

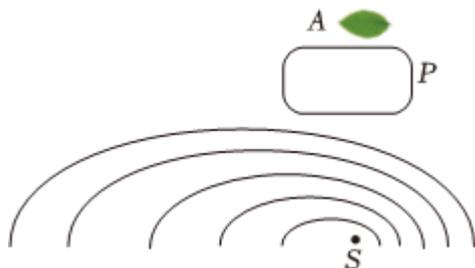
2023-2024 学年江苏省淮安市部分学校高二（上）期初物理试卷

一、单项选择题。（共 11 小题，每题 4 分，满分 44 分）

1.（4 分）在冰上接力比赛时，甲推乙的作用力是 F_1 ，乙对甲的作用力是 F_2 ，则这两个力（ ）

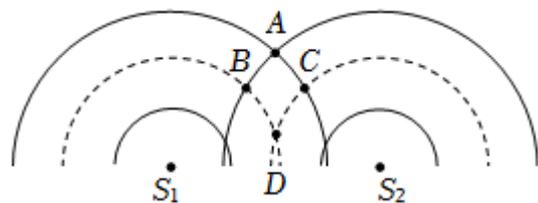
- A. F_1 的冲量小于 F_2 的冲量
- B. F_1 的冲量大于 F_2 的冲量
- C. 大小相等，方向相同
- D. 大小相等，方向相反

2.（4 分）如图，P 为桥墩，A 为靠近桥墩浮在水面的叶片，波源 S 连续振动，形成水波，此时叶片 A 静止不动。为使水波能带动叶片振动，可用的方法是（ ）



- A. 增大波源振幅
- B. 降低波源频率
- C. 减小波源距桥墩的距离
- D. 增大波源频率

3.（4 分）如图是水面上两列频率相同的波在某时刻的叠加情况，以波源 S_1 、 S_2 为圆心的两组同心圆弧分别表示同一时刻两列波的波峰（实线）和波谷（虚线）； S_1 的振幅 $A_1=4\text{cm}$ ， S_2 的振幅 $A_2=3\text{cm}$ ，则下列说法正确的是（ ）

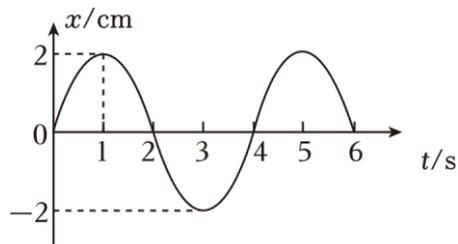


- A. 质点 D 是振动减弱点
- B. 质点 A、D 在该时刻的高度差为 14cm
- C. 再过半周期，质点 B、C 是振动加强点
- D. 质点 C 此刻以后将向上振动

4.（4 分）关于简谐运动，下列说法正确的是（ ）

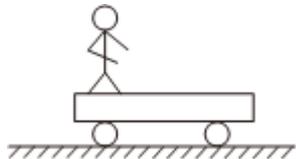
- A. 单摆的小角度摆动和弹簧振子的振动都是简谐运动
- B. 做简谐运动的物体的回复力 $F = -kx$ 式中的 k 一定是指弹簧的劲度系数
- C. 弹簧振子在远离平衡位置的过程中速度逐渐增大
- D. 弹簧振子经过平衡位置时，加速度最大

5. (4分) 一个质点做简谐运动的振动图像如图所示，下列说法正确的是 ()



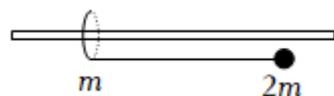
- A. 在任意 2s 的时间内，质点经过的路程都是 4cm
- B. $t=3s$ 时，质点的位移最小
- C. 在 $t=1s$ 和 $t=3s$ 两时刻，质点的位移相同
- D. $t=0.5s$ 和 $t=1.5s$ 两个时刻，质点的加速度大小相等，方向相反

6. (4分) 质量为 40kg 的小车上站着一个质量为 60kg 的人，小车与人一起在光滑的水平轨道上以 1m/s 的速度运动。若人相对地面以 2m/s 的速度水平向车前方跳出，车的速度变为 ()



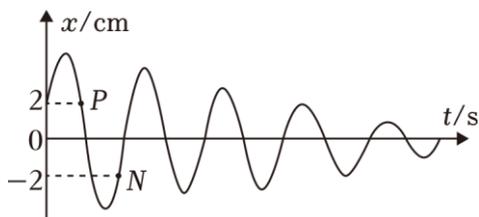
- A. 2.5m/s
- B. -0.5m/s
- C. 1m/s
- D. -0.2m/s

7. (4分) 2m 的小球。开始时，将小球移至横杆处（轻绳处于水平伸直状态，见图），然后轻轻放手，当绳子与横杆成直角，此过程圆环的位移是 x ，则 ()



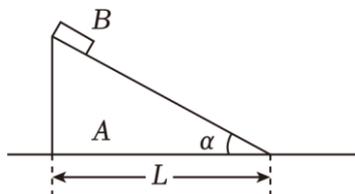
- A. $x = \frac{2}{3}l$
- B. $x = \frac{1}{2}l$
- C. $x = 0$
- D. $x = \frac{1}{3}l$

8. (4分) 如图是单摆做阻尼振动的位移—时间图像，比较摆球在 P 与 N 时刻的势能、动能、机械能的大小，下列说法正确的是 ()



- A. 势能 $P > N$ B. 动能 $P > N$ C. 动能 $P < N$ D. 机械能 $P < N$

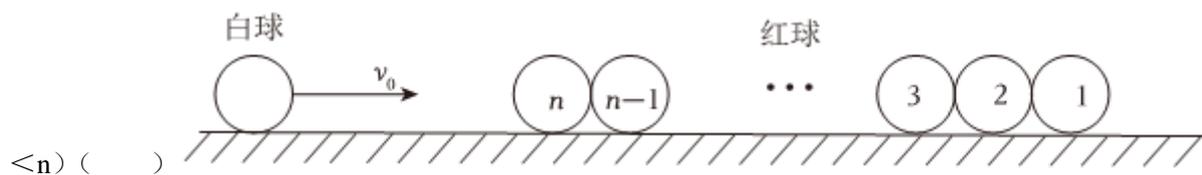
9. (4分) 如图所示，光滑水平面上有一上表面光滑、倾角为 α 的斜面体 A，斜面体质量为 M ，底边长为 L ，将一质量为 m 、可视为质点的滑块 B 从斜面的顶端由静止释放，滑块 B 经过时间 t 刚好滑到斜面底端。此过程中斜面体对滑块的支持力大小为 F_N ，重力加速度大小为 g ，则 ()



- A. 支持力 F_N 对滑块 B 不做功
 B. 滑块 B 下滑过程中，A、B 组成的系统动量守恒
 C. 滑块 B 下滑时间 t 过程中，支持力对 B 的冲量大小为 $F_N t \cos \alpha$
 D. 滑块 B 滑到斜面底端时，斜面体向左滑动的距离为 $\frac{m}{M+m} L$
10. (4分) 2020年7月23日，天问一号探测器在中国文昌航天发射场发射升空，按照计划，“天问一号”火星探测任务要一次性完成“绕、落、巡”三大任务，这也标志着我国行星探测的大幕正式拉开。若某次实验中发动机向后喷射的气体速度约为 3km/s ，产生的推力约为 $4.8 \times 10^6 \text{N}$ ，则它在 1s 时间内喷射的气体质量约为 ()

- A. $1.6 \times 10^2 \text{kg}$ B. $1.6 \times 10^3 \text{kg}$ C. $1.6 \times 10^5 \text{kg}$ D. $1.6 \times 10^6 \text{kg}$

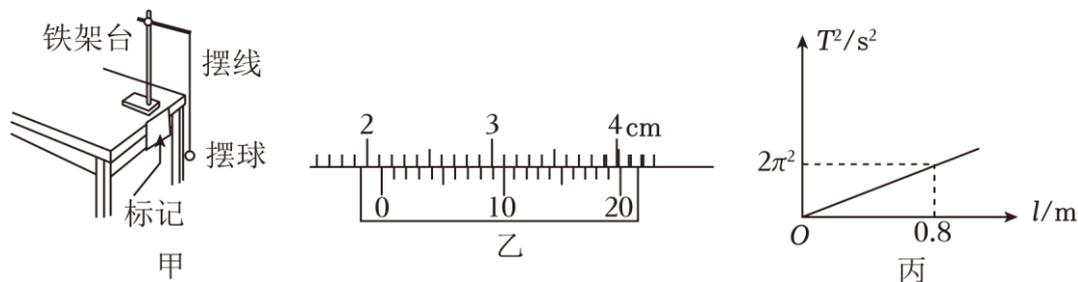
11. (4分) 2014年12月3日，世界台联宣布中国斯诺克球手丁俊晖已确定在新的世界排名榜上跃居世界第一，他也成为台联有史以来第11位世界第一，同时也是首位登上世界第一的亚洲球员，丁俊晖为台球运动在中国的推广和发展做出了突出贡献。按照国际标准，每一颗球的标准质量为 154.5g ，但是由于不同厂商生产水平的不同，所以生产出来的球的质量会有一些差异。如图6所示，假设光滑水平面一条直线上依次放 n 个质量均为 155g 的静止的弹性红球（相邻两个红球之间有微小的间隙），另有一颗质量为 175g 的弹性白球以初速度 v_0 与 n 号红球发生弹性正碰，则 k 号红球最终的速度大小为 (已知 $1 < k$



- A. $\frac{35}{33} v_0$ B. $\frac{35 \times 2^{k-1}}{33^k} v_0$
 C. 0 D. $\frac{35 \times 2^k}{33^k} v_0$

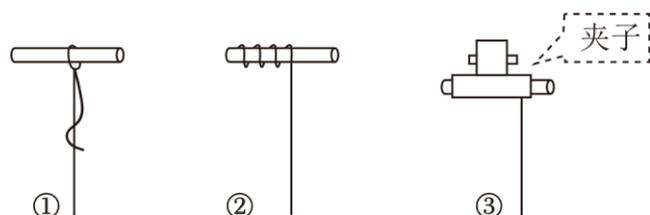
二、实验题。（共 1 小题，每空 3 分，满分 15 分）

12.（15 分）小明学习“用单摆测量重力加速度”实验后，利用甲图装置做了该实验。



(1) 测量摆长时，先用毫米刻度尺测得摆球悬挂后的摆线长（从悬点到摆球的最上端）为 L ，再用游标卡尺测得摆球的直径，读数如乙图所示，则 $d = \underline{\hspace{2cm}}$ cm，若再测得单摆周期为 T ，则当地的重力加速度 $g = \underline{\hspace{2cm}}$ （用 L 、 d 、 T 表示）。

(2) 在安装装置时，摆线上端有三种系挂方式，下列方式哪种是正确的 （填对应序号）。



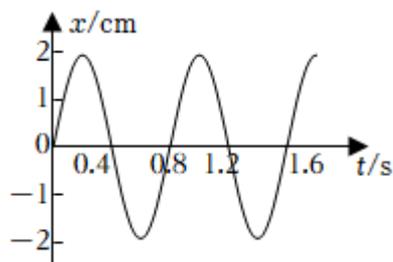
(3) 在测量周期时，若从摆球运动到最低点开始计时且记数为 1，到第 n 次经过最低点所用的时间为 t ，则单摆周期为 $T = \underline{\hspace{2cm}}$ （用 n 、 t 表示）。

(4) 假如把该装置搬到月球上进行实验，改变单摆的摆长 l ，多次测量单摆在不同摆长下所对应的周期 T ，并描绘出 $T^2 - l$ 图像如丙图所示，则可得知月球重力加速度大小为 m/s^2 。

三、解答题。（共 4 小题，满分 41 分）

13.（8 分）一水平弹簧振子做简谐运动，其位移与时间的关系如图所示。求：

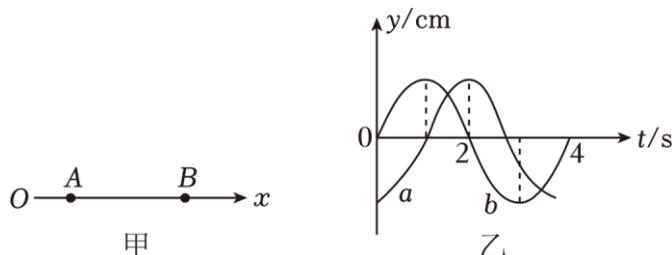
- (1) 写出该简谐运动的表达式；
- (2) $t = 0.9s$ 时的位移；
- (3) 振子在 $0 \sim 3.6s$ 内通过的路程。



14.（7 分）如图甲所示，一列简谐横波沿 x 轴正方向传播，A、B 两点的平衡位置间的距离 $x = 6m$ ，A、B

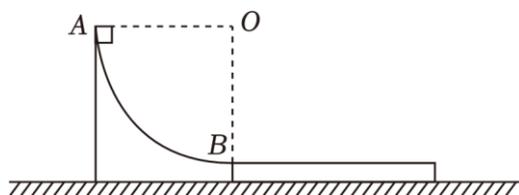
两点的振动情况分别如图乙中的图线 a、b 所示。求：

- (i) 该波的可能波速大小 v ；
- (ii) 该波的最大波长 λ_{\max} 。



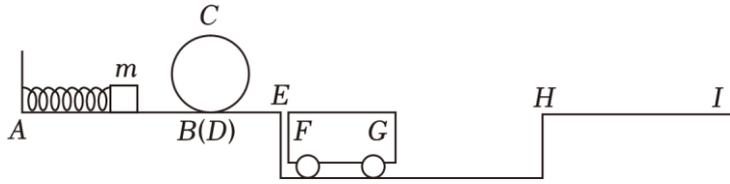
15. (12分) 一固定的四分之一光滑圆弧轨道如图所示，从顶端 A 由静止释放一质量 $m=1\text{kg}$ 的小物块（可视为质点），运动至圆弧轨道 B 点时，恰好沿水平切线方向滑上与 B 点等高、静止在光滑水平面上的长木板上。已知长木板的质量 $M=4\text{kg}$ 。圆弧轨道半径 $R=0.8\text{m}$ ，物块与长木板之间的动摩擦因数 $\mu=0.5$ ，取重力加速度大小 $g=10\text{m/s}^2$ 。

- (1) 求小物块滑动至 B 点时，对圆弧轨道 B 点的压力大小；
- (2) 长木板至少多长，才能保证小物块不滑出长木板；
- (3) 求在小物块从滑上长木板到与长木板达到共同速度的过程中，长木板对小物块作用力的冲量大小（结果可用根号表示）。



16. (14分) 一游戏装置如图所示，该装置由固定在地面上的水平直轨道 AB、竖直圆轨道 BCD、水平直轨道 DE、摆渡车 FG、水平直轨道 HI 组成，摆渡车上表面 FG 及水平直轨道 HI 粗糙，其余各轨道均光滑，且各处平滑连接，B、D 是圆轨道的最低点，C 是圆轨道的最高点。一弹射器左端固定，可把滑块向右弹出，弹出后滑块在 AB 上运动一段距离再进入圆轨道，滑块质量 $m=0.1\text{kg}$ ，滑块与 FG、HI 的间的动摩擦因数 $\mu=0.5$ 。摆渡车质量 $M=0.4\text{kg}$ ，上表面 FG 的长度 $s=2\text{m}$ ，每当滑块弹出时摆渡车紧贴左壁处于静止状态，当摆渡车碰到右壁后立即静止，不计摆渡车运动时与地面间的阻力，EH 间的距离很大。已知，当弹射器对滑块做功 $W_1=0.25\text{J}$ 时，滑块恰能过 C 点。已知重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$ ，求：

- (1) 圆轨道的半径 R；
- (2) 滑块最终停在何处？
- (3) 调节弹射器对滑块做功大小，滑块在 HI 上最多滑多远？



2023-2024 学年江苏省淮安市部分学校高二（上）期初物理试卷

参考答案与试题解析

一、单项选择题。（共 11 小题，每题 4 分，满分 44 分）

1.（4 分）在冰上接力比赛时，甲推乙的作用力是 F_1 ，乙对甲的作用力是 F_2 ，则这两个力（ ）

- A. F_1 的冲量小于 F_2 的冲量
- B. F_1 的冲量大于 F_2 的冲量
- C. 大小相等，方向相同
- D. 大小相等，方向相反

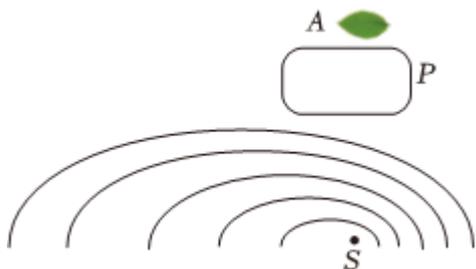
【答案】D

【分析】甲推乙的作用力与乙对甲的作用力是一对作用力和反作用力，根据牛顿第三定律，这两个力大小相等，方向相反，根据冲量的定义，可知 F_1 的冲量等于 F_2 的冲量。

【解答】解：根据牛顿第三定律，甲推乙的作用力与乙对甲的作用力是一对作用力和反作用力，这两个力大小相等，方向相反，根据冲量的定义，可知 F_1 的冲量等于 F_2 的冲量。故 ABC 错误，D 正确。

故选：D。

2.（4 分）如图，P 为桥墩，A 为靠近桥墩浮在水面的叶片，波源 S 连续振动，形成水波，此时叶片 A 静止不动。为使水波能带动叶片振动，可用的方法是（ ）



- A. 增大波源振幅
- B. 降低波源频率
- C. 减小波源距桥墩的距离
- D. 增大波源频率

【答案】B

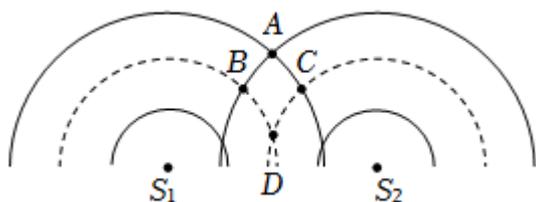
【分析】为使水波能带动叶片振动，即使衍射现象更明显，根据衍射条件可知增大波长可使衍射明显。

【解答】解：叶片 A 静止不动，是由于桥墩尺寸太大，没有发生明显衍射现象，为了水波能带动叶片

振动，必须增大波长，才能使衍射现象更明显，根据 $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$ ，可知波速由介质决定，介质一定，波速一定，当降低波源频率，波长增大，更容易产生衍射现象，与波源距桥墩的距离，波源振幅无关，故 ACD 错误，B 正确。

故选：B。

3. (4分) 如图是水面上两列频率相同的波在某时刻的叠加情况，以波源 S_1 、 S_2 为圆心的两组同心圆弧分别表示同一时刻两列波的波峰（实线）和波谷（虚线）； S_1 的振幅 $A_1=4\text{cm}$ ， S_2 的振幅 $A_2=3\text{cm}$ ，则下列说法正确的是（ ）



- A. 质点 D 是振动减弱点
- B. 质点 A、D 在该时刻的高度差为 14cm
- C. 再过半个周期，质点 B、C 是振动加强点
- D. 质点 C 此刻以后将向上振动

【答案】 B

【分析】 两列频率相同，振幅不同的相干波，当波峰与波峰相遇或波谷与波谷相遇时振动加强，当波峰与波谷相遇时振动减弱，则振动情况相同时振动加强；振动情况相反时振动减弱，从而即可求解。

【解答】 解：图是两列频率相同的相干水波于某时刻的叠加情况，实线和虚线分别表示波峰和波谷，则 D 点是波谷与波谷相遇点，A 是波峰与波峰相遇点，B、C 两点是波峰与波谷相遇点。则 A、D 两点是振动加强的，且 B、C 两点是振动减弱的。

A、质点 D 是振动加强点，故 A 错误；

B、 S_1 的振幅 $A_1=4\text{cm}$ ， S_2 的振幅 $A_2=3\text{cm}$ ，质点 A 是处于波峰叠加位置，相对平衡位置高度为 7cm，而质点 D 处于波谷叠加位置，相对平衡位置为 -7cm，因此质点 A、D 在该时刻的高度差为 14cm，故 B 正确；

C、B、C 两点是振动减弱点，再过半个周期，质点 B、C 是振动仍是减弱点，故 C 错误；

D、质点 C 此刻处于最大位置处，以后将向下运动，故 D 错误；

故选：B。

4. (4分) 关于简谐运动，下列说法正确的是（ ）

- A. 单摆的小角度摆动和弹簧振子的振动都是简谐运动

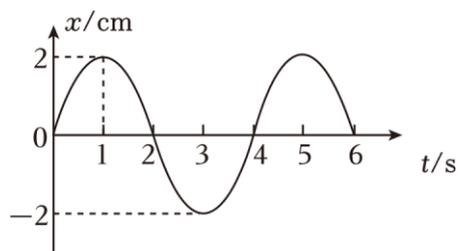
- B. 做简谐运动的物体的回复力 $F = -kx$ 式中的 k 一定是指弹簧的劲度系数
- C. 弹簧振子在远离平衡位置的过程中速度逐渐增大
- D. 弹簧振子经过平衡位置时，加速度最大

【答案】A

【分析】根据简谐运动的特点判断即可。

- 【解答】解：A、单摆的小角度摆动和弹簧振子的振动都满足 $F = -kx$ ，所以是简谐运动，故 A 正确；
 B、回复力公式 $F = -kx$ 中的 k 是比例系数，只有弹簧振子， k 才是弹簧的劲度系数。故 B 错误；
 C、弹簧振子在远离平衡位置的过程中速度逐渐减小，故 C 错误；
 D、弹簧振子经过平衡位置时，位移为 0，加速度为 0，故 D 错误；
 故选：A。

5.（4分）一个质点做简谐运动的振动图像如图所示，下列说法正确的是（ ）



- A. 在任意 2s 的时间内，质点经过的路程都是 4cm
- B. $t=3s$ 时，质点的位移最小
- C. 在 $t=1s$ 和 $t=3s$ 两时刻，质点的位移相同
- D. $t=0.5s$ 和 $t=1.5s$ 两个时刻，质点的加速度大小相等，方向相反

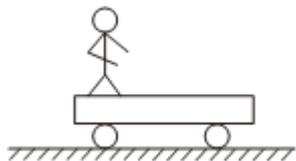
【答案】A

- 【分析】A、由图读出周期和振幅，根据一个周期质点路程为 $4A$ 计算；
 B、由图像可知在任意时刻对应的位移大小；
 C、由图象的斜率分析质点速度大小和方向的关系；
 D、由位移关系分析加速度的关系。

- 【解答】解：A、由图可知，质点做简谐运动的周期是 4s，在任意 2s 的时间内，由图可知振幅为 2cm，故质点经过的路程都是振幅的两倍即 4cm，故 A 正确；
 B、由图可知 $t=3s$ 时，质点的位移是负向最大，故 B 错误；
 C、在 $t=1s$ 和 $t=3s$ 两时刻，质点的位移大小相等，方向相反，故 C 错误；
 D、 $t=0.5s$ 和 $t=1.5s$ 两个时刻，质点的加速度大小相等，方向相同，故 D 错误。

故选：A。

6. (4分) 质量为 40kg 的小车上站着一个人质量为 60kg 的人，小车与人一起在光滑的水平轨道上以 1m/s 的速度运动。若人相对地面以 2m/s 的速度水平向车前方跳出，车的速度变为 ()



- A. 2.5m/s B. -0.5m/s C. 1m/s D. -0.2m/s

【答案】 B

【分析】 人跳车的过程，人与小车组成的系统动量守恒，规定正方向，根据动量守恒定律列方程求解。

【解答】 解：规定小车和人原来的速度方向为正方向，若人相对地面以 2m/s 的速度水平向车前方跳出，则 $v_{人}' = 2\text{m/s}$ 。

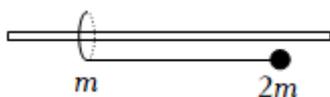
根据动量守恒定律得：

$$(M+m)v_0 = mv_{人}' + Mv_2$$

代入数据解得车的速度变为： $v_2 = -0.5\text{m/s}$ ，故 ACD 错误，B 正确。

故选：B。

7. (4分) 2m 的小球。开始时，将小球移至横杆处（轻绳处于水平伸直状态，见图），然后轻轻放手，当绳子与横杆成直角，此过程圆环的位移是 x，则 ()



- A. $x = \frac{2}{3}l$ B. $x = \frac{1}{2}l$ C. $x = 0$ D. $x = \frac{1}{3}l$

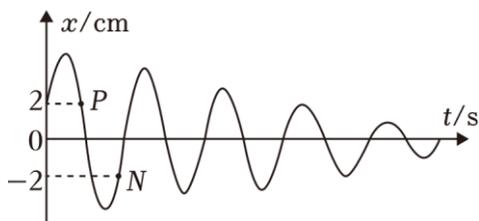
【答案】 A

【分析】 小球和环组成的系统水平方向不受力的作用，所以水平方向动量守恒，类同于人船模型求解圆环的位移。

【解答】 解：环、球水平方向动量守恒，类同于人船模型，根据动量守恒定律可得： $2m(l-x) = mx$ ，解得： $x = \frac{2}{3}l$ ，故 A 正确，BCD 错误。

故选：A。

8. (4分) 如图是单摆做阻尼振动的位移—时间图像，比较摆球在 P 与 N 时刻的势能、动能、机械能的大小，下列说法正确的是 ()



- A. 势能 $P > N$ B. 动能 $P > N$ C. 动能 $P < N$ D. 机械能 $P < N$

【答案】B

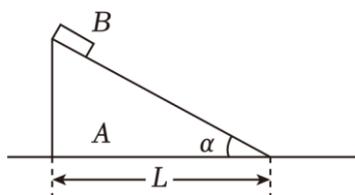
【分析】位移大小相等即单摆所处高度相等，则重力势能相同；由于阻力影响，单摆要克服阻力做功，在运动过程中机械能一直逐渐减小；机械能等于小球重力势能与动能之和，根据机械能和重力势能的变化判断动能的变化。

【解答】解.A. 摆球的势能是由摆球相对于零势能点的高度和摆球的质量共同决定的，摆球的质量是定值，由于 P、N 两时刻摆球的位移大小相同，故在这两个时刻摆球相对零势能点的高度相同，势能也相同，故 A 错误；

BCD. 由于单摆做阻尼振动，振动过程中要克服阻力做功，振幅逐渐减小，摆球的机械能逐渐减少，所以摆球在 P 时刻所对应的机械能大于在 N 时刻所对应的机械能，由于 P 时刻的机械能大于 N 时刻的机械能，两时刻的势能相同，所以 P 时刻对应的动能大于在 N 时刻的动能。故 B 正确，CD 错误；

故选：B。

9. (4分) 如图所示，光滑水平面上有一上表面光滑、倾角为 α 的斜面体 A，斜面体质量为 M，底边长为 L，将一质量为 m、可视为质点的滑块 B 从斜面的顶端由静止释放，滑块 B 经过时间 t 刚好滑到斜面底端。此过程中斜面体对滑块的支持力大小为 F_N ，重力加速度大小为 g，则 ()



- A. 支持力 F_N 对滑块 B 不做功
 B. 滑块 B 下滑过程中，A、B 组成的系统动量守恒
 C. 滑块 B 下滑时间 t 过程中，支持力对 B 的冲量大小为 $F_N t \cos \alpha$
 D. 滑块 B 滑到斜面底端时，斜面体向左滑动的距离为 $\frac{m}{M+m} L$

【答案】D

【分析】根据支持力 F_N 方向与滑块 B 的位移方向是否垂直，分析支持力 F_N 对滑块 B 是否做功；分析系统的合外力是否为零，判断系统动量是否守恒；根据冲量的定义 $I = Ft$ 求支持力对 B 的冲量大小；根

据系统水平方向动量守恒以及速度与位移的关系求斜面体向左滑动的距离。

【解答】解：A、滑块 B 在下滑过程中对斜面体 A 有斜向左下方的压力，斜面体 A 向左移动，滑块 B 的位移与其受到的支持力 F_N 不是垂直关系，它们的夹角为钝角，即支持力 F_N 对滑块 B 做负功，故 A 错误；

BD、滑块 B 在下滑过程中，有斜向右下方的加速度，此加速度有竖直向下的分加速度，所以系统在竖直方向合力向下，受力不平衡，合外力不为零，所以系统动量不守恒。滑块 B 下滑过程中，A、B 组成的系统水平方向不受力，所以系统水平方向动量守恒，取水平向右为正方向，滑块 B 下滑过程中，任意时刻 B 物块水平速度大小为 v_B ，A 的水平速度大小为 v_A ，对系统在水平方向，由动量守恒定律有 $0 = Mv_B - mv_A$

$$\text{解得 } \frac{v_A}{v_B} = \frac{m}{M}$$

设 B 到达斜面底端时，A、B 水平位移大小分别为 x_A 、 x_B ，在水平方向有 $x_A + x_B = L$

$$x_B = v_B t, \quad x_A = v_A t, \quad \text{得 } \frac{v_A}{v_B} = \frac{m}{M}$$

联立解得，滑块 B 滑到斜面底端时，斜面体向左滑动的距离为 $x_A = \frac{m}{M+m}L$ ，故 B 错误，D 正确；

C、滑块 B 下滑时间 t 过程中，支持力对 B 的冲量大小为 $F_N t$ ，故 C 错误。

故选：D。

10. (4分) 2020年7月23日，天问一号探测器在中国文昌航天发射场发射升空，按照计划，“天问一号”火星探测任务要一次性完成“绕、落、巡”三大任务，这也标志着我国行星探测的大幕正式拉开。若某次实验中发动机向后喷射的气体速度约为 3km/s ，产生的推力约为 $4.8 \times 10^6\text{N}$ ，则它在 1s 时间内喷射的气体质量约为 ()
- A. $1.6 \times 10^2\text{kg}$ B. $1.6 \times 10^3\text{kg}$ C. $1.6 \times 10^5\text{kg}$ D. $1.6 \times 10^6\text{kg}$

【答案】B

【分析】以气体为研究对象，根据动量定理列方程求解 1s 时间内喷射的气体质量。

【解答】解：以气体为研究对象，设 $t=1\text{s}$ 内喷出的气体质量为 m ，根据动量定理可得：

$$Ft = mv - 0$$

其中 $v = 3\text{km/s} = 3000\text{m/s}$

解得： $m = 1.6 \times 10^3\text{kg}$ ，故 B 正确，ACD 错误。

故选：B。

红球与第 $n - 1$ 号红球碰后速度变为 0，相当于停在第 $n - 1$ 号红球的位置，之后白球以速度 v_1 与静止的第 n 号红球发生第二次弹性碰撞，碰撞过程系统动量守恒、机械能守恒，以向右为正方向，由动量守恒定律得： $0.175v_1 = 0.175v_2 + 0.155v_{n1}$

根据机械能守恒定律得： $\frac{1}{2} \times 0.175 v_1^2 = \frac{1}{2} \times 0.175 v_2^2 + \frac{1}{2} \times 0.155 v_{n1}^2$

解得： $v_2 = \left(\frac{2}{33}\right)^2 v_0$ ， $v_{n1} = \frac{35}{33} \times \frac{2}{33} v_0$

.....

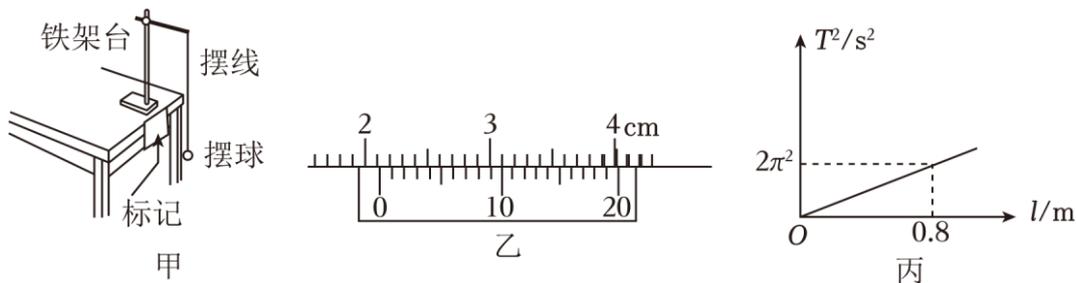
则 1 号红球的速度是 $\frac{35}{33} v_0$ ，2 号红球的速度是 $\frac{35}{33} \times \frac{2}{33} v_0$ ，.....

最终第 k 号球的速度为 $v_k = \frac{35}{33} \times \left(\frac{2}{33}\right)^{k-1} v_0 = \frac{35 \times 2^{k-1}}{33^k} v_0$ ，故 B 正确，ACD 错误。

故选：B。

二、实验题。（共 1 小题，每空 3 分，满分 15 分）

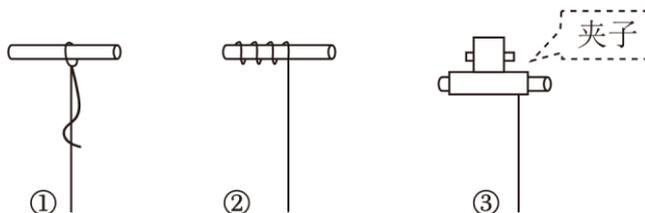
12.（15 分）小明学习“用单摆测量重力加速度”实验后，利用甲图装置做了该实验。



(1) 测量摆长时，先用毫米刻度尺测得摆球悬挂后的摆线长（从悬点到摆球的最上端）为 L ，再用游标卡尺测得摆球的直径，读数如乙图所示，则 $d = \underline{2.150}$ cm，若再测得单摆周期为 T ，则当地的重力

加速度 $g = \underline{\frac{4\pi^2(L + \frac{d}{2})}{T^2}}$ （用 L 、 d 、 T 表示）。

(2) 在安装装置时，摆线上端有三种系挂方式，下列方式哪种是正确的 ③（填对应序号）。



(3) 在测量周期时，若从摆球运动到最低点开始计时且记数为 1，到第 n 次经过最低点所用的时间为 t ，则单摆周期为 $T = \underline{\frac{2t}{n-1}}$ （用 n 、 t 表示）。

(4) 假如把该装置搬到月球上进行实验，改变单摆的摆长 l ，多次测量单摆在不同摆长下所对应的周期

T，并描绘出 $T^2 - l$ 图像如丙图所示，则可得知月球重力加速度大小为 1.6 m/s^2 。

【答案】(1) 2.150; $\frac{4\pi^2(L+\frac{d}{2})}{T^2}$; (2) ③; (3) $\frac{2t}{n-1}$; (4) 1.6。

【分析】(1) 20 分度的游标卡尺的精确度为 0.05mm，测量值 = 主尺对应示数 (mm) + 对齐格数 (不估读) × 精确度；

根据单摆周期公式求重力加速度的表达式；

(2) 根据实验原理和注意事项分析作答；

(3) 根据题意求单摆全振动的次数，根据 $T = \frac{t}{N}$ 求单摆周期；

(4) 根据单摆周期公式求 $T^2 - l$ 函数，结合 $T^2 - l$ 图像的斜率的含义求重力加速度。

【解答】解：(1) 20 分度的游标卡尺的精确度为 0.05mm，摆球直径 $d = 21\text{mm} + 10 \times 0.05\text{mm} = 21.50\text{mm} = 2.150\text{cm}$

单摆的摆长 $l = L + \frac{d}{2}$

根据周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

化简可得 $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2} = \frac{4\pi^2(L+\frac{d}{2})}{T^2}$

(2) 为防止摆球摇摆及实验过程摆长变化，应该用夹子固定摆线悬点，故选③。

(3) 从摆球运动到最低点开始计时且记数为 1，到第 n 次经过最低点所用的时间为 t，则单摆全振动的次数为 $N = \frac{n-1}{2}$

则单摆的周期为 $T = \frac{t}{N} = \frac{2t}{n-1}$

(4) 根据单摆周期公式 $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

化简得 $T^2 = \frac{4\pi^2}{g} \cdot l$

$T^2 - l$ 图像的斜率 $k = \frac{2\pi^2 - 0}{0.8 - 0} s^2/m = 2.5\pi^2 s^2/\pi$

结合 $T^2 - l$ 函数可知 $k = \frac{4\pi^2}{g}$

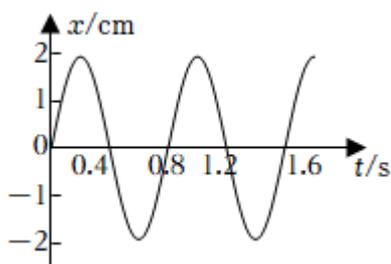
月球重力加速度大小 $g = \frac{4\pi^2}{k} = \frac{4\pi^2}{2.5\pi^2} m/s^2 = 1.6 m/s^2$

故答案为：(1) 2.150 ； $\frac{4\pi^2(L+\frac{d}{2})}{T^2}$ ；(2) ③；(3) $\frac{2t}{n-1}$ ；(4) 1.6 。

三、解答题。（共 4 小题，满分 41 分）

13.（8 分）一水平弹簧振子做简谐运动，其位移与时间的关系如图所示。求：

- (1) 写出该简谐运动的表达式；
- (2) $t=0.9\text{s}$ 时的位移；
- (3) 振子在 $0\sim 3.6\text{s}$ 内通过的路程。



【答案】 (1) 该简谐运动的表达式为 $x=2\sin\left(\frac{5}{2}\pi t\right)\text{cm}$ ；

(2) $t=0.9\text{s}$ 时的位移为 $\sqrt{2}\text{cm}$ 。

(3) 振子在 $0\sim 3.6\text{s}$ 内通过的路程为 36cm 。

【分析】 (1) 根据图像求出振幅周期，写出该简谐运动的表达式；

(2) 将时间代入该简谐运动的表达式，即可求解位移；

(3) 根据一个周期内振动四个振幅，确定时间为周期的多少倍，求出振子通过的路程。

【解答】 解：(1) 由图像可知振幅 $A=2\text{cm}$ ，周期 $T=0.8\text{s}$ ，则 $\omega=\frac{2\pi}{T}=\frac{2\pi}{0.8}\text{rad/s}=\frac{5\pi}{2}\text{rad/s}$

由简谐运动表达式 $x=A\sin\omega t$ ，可得 $x=2\sin\left(\frac{5}{2}\pi t\right)\text{cm}$

(2) 将 $t=0.9\text{s}$ 代入 (1) 式，得： $x=2\sin\left(\frac{5}{2}\pi \times 0.9\right)\text{cm}=\sqrt{2}\text{cm}$

(3) 在 $0\sim 3.6\text{s}$ 内，经过的周期数 $n=\frac{t}{T}=\frac{3.6\text{s}}{0.8\text{s}}=4.5$

振子在 $1T$ 内通过的路程为 $4A$ ， $0.5T$ 内通过的路程为 $2A$ ，

则在 $0\sim 3.6\text{s}$ 内，振子通过的路程为 $s=4\times 4A+2A=18A=18\times 2\text{cm}=36\text{cm}$

答：(1) 该简谐运动的表达式为 $x=2\sin\left(\frac{5}{2}\pi t\right)\text{cm}$ ；

(2) $t=0.9\text{s}$ 时的位移为 $\sqrt{2}\text{cm}$ 。

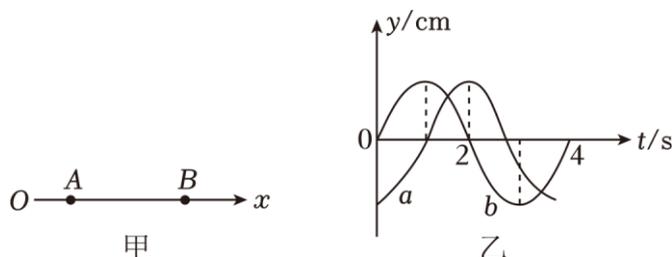
(3) 振子在 $0\sim 3.6\text{s}$ 内通过的路程为 36cm 。

14.（7 分）如图甲所示，一列简谐横波沿 x 轴正方向传播， A 、 B 两点的平衡位置间的距离 $x=6\text{m}$ ， A 、 B

两点的振动情况分别如图乙中的图线 a、b 所示。求：

(i) 该波的可能波速大小 v ；

(ii) 该波的最大波长 λ_{\max} 。



【答案】 (i) 该波的可能波速大小 v 为 $\frac{6}{4n+3}$ m/s, ($n=0, 1, 2, \dots$)；

(ii) 该波的最大波长 λ_{\max} 为 8m。

【分析】 (i) 根据 A、B 两点振动状态关系，写出波的传播时间与周期的关系，由 $v = \frac{x}{\Delta t}$ 求该波的可能波速大小 v ；

(ii) 由 $\lambda = vT$ 求出波长的通项，再求该波的最大波长 λ_{\max} 。

【解答】 解：(i) 由题图乙可知，该波的周期 $T=4$ s

该波从 A 点传播至 B 点的时间为

$$\Delta t = (n + \frac{3}{4})T$$

其中： $n=0, 1, 2, \dots$

$$\text{波速为 } v = \frac{x}{\Delta t}$$

$$\text{解得： } v = \frac{6}{4n+3} \text{ m/s, (} n=0, 1, 2, \dots \text{)}$$

(ii) 该波的波长 $\lambda = vT$

$$\text{解得： } \lambda = \frac{24}{4n+3} \text{ m, (} n=0, 1, 2, \dots \text{)}$$

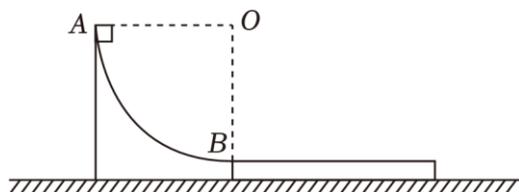
当 $n=0$ 时，波长最大，且 $\lambda_{\max}=8$ m

答：(i) 该波的可能波速大小 v 为 $\frac{6}{4n+3}$ m/s, ($n=0, 1, 2, \dots$)；

(ii) 该波的最大波长 λ_{\max} 为 8m。

15. (12 分) 一固定的四分之一光滑圆弧轨道如图所示，从顶端 A 由静止释放一质量 $m=1$ kg 的小物块（可视为质点），运动至圆弧轨道 B 点时，恰好沿水平切线方向滑上与 B 点等高、静止在光滑水平面上的长木板上。已知长木板的质量 $M=4$ kg。圆弧轨道半径 $R=0.8$ m，物块与长木板之间的动摩擦因数 $\mu=0.5$ ，取重力加速度大小 $g=10$ m/s²。

- (1) 求小物块滑动至 B 点时，对圆弧轨道 B 点的压力大小；
- (2) 长木板至少多长，才能保证小物块不滑出长木板；
- (3) 求在小物块从滑上长木板到与长木板达到共同速度的过程中，长木板对小物块作用力的冲量大小（结果可用根号表示）。



【答案】 (1) 小物块滑动至 B 点时，对圆弧轨道 B 点的压力大小为 30N；

(2) 长木板至少 1.28m 长，才能保证小物块不滑出长木板；

(3) 长木板对小物块作用力的冲量大小为 $\frac{16\sqrt{5}}{5} \text{N}\cdot\text{s}$ 。

【分析】 (1) 小物块从 A 点滑动至 B 点的过程，利用机械能守恒定律求出小物块滑动至 B 点时的速度大小。在 B 点，根据牛顿第二定律、第三定律求对圆弧轨道 B 点的压力大小；

(2) 小物块在长木板上滑动时，两者组成的系统合外力为零，系统动量守恒，当小物块和木板的速度相等时，此时木板的长度最小，由动量守恒定律和能量守恒定律相结合求长木板的长度；

(3) 长木板对小物块作用力的冲量是长木板对小物块的支持力和摩擦力的合力冲量，根据牛顿第二定律和运动学公式求出运动时间，求出支持力和摩擦力的合力，再求长木板对小物块作用力的冲量大小。

【解答】 解：(1) 小物块从 A 点滑动至 B 点的过程，由机械能守恒定律有

$$\frac{1}{2}mv_B^2 = mgR$$

解得： $v_B = 4\text{m/s}$

小物块在 B 点时，根据牛顿第二定律有

$$F_N - mg = m\frac{v_B^2}{R}$$

解得： $F_N = 30\text{N}$

根据牛顿第三定律，小物块滑动至 B 点时，对圆弧轨道 B 点的压力大小 $F_N' = F_N = 30\text{N}$

(2) 设小物块到达木板右端时恰好和长木板达到共同速度 v ，取向右为正方向，根据动量守恒定律有

$$mv_B = (M+m)v$$

解得： $v = 0.8\text{m/s}$

设此时长木板的长度为 L ，根据功能关系有

$$\mu mgL = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}(M+m)v^2$$

解得：L=1.28m

即长木板至少 1.28m 长，才能保证小物块不滑出长木板。

(3) 小物块在长木板上的加速度大小为

$$a = \frac{\mu mg}{m} = \mu g = 0.5 \times 10 \text{m/s}^2 = 5 \text{m/s}^2$$

小物块从滑上长木板到与长木板达到共同速度的运动时间为

$$t = \frac{v_B - v}{a} = \frac{4 - 0.8}{5} \text{s} = 0.64 \text{s}$$

长木板对小物块的作用力有向上的支持力大小 $F_N = mg$

滑动摩擦力大小 $F_f = \mu mg$

两力方向垂直，长木板对小物块作用力的合力大小

$$F_{\text{合}} = \sqrt{F_N^2 + F_f^2}$$

长木板对小物块作用力的冲量大小为

$$I = F_{\text{合}} t$$

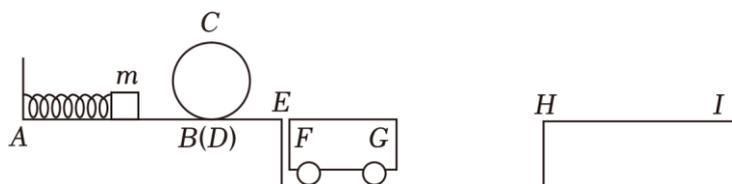
$$\text{联立解得：} I = \frac{16\sqrt{5}}{5} \text{N}\cdot\text{s}$$

答：(1) 小物块滑动至 B 点时，对圆弧轨道 B 点的压力大小为 30N；

(2) 长木板至少 1.28m 长，才能保证小物块不滑出长木板；

(3) 长木板对小物块作用力的冲量大小为 $\frac{16\sqrt{5}}{5} \text{N}\cdot\text{s}$ 。

16. (14 分) 一游戏装置如图所示，该装置由固定在地面上的水平直轨道 AB、竖直圆轨道 BCD、水平直轨道 DE、摆渡车 FG、水平直轨道 HI 组成，摆渡车上表面 FG 及水平直轨道 HI 粗糙，其余各轨道均光滑，且各处平滑连接，B、D 是圆轨道的最低点，C 是圆轨道的最高点。一弹射器左端固定，可把滑块向右弹出，弹出后滑块在 AB 上运动一段距离再进入圆轨道，滑块质量 $m=0.1\text{kg}$ ，滑块与 FG、HI 间的动摩擦因数 $\mu=0.5$ 。摆渡车质量 $M=0.4\text{kg}$ ，上表面 FG 的长度 $s=2\text{m}$ ，每当滑块弹出时摆渡车紧贴左壁处于静止状态，当摆渡车碰到右壁后立即静止，不计摆渡车运动时与地面间的阻力，EH 间的距离很大。已知，当弹射器对滑块做功 $W_1=0.25\text{J}$ 时，滑块恰能过 C 点。已知重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$ ，求：
- (1) 圆轨道的半径 R；
 - (2) 滑块最终停在何处？
 - (3) 调节弹射器对滑块做功大小，滑块在 HI 上最多滑多远？



【答案】（1）圆轨道的半径 R 为 0.1m ；

（2）滑块最终停在 FG 之间距 F 点 0.42m 处；

（3）滑块在 HI 上最多滑行距离为 0.1m 处。

【分析】（1）滑块恰能过 C 点时，由重力提供向心力，根据牛顿第二定律列式。从弹出至滑块到 C 点，由动能定理列式，联立求解圆轨道的半径 R ；

（2）从弹出至滑块滑上 F 点，由动能定理求出滑块到达 F 点的速度大小。滑块在车上滑行时，先判断滑块能在 FG 间能否与车共速，可假设滑块能在 FG 间与车共速，根据动量守恒定律、能量守恒定律相结合求出滑块在 FG 上滑过的相对位移，即可判断。接下去滑块与车匀速向右直到车撞右壁静止，滑块继续向右做减速运动，根据动能定理求出滑块在 HI 上滑行的距离，从而确定滑块最终停在何处。

（3）滑块在 FG 间与车共速时，滑块与车相对位移为 s 时，滑块能在 HI 上滑行最远，根据动量守恒定律、能量守恒定律相结合求出滑块与车共同速度，再根据动能定理求滑块在 HI 上滑行最大距离。

【解答】解：（1）滑块恰能过 C 点时，根据牛顿第二定律有

$$mg = \frac{mv_C^2}{R}$$

从弹出至滑块到 C 点，由动能定理得

$$W_1 - mg \cdot 2R = \frac{1}{2}mv_C^2 - 0$$

解得： $R = 0.1\text{m}$

（2）从弹出至滑块滑上 F 点，由动能定理得

$$W_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 - 0$$

设滑块能在 FG 间与车共速，共同速度为 $v_{1共}$ ，取向右为正方向，由动量守恒定律得

$$mv_1 = (M+m)v_{1共}$$

$$\text{解得： } v_{1共} = \frac{\sqrt{5}}{5} \text{ m/s}$$

设滑块在 FG 上滑过的相对位移为 L_1 ，由能量守恒定律有

$$\mu mgL_1 = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}(M+m)v_{1共}^2$$

解得： $L_1 = 0.4\text{m}$

由于 $L_1 < s$ ，可知滑块确能与车共速且 $v_{1共} = \frac{\sqrt{5}}{5} \text{ m/s}$

接下去滑块与车匀速向右直到车撞右壁静止，滑块继续向右做减速运动，设还能前进 x_1 ，则

$$-\mu mg x_1 = 0 - \frac{1}{2} m v_{1共}^2$$

解得： $x_1 = 0.02\text{m}$

则 $L_1 + x_1 = 0.4\text{m} + 0.02\text{m} = 0.42\text{m}$

即滑块最终停在 FG 之间距 F 点 0.42m 处。

(3) 要使滑块能在 HI 上滑行最远，需满足滑块在 FG 间与车共速时，滑块与车相对位移等于 FG 的长度 $s = 4\text{m}$

根据动量守恒定律及能量守恒定律分别得

$$mv_2 = (M+m) v_{2共}$$

$$\mu mg s = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} (M+m) v_{2共}^2$$

滑块在 HI 上滑行过程，由动能定理得

$$-\mu mg x_2 = 0 - \frac{1}{2} m v_{2共}^2$$

联立解得滑块在 HI 上最多滑行距离为： $x_2 = 0.1\text{m}$

答：(1) 圆轨道的半径 R 为 0.1m；

(2) 滑块最终停在 FG 之间距 F 点 0.42m 处；

(3) 滑块在 HI 上最多滑行距离为 0.1m 处。