

2022-2023 学年苏州市高二（上）月考物理试卷

一、单项选择题：共 10 题，每题 4 分，共 40 分，每题只有一个选项最符合题意。

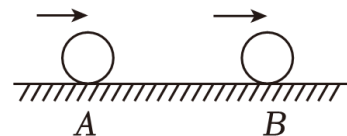
1. (4 分) 如图所示为 CCTV10 “我爱发明” 节目中介绍的松果采摘机，松果采摘机利用机械臂抱紧树干，通过采摘振动头振动而摇动树干，使得松果脱落，下列说法正确的是 ()

- A. 工作中，树干的振动频率小于采摘振动头的振动频率
 B. 采摘振动头振动频率越高，采摘落果的效果一定越好
 C. 采摘振动头振动频率减小，树干的振动幅度可能增大
 D. 若采摘振动头停止振动，树干的振动频率会逐渐减小



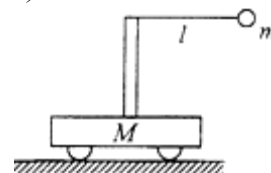
2. (4 分) 如图所示，动量分别为 $p_A = 6\text{kg}\cdot\text{m/s}$ ， $p_B = 8\text{kg}\cdot\text{m/s}$ 的两个小球 A、B 在光滑的水平面上沿一直线向右运动，经过一段时间后两球发生正碰，分别用 Δp_A 、 Δp_B 表示两小球动量的变化量，则下列选项中可能正确的是 ()

- A. $\Delta p_A = 3\text{kg}\cdot\text{m/s}$ ， $\Delta p_B = 3\text{kg}\cdot\text{m/s}$
 B. $\Delta p_A = -2\text{kg}\cdot\text{m/s}$ ， $\Delta p_B = 2\text{kg}\cdot\text{m/s}$
 C. $\Delta p_A = 3\text{kg}\cdot\text{m/s}$ ， $\Delta p_B = -3\text{kg}\cdot\text{m/s}$
 D. $\Delta p_A = -12\text{kg}\cdot\text{m/s}$ ， $\Delta p_B = 12\text{kg}\cdot\text{m/s}$



3. (4 分) 如图所示，静止在光滑水平面上的小车质量为 M 固定在小车上的杆用长为 l 的轻绳与质量为 m 的小球相连，将小球拉至水平右端后放手，则小车向右移动的最大距离为 ()

- A. $\frac{ml}{M+m}$ B. $\frac{Ml}{M+m}$
 C. $\frac{2ml}{M+m}$ D. $\frac{2Ml}{M+m}$

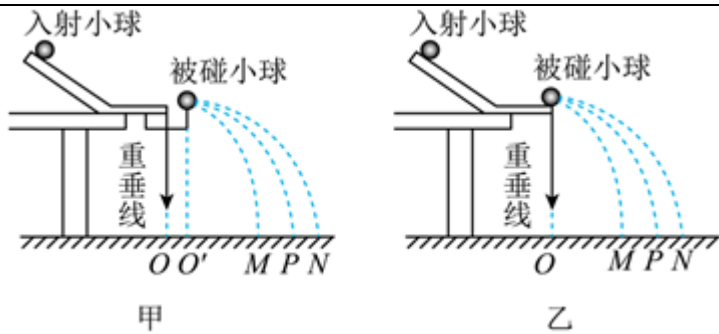


4. (4 分) 飞船在进行星际飞行时，使用离子发动机作为动力，这种发动机工作时，由电极发射的电子射入稀有气体（如氙气），使气体离子化，电离后形成的离子由静止开始在电场中加速并从飞船尾部高速连续喷出，利用反冲使飞船本身得到加速。已知一个氙离子质量为 m ，电荷量为 q ，加速电压为 U ，飞船单位时间内向后喷射出的氙离子的个数为 N ，从飞船尾部高速连续喷出氙离子的质量远小于飞船的质量，则飞船获得的反冲推力大小为 ()

- A. $\frac{1}{N}\sqrt{2qUm}$ B. $\frac{1}{N}\sqrt{qUm}$ C. $N\sqrt{2qUm}$ D. $N\sqrt{\frac{qUm}{2}}$

5. (4 分) 在实验室里为了验证动量守恒定律，一般采用如图甲、乙所示的两种装置：

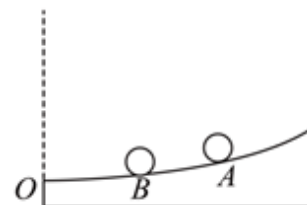
用图甲所示装置进行实验时，设入射小球的质量为 m_1 ，被碰小球的质量为 m_2 ，两球半径均为 r 。下列能验证动量守恒定律的表达式为 ()



- A. $m_1OP = m_1OM + m_2ON$
- B. $m_1OP = m_1OM + m_2(ON - 2r)$
- C. $m_1OP = m_1ON + m_2OM$
- D. $m_1OP = m_1(OM - 2r) + m_2ON$

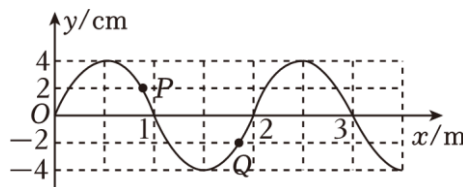
6. (4分) 如图所示，圆弧 AO 是半径为 2m 的光滑圆弧面的一部分，圆弧与水平面相切于点 O，AO 弧长为 10cm，现将一小球先后从圆弧的 A 处和 B 处无初速度地释放，到达底端 O 的速度分别为 v_1 和 v_2 ，所经历的时间分别为 t_1 和 t_2 ，那么 ()

- A. $v_1 = v_2, t_1 < t_2$
- B. $v_1 > v_2, t_1 = t_2$
- C. $v_1 = v_2, t_1 > t_2$
- D. $v_1 > v_2, t_1 > t_2$



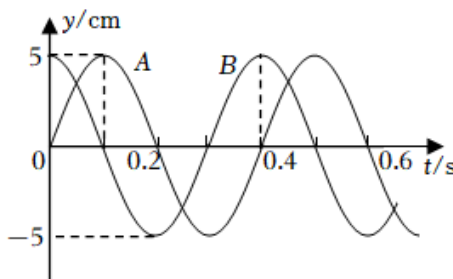
7. (4分) 一列简谐横波沿 x 轴正方向传播，周期为 T。在 $t=0$ 时的波形如图所示，波上有 P、Q 两点，其纵坐标分别为 $y_P = 2\text{cm}$ ， $y_Q = -2\text{cm}$ ，下列说法错误的是 ()

- A. P 点的振动形式传到 Q 点需要 $\frac{T}{2}$
- B. P、Q 在振动过程中，位移的大小总相等
- C. 在相等时间内，P、Q 两点通过的路程相等
- D. 经过 $\frac{3T}{8}$ ，Q 点回到平衡位置



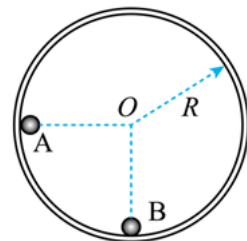
8. (4分) 一列简谐横波沿 x 轴正方向传播，在 $x_A = 0$ 和 $x_B = 0.6\text{m}$ 处的两个质点 A、B 的振动图像如图所示，则 ()

- A. 波由质点 A 传到质点 B 的时间可能是 0.1s
- B. 波由质点 A 传到质点 B 的时间可能是 0.3s
- C. 这列波的波速可能是 1m/s
- D. 这列波的波速可能是 3m/s



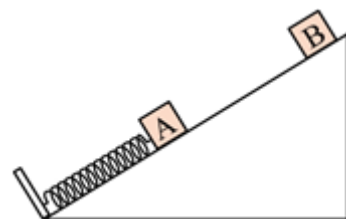
9. (4分) 如图所示，半径为 R 的光滑圆形轨道固定在竖直面内。小球 A、B 质量分别为 m_A 、 m_B 。A 球从左边与圆心等高处由静止开始沿轨道下滑，与静止于轨道最低点的 B 球相撞，第一次碰撞后 A、B 球能达到的最大高度均为 $\frac{R}{4}$ ，碰撞中无机械能损失，则 ()

- A. 第一次碰撞后两球同向运动
- B. 运动过程中两球的总动量保持不变
- C. 在以后运动过程中 A 球可以回到初始位置
- D. m_A 与 m_B 可能相等



10. (4分) 如图所示, 轻质弹簧一端固定, 另一端与物块 A 连接在一起, 处于压缩状态, A 由静止释放后沿斜面向上运动到最大位移时, 立即将一块和 A 完全相同的物块 B 轻放在 A 右侧, A、B 由静止开始一起沿斜面向下运动, 下滑过程中 A、B 始终不分离, 当 A 回到初始位置时速度为零, 斜面的倾角为 θ , 弹簧未超过弹性限度, 则 ()

- A. 当上滑到最大位移的一半时, A 的加速度方向沿斜面向下
- B. A 上滑时, 弹簧的弹力方向有可能发生变化
- C. 当下滑到最大位移的一半时, A、B 的加速度方向沿斜面向下
- D. A、B 与斜面间的动摩擦因数为 $\frac{1}{3}\tan\theta$



二、非选择题: 共 5 题, 共 60 分, 其中第 12~15 题解答时请写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤, 只写出最后答案的不能得分; 有数值计算时, 答案中必须明确写出数值和单位。

11. 用单摆测定重力加速度的实验装置如图甲所示。

(1) 组装单摆时, 应在下列器材中选用 _____。

- A. 长度为 1m 左右的细线
- B. 长度为 10cm 左右的橡皮绳
- C. 直径为 1.5cm 左右的塑料球
- D. 直径为 1.5cm 左右的铁球

(2) 下面测定单摆振动周期的方法正确的是 _____。

- A. 把摆球从平衡位置拉开到某一位置, 然后由静止释放摆球, 在释放摆球的同时启动秒表开始计时, 当摆球再次回到原来位置时, 按停秒表停止计时
- B. 以单摆在最大位移处为计时基准位置, 用秒表测出摆球第 n 次回到基准位置的时间 t , 则 $T = \frac{t}{n}$
- C. 以摆球在最低位置处为计时基准位置, 摆球每经过最低位置, 记数一次, 用秒表记录摆球 n 次经过最低位置的时间 t , 则 $T = \frac{t}{n}$
- D. 以摆球在最低位置处为计时基准位置, 摆球每从同一方向经过摆球的最低位置记数一次, 用秒表记录摆球从同一方向 n 次经过摆球的最低位置时的时间 t , 则 $T = \frac{t}{n}$

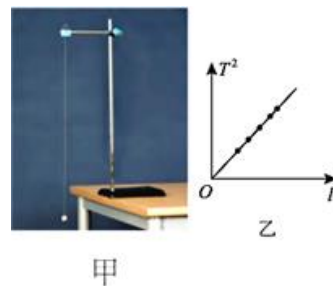
(3) 为了提高实验精度, 在实验中可改变摆长 l 并测出相应的周期 T , 再以 T^2 为纵坐标、 l 为横坐标将

所得数据连成直线，如图乙所示，并求得该直线的斜率 k 。则重力加速度 $g = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(用 k 表示)

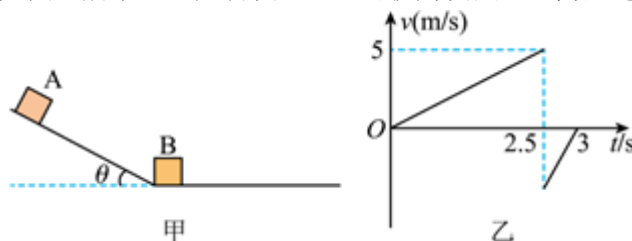
(4) 乙同学测得的重力加速度值偏小，可能的一种原因是 。

- A. 测摆线长时摆线拉得过紧
- B. 开始计时时，秒表过迟按下
- C. 实验时摆球摆动时间过长引起摆角变小
- D. 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



12. 如图甲所示，竖直面内 $\theta = 30^\circ$ 的倾斜轨道与相同材料足够长的水平轨道平滑连接，质量 $m = 0.9\text{kg}$ 的物块 B 静止在水平轨道的最左端。 $t = 0$ 时刻，质量 $M = 0.1\text{kg}$ 的物块 A 由倾斜轨道上端从静止下滑，一段时间后与 B 发生碰撞，物块 A 运动的 $v - t$ 图像如图乙所示。已知物块 A、B 可视为质点，重力加速度 g 取 10m/s^2 ，不计空气阻力。

- (1) 求物块 A 与轨道间的滑动摩擦因数 μ ;
- (2) 求碰后物块 B 的速度。



13. 一列简谐横波在某介质中沿 x 轴方向传播，传播速度为 20m/s ，振幅为 10cm 、某时刻开始计时， $t = 0.71\text{s}$ 时刻介质中的部分波形如图 1 所示，图 2 为图 1 中质点 P 的振动图像。求：

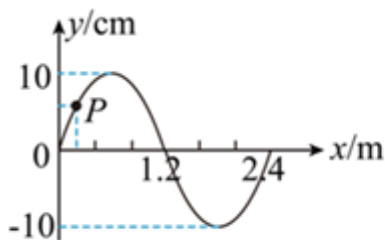


图1

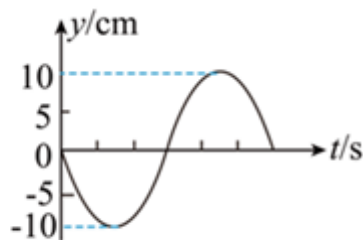


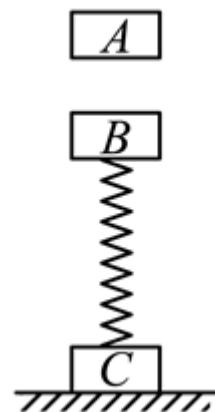
图2

- (1) 该波的周期和传播方向;
- (2) 质点 P 平衡位置的 x 坐标;

(3) 从 $t=0.71s$ 到 $t=1.05s$ 时间内, 质点 P 的运动路程。

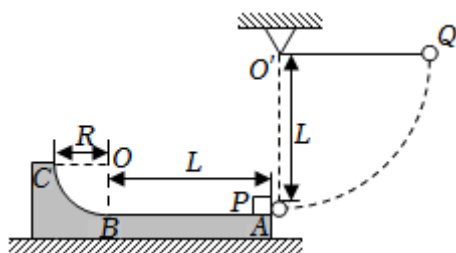
14. 如图所示, 一轻弹簧直立在水平地面上, 轻质弹簧两端连接着物块 B 和 C, 它们的质量分别为 $m_B=0.1kg$, $m_C=0.3kg$, 开始时 B、C 均静止。现将一个质量为 $m_A=0.1kg$ 的物体 A 从 B 的正上方 $h=0.2m$ 高度处由静止释放, A 和 B 碰后立即粘在一起, 经 $t=0.1s$ 到达最低点, 之后在竖直方向做简谐运动。在运动过程中, 物体 C 对地面的最小压力恰好为零。已知弹簧的弹性势能表达式 $E_p=\frac{1}{2}kx^2$ (k 为弹簧的劲度系数, x 为弹簧的形变量), 弹簧在运动过程中始终在弹性限度范围内, 忽略空气阻力, 重力加速度 $g=10m/s^2$ 。求:

- (1) 物块 A、B 碰后瞬间的速度大小;
- (2) 弹簧的劲度系数 k 及物块 C 对地面的最大压力;
- (3) 从碰后至返回到碰撞点的过程中, 弹簧对物体 B 的冲量大小。



15. 如图，一滑板的上表面由长度为 L 的水平部分 AB 和半径为 R 的四分之一光滑圆弧 BC 组成，滑板静止于光滑的水平地面上。物体 P （可视为质点）置于滑板上表面的 A 点，物体 P 与滑板水平部分的动摩擦因数为 μ （ $\mu < 1$ ）。一根长度为 L 、不可伸长的细线，一端固定于 O' 点，另一端系一质量为 m 的小球 Q 。小球 Q 位于最低点时与物体 P 处于同一高度并恰好接触。现将小球 Q 拉至与 O' 同一高度（细线处于水平拉直状态），然后由静止释放，小球 Q 向下摆动并与物体 P 发生弹性碰撞（碰撞时间极短）。设物体 P 的质量也为 m ，滑板的质量为 $2m$ 。

- (1) 求小球 Q 与物体 P 碰撞前瞬间细线对小球拉力的大小；
- (2) 若物体 P 在滑板上向左运动从 C 点飞出，求飞出后相对 C 点的最大高度；
- (3) 要使物体 P 在滑板上最后不滑落，求 μ 满足的条件。



2022-2023 学年江苏省苏州市高二（上）月考物理试卷

参考答案与试题解析

一、单项选择题：共 10 题，每题 4 分，共 40 分，每题只有一个选项最符合题意。

1. (4 分) 如图所示为 CCTV10 “我爱发明” 节目中介绍的松果采摘机，松果采摘机利用机械臂抱紧树干，通过采摘振动头振动而摇动树干，使得松果脱落，下列说法正确的是 ()



- A. 工作中，树干的振动频率小于采摘振动头的振动频率
- B. 采摘振动头振动频率越高，采摘落果的效果一定越好
- C. 采摘振动头振动频率减小，树干的振动幅度可能增大
- D. 若采摘振动头停止振动，树干的振动频率会逐渐减小

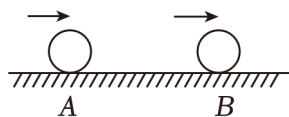
【分析】 受迫振动时物体振动频率等于驱动力频率；当振动器的振动频率越接近树木的固有频率时，树木的振动幅度越大，采摘振动头振动频率与树干的固有频率相同时落果的效果最好；采摘振动头停止振动，树干的振动频率不变。

【解答】 解：A、工作中，树干做的是受迫振动，其振动频率等于采摘振动头的振动频率，故 A 错误；
 B、采摘振动头振动频率和树干的固有频率相同时，振幅最大，落果效果最好，故 B 正确；
 C、采摘振动头振动频率减小时，采摘振动头振动频率接近树干的固有频率，树干的振动幅度会增大，故 C 正确；
 D、采摘振动头停止振动后，树干变为自由振动，其振动频率会保持不变，故 D 错误。

故选：C。

【点评】 本题以 CCTV10 “我爱发明” 节目中介绍的松果采摘机为情境载体，考查了产生共振的条件及其应用，考查了学生能够应用所学物理知识解决实际问题的能力，体现了科学探究的物理核心素养。

2. (4 分) 如图所示，动量分别为 $p_A = 6\text{kg}\cdot\text{m/s}$ ， $p_B = 8\text{kg}\cdot\text{m/s}$ 的两个小球 A、B 在光滑的水平面上沿一直线向右运动，经过一段时间后两球发生正碰，分别用 Δp_A 、 Δp_B 表示两小球动量的变化量，则下列选项中可能正确的是 ()



- A. $\Delta p_A = 3\text{kg}\cdot\text{m/s}$, $\Delta p_B = 3\text{kg}\cdot\text{m/s}$
- B. $\Delta p_A = -2\text{kg}\cdot\text{m/s}$, $\Delta p_B = 2\text{kg}\cdot\text{m/s}$
- C. $\Delta p_A = 3\text{kg}\cdot\text{m/s}$, $\Delta p_B = -3\text{kg}\cdot\text{m/s}$
- D. $\Delta p_A = -12\text{kg}\cdot\text{m/s}$, $\Delta p_B = 12\text{kg}\cdot\text{m/s}$

【分析】A 球与 B 球发生碰撞，遵守动量守恒定律。由动量守恒定律和碰撞过程总动能不增加，且碰撞后同向运动时后面物体的速度不大于前面物体的速度，根据这三个规律进行判断。

【解答】解：A、若 $\Delta p_A = 3\text{kg}\cdot\text{m/s}$, $\Delta p_B = 3\text{kg}\cdot\text{m/s}$, 则 $\Delta p_A = \Delta p_B$, 违反了动量守恒定律，不可能，故 A 错误；

B、若 $\Delta p_A = -2\text{kg}\cdot\text{m/s}$, $\Delta p_B = 2\text{kg}\cdot\text{m/s}$, 遵守动量守恒定律。碰撞后 A、B 的动量分别为： $p_A' = p_A + \Delta p_A = (6 - 2)\text{kg}\cdot\text{m/s} = 4\text{kg}\cdot\text{m/s}$, $p_B' = p_B + \Delta p_B = (8 + 2)\text{kg}\cdot\text{m/s} = 10\text{kg}\cdot\text{m/s}$, A 的动量减小，B 的动量增加，则碰后 A 的动能减小，B 的动能增加，总动能可能不增加，所以是可能的，故 B 正确；

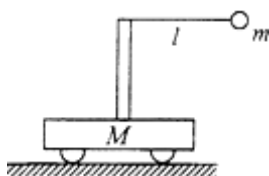
C、若 $\Delta p_A = 3\text{kg}\cdot\text{m/s}$, $\Delta p_B = -3\text{kg}\cdot\text{m/s}$, 遵守动量守恒定律。碰撞后 A、B 的动量分别为： $p_A' = p_A + \Delta p_A = (6 + 3)\text{kg}\cdot\text{m/s} = 9\text{kg}\cdot\text{m/s}$, $p_B' = p_B + \Delta p_B = (8 - 3)\text{kg}\cdot\text{m/s} = 5\text{kg}\cdot\text{m/s}$, 可知碰后 A 的动量增加，B 的动量减小，由于碰撞过程中，A 受到向左的冲力，B 受到向右的冲力，所以 A、B 仍沿原方向运动时，A 的动量应减小，B 的动量应增加，因此这组数据是不可能的，故 C 错误；

D、若 $\Delta p_A = -12\text{kg}\cdot\text{m/s}$, $\Delta p_B = 12\text{kg}\cdot\text{m/s}$, 遵守动量守恒定律。碰撞后 A、B 的动量分别为： $p_A' = p_A + \Delta p_A = (6 - 12)\text{kg}\cdot\text{m/s} = -6\text{kg}\cdot\text{m/s}$, $p_B' = p_B + \Delta p_B = (8 + 12)\text{kg}\cdot\text{m/s} = 20\text{kg}\cdot\text{m/s}$, 可知碰后 A 的动能不变，B 的动能增加，总动能增加，违反了能量守恒定律，所以是不可能的，故 D 错误。

故选：B。

【点评】对于碰撞过程要掌握三大规律：1、动量守恒定律；2、总动能不增加；3、符合物体的实际运动情况。

3. (4分) 如图所示，静止在光滑水平面上的小车质量为 M 固定在小车上的杆用长为 l 的轻绳与质量为 m 的小球相连，将小球拉至水平右端后放手，则小车向右移动的最大距离为 ()



- A. $\frac{m1}{M+m}$
- B. $\frac{M1}{M+m}$
- C. $\frac{2m1}{M+m}$
- D. $\frac{2M1}{M+m}$

【分析】以小球和小车组成的系统，只有重力做功，机械能守恒，当小球向下摆动的过程中，竖直方向具有向上的分加速度，小车和小球整体处于超重状态，即可得知整体所受的合力不为零，总动量不守恒。小球与小车组成的系统在水平方向不受外力，满足水平方向动量守恒定律；

【解答】解：当小球向下摆动的过程中，小球与小车组成的系统在水平方向不受外力，满足水平方向动量守恒定律，开始系统水平方向动量为零，所以水平方向任意时刻 m 与 M 的动量等大反向；

以小球和小车组成的系统，小球与小车组成的系统水平方向平均动量守恒，以向左为正方向，由动量守恒定律得：

$$m\overline{v_1} - M\overline{v_2} = 0 \cdots \textcircled{1}$$

$$\textcircled{1} \text{式两边同时乘以 } t \text{ 解得： } m\overline{v_1}t = M\overline{v_2}t,$$

$$\text{即： } mS_1 = MS_2 \cdots \textcircled{2}$$

小球和小车共走过的距离为 $2L$ ，有： $S_1 + S_2 = 2l \cdots \textcircled{3}$ ，

$$\text{由 } \textcircled{2}\textcircled{3} \text{ 解得： } S_2 = \frac{2ml}{M+m}, \text{ 故 C 正确}$$

故选：C。

【点评】本题对照机械能和动量守恒的条件进行判断。对于系统而言，机械能守恒、总动量不守恒，但由于系统所受的外力都在竖直方向上，系统水平方向上动量守恒。

4. (4分) 飞船在进行星际飞行时，使用离子发动机作为动力，这种发动机工作时，由电极发射的电子射入稀有气体（如氙气），使气体离子化，电离后形成的离子由静止开始在电场中加速并从飞船尾部高速连续喷出，利用反冲使飞船本身得到加速。已知一个氙离子质量为 m ，电荷量为 q ，加速电压为 U ，飞船单位时间内向后喷射出的氙离子的个数为 N ，从飞船尾部高速连续喷出氙离子的质量远小于飞船的质量，则飞船获得的反冲推力大小为（ ）

A. $\frac{1}{N}\sqrt{2qUm}$ B. $\frac{1}{N}\sqrt{\frac{qUm}{2}}$ C. $N\sqrt{2qUm}$ D. $N\sqrt{\frac{qUm}{2}}$

【分析】对氙离子加速过程，利用动能定理列式，可求得氙离子的速度大小，对氙离子利用动量定理求出飞船获得的反冲推力大小。

【解答】解：氙离子在电场中的加速过程，由动能定理有 $qU = \frac{1}{2}mv^2$

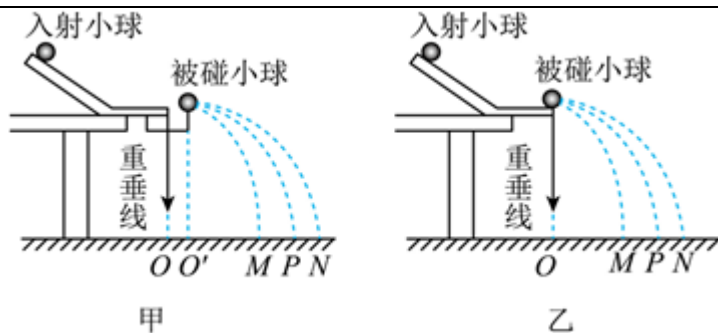
对单位时间内喷射出的氙离子用动量定理有 $F\Delta t = Nm\Delta t \cdot v$

解得： $F = N\sqrt{2qUm}$ ，故 C 正确，ABD 错误。

故选：C。

【点评】该题主要考查了动量定理在反冲现象中的应用，熟记动量定理的表达式，知道 Δt 时间内喷射出的氙离子和飞船之间的作用力大小相等，方向相反。

5. (4分) 在实验室里为了验证动量守恒定律，一般采用如图甲、乙所示的两种装置：



用图甲所示装置进行实验时，设入射小球的质量为 m_1 ，被碰小球的质量为 m_2 ，两球半径均为 r 。下列能验证动量守恒定律的表达式为（ ）

- A. $m_1OP = m_1OM + m_2ON$ B. $m_1OP = m_1OM + m_2(ON - 2r)$
 C. $m_1OP = m_1ON + m_2OM$ D. $m_1OP = m_1(OM - 2r) + m_2ON$

【分析】 根据动量守恒定律与图示实验情景确定需要验证的表达式。

【解答】 解：根据动量守恒定律可知动量守恒表达式为 $m_1v_0 = m_1v_1 + m_2v_2$

由于小球在空中做平抛运动的时间 t 相等，所以有 $m_1v_0t = m_1v_1t + m_2v_2t$

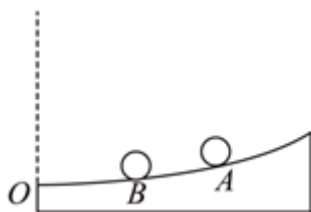
整理得： $m_1OP = m_1OM + m_2O'N$ ，由甲图可知 $O'N = ON - 2r$

所以动量守恒表达式为 $m_1OP = m_1OM + m_2(ON - 2r)$ ，故 B 正确，ACD 错误。

故选：B。

【点评】 本题是运用等效思维方法，平抛时间相等，用水平位移代替初速度，这样将不便验证的方程变成容易验证。

6. (4分) 如图所示，圆弧 AO 是半径为 $2m$ 的光滑圆弧面的一部分，圆弧与水平面相切于点 O，AO 弧长为 10cm ，现将一小球先后从圆弧的 A 处和 B 处无初速度地释放，到达底端 O 的速度分别为 v_1 和 v_2 ，所经历的时间分别为 t_1 和 t_2 ，那么（ ）



- A. $v_1 = v_2$, $t_1 < t_2$ B. $v_1 > v_2$, $t_1 = t_2$
 C. $v_1 = v_2$, $t_1 > t_2$ D. $v_1 > v_2$, $t_1 > t_2$

【分析】 根据单摆的周期公式得出运动时间的大小关系；

根据能量的转化特点得出速度的大小关系。

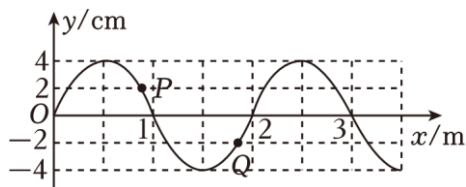
【解答】 解：因为两个小球都是作单摆运动，根据单摆的周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ 可知，两球的运动时间相等；

根据能量守恒定律可得，球的重力势能转化为球的动能，则球 A 的动能更大，即速度更大，则 $v_1 > v_2$ ，故 B 正确，ACD 错误；

故选：B。

【点评】 本题主要考查了单摆的相关应用，熟悉单摆的周期公式，结合能量守恒定律即可完成分析。

7. (4分) 一列简谐横波沿 x 轴正方向传播，周期为 T。在 $t=0$ 时的波形如图所示，波上有 P、Q 两点，其纵坐标分别为 $y_P=2\text{cm}$ ， $y_Q=-2\text{cm}$ ，下列说法错误的是 ()



- A. P 点的振动形式传到 Q 点需要 $\frac{T}{2}$
- B. P、Q 在振动过程中，位移的大小总相等
- C. 在相等时间内，P、Q 两点通过的路程相等
- D. 经过 $\frac{3T}{8}$ ，Q 点回到平衡位置

【分析】 P、Q 两点平衡位置间的距离等于半个波长，振动形式从 P 传到 Q 需要半个周期，这两点的振动情况总是相反。根据时间与周期的关系，分析 P、Q 的位置，求解路程、位移。

【解答】 解：A、由图可知，P、Q 两点的平衡位置间的距离等于半个波长，则 P 点的振动形式传到 Q 点需要 $\frac{T}{2}$ ，故 A 正确；

BC、由图可知，P、Q 两点的平衡位置间的距离等于半个波长，则 P、Q 两点的振动情况相反，则位移大小相等，方向相反，相等时间内，通过的路程相等，故 BC 正确；

D、由图可知高波的振幅为 4cm，由图根据平移法可知 $t=0$ 时刻 Q 点运动的方向向下，结合振动方程可知在 $t=0$ 时刻 Q 点的位移 $x_0=2\text{cm}=\frac{A}{2}$ ，又： $x_0=\frac{A}{2}=A\sin(\omega t+\frac{4}{3}\pi)=A\sin(\frac{2\pi}{T}t+\frac{4}{3}\pi)$ ，当 $(\frac{2\pi}{T}t+\frac{4}{3}\pi)=n\pi$ 时质点 Q 返回平衡位置，即最小情况下经过 $\frac{1}{3}T$ ，Q 点回到平衡位置，故 D 错误。

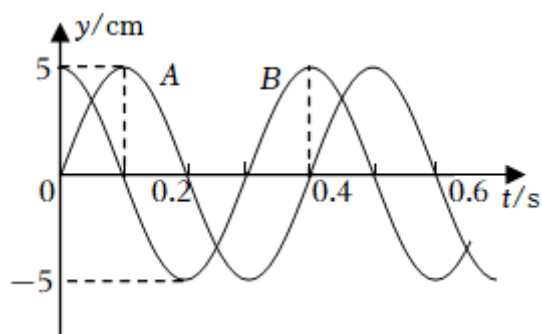
本题选择错误的，

故选：D。

【点评】 此题考查了波动的规律，关键要知道平衡位置相距半个波长奇数倍的两个质点振动情况始终相反。

8. (4分) 一列简谐横波沿 x 轴正方向传播，在 $x_A=0$ 和 $x_B=0.6\text{m}$ 处的两个质点 A、B 的振动图像如图所

示, 则 ()



- A. 波由质点 A 传到质点 B 的时间可能是 0.1s
- B. 波由质点 A 传到质点 B 的时间可能是 0.3s
- C. 这列波的波速可能是 1m/s
- D. 这列波的波速可能是 3m/s

【分析】由图和已知得 0 时刻 A 处于平衡位置往上振动, B 位于波峰, 则 A、B 之间的距离为 $(n + \frac{3}{4})$ 波长, 已知 A、B 之间的距离可求 A 到 B 的时间; A 传播到 B 的时间是 $(n + \frac{3}{4})$ 周期, 可以求波速。

【解答】解: AB.由振动图像可知, $t=0$ 时刻, 当质点 A 在平衡位置向上振动时, 质点 B 在波峰位置, 可知 AB 间距离为 $x = n\lambda + \frac{3\lambda}{4}$ 。

所以从 A 到 B 的时间为 $t = \frac{x}{v} = nT + \frac{3T}{4} = 0.3s + 0.4ns \geq 0.3s$ ($n=0, 1, 2, 3, \dots$)

即波由质点 A 传到质点 B 可能是 0.3s, 不可能是 0.1s, 故 A 错误, B 正确;

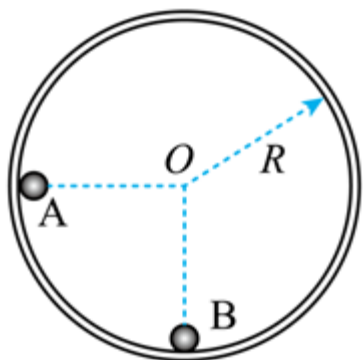
CD.波速为 $v = \frac{x}{t} = \frac{0.6}{nT + \frac{3T}{4}} = \frac{0.6}{0.4n + 0.3} \text{ m/s} = \frac{6}{4n+3} \text{ m/s}$ ($n=0, 1, 2, 3, \dots$)

当 $n=0$ 时波速最大值为 2m/s, 不可能大于 2m/s, 且当 $v=1\text{m/s}$ 时 $n = \frac{3}{4}$, 不是整数, 故波速不可能为 1m/s, 故 CD 错误。

故选: B。

【点评】本题考查机械波的速度、周期和某些振动质点的振动规律, 要能够根据振动图象判断振动方向、传播需要时间等信息。

9. (4 分) 如图所示, 半径为 R 的光滑圆形轨道固定在竖直面内。小球 A、B 质量分别为 m_A 、 m_B 。A 球从左边与圆心等高处由静止开始沿轨道下滑, 与静止于轨道最低点的 B 球相撞, 第一次碰撞后 A、B 球能达到的最大高度均为 $\frac{R}{4}$, 碰撞中无机械能损失, 则 ()



- A. 第一次碰撞后两球同向运动
 B. 运动过程中两球的总动量保持不变
 C. 在以后运动过程中 A 球可以回到初始位置
 D. m_A 与 m_B 可能相等

【分析】第一次碰撞后 A、B 球能达到的最大高度相同，且碰撞中无机械能损失，根据动量守恒定律的守恒条件结合机械能守恒定律进行分析。

【解答】解：A、第一次碰撞后 A、B 球能达到的最大高度均为 $\frac{R}{4}$ ，碰撞中无机械能损失，则碰撞后二者速度大小相等、方向相反，故 A 错误；

B、碰撞过程中系统动量守恒，碰撞后沿轨道运动过程中动量不守恒，故 B 错误；

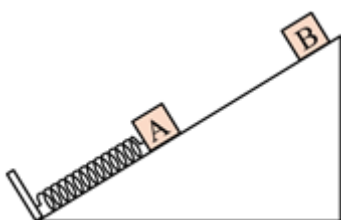
C、碰撞过程中系统的机械能守恒，则第二次碰撞后 B 的速度为零，A 可以达到初始位置，故 C 正确；

D、根据 A 选项可知，碰撞后 A 方向相反，则 A 的质量一定小于 B，故 D 错误。

故选：C。

【点评】本题主要是考查完全弹性碰撞，解答本题的关键是知道一动一静完全弹性碰撞的特点。

10. (4分) 如图所示，轻质弹簧一端固定，另一端与物块 A 连接在一起，处于压缩状态，A 由静止释放后沿斜面向上运动到最大位移时，立即将一块和 A 完全相同的物块 B 轻放在 A 右侧，A、B 由静止开始一起沿斜面向下运动，下滑过程中 A、B 始终不分离，当 A 回到初始位置时速度为零，斜面的倾角为 θ ，弹簧未超过弹性限度，则 ()



- A. 当上滑到最大位移的一半时，A 的加速度方向沿斜面向下
 B. A 上滑时，弹簧的弹力方向有可能发生变化
 C. 当下滑到最大位移的一半时，A、B 的加速度方向沿斜面向下

D. A、B 与斜面间的动摩擦因数为 $\frac{1}{3}\tan\theta$

【分析】简谐运动平衡位置加速度等于 0，根据全过程能量守恒求出动摩擦因数。

【解答】解：AC、A 物体上滑过程与下滑过程可以分开看成两个简谐运动的一部分，简谐运动的特点是关于平衡位置对称，平衡位置加速度等于 0，上滑过程中速度从 0 到 0，在中间位置时是平衡位置，加速度等于 0，同理，下滑过程可以看成第二次简谐振动的一部分，速度从 0 到 0，中间位置依然是加速度等于 0，故 AC 错误；

B、假设最高点弹力向下，大小为 F，则 A 物体加速度为： $a_1 = \frac{F + mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta}{m}$ ，B 物体的加速度为： $a_2 = \frac{mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta}{m}$ ，则 $a_1 > a_2$ ，由于下滑过程中 A、B 始终不分离，故假设不成立，

则弹力不可能向下，故 B 错误；

D、设 A 物体上滑最大位移为 x，根据全过程能量守恒可知： $mgx\sin\theta = \mu mg\cos\theta \cdot x + 2\mu mg\cos\theta \cdot x$

解得 $\mu = \frac{1}{3}\tan\theta$ ，故 D 正确；

故选：D。

【点评】本题主要考查带弹簧的能量守恒应用，根据能量关系找摩擦力做功，求得动摩擦因数。

二、非选择题：共 5 题，共 60 分，其中第 12~15 题解答时请写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤，只写出最后答案的不能得分；有数值计算时，答案中必须明确写出数值和单位。

11. 用单摆测定重力加速度的实验装置如图甲所示。

(1) 组装单摆时，应在下列器材中选用 AD。

- A. 长度为 1m 左右的细线
- B. 长度为 10cm 左右的橡皮绳
- C. 直径为 1.5cm 左右的塑料球
- D. 直径为 1.5cm 左右的铁球

(2) 下面测定单摆振动周期的方法正确的是 D。

A. 把摆球从平衡位置拉开到某一位置，然后由静止释放摆球，在释放摆球的同时启动秒表开始计时，当摆球再次回到原来位置时，按停秒表停止计时

B. 以单摆在最大位移处为计时基准位置，用秒表测出摆球第 n 次回到基准位置的时间 t，则 $T = \frac{t}{n}$

C. 以摆球在最低位置处为计时基准位置，摆球每经过最低位置，记数一次，用秒表记录摆球 n 次经过最低位置的时间 t，则 $T = \frac{t}{n}$

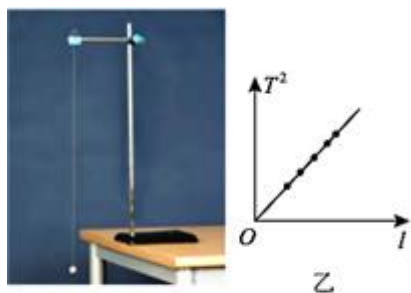
D. 以摆球在最低位置处为计时基准位置，摆球每从同一方向经过摆球的最低位置记数一次，用秒表记

录摆球从同一方向 n 次经过摆球的最低位置时的时间 t ，则 $T = \frac{t}{n}$

(3) 为了提高实验精度，在实验中可改变摆长 l 并测出相应的周期 T ，再以 T^2 为纵坐标、 l 为横坐标将所得数据连成直线，如图乙所示，并求得该直线的斜率 k 。则重力加速度 $g = \frac{4\pi^2}{k}$ 。(用 k 表示)

(4) 乙同学测得的重力加速度值偏小，可能的一种原因是 D。

- A. 测摆线长时摆线拉得过紧
- B. 开始计时时，秒表过迟按下
- C. 实验时摆球摆动时间过长引起摆角变小
- D. 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



甲

【分析】(1) 根据实验原理选择合适的实验器材；

(2) 根据实验原理掌握正确的实验操作；

(3) 根据单摆的周期公式结合图像的斜率得出 g 的表达式；

(4) 根据单摆的周期公式结合选项的描述完成分析。

【解答】解：(1) 为减小实验误差，应选择 1m 左右的细线；为了减小空气阻力影响，摆球应选择密度大而体积小的铁球，故 AD 正确，BC 错误；

故选：AD。

(2) AB、摆角应小于 5° ，在测量周期时，应在摆球经过最低点开始计时，测量多次全振动的周期，可减小误差，故 AB 错误；

C、以摆球在最低位置处为计时基准位置，摆球每经过最低位置，计数一次，用秒表记录摆球 n 次经过最低位置的时间 t ，所以摆球通过最低点的时间间隔是半个周期，所以摆球经过最低点作为第 1 次开始计时到一直数到摆球第 n 次经过最低点，摆球经过了 $(n - 1)$ 个半个周期，所以单摆的周期为 $T = \frac{2t}{n-1}$ ，

故 C 错误；

D、以摆球在最低位置处作为计时基准位置，摆球每从同一方向经过摆球的最低位置计数一次，用秒表记录摆球从同一方向 n 次经过摆球的最低位置时的时间 t ，则摆球相邻两次同一方向经过最低点的时间

即为一个周期，则有 $T = \frac{t}{n}$ ，故 D 正确；

故选：D。

(3) 根据单摆的周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 可知， $T^2 = \frac{4\pi^2 l}{g}$ ，因此图线的斜率为 $k = \frac{4\pi^2 l}{g}$ ，解得： $g = \frac{4\pi^2 l}{k}$ ；

(4) 根据单摆的周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 可知， $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$ 。

A、测摆线长时摆线拉得过紧，摆长测量偏大，根据 g 的表达式可知，测得的 g 值偏大，故 A 错误；

B、开始计时时，秒表过迟按下，测量的时间 t 偏小，则周期 T 偏小，由 g 的表达式可知，测得的 g 值偏大，故 B 错误；

C、摆球变小，周期不变，因此测得的 g 值不受影响，故 C 错误；

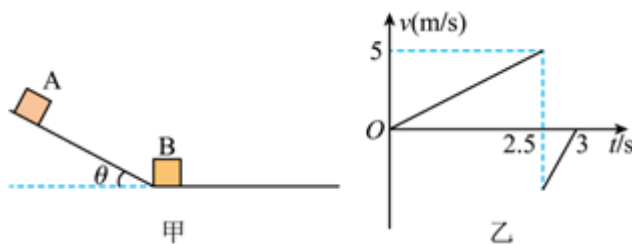
D、单摆的悬点未固定紧，振动中出现松动，使摆线变长，则摆线的测量值偏小，因此 g 的测量值偏小，故 D 正确；

故选：D。

故答案为：(1) AD；(2) D；(3) $\frac{4\pi^2 l}{k}$ ；(4) D

【点评】 本题主要考查了单摆测量重力加速度的实验，根据实验原理掌握正确的实验操作，结合单摆的周期公式即可完成分析，难度不大。

12. 如图甲所示，竖直面内 $\theta = 30^\circ$ 的倾斜轨道与相同材料足够长的水平轨道平滑连接，质量 $m = 0.9\text{kg}$ 的物块 B 静止在水平轨道的最左端。 $t = 0$ 时刻，质量 $M = 0.1\text{kg}$ 的物块 A 由倾斜轨道上端从静止下滑，一段时间后与 B 发生碰撞，物块 A 运动的 $v - t$ 图像如图乙所示。已知物块 A、B 可视为质点，重力加速度 g 取 10m/s^2 ，不计空气阻力。



度 g 取 10m/s^2 ，不计空气阻力。

(1) 求物块 A 与轨道间的滑动摩擦因数 μ ；

(2) 求碰后物块 B 的速度。

【分析】 (1) 根据图像求出物块加速度，牛顿第二定律求出摩擦因数；

(2) 根据图像可知 A 碰后的速度，根据动量守恒定律可解得碰后 B 的速度。

【解答】 解：(1) A 沿倾斜轨道下滑的加速度大小为 $a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{5}{2.5}\text{m/s}^2 = 2\text{m/s}^2$

根据牛顿第二定律可得： $Mg\sin\theta - \mu Mg\cos\theta = Ma$ ，

$$\text{解得 } \mu = \frac{\sqrt{3}}{5}$$

(2) 物块 A 与物块 B 碰撞后，速度反向，沿斜面向上运动的加速度大小为 a'

$$\text{则 } Mg\sin\theta - \mu Mg\cos\theta = Ma'$$

上滑的时间 $t' = 0.5\text{s}$ ，故碰撞后反弹的速度为 $v' = a_2 t'$

在碰撞过程中，规定水平向右为正方向，根据动量守恒定律可得： $Mv_0 = Mv' + mv_B$ ，

$$\text{解得 } v_B = 1\text{m/s}$$

答：(1) 物块 A 与轨道间的滑动摩擦系数为 $\frac{\sqrt{3}}{5}$ ；

(2) 碰后物块 B 的速度为 1m/s 。

【点评】 本题是一道综合性很强的问题，涉及到 $v-t$ 图象、牛顿第二定律、动量守恒定律、匀变速直线运动的规律。

13. 一列简谐横波在某介质中沿 x 轴方向传播，传播速度为 20m/s ，振幅为 10cm 、某时刻开始计时， $t = 0.71\text{s}$ 时刻介质中的部分波形如图 1 所示，图 2 为图 1 中质点 P 的振动图像。求：

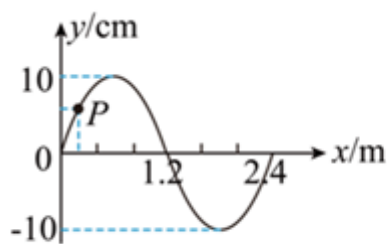


图1

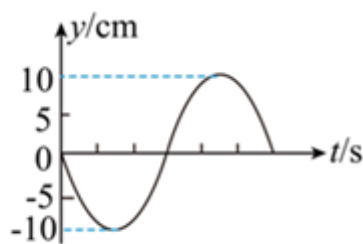


图2

- (1) 该波的周期和传播方向；
- (2) 质点 P 平衡位置的 x 坐标；
- (3) 从 $t = 0.71\text{s}$ 到 $t = 1.05\text{s}$ 时间内，质点 P 的运动路程。

【分析】 (1) 根据波动与振动的关系，确定波的传播方向；根据 $v = \frac{\lambda}{T}$ 变形后求周期；

- (2) 根据波动与振动的关系知质点 P 的振动情况；
- (3) 质点振动一个周期对应 $4A$ 路程。

【解答】 解：(1) 由图 1 可知，波长为 $\lambda = 2.4\text{m}$

$$\text{由 } v = \frac{\lambda}{T}$$

$$\text{可得周期为： } T = \frac{\lambda}{v} = \frac{2.4}{20}\text{s} = 0.12\text{s}$$

$$\text{则 } 0.71\text{s} = 5T + 0.11\text{s}$$

即 0.71s 时刻的波形与 0.11s 时的波形相同，由图 2 可知， 0.11s 之后质点 P 向下运动，所以由上下坡法

可知，波沿 x 轴正方向传播。

(2) 0.71s 时刻的波形与 0.11s 时的波形相同，结合图 2 可知，再经过 0.01s，即在 $t=0.72s$ 时刻质点 P 运动到平衡位置，即图 1 中原点处的波形传播到质点 P 处，传播距离为 $\Delta x = v \Delta t = 20 \times 0.01m = 0.2m$

所以质点 P 的坐标为 $x = \Delta x = 0.2m$

(3) 由图 2 可知 P 点的振动方程为： $x = A \sin \left(\frac{2\pi}{T} t + \phi_0 \right) = 10 \sin \left(\frac{2\pi}{0.12} t + \pi \right) \text{ cm}$

当 $t=0.71s$ 时： $x = 10 \sin \left(\frac{2\pi}{0.12} \times 0.71 + \pi \right) \text{ cm} = 5 \text{ cm}$

所以在 $t=0.71s \sim 0.72s$ 内 P 点的路程为 $s_1 = 5 \text{ cm}$

因为 $1.05s - 0.72s = 0.33s = 2T + 0.09s = 2T + \frac{3}{4}T$

而由图 2 知，零时刻（0.72s 时刻）质点 P 在平衡位置，经 $\frac{3}{4}T$ 后运动到波峰位置，又因为质点一个周期内的路程为 $s_0 = 4A = 4 \times 10 \text{ cm} = 40 \text{ cm}$

所以从 $t=0.72s$ 到 $t=1.05s$ 时间内的 0.33s 时间内，质点 P 的运动路程为 $s_1 = \left(2 + \frac{3}{4} \right) s_0 = 2 \frac{3}{4} \times 40 \text{ cm} = 110 \text{ cm}$

所以从 $t=0.71s$ 到 $t=1.05s$ 时间内，质点 P 的运动路程： $s = s_1 + s_2 = 5 \text{ cm} + 110 \text{ cm} = 115 \text{ cm}$

答：(1) 该波的周期为 0.12s，波沿 x 轴正方向传播；

(2) 质点 P 平衡位置的 x 坐标为 0.2m；

(3) 从 $t=0.71s$ 到 $t=1.05s$ 时间内，质点 P 的运动路程 115cm。

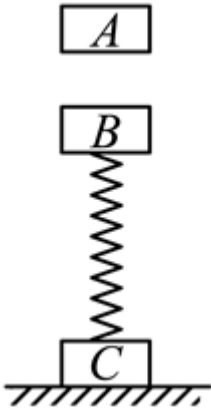
【点评】 本题考查了横波的图象问题，掌握波动图象和振动图象结合的方法处理问题，还要理解同侧法判断振动和波动的方向问题。

14. 如图所示，一轻弹簧直立在水平地面上，轻质弹簧两端连接着物块 B 和 C，它们的质量分别为 $m_B = 0.1 \text{ kg}$ ， $m_C = 0.3 \text{ kg}$ ，开始时 B、C 均静止。现将一个质量为 $m_A = 0.1 \text{ kg}$ 的物体 A 从 B 的正上方 $h = 0.2 \text{ m}$ 高度处由静止释放，A 和 B 碰后立即粘在一起，经 $t = 0.1 \text{ s}$ 到达最低点，之后在竖直方向做简谐运动。在运动过程中，物体 C 对地面的最小压力恰好为零。已知弹簧的弹性势能表达式 $E_p = \frac{1}{2} k x^2$ (k 为弹簧的劲度系数， x 为弹簧的形变量)，弹簧在运动过程中始终在弹性限度范围内，忽略空气阻力，重力加速度 $g = 10 \text{ m/s}^2$ 。求：

(1) 物块 A、B 碰后瞬间的速度大小；

(2) 弹簧的劲度系数 k 及物块 C 对地面的最大压力；

(3) 从碰后至返回到碰撞点的过程中，弹簧对物体 B 的冲量大小。



【分析】(1) 应用动能定理求出碰撞前瞬间 A 的速度大小，碰撞过程系统动量守恒，应用动量守恒定律求出 A、B 碰撞后瞬间的速度大小。

(2) 求出 A、B 在平衡位置弹簧的压缩量，求出在最大位移处弹簧的伸长量，求出 A、B 做简谐运动的振幅，然后求出弹簧的劲度系数；求出 C 对地面的最大压力。

(3) 应用动量定理求出冲量大小。

【解答】解：(1) 从 A 开始下落到 A、B 碰撞前瞬间过程，

$$\text{对 A 由动能定理得：} m_A g h = \frac{1}{2} m_A v_0^2 - 0$$

代入数据解得： $v_0 = 2\text{m/s}$

A、B 碰撞过程系统内力远大于外力，系统动量守恒，

以向下为正方向，由动量守恒定律得： $m_A v_0 = (m_A + m_B) v$

代入数据解得： $v = 1\text{m/s}$

(2) 碰撞后 A、B 做简谐运动，设在平衡位置时弹簧的压缩量为 x_1 ，

则 $(m_A + m_B) g = k x_1$ ，

A、B 上升到最高点时 C 对地面的压力最小为零，设此时弹簧的伸长量为 x_2 ，

对 C，由平衡条件得： $m_C g = k x_2$ ，

A、B 做简谐运动的振幅： $x = x_1 + x_2$ ，

设在 A、B 碰撞位置弹簧的压缩量为 x_3 ，由平衡条件得： $m_B g = k x_3$ ，

从 A、B 碰撞后瞬间到 A、B 到达最低点过程，由机械能守恒定律得：

$$\frac{1}{2} (m_A + m_B) v^2 + \frac{1}{2} k x_3^2 + (m_A + m_B) g (x_1 - x_3 + x_1 + x_2) = \frac{1}{2} k (x_1 + x_1 + x_2)^2,$$

解得： $k = 120\text{N/m}$

A、B 到达最低点时弹簧的弹力最大，C 对地面的压力最低，设地面对 C 的最大支持力为 F，

对 C，由平衡条件得： $F = m_C g + k (x_1 + x_1 + x_2)$

代入数据解得： $F=10\text{N}$

由牛顿第三定律可知，C 对地面的最大压力大小 $F'=F=10\text{N}$ ，方向竖直向下

(3) A、B 碰撞后 A、B 一起做简谐运动，由简谐运动的对称性可知，A、B 返回碰撞点时 A、B 的速度大小 $v'=v=1\text{m/s}$ ，方向竖直向上

由简谐运动的对称性可知，碰撞后到回到碰撞点过程的运动时间 $t'=2t=2\times 0.1\text{s}=0.2\text{s}$

从碰后至返回到碰撞点的过程中，设弹簧对 B 的冲量为 I，对 AB 整体，

以向下为正方向，则 $v'=-1\text{m/s}$ ，由动量定理得： $(m_A+m_B)gt'+I=(m_A+m_B)v'-(m_A+m_B)v$

代入数据解得： $I=-0.8\text{N}\cdot\text{s}$ ，负号表示方向，冲量大小为 $0.8\text{N}\cdot\text{s}$

答：(1) 物块 A、B 碰后瞬间的速度大小是 1m/s ；

(2) 弹簧的劲度系数 k 及物块 C 对地面的最大压力大小是 10N ，方向竖直向下；

(3) 从碰后至返回到碰撞点的过程中，弹簧对物体 B 的冲量大小是 $0.8\text{N}\cdot\text{s}$ 。

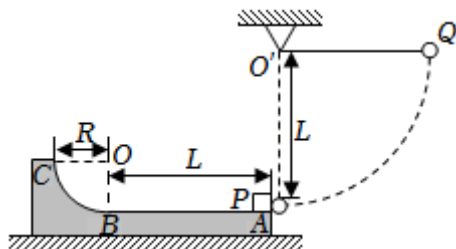
【点评】本题是一道力学综合体，根据题意分析清楚 A、B 的运动过程与受力情况是解题的前提与关键，应用动能定理、平衡条件、动量守恒定律与机械能守恒定律、动量定理即可解题。

15. 如图，一滑板的上表面由长度为 L 的水平部分 AB 和半径为 R 的四分之一光滑圆弧 BC 组成，滑板静止于光滑的水平地面上。物体 P（可视为质点）置于滑板上面的 A 点，物体 P 与滑板水平部分的动摩擦因数为 μ ($\mu < 1$)。一根长度为 L、不可伸长的细线，一端固定于 O' 点，另一端系一质量为 m 的小球 Q。小球 Q 位于最低点时与物体 P 处于同一高度并恰好接触。现将小球 Q 拉至与 O' 同一高度（细线处于水平拉直状态），然后由静止释放，小球 Q 向下摆动并与物体 P 发生弹性碰撞（碰撞时间极短）。设物体 P 的质量也为 m，滑板的质量为 $2m$ 。

(1) 求小球 Q 与物体 P 碰撞前瞬间细线对小球拉力的大小；

(2) 若物体 P 在滑板上向左运动从 C 点飞出，求飞出后相对 C 点的最大高度；

(3) 要使物体 P 在滑板上最后不滑落，求 μ 满足的条件。



【分析】(1) 先由机械能守恒定律求出小球 Q 与 P 碰撞前瞬间的速度大小，确定向心力的来源，由牛顿第二定律求细线对小球拉力的大小；

(2) Q 与 P 发生弹性碰撞，P、Q 组成的系统动量守恒，机械能也守恒，根据动量守恒定律和机械能守恒定律相结合求出碰后物体 P 的速度。物体 P 在滑板上向左运动从 C 点飞出后到达最高点时速度与滑

板的速度相同，根据两者组成的系统水平方向动量守恒和能量守恒求物体 P 飞出后相对 C 点的最大高度；

(3) 本题关键在于分析满足要求的临界条件，依据动摩擦因数较小，P 与滑板相对位移较大来确定临界相对运动情况，根据系统水平方向动量守恒，能量守恒及功能关系解得所求。

【解答】解：(1) 设小球 Q 与物体 P 碰撞前瞬间速度大小为 v_Q ，此时细线对小球拉力的大小为 T。

小球 Q 由静止释放到碰撞前瞬间的过程，由机械能守恒得：

$$mgL = \frac{1}{2}mv_Q^2$$

$$\text{解得：} v_Q = \sqrt{2gL}$$

Q 在碰撞前瞬间，由牛顿第二定律得：

$$T - mg = m\frac{v_Q^2}{L}$$

$$\text{解得：} T = 3mg$$

(2) Q 与 P 发生弹性碰撞，P、Q 组成的系统动量守恒，机械能守恒，取水平向左为正方向，则由动量守恒定律有：

$$mv_Q = mv'_Q + mv_P$$

由机械能守恒定律有

$$\frac{1}{2}mv_Q^2 = \frac{1}{2}mv'^2_Q + \frac{1}{2}mv_P^2$$

$$\text{解得：} v_P = v_Q = \sqrt{2gL}, \text{ 方向水平向左；} v'_Q = 0.$$

设物体 P 飞出后相对 C 点的最大高度为 h，此时物体 P 和滑块速度相同，设为 v。

对于物体 P 与滑板组成的系统，因水平地面光滑，故系统水平方向不受力，则 P 与滑板作用过程，系统水平方向动量守恒，取水平向左为正方向，

由水平方向动量守恒得

$$mv_P = (m+2m)v$$

由能量守恒定律得

$$\frac{1}{2}mv_P^2 = \frac{1}{2}(m+2m)v^2 + mg(h+R) + \mu mgL$$

$$\text{联立解得 } h = \frac{2}{3}L - \mu L - R$$

(3) 要使物体 P 在滑板上最后不滑落，临界条件为：物体 P 返回 A 点时与滑板共速，则有：

$$mv_P = (m+2m)v_{\text{共}}$$

由能量守恒及功能关系得：

$$2\mu mgL = \frac{1}{2}mv_P^2 - \frac{1}{2}(m+2m)v_{共}^2$$

解得： $\mu = \frac{1}{3}$

故要使物体 P 在滑板上最后不滑落， μ 满足的条件是 $\mu \geq \frac{1}{3}$ 。

答：（1）小球 Q 与物体 P 碰撞前瞬间细线对小球拉力的大小为 $3mg$ ；

（2）飞出后相对 C 点的最大高度为 $\frac{2}{3}L - \mu L - R$ 。

（3）要使物体 P 在滑板上最后不滑落， μ 满足的条件是 $\mu \geq \frac{1}{3}$ 。

【点评】 本题是力学综合题目，重点考查功与能的关系，能量及动量守恒定律，弹性碰撞模型要熟记公式，第三问的关键在于找到临界条件，运用能量守恒定律和动量守恒定律进行处理。