

物理试题

注意事项

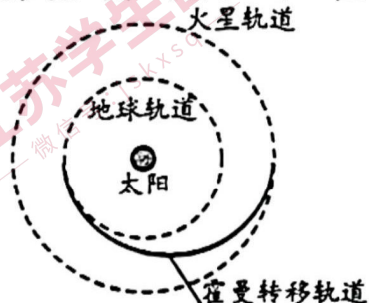
考生在答题前请认真阅读本注意事项及各题答题要求

1. 本试卷共 6 页，满分为 100 分，考试时间为 75 分钟。考试结束后，请将答题卡交回。
2. 答题前请务必将自己的姓名、准考证号用 0.5 毫米黑色墨水的签字笔填写在试卷及答题卡的规定位置。
3. 请认真核对监考员在答题卡上所粘贴的条形码上的姓名、准考证号与本人是否相符。
4. 作答选择题，必须用 2B 铅笔将答题卡上对应选项的方框涂满、涂黑；如需改动，请用橡皮擦干净后，再选涂其他答案。作答非选择题，必须用 0.5 毫米黑色墨水的签字笔在答题卡上的指定位置作答，在其他位置作答一律无效。
5. 如需作图，必须用 2B 铅笔绘、写清楚，线条、符号等需加黑加粗。

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. 地球、火星的公转轨道可近似为如图所示的圆，“天问一号”火星探测器脱离地球引力束缚后通过霍曼转移轨道飞往火星，霍曼转移轨道为椭圆轨道的一部分，其近日点、远日点分别与地球、火星轨道相切。若仅考虑太阳引力的影响，则“天问一号”在飞往火星的过程中

- A. 速度变大
- B. 速度不变
- C. 加速度变小
- D. 加速度不变



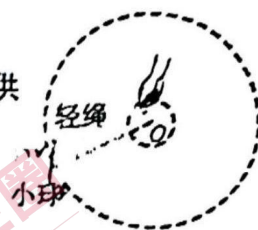
2. 自卸车依靠车厢构成斜面（如图所示），让货物自行滑下。由于不同货物与车厢底面间的动摩擦因数不同，货物能够滑下需要车厢的最小倾角不同。关于自卸车卸货过程，下列说法正确的是

- A. 货物与车厢底面间的动摩擦因数越大，车厢的最小倾角越大
- B. 货物与车厢底面间的动摩擦因数越大，车厢的最小倾角越小
- C. 车厢的倾角增大到最小倾角过程中，货物所受的摩擦力逐渐减小
- D. 车厢的倾角增大到最小倾角过程中，货物所受的支持力逐渐增大

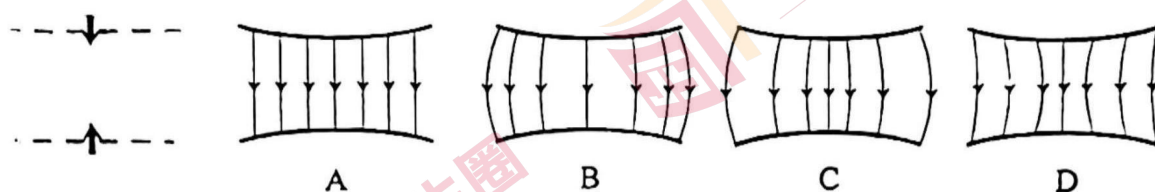


3. 如图所示, 某教师用手通过绳子拉着一个球在粗糙的水平桌面上做演示向心力的实验, 若将教师的手和小球的运动均视为绕固定点 O 的匀速圆周运动, 则

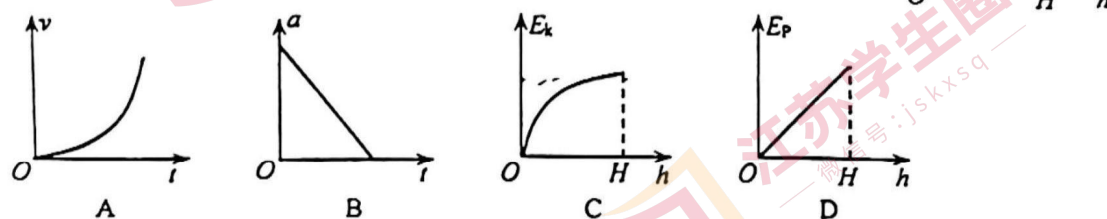
- A. 小球所需的向心力仅由轻绳对小球的拉力提供
 B. 小球所需的向心力由轻绳对小球拉力和桌面对小球摩擦力的合力提供
 C. 小球运动一周, 轻绳对小球拉力做的功为零
 D. 小球运动一周, 桌面对小球摩擦力做的功为零



4. 平行板电容器充电后与电源断开, 两板间形成了匀强电场。当两板受到外界的挤压后发生了如图所示的形变, 则受压后两板间电场线分布可能正确的是



5. 从地面上高 H 处由静止释放一个小球, 小球在运动过程中其机械能 E 随离地高度 h 的变化图线如图所示, 取地面为参考平面, 以竖直向下为正方向, 下列关于物体的速度 v 、加速度 a 随时间 t 变化的图像, 动能 E_k 、重力势能 E_p 随高度 h 变化的图像, 正确的是



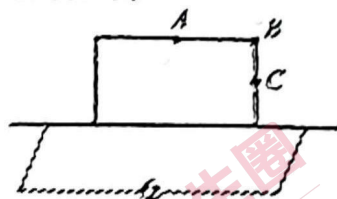
6. 2022 年 10 月 12 日, 中国航天员进行了第三次太空授课。在授课中刘洋用注射器喷出气体快速冲击水球, 做了微重力作用下水球的振动实验。将注射器靠近水球, 假设喷出的气体以速率 v 垂直冲击水球上面积为 S 的一小块区域 (可近似看作平面), 冲击水球后气体速率减为零, 气体的密度为 ρ , 则水球受到的平均冲击力大小为

- A. $\rho S v$
 B. $\rho S v^2$
 C. $\frac{1}{2} \rho S v^2$
 D. $\frac{1}{2} \rho S v^3$



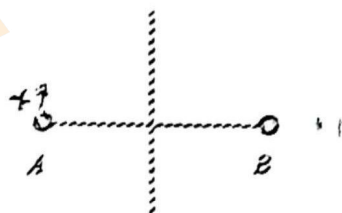
7. 某足球运动员进行点球训练, 将足球从球门正前方罚球点踢向球门。如图所示, A 为球门横梁中点, B 为球门横梁端点, C 为立柱上一点, 若足球飞到 A 、 B 、 C 三处时的速度大小分别为 v_A 、 v_B 、 v_C , 且速度方向均水平, 不计空气阻力, 则

- A. $v_A < v_B < v_C$
 B. $v_A < v_B = v_C$
 C. $v_A = v_B > v_C$
 D. $v_A = v_B < v_C$



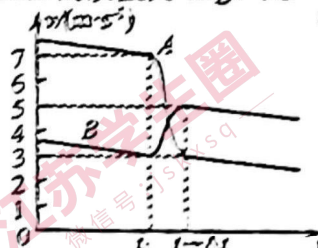
8. 如图所示, 两个电荷量相等的正点电荷分别位于 A 、 B 两处, 在 A 、 B 连线的中垂线上某位置 (图中未标出) 固定一负试探电荷, 现保持 A 处点电荷不动, 将 B 处点电荷沿 AB 连线方向向右移动到无穷远处过程中, 该试探电荷

- A. 所处位置的电势不变
 B. 电势能一定增加
 C. 所处位置的电场强度一定增大
 D. 受到的电场力一定减小



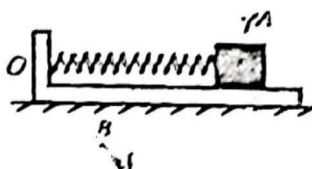
9. 物块 A 、 B 在水平面上沿同一直线同向滑行, A 追上 B 后发生碰撞, 碰撞时间 Δt 极短, 如图为两物块运动的 $v-t$ 图像, 图线在碰撞前、后均平行。已知 A 的质量为 1kg , 则

- A. 物块 B 的质量为 0.5kg
 B. 两图线交点的纵坐标为 4m/s
 C. 碰撞过程中系统的机械能守恒
 D. 两物块在 $0-t_1$ 时间内受水平面摩擦力作用的冲量不相同

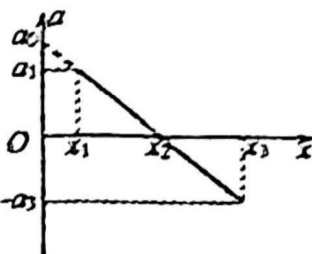


10. 如题 10-1 图所示, 表面粗糙的“L”型水平轨道固定在地面上, 劲度系数为 k 、原长为 l_0 的轻弹簧一端固定在轨道上的 O 点, 另一端与安装有位移、加速度传感器的滑块相连, 滑块总质量为 m 。以 O 为坐标原点, 水平向右为正方形建立 x 轴, 将滑块拉至坐标为 x_3 的 A 点由静止释放, 向左最远运动到坐标为 x_1 的 B 点, 测得滑块的加速度 a 与坐标 x 的关系如题 10-2 图所示, 其中 a_0 为图线纵截距, 则滑块由 A 运动至 B 过程中 (弹簧始终处于弹性限度内)

- A. $x_2 = l_0$
 B. $a_3 > a_1$
 C. 最大动能为 $\frac{1}{2}ma_1(x_3 - x_2)$
 D. 系统产生的热量为 $(ma_0 + kl_0)(x_3 - x_1)$



题 10-1 图



题 10-2 图

二、非选择题：共 5 题，共 60 分。其中第 12 题~第 15 题解答时请写出必要的文字说明、方程式和重要演算步骤，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。

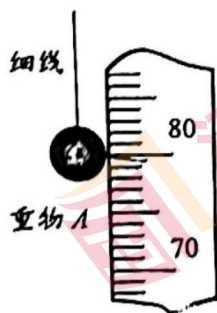
11. (15 分) 某同学利用手机“声音图像”软件测量物块与长木板间的动摩擦因数 μ 。实验装置如题 11-1 图所示，长木板固定在水平桌面上，物块置于长木板上且两端分别通过跨过定滑轮的细线与小球 A、B 相连，实验前分别测量出小球 A、B 底部到地面的高度 h_A 、 h_B ($h_B > h_A$)。打开手机软件，烧断一侧细绳，记录下小球与地面两次碰撞声的时间图像（两小球落地后均不反弹）。



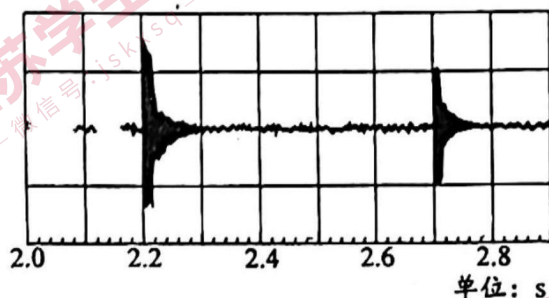
题 11-1 图

- (1) 由题 11-1 图可知，实验时应烧断物块_____（选填“左侧”或“右侧”）的细绳。

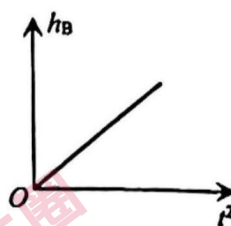
- (2) 烧断细线前，用分度值为 1cm 的刻度尺测量 h_A ，刻度尺的 0 刻度线与地面齐平，小球 A 的位置如题 11-2 图所示，则 $h_A = \underline{\hspace{2cm}}$ cm。



题 11-2 图



题 11-3 图



题 11-4 图

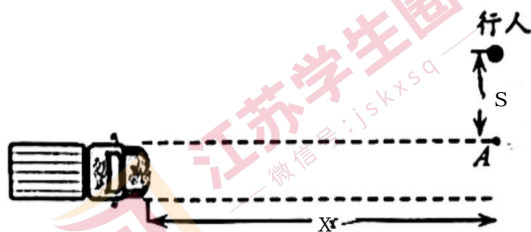
- (3) 若某次实验中通过运算得出 A 下落时间为 0.40s，由题 11-3 图可知，物块加速运动的时间为 $\underline{\hspace{2cm}}$ s；若将手机放在靠近小球 A 的地面上测量物块加速运动的时间，测量结果会 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。（选填“偏大”、“偏小”或“不变”）
- (4) 仅改变小球 B 实验前离地高度 h_B ，测量不同高度下物块加速运动时间 t ，作出 h_B-t^2 图像如题 11-4 图所示，由图像可求得斜率为 k ，若小球 B 的质量为 m ，物块质量为 M ，重力加速度为 g ，则物块与木板间的动摩擦因数 $\mu = \underline{\hspace{2cm}}$ （用字母 k 、 m 、 M 、 g 表示）
12. (8 分) 在空间站中，宇航员长期处于失重状态，为缓解这种状态带来的不适，科学家设想建造一种环形空间站，如图所示。圆环绕中心以角速度 ω_0 匀速旋转，宇航员站在旋转舱内的侧壁上，可以受到与他站在地球表面时相同大小的支持力。已知地球表面的重力加速度为 g ，空间站到地球表面的高度为 h ，地球的半径为 R 。
- (1) 求圆环的半径 r ；
- (2) 空间站绕地球匀速转动的角速度 ω 。



13. (8分) 如图所示, 长 $l=7.5\text{m}$ 、宽 $d=2.4\text{m}$ 的卡车在马路上以 $v_0=20\text{m/s}$ 的速度匀速前进, 在车头正前方 $x=50\text{m}$ 处有一斑马线, 斑马线上有一行人 (可视为质点) 在匀速行走横穿马路, 此时行人到 A 点的距离 $s=9.6\text{m}$ 。已知卡车刹车时的加速度大小 $a=5\text{m/s}^2$, 卡车和行人均做直线运动。

(1) 若要卡车在斑马线前停下, 求司机的最长反应时间 t_0 。

(2) 若司机的反应时间 $t=1\text{s}$, 且仍以题干中的加速度做匀减速直线运动, 求行人不会被卡车碰到的行走速度范围。

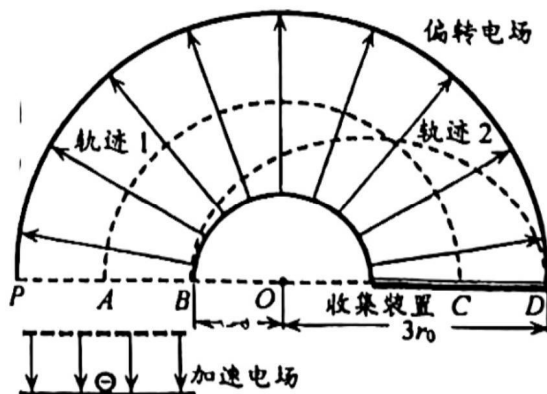


14. (13分) 现代科技中常常利用电场来控制带电粒子的运动。某控制装置由加速电场、偏转电场和收集装置组成, 如图所示。加速电场可以提供需要的电压, 偏转电场为辐向电场, 其内外圆形边界的半径分别为 r_0 、 $3r_0$, 在半径相等的圆周上电场强度大小都相等, 方向沿半径向外, 且满足 $E \propto \frac{1}{r^2}$ (r 为半径), 已知 r_0 处的电场强度大小为 E_0 , 带电粒子的质量为 m , 电荷量为 $-q$, 不计带电粒子的重力及粒子间的相互作用。

(1) 要使粒子由静止加速后能从 A 点沿半径 $2r_0$ 的圆形轨迹 1 到达 C 点, 求加速电场的电压 U 。

(2) 若加速后从 PB 间垂直 PB 方向进入的粒子都能做匀速圆周运动而到达收集装置, 求粒子做圆周运动的周期 T 与轨迹对应半径 r 应满足的关系式。

(3) 若粒子从电场左侧 r_0 处 B 点垂直于 OP 方向射入, 且恰能从右侧 $3r_0$ 处 D 点垂直于 OD 方向射出, 其轨迹如图中轨迹 2 所示, 求粒子在偏转电场中的运动时间 t 。



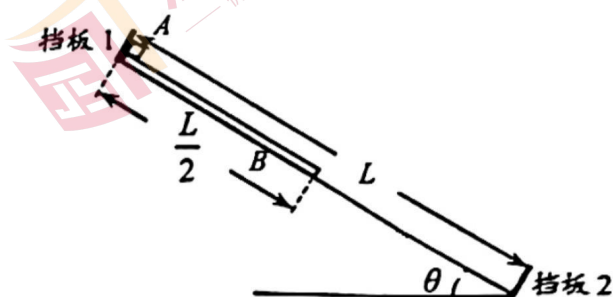
15. (16 分) 一游乐设施简化模型如图所示, 挡板 1、2 分别固定在光滑斜面的顶端和底端, 相距为 L , A 为一小滑块, B 为不计质量的板 (在外力的作用下可以瞬间获得或失去速度), 长为 $\frac{L}{2}$ 。 AB 间的滑动摩擦力大小恒等于 A 的重力, A 、 B 与挡板的碰撞都是弹性碰撞, 已知斜面的倾角 $\theta=30^\circ$, 重力加速度为 g 。

碰撞, 已知斜面的倾角 $\theta=30^\circ$, 重力加速度为 g 。

(1) 若将置于板上端的滑块 A 以初速度为零释放, 求滑块 A 到达挡板 2 时的速度大小。

(2) 在挡板 1 处有发射装置, 可以将置于板上端的滑块 A 沿平行于斜面的方向发射。要使滑块 A 恰能回到挡板 1 处, 求滑块 A 需要的发射速度大小。

(3) 在(2)中, 若使滑块 A 以初速度 $v = \sqrt{gL}$ 发射, 求滑块 A 做周期性运动时的周期。



物理参考答案及评分标准

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。

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	C	A	B	C	D	B	A	B	D	C

二、非选择题：共 5 题，共 60 分。其中第 12 题~第 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. (15 分) (每空 3 分)

(1) 左侧

(2) 78.0 (77.8~78.2 都算对)

(3) 0.90 偏大

(4) $\frac{mg - 2(M+m)k}{Mg}$

12. (8 分) 解:

(1) 由 $mg = m\omega_0^2 r$

2 分

可得: $r = \frac{g}{\omega_0^2}$

1 分

(2) 由 $\frac{GMm}{(R+h)^2} - m\omega^2(R+h)$, 且: $\frac{GMm}{R^2} = mg$

4 分

可得: $\omega = \sqrt{\frac{gR^2}{(R+h)^3}}$

1 分

13. (8 分) 解:

(1) 设卡车的刹车位移为 x_0 : 则: $v_0^2 = 2ax_0$

1 分

且: $v_0 t_0 + x_0 = x$

1 分

代入数据解得: $t_0 = 0.5 \text{ s}$

1 分

(2) 解法一:

设人行走的速度为 v : 人走至 A 点用时为 t' .若行人走到 A 点时, 汽车恰驶过 A 点, 则:

$$s = vt'; v_0 t + v_0(t'-t) - \frac{1}{2} a(t'-t)^2 = x + l$$

代入数据解得: $v = 2.4 \text{ m/s}$

2 分

若行人走过 A 点 2.4m 时, 汽车恰驶过 A 点, 则:

$$s + d = vt'; v_0 t + v_0(t'-t) - \frac{1}{2} a(t'-t)^2 = x$$

代入数据解得: $v = 4 \text{ m/s}$

2 分

综上所述, 行人速度满足: $0 < v < 2.4 \text{ m/s}$ 或 $v > 4 \text{ m/s}$ 时不会被碰到。

1 分

解法二：

设人行走的速度为 v ，人走到 A 点用时为 t 。

若汽车驶过 A 点时（速度为 v' ），行人恰走到 A 点，则：

$$\text{对汽车：} v + t = v_0 t + \frac{v_0^2 - v'^2}{2a} : v_0 + v' + a(t-1)$$

$$\text{对人：} s = vt'$$

$$\text{代入数据解得：} v = 2.4 \text{ m/s}$$

2 分

若汽车驶至 A 点时（速度为 v' ），行人恰走过 A 点 2.4m，同理：

$$\text{对汽车：} v = v_0 t + \frac{v_0^2 - v'^2}{2a} : v_0 + v' + a(t-1)$$

$$\text{对人：} s + d = vt'$$

$$\text{代入数据解得：} v = 4 \text{ m/s}$$

2 分

综上所述，行人速度满足： $0 < v < 2.4 \text{ m/s}$ 或 $v = 4 \text{ m/s}$ 时不会被碰到。

1 分

14、（13 分）解：

$$(1) \text{ 设半径 } 2r_0 \text{ 的圆周上的场强大小为 } E, \text{ 由题意可得 } E(2r_0)^2 = E_0 r_0^2 \quad 1 \text{ 分}$$

$$\text{由牛顿运动定律得：} qE = m \frac{v^2}{2r_0} \quad 1 \text{ 分}$$

$$\text{由动能定理得：} qU = \frac{1}{2}mv^2 \quad 1 \text{ 分}$$

$$\text{联立解得：} U = \frac{E_0 r_0^2}{4} \quad 1 \text{ 分}$$

$$(2) \text{ 设半径为 } r \text{ 处的场强为 } E', \text{ 由牛顿运动定律得：} qE' = m \frac{4\pi^2}{T^2} r \quad 2 \text{ 分}$$

$$\text{由题意得：} E'r^2 = E_0 r_0^2;$$

$$\text{联立解得：} T = 2\pi \sqrt{\frac{mr^3}{qE_0 r_0^2}} \quad (\text{其中 } r_0 < r < 3r_0) \quad 2 \text{ 分}$$

$$(3) \text{ 粒子沿半径为 } r_0 \text{ 的圆轨道运动的周期为 } T_1$$

$$\text{由牛顿运动定律得：} qE_0 = m \frac{4\pi^2}{T_1^2} r_0 \quad 2 \text{ 分}$$

$$\text{类比行星绕太阳的椭圆轨道运动，粒子做椭圆轨道运动的半长轴 } a = \frac{r_0 + 3r_0}{2} = 2r_0$$

$$\text{由开普勒第三定律得：} \frac{T_1^2}{r_0^3} = \frac{T_2^2}{a^3} : t = \frac{T_2}{2} \quad 2 \text{ 分}$$

$$\text{联立解得：} t = 2\sqrt{2}\pi \sqrt{\frac{mr_0}{qE_0}} \quad 1 \text{ 分}$$

(1) A 下滑 $L/2$ 时 B 与挡板 2 碰撞并立即停止, A 的速度大小为 v_1

$$\text{由机械能守恒得: } mg \frac{L}{2} \sin 30^\circ = \frac{1}{2} mv_1^2 \quad 2 \text{ 分}$$

A 继续下滑过程中受到 B 给的沿斜面向上的滑动摩擦力, 设 A 滑到挡板 2 时的速度大小为 v_2

$$\text{同理有: } mg \frac{L}{2} \sin 30^\circ - mg \frac{L}{2} = \frac{1}{2} mv_2^2 - \frac{1}{2} mv_1^2 \quad 2 \text{ 分}$$

$$\text{解得: } v_2 = 0 \quad 1 \text{ 分}$$

(2) 设需要的发射速度大小为 v_0 ,

A 从挡板 1 运动到挡板 2 过程, 由动能定理得:

$$mgL \sin 30^\circ - mg \frac{L}{2} = \frac{1}{2} mv_2'^2 - \frac{1}{2} mv_0^2 \quad \text{解得 } v_2' = v_0 \quad 2 \text{ 分}$$

A 与挡板 2 发生弹性碰撞, 原速反弹, 在上升过程中由动能定理得:

$$-mgL \sin 30^\circ - mg \frac{L}{2} = 0 - \frac{1}{2} mv_0^2 \quad \text{解得: } v_0 = \sqrt{2gL} \quad 2 \text{ 分}$$

(3) A 从 1 到 2 过程由 (2) 中分析可得: A 到达 2 的速度 $v_3 = \sqrt{gL}$,

反弹后速度仍为 $\sqrt{gL}$, 当 B 碰到 1 板并停止时 A 的速度为 v_4 , 由动能定理得:

$$mg \frac{L}{2} \sin 30^\circ - \frac{1}{2} mv_4^2 - \frac{1}{2} mv_3^2 \quad \text{解得: } v_4 = \sqrt{\frac{gL}{2}} \quad 1 \text{ 分}$$

A 继续向上运动, 设沿斜面运动了 x 的距离后速度为零, 由动能定理得:

$$-mgx \sin 30^\circ - mgx = 0 - \frac{1}{2} mv_4^2 \quad \text{解得: } x = \frac{1}{6} L \quad 2 \text{ 分}$$

A 向下运动到达 2 板时速度为 v_5 , 由动能定理得:

$$-mg \left(\frac{L}{2} + x \right) \sin 30^\circ - mgx = \frac{1}{2} mv_5^2 \quad \text{解得: } v_5 = \sqrt{\frac{gL}{3}} \quad 2 \text{ 分}$$

反弹后向上运动过程中 B 板不会再碰到 1 板, 之后就以 v_5 为初速度上升到最高点再下

降, 循环不止做周期性运动, 设周期为 T , 则 $T = \frac{2v_5}{g \sin 30^\circ}$, 1 分

$$\text{代入数据得: } T = 4 \sqrt{\frac{L}{3g}} \quad 1 \text{ 分}$$