{m/s}\end{cases}$ 或 $\begin{cases}v_1'=1\ \text{m/s}\\ v_2'=5\ \text{m/s}\end{cases}$(不合理，舍去)，

故小物块刚滑上圆弧槽的速度是 5 m/s；

②若小物块未从圆弧槽上端冲出，则其在最高点与圆弧槽共速；若小物块能从圆弧槽上端冲出，因圆弧槽上端切线竖直，小物块来到圆弧槽最高点时的速度水平分量与圆弧槽的速度相同，小物块冲出后做斜上抛运动，当小物块上升到最高点时，竖直分速度为 0，此时小物块的速度与木板的速度相同。综上可知，无论小物块能否从圆弧槽上端冲出，当其来到最高点时，都与圆弧槽共速。从小物块滑上圆弧槽到其上升到最高点，小物块和圆弧槽组成的系统在水平方向上动量守恒，有：$2mv_1'+mv_2'=3mv_{共}'$，

再由机械能守恒有：$\frac{1}{2}\times 2mv_1'^2+\frac{1}{2}\times mv_2'^2=\frac{1}{2}\times(2m+m)v_{共}'^2+2mgh$，

综上解得 $h=\frac{4}{15}\ \text{m}<R=0.5\ \text{m}$，

故闯关成功。

说明：用牛顿运动定律求解，如步骤准确、结果正确也给分。