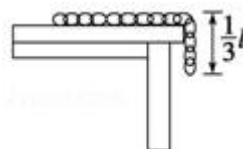


考试时间：90 分钟

一、单项选择题（本题共 11 个小题，每题 3 分，共 33 分）

1. 一条长为 l ，质量为 m 的均匀链条放在光滑水平桌面上，其中有三分之一悬在桌边.如图所示，在链条的另一端用水平力缓慢地拉动链条，当把链条全部拉倒桌面上时，下列说法中正确的是（ ）



- A. 物体的动能增加了 $\frac{1}{18}mgl$
- B. 物体的重力势能增加了 mgl
- C. 物体的机械能减少了 mgl
- D. 物体克服重力所做的功为 $\frac{1}{18}mgl$

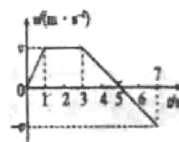
【答案】D

【难度】 中

【考点】重力做功与重力势能

2. 物体沿直线运动的 $v-t$ 图象如图所示, 已知在第 1 秒内合外力对物体所做的功为 W , 则 ()

- A. 从第 1 秒末到第 3 秒末合外力做功为 W
B. 从第 3 秒末到第 5 秒末合外力做功为 $-2W$
C. 从第 5 秒末到第 7 秒末合外力做功为 $-W$
D. 从第 1 秒末到第 5 秒末合外力做功为 $-W$



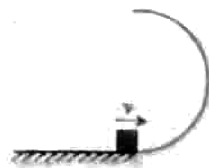
【答案】D

【难度】 中

【考点】动能定理

3. 如图, 半圆形光滑轨道固定在水平地面上, 半圆的直径与地面垂直, 一小物块以速度 v 从轨道下端滑入轨道, 并从轨道上端水平飞出, 小物块落地点到轨道下端的距离与轨道半径有关, 此距离最大时, 对应的轨道半径为 (重力加速度为 g) ()

- A. $\frac{v^2}{16g}$ B. $\frac{v^2}{8g}$
C. $\frac{v^2}{4g}$ D. $\frac{v^2}{2g}$



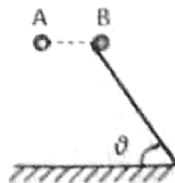
【答案】 B

【难度】难

【考点】动能定理：平抛运动

4. 如图所示, 小球 A 由静止释放, 相同的小球 B 沿光滑斜面从同样的高度由静止下滑, 不计空气阻力, 则两小球 ()

- A.落地时速度相同
B.从开始至落地，重力势能变化相同
C.落地时重力的瞬间功率相同
D.从开始至落地，重力对它们做功的平均率相同

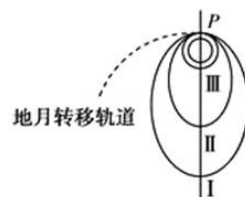


【答案】B

【难度】 易

【考点】重力势能

5. 2019 年 1 月 3 日，嫦娥四号成功着陆在月球背面。如图所示，嫦娥四号在着陆之前，先沿地月转移轨道奔向月球，在 P 点进行第一次变轨后被月球捕获，进入椭圆轨道 I 绕月飞行，此后卫星又在 P 点经过两次变轨，在圆形轨道 III 上绕月球做匀速圆周运动。下列说法正确（ ）



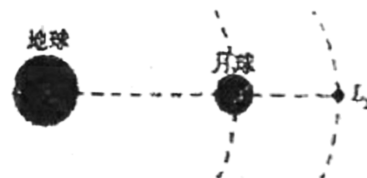
- A. 第一次变轨卫星需在 P 点减速，后两次变轨卫星需在 P 点加速
 B. I、II、III 三种轨道运行相比较，卫星在轨道 III 上周期最大
 C. I、II、III 三种轨道运行相比较，卫星在轨道 III 上机械能最小
 D. 卫星在轨道 III 上运动到 P 点时的加速度大于沿轨道 I 运动到 P 点时的加速度

【答案】C

【难度】中

【考点】卫星变轨

6. 2018 年 5 月 21 日，我国成功发射了为探月任务执行通信中继服务的“鹊桥”卫星，并定点在如图所示的地月连线外侧的位置上。“鹊桥”卫星在位置 L_2 时，受到地球和月球共同的引力作用，不需要消耗燃料就可以与月球保持相对静止，且与月球一起绕地球运动。“鹊桥”卫星、月球绕地球运动的加速度分别为 $a_{\text{鹊}}$ 、 $a_{\text{月}}$ ，线速度分别为 $v_{\text{鹊}}$ 、 $v_{\text{月}}$ ，周期分别为 $T_{\text{鹊}}$ 、 $T_{\text{月}}$ ，轨道半径分别为 $r_{\text{鹊}}$ 、 $r_{\text{月}}$ ，下列关系正确的是（ ）



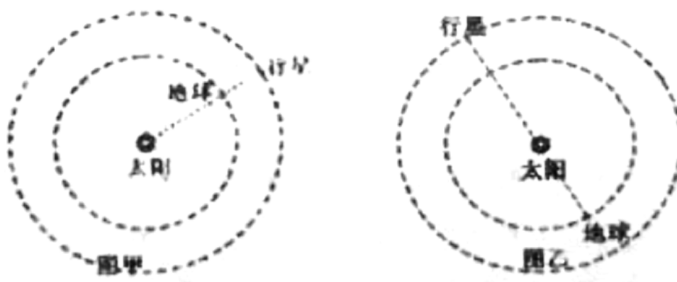
- A. $T_{\text{鹊}} < T_{\text{月}}$
 B. $a_{\text{鹊}} < a_{\text{月}}$
 C. $v_{\text{鹊}} > v_{\text{月}}$
 D. $\frac{T_{\text{鹊}}^2}{r_{\text{鹊}}^3} = \frac{T_{\text{月}}^2}{r_{\text{月}}^3}$

【答案】C

【难度】中

【考点】天体环绕

7. 某行星和地球绕太阳公转的轨道均可视为圆，每过 N 年，该行星会从日地连线的延长线上（如图甲所示）运行到日地连线的延长线上（如图乙所示），该行星与地球的公转半径比为（ ）



- A. $\left[\frac{2N+1}{2N} \right]^{\frac{2}{3}}$
 B. $\left[\frac{2N}{2N-1} \right]^{\frac{2}{3}}$
 C. $\left[\frac{2N+1}{2N} \right]^{\frac{3}{2}}$
 D. $\left[\frac{2N}{2N-1} \right]^{\frac{2}{3}}$

【答案】B

【难度】难

【考点】天体追及相遇

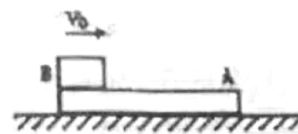
8. 如图所示,木板 A 静止在光滑的水平地面上,物体 B 以水平速度冲上 A 后,由于摩擦力作用,最后停止在木板 A 上,则从 B 冲上木板 A 到相对板 A 静止的过程中,下述说法中正确的是 ()

- A. 物体 B 克服摩擦力做的功等于 B 动能的减少量
 B. 物体 B 克服摩擦力做的功等于系统机械能的减少量
 C. 物体 B 克服摩擦力做的功等于摩擦力对木板 A 做的功
 D. 物体 B 损失的动能等于木板 A 获得的动能

【答案】A

【难度】中

【考点】动能定理



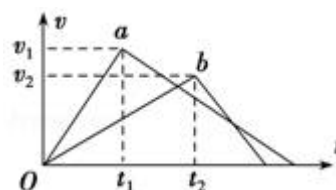
9. 质量相等的 a 、 b 两物体,分别从粗糙斜面上的同一位置由静止下滑,滑到斜面底端时,进入粗糙水平面继续滑行一段距离后停下,不计从斜面底端进入水平面时的能量损失。已知两物体运动的 $v-t$ 图象如图所示,则下列说法正确的是 ()

- A. 在整个运动过程中, a 的平均速度比 b 的平均速度小
 B. a 与斜面间的动摩擦因数比 b 与斜面间的动摩擦因数大
 C. a 在水平面上滑行的距离比 b 在水平面上滑行的距离长
 D. 在整个运动过程中, a 克服摩擦力做功比 b 克服摩擦力做功多

【答案】C

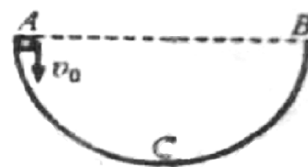
【难度】中

【考点】功能关系



10. 如图所示,半径 $R=1\text{m}$ 的半圆形轨道 ACB 固定在竖直面内,质量 $m=1\text{kg}$ 的小滑块以 $v_0=4\text{m/s}$ 的速度从轨道左端点 A 滑下,刚好能到达轨道右端点 B ,轨道面各处材料相同。重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$,下列说法正确的是 ()

- A. 滑块在轨道最低点的速度为 6m/s
 B. 滑块在最低点对轨道的压力可能为 30N
 C. 滑块在最低点对轨道的压力可能为 40N
 D. 滑块在最低点对轨道的压力不可能为 38N



【答案】D

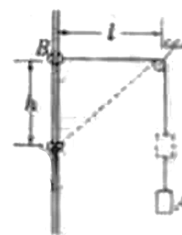
【难度】难

【考点】动能定理

11. 如图所示,物体 A 的质量为 M ,圆环 B 的质量为 m ,通过绳子连接在一起,圆环套在光滑的竖直杆上,开始时连接圆环的绳子处于水平,长度 $l=4\text{m}$,现从静止释放圆环。不计定滑轮和空气的阻力, g 取 10m/s^2 ,若圆环下降 $h=3\text{m}$ 时的速度 $v=5\text{m/s}$,则 A 和 B 的质量关系为 ()

- A. $\frac{M}{m} = \frac{35}{29}$
 B. $\frac{M}{m} = \frac{7}{9}$
 C. $\frac{M}{m} = \frac{39}{25}$
 D. $\frac{M}{m} = \frac{15}{19}$

【答案】A



【难度】难

【考点】运动的合成与分解；机械能守恒

二、多项选择题（本题 6 个小题，共 30 分。每题选对得 5 分，漏选得 3 分，错选和不选得 0 分）

12. 中国的面食文化博大精深，种类繁多，其中“山西刀削面”堪称天下一绝，传统的操作手法是一手托面，一手拿刀，直接将面削到开水锅里。如图所示，小面圈刚被削离时距开水锅的高度为 h ，与锅沿的水平距离为 L ，面的半径也为 L ，将削出的小面圈的运动视为平抛运动，且小面圈都落入锅中，重力加速度为 g ，则下列关于所有小面圈在空中运动的描述正确的是（ ）

- A. 运动的时间都相同
B. 速度的变化量都相同
C. 落入锅中时，最大速度是最小速度的 3 倍
D. 若初速度为 v_0 ，则 $L\sqrt{\frac{g}{2h}} < v_0 < 3L\sqrt{\frac{g}{2h}}$



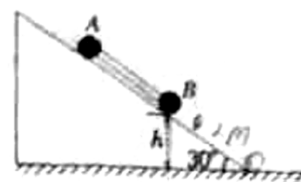
【答案】ABD

【难度】难

【考点】平抛运动；动能定理

13. 如图所示，在倾角 $\theta=30^\circ$ 的光滑固定斜面上，放有两个质量分别为 1kg 和 2kg 的可视为质点的球 A 和 B ，两球之间用一根长 $L=0.2\text{m}$ 的轻杆相连，球 B 距水平面的高度 $h=0.1\text{m}$ 。两球从静止开始下滑到光滑地面上，不计球与地面碰撞时的机械能损失， g 取 10m/s^2 。则下列说法中正确的是（ ）

- A. 下滑的整个过程中 A 机械能守恒
B. 下滑的整个过程中两球组成的系统机械能守恒
C. 两球在光滑水平面上运动时的速度大小为 2m/s
D. 下滑的整个过程中球 B 机械能的增加量为 $\frac{2}{3}\text{J}$



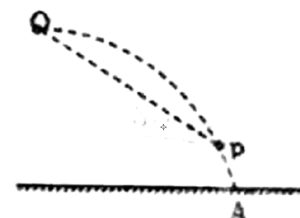
【答案】BD

【难度】中

【考点】机械能守恒

14. 如图所示，某物体自空间 O 点以水平初速度 v_0 抛出，落在地面上的 A 点，某轨迹为一抛物线。现仿此抛物线制作一个光滑滑道并固定在与 OA 完全重合的位置上，然后将此物体从 O 点由静止释放，受微小扰动而沿此滑道下，在下滑过程中物体未脱离滑道。 P 为滑到上一点， OP 连线与竖直方向成 45° 角，则此物体（ ）

- A. 物体经过 P 点时，速度的水平分量为 $\frac{2\sqrt{5}}{5}v_0$
B. 由 O 运动到 P 点的时间为 $\frac{2v_0}{g}$
C. 物体经过 P 点时，速度的竖直分量为 $2v_0$
D. 物体经过 P 点时的速度大小为 $2v_0$



【答案】AC

【难度】难

【考点】平抛运动；动能定理

15. 宇航员乘坐航天飞船，在几乎贴着月球表面的圆轨道绕月运行，运动的周期为 T ，再次变轨登上月球后，宇航员在月球表面做了一个实验：将一个铅球以速度 v_0 竖直向上抛出，经时间 t 落回抛出点。已知引力常量为 G ，则下列说法中正确的是（ ）

- A. 月球的质量为 $\frac{v_0^3 T^4}{2G\pi^4 t^3}$
 B. 月球的半径为 $\frac{v_0 T^2}{2\pi^2 t}$
 C. 月球的密度为 $\frac{3\pi}{GT^2}$
 D. 在地球表面发射月球卫星的最小速度为 $\frac{v_0 t}{\pi T}$

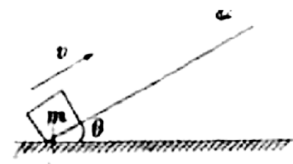
【答案】ABC

【难度】难

【考点】万有引力与航天

16. 如图所示，足够长的固定光滑斜面角为 θ ，质量为 m 的物体以速度 v 从斜面底端冲上斜面，达到最高点后又滑回原处，所用时间为 t ，对于这一过程中，下列判断正确的是（ ）

- A. 鞋面对物体的弹力的冲量为零
 B. 物体受到的重力的冲量大小为 mgt
 C. 物体受到的合力的冲量大小为零
 D. 物体动量的变化量大小为 $mg \sin \theta \cdot t$



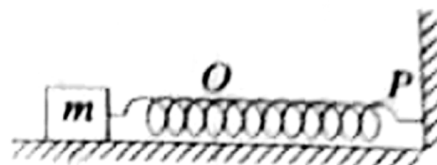
【答案】BD

【难度】难

【考点】动量定理

17. 如图所示，水平面上的轻弹簧一端与物体相连，另一端固定在墙上 P 点，已知物体的质量为 $m=2.0\text{kg}$ ，物体与水平面间的动摩擦因数 $\mu=0.4$ ，弹力的劲度系数 $k=200\text{N/m}$ 现用力 F 拉物体，使弹簧从处于自然状态的 O 点由静止开始向左移动 10cm ，这时弹簧具有弹性势能 $E_P=1.0\text{J}$ ，物体处于静止状态，若取 $g=10\text{m/s}^2$ ，则撤去外力 F 后（ ）

- A. 物体向右滑动的距离可以达到 12.5cm
 B. 物体向右滑动的距离一定小于 12.5cm
 C. 物体回到 O 点时速度最大
 D. 物体到达最右端时动能为 0 ，系统机械不能为 0



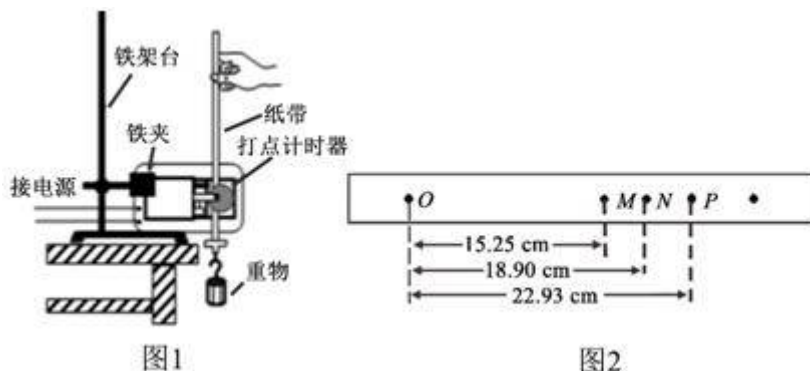
【答案】BC

【难度】难

【考点】动能定理

三、实验题（每空 2 分，共 8 分）

18. 某同学用如图 1 所示的实验装置验证机械能守恒定律.

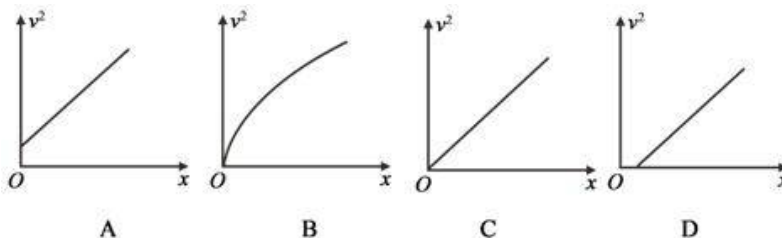


(1) 供实验选择的重物有以下三个，应选择_____.

- A. 质量为 100g 的木球 B. 质量为 100g 的铁球 C. 质量为 100g 的塑料球

(2) 某同学按照正确操作得到纸带如图 2 所示，其中 O 是起始点， M 、 N 、 P 为从合适位置开始选取的连续点中的三个点，打点周期 $T=0.02\text{s}$ ，该同学用毫米刻度尺测量 O 到 M 、 N 、 P 各点的距离分别为 15.25cm、18.90cm、22.93cm，并记录在图中，重物的质量为 $m=0.1\text{kg}$ ，重力加速度 $g=9.80\text{m/s}^2$. 根据图上所得的数据，取图中 O 点到 N 点来验证机械能守恒定律，则重物重力势能的减少量为 $\Delta E_p = \underline{\hspace{2cm}} \text{J}$ ，其动能的增加量为 $\Delta E_k = \underline{\hspace{2cm}} \text{J}$ (结果均保留三位有效数字).

(3) 若测出纸带上所有各点到 O 点之间的距离，根据纸带算出各点的速度 v 及重物下落的高度 x ，则以 v^2 为纵轴、 x 为横轴，画出的图象是下图中的_____.



【答案】 (1) B; (2) 0.185, 0.184; (3) C

【难度】 中

【考点】 机械能守恒实验

【解析】 (1) 为了减小阻力的影响，重物应选择质量大一些，体积小一些的，故选：B。

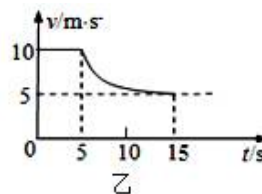
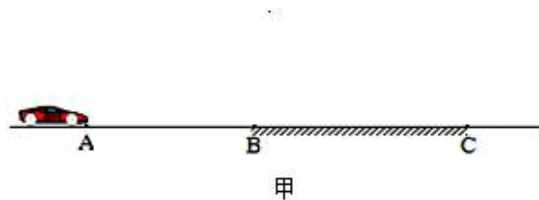
(2) 重物重力势能的减少量为 $\Delta E_p = mgx_{ON} = 0.185\text{J}$

$$\text{动能的增量: } \Delta E_k = \frac{1}{2}mv_N^2 = \frac{1}{2} \times 0.1 \times \left(\frac{0.2293 - 0.1525}{2 \times 0.02} \right)^2 = 0.184\text{J}$$

(3) 在实验误差允许范围内，由 $mgx = \frac{1}{2}mv^2$ ，则得 $v^2 = 2gx$ ，其图象为一过原点的直线，C 正确，

四、计算题（本题 3 个小题，共 29 分。要求写出必要的计算依据和计算结果）

19. （8 分）如图甲所示，在水平路段 AB 上有一质量为 $2 \times 10^3 \text{kg}$ 的汽车，正以 10m/s 的速度向右匀速运动，汽车前方的水平路段 BC 较粗糙，汽车通过整个 ABC 路段的 $v-t$ 图象如图乙所示(在 $t=15\text{s}$ 处水平虚线与曲线相切)，运动过程中汽车发动机的输出功率保持 20kW 不变，假设汽车在两个路段上受到的阻力（含地面摩擦力和空气阻力等）各自有恒定的大小。



- (1) 求汽车在 AB 路段上运动时所受的阻力 F_{f1} 。
- (2) 求汽车刚好到达 B 点时的加速度 a ；
- (3) 求 BC 路段的长度。

【答案】(1) 2000N ；(2) 1m/s^2 ；方向与速度方向相反 (3) 68.75m

【难度】中

【考点】机车启动

【解析】(1) 汽车在 AB 段时，有

$$F_1 = F_{f1}$$

$$\text{由 } P = F_1 v_1 \text{ 得 } F_1 = \frac{P}{v_1}$$

$$\text{故 } F_{f1} = \frac{20 \times 10^3}{10} \text{N} = 2000\text{N}$$

(2) 在 15s 末，汽车再次处于平衡态，有

$$F_2 = F_{f2}$$

$$P = F_2 v_2$$

$$\text{故 } F_{f2} = \frac{P}{v_2} = 4000\text{N}$$

在 5s 时汽车减速，由牛顿第二定律得加速度大小满足：

$$a = \frac{F_{f2} - F_1}{m} = 1\text{m/s}^2$$

方向与速度方向相反。

(3) 对于汽车在 BC 段运动，由动能定理得：

$$Pt - F_{f2}x = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

代入数据得 $x = 68.75\text{m}$

20. (9分) 篮球是一种很受年轻人欢迎的体育运动, 现有一质量 $m=0.60\text{kg}$ 的篮球从距地板 $H=0.80\text{m}$ 高处由静止释放, 与水平地板撞击后反弹上升的最大高度 $h=0.45\text{m}$, 从释放到弹跳至 h 高处经历的时间 $t=1.1\text{s}$. 忽略空气阻力, 重力加速度取 $g=10\text{m/s}^2$. 求:

- (1) 篮球与地板接触的时间;
- (2) 篮球与地板撞击过程中损失的机械能;
- (3) 篮球对地板的平均撞击力.

【答案】(1) 0.40s; (2) 2.1J; (3) 16.5N; 方向向下

【难度】难

【考点】动量定理

【解析】(1) 设篮球从 H 高处下落到地板所用时间为 t_1 , 刚接触地板时的速度为 v_1 ; 反弹离地时的速度为

v_2 , 上升的时间为 t_2 , 由动能定理和运动学公式

$$\text{下落过程: } mgH = \frac{1}{2}mv_1^2,$$

$$\text{解得: } v_1 = 4.0\text{m/s}, \quad t_1 = \frac{v_1}{g} = 0.40\text{s}$$

$$\text{上升过程: } -mgH = 0 - \frac{1}{2}mv_2^2$$

$$\text{解得: } v_2 = 3.0\text{m/s}, \quad t_2 = \frac{v_2}{g} = 0.30$$

$$\text{篮球与地板接触时间为 } \Delta t = t - t_1 - t_2 = 0.40\text{s}$$

$$(2) \text{ 篮球与地板撞击过程中损失的机械能为: } \Delta E = mg(H - h)$$

$$\text{解得 } \Delta E = 2.1\text{J}$$

$$(3) \text{ 设地板对篮球的平均撞击力为 } F, \text{ 由动量定理 } (F - mg)\Delta t = mv_2 - (-mv_1)$$

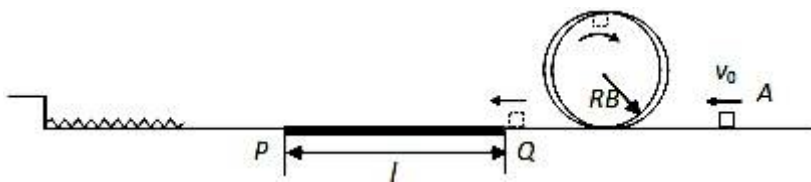
$$\text{解得: } F = 16.5\text{N}$$

根据牛顿第三定律, 篮球对地板的平均撞击力 $F' = F = 16.5\text{N}$, 方向向下

21. (12分) 如图所示, 在水平轨道右侧安放半径为 R 的竖直圆槽形光滑轨道, 水平轨道的 PQ 段铺设特殊材料, 调节其初始长度为 l , 水平轨道左侧有一轻质弹簧左端固定, 弹簧处于自然伸长状态. 小物块 A (可视为质点) 从轨道右侧以初速度 v_0 冲上轨道, 通过圆形轨道、水平轨道后压缩弹簧并被弹簧以原速率弹回, 经水平轨道返回圆形轨道. 已知 $R=0.2\text{m}$, $l=1.0\text{m}$, $v_0=2\sqrt{3}\text{m/s}$, 物块 A 质量为 $m=1\text{kg}$, 与 PQ 段间的动摩擦因数为 $\mu=0.2$, 轨道其他部分摩擦不计, 取 $g=10\text{m/s}^2$. 求:

- (1) 物块 A 与弹簧刚接触时的速度大小.
- (2) 物块 A 被弹簧以原速率弹回返回到圆形轨道的高度.

(3) 物块 A 仍以 v_0 从轨道右侧冲上轨道, 调节 PQ 段的长度 l , 当 l 满足什么条件时, 物块 A 被弹簧弹回后第一次能返回圆形轨道且能沿轨道运动而不会脱离轨道.



【答案】(1) $2\sqrt{2}$ m/s; (2) 0.2m; (3) $1.0\text{m} \leq l < 1.5\text{m}$ 或 $l \leq 0.25\text{m}$

【难度】难

【考点】动能定理

【解析】(1) 物块 A 冲上圆形轨道后回到最低点速度为 $v_0 = 2\sqrt{3}$ m/s,

$$\text{与弹簧接触瞬间, } -\mu mgl = \frac{1}{2}mv_1^2 - \frac{1}{2}mv_0^2,$$

可得, 物块 A 与弹簧刚接触时的速度大小 $v_1 = 2\sqrt{2}$ m/s;

(2) A 被弹簧以原速率 v_1 弹回, 向右经过 PQ 段,

$$\text{有 } v_2^2 - v_1^2 = -2\mu gl; \text{ 解得 } A \text{ 速度 } v_2 = 2\text{ m/s},$$

$$A \text{ 滑上圆形轨道, 有 } -mgh = 0 - \frac{1}{2}mv_2^2,$$

可得, 返回到右边轨道的高度为 $h = 0.2\text{m} = R$, 符合实际.

(3) 物块 A 以 v_0 冲上轨道直到回到 PQ 段右侧,

$$\text{有 } \frac{1}{2}mv'^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = -\mu mg2l,$$

$$\text{可得, } A \text{ 回到右侧速度: } v'^2 = 12 - 8l,$$

要使 A 能返回右侧轨道且能沿轨道运动而不脱离轨道, 则有:

①若 A 沿轨道上滑至最大高度 h 时, 速度减为 0, 则 h 满足: $0 < h \leq R$,

$$\text{根据机械能守恒: } \frac{1}{2}mv'^2 = mgh \text{ 联立可得, } 1.0\text{m} \leq l < 1.5\text{m};$$

$$\text{②若 } A \text{ 能沿轨道上滑至最高点, 则满足: } \frac{1}{2}mv_2'^2 - \frac{1}{2}mv'^2 = -mg2R \text{ 且 } m\frac{v_2'^2}{R} \geq mg,$$

联立得 $l \leq 0.25\text{m}$, 综上所述, 要使 A 物块能第一次返回圆形轨道并沿轨道运动而不脱离轨道,

l 满足的条件是 $1.0\text{m} \leq l < 1.5\text{m}$ 或 $l \leq 0.25\text{m}$;