

## 2012年普通高等学校招生全国统一考试（安徽卷）

### 理科综合能力测试（物理）

#### 第I卷（选择题 共120分）

本卷共20小题，每小题6分，共120分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

14. 我国发射的“天宫一号”和“神州八号”在对接前，“天宫一号”的运行轨道高度为350km，“神州八号”的运行轨道高度为343km。它们的运行轨道均视为圆周，则

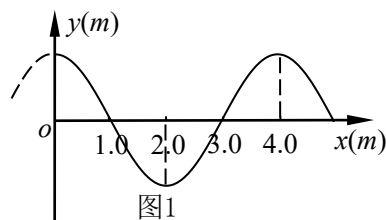
- A. “天宫一号”比“神州八号”速度大
- B. “天宫一号”比“神州八号”周期大
- C. “天宫一号”比“神州八号”角速度大
- D. “天宫一号”比“神州八号”加速度大

**【答案】B**

**【解析】**由万有引力提供航天器做圆周运动的向心力得： $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{v^2}{r} = m\omega^2 r = m\frac{4\pi^2}{T^2}r = ma_n$ ，所

以  $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ 、 $T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}}$ 、 $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$ 、 $a_n = \frac{GM}{r^2}$ 。而“天宫一号”

轨道半径  $r_{\text{天}}$  比“神州八号”轨道半径  $r_{\text{神}}$  大，故正确选项：**B**



15. 一列简谐横波沿x轴正方向传播，在t=0s时波形如图1所示，已知波速为10m/s，则t=0.1s时正确的波形是图2中的

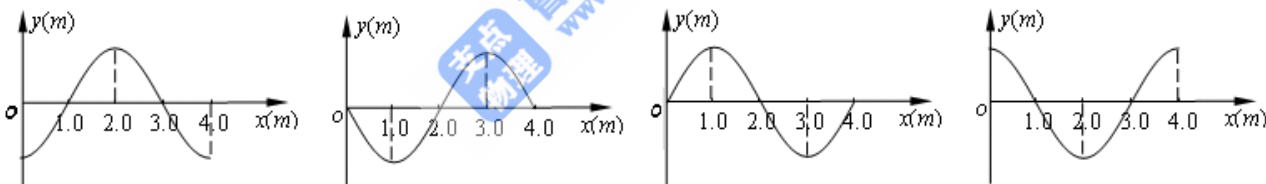


图2

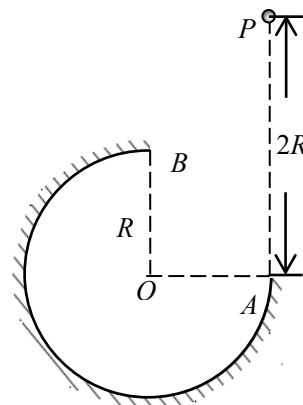
**【答案】C**

**【解析】**由图1可得波长 $\lambda=4.0m$ ，其周期 $T=\lambda/v=0.4s$ 。而 $t=0.1s=T/4$ ，波沿x轴正方向传播，即图1的波形向x轴正方向移动1/4波长，得到图2的C图。正确选项**C**

16. 如图所示，在竖直平面内有一个半径为R的圆弧轨道。半径OA水平、OB竖直，一个质量为m的小球自A正上方P点由静止开始自由下落，小球沿轨道到达最高点B时恰好对轨道没有压力，已知AP=2R，重力加速度为g，则小球从P到B的运动过程中

- A. 重力做功2mgR
- B. 机械能减少mgR
- C. 合外力做功mgR
- D. 克服摩擦力做功  $\frac{1}{2}mgR$

**【答案】D**



【解析】小球沿轨道到达最高点B时恰好对轨道没有压力，由牛顿第二定律： $mg = m\frac{v_B^2}{R}$ ；小球从P到B

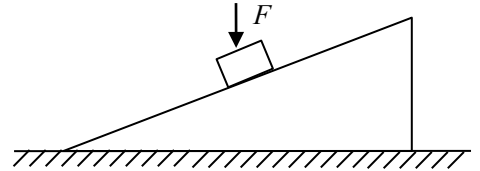
的运动过程中，由动能定理： $W_G + W_f = \frac{1}{2}mv_B^2$ 。重力做功  $W_G = mgR$ ，合外力做功

$W = \frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{1}{2}mgR$ ，摩擦力做的功为  $W_f = -\frac{1}{2}mgR$ ，即克服摩擦力做功  $\frac{1}{2}mgR$ ，机械能减少  $\frac{1}{2}mgR$

。正确选项：D

17. 如图所示，放在固定斜面上的物块以加速度  $a$  沿斜面匀加速下滑，若在物块上再施加一个竖直向下的恒力  $F$ ，则

- A. 物块可能匀速下滑
- B. 物块将以加速度  $a$  匀加速下滑
- C. 物块将以大于  $a$  的加速度匀加速下滑
- D. 物块将以小于  $a$  的加速度匀加速下滑



【答案】C

【解析】设斜面的倾角为  $\alpha$ ，物块与斜面间动摩擦因数为  $\mu$ ，施加一个竖直向下的恒力  $F$  时，加速度为

$a'$ 。根据牛顿第二定律，不施加恒力  $F$  时： $mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = ma$ ，得  $a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$ ；施

加一个竖直向下的恒力  $F$  时： $(mg + F) \sin \alpha - \mu(mg + F) \cos \alpha = ma'$ ，得

$a' = (g + \frac{F}{m})(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$ 。故正确选项：C

18. 如图所示，在平面直角坐标系中，有方向平行于坐标平面的匀强电场，其中坐标原点  $O$  处的电势为  $0V$ ，点  $A$  处的电势为  $6V$ ，点  $B$  处的电势为  $3V$ ，则电场强度的大小为

- A.  $200V/m$
- B.  $200\sqrt{3}V/m$
- C.  $100V/m$
- D.  $100\sqrt{3}V/m$

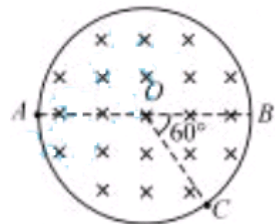


【答案】A

【解析】由于  $\varphi_A = 6V$ 、 $\varphi_B = 3V$ 、 $\varphi_O = 0V$ ，且是匀强电场，则在  $(3, 0)$  的点的电势为  $3V$ 。匀强电场的方向垂直于点  $(3, 0)$  与  $B$  点的连线，由几何关系可得  $O$  到点  $(3, 0)$  与  $B$  点的连线的距离  $d = 1.5cm$ ，匀强电场的电场强度  $E = U_{BO} / d = 200V/m$ ，正确选项：A

19. 如图所示，圆形区域内有垂直于纸面向里的匀强磁场，一个带电粒子以速度  $v$  从  $A$  点沿直径  $AOB$  方向射入磁场，经过  $\Delta t$  时间从  $C$  点射出磁场， $OC$  与  $OB$  成  $60^\circ$  角。现将带电粒子的速度变为  $v/3$ ，仍从  $A$  点射入磁场，不计重力，则粒子在磁场中的运动时间变为

- A.  $\frac{1}{2}\Delta t$
- B.  $2\Delta t$
- C.  $\frac{1}{3}\Delta t$
- D.  $3\Delta t$



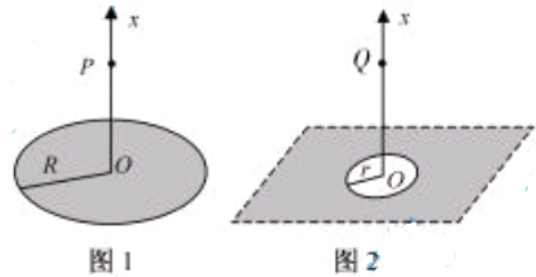
【答案】B

【解析】由牛顿第二定律  $qvB = m\frac{v^2}{r}$  及匀速圆周运动  $T = \frac{2\pi r}{v}$  得： $r = \frac{mv}{qB}$ ； $T = \frac{2\pi m}{qB}$ 。由图可得以速

度 $v$ 从A点沿直径AOB方向射入磁场经过 $\Delta t=T/6$ 从C点射出磁场，轨道半径 $r = \sqrt{3AO}$ ；速度变为 $v/3$ 时，运动半径是 $r/3 = \sqrt{3AO}/3$ ，由几何关系可得在磁场中运动转过的圆心角为 $120^\circ$ ，运动时间为 $T/3$ ，即 $2\Delta t$ 。  
正确选项：B

20. 如图1所示，半径为 $R$ 的均匀带电圆形平板，单位面积带电量为 $\sigma$ ，其轴线上任意一点P（坐标为 $x$ ）的电场强度可以由库仑定律和电场强度的叠加原理求出： $E = 2\pi k\sigma[1 - \frac{x}{(R^2 + x^2)^{1/2}}]$ ，方向沿 $x$ 轴。现考虑单位面积带电量为 $\sigma_0$ 的无限大均匀带电平板，从其中间挖去一半径为 $r$ 的圆板，如图2所示。则圆孔轴线上任意一点Q（坐标为 $x$ ）的电场强度为

- A.  $2\pi k\sigma_0 \frac{x}{(r^2 + x^2)^{1/2}}$
- B.  $2\pi k\sigma_0 \frac{r}{(r^2 + x^2)^{1/2}}$
- C.  $2\pi k\sigma_0 \frac{x}{r}$
- D.  $2\pi k\sigma_0 \frac{r}{x}$



【答案】A

【解析】由于带电体表面的电场强度的方向垂直于带电体表面，无限大均匀带电平板周围的电场应是垂直于平板的匀强电场，即电场强度处处相等于 $x=0$ 时的电场强度，由题中信息可得单位面积带电量为 $\sigma_0$ 无限大均匀带电平板场强为 $E = 2\pi k\sigma_0$ 。而半径为 $r$ 的圆板在Q点等效场强为

$E' = 2\pi k\sigma_0[1 - \frac{x}{(r^2 + x^2)^{1/2}}]$ ，由电场叠加原理可得图2中Q（坐标为 $x$ ）的电场强度为 $E$ 和 $E'$ 的矢量和

，即 $E - E' = 2\pi k\sigma_0 \frac{x}{(r^2 + x^2)^{1/2}}$ 。正确选项：A

(在此卷上答题无效)

绝密★启用前

2012年普通高等学校招生全国统一考试(安徽卷)

理科综合能力测试(物理)

第II卷(非选择题 共180分)

考生注意事项:

请用0.5毫米黑色墨水签字笔在答题卡上作答,在试题卷上答题无效。

21. (18分)

I. (10分) 图1为“验证牛顿第二定律”的实验装置示意图。砂和砂桶的总质量为  $m$ , 小车和砝码的总质量为  $M$ 。实验中用砂和砂桶总重力的大小作为细线对小车拉力的大小。

(1) 试验中, 为了使细线对小车的拉力等于小车所受的合外力, 先调节长木板一滑轮的高度, 使细线与长木板平行。接下来还需要进行的一项操作是

A. 将长木板水平放置, 让小车连着已经穿过打点计时器的纸带, 给打点计时器通电, 调节  $m$  的大小, 使小车在砂和砂桶的牵引下运动, 从打出的纸带判断小车是否做匀速运动。

B. 将长木板的一端垫起适当的高度, 让小车连着已经穿过打点计时器的纸带, 撤去砂和砂桶, 给打点计时器通电, 轻推小车, 从打出的纸带判断小车是否做匀速运动。

C. 将长木板的一端垫起适当的高度, 撤去纸带以及砂和砂桶, 轻推小车, 观察判断小车是否做匀速运动。

(2) 试验中要进行质量  $m$  和  $M$  的选取, 以下最合理的一组是

- A.  $M=20\text{ g}$ ,  $m=10\text{ g}$ 、 $15\text{ g}$ 、 $20\text{ g}$ 、 $25\text{ g}$ 、 $30\text{ g}$ 、 $40\text{ g}$
- B.  $M=200\text{ g}$ ,  $m=20\text{ g}$ 、 $40\text{ g}$ 、 $60\text{ g}$ 、 $80\text{ g}$ 、 $100\text{ g}$ 、 $120\text{ g}$
- C.  $M=400\text{ g}$ ,  $m=10\text{ g}$ 、 $15\text{ g}$ 、 $20\text{ g}$ 、 $25\text{ g}$ 、 $30\text{ g}$ 、 $40\text{ g}$
- D.  $M=400\text{ g}$ ,  $m=20\text{ g}$ 、 $40\text{ g}$ 、 $60\text{ g}$ 、 $80\text{ g}$ 、 $100\text{ g}$ 、 $120\text{ g}$

(3) 图2 是试验中得到的一条纸带, A、B、C、D、E、F、G为7个相邻的计数点, 相邻的两个计数点之间还有四个点未画出。量出相邻的计数点之间的距离

分别为  $s_{AB}=4.22\text{ cm}$ 、 $s_{BC}=4.65\text{ cm}$ 、 $s_{CD}=5.08\text{ cm}$ 、 $s_{DE}=5.49\text{ cm}$ 、 $s_{EF}=5.91\text{ cm}$ 、 $s_{FG}=6.34\text{ cm}$ 。已知打点计时器的工作频率为50Hz, 则小车的加速度  $a=$  \_\_\_\_\_  $\text{m/s}^2$  (结果保留2位有效数字)。

II. (8分) 图为“测绘小灯伏安特性曲线”实验的实物电路图, 已知小灯泡额定电压为2.5V。

(1) 完成下列实验步骤:

- ① 闭合开关前, 调节滑动变阻器的滑片, \_\_\_\_\_
- ② 闭合开关后, 逐渐移动变阻器的滑片, \_\_\_\_\_;
- ③ 断开开关, .....。根据实验数据在方格纸上作出小灯泡灯丝的伏安特性曲线。

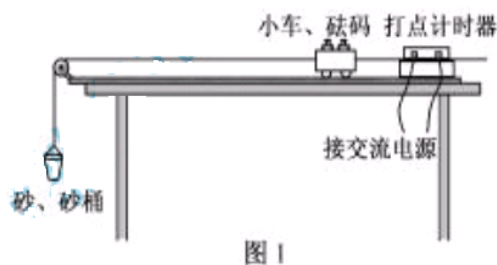


图1

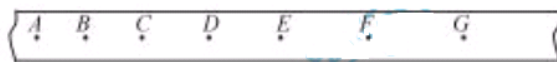
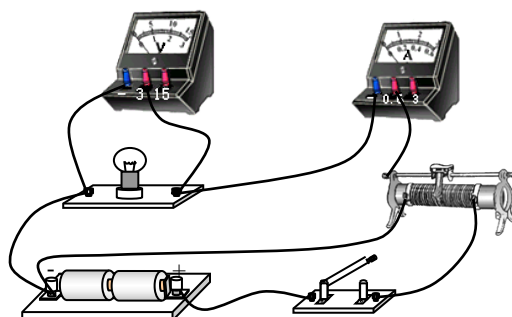


图2



(2) 在虚线框中画出与实物电路相应的电路图。

【答案】I. (1) B (2) C (3) 0.42

II. (1) ①使它靠近变阻器左端的接线柱

②增加小灯泡两端的电压，记录电流表和电压表的多组读数，直至电压达到额定电压

(2) 如图所示

【解析】I. (1) 平衡摩擦阻力是通过B的方法来实现的，故选B

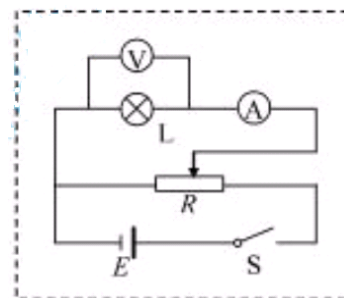
(2) 由于本实验中要求砂和砂桶的质量 $m$ 远小于小车和砝码的质量 $M$ ，故选C合理。

(3) 由于连续相等时间内的位移差 $\Delta S=0.42\text{cm}$ ，由匀变速运动规律 $\Delta S=aT^2$ ，且 $T=5\times 0.02\text{s}=0.1\text{s}$ ，所以 $a=\Delta S/T^2=0.42\text{m/s}^2$ 。

II. (1) ①由于滑动变阻器的分压作用，使开始实验时小灯泡两端电压为0，应使滑动变阻器的滑片靠近变阻器左端的接线柱。

②描绘小灯泡灯丝的伏安特性曲线，必须测量多组数据，即增加小灯泡两端的电压，记录电流表和电压表的多组读数，直至电压达到额定电压

(2) 如图所示



22. (14分)

质量为0.1 kg

的弹性球从空中某高度由静止开始下落，该下落过程对应的 $v-t$ 图象如图所示。球与水平地面相碰后离开地面时的速度大小为碰撞前的 $3/4$ 。设球受到的空气阻力大小恒为 $f$ ，取 $g=10\text{ m/s}^2$ ，求：

(1) 弹性球受到的空气阻力 $f$ 的大小；

(2) 弹性球第一次碰撞后反弹的高度 $h$ 。

【答案】(1) 0.2N (2)  $\frac{3}{8}m$

【解析】(1) 设弹性球第一次下落过程中的加速度大小为 $a_1$ ，由图知

$$a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{4}{0.5} \text{ m/s}^2 = 8 \text{ m/s}^2 \quad \text{①}$$

根据牛顿第二定律，得

$$mg - f = ma_1 \quad \text{②}$$

$$f = m(g - a_1) = 0.2 \text{ N} \quad \text{③}$$

(2) 由图知弹性球第一次到达地面时的速度大小为 $v_1=4\text{m/s}$ ，设球第一次离开地面时的速度为 $v_2$ ，则

$$v_2 = \frac{3}{4}v_1 = 3 \text{ m/s} \quad \text{④}$$

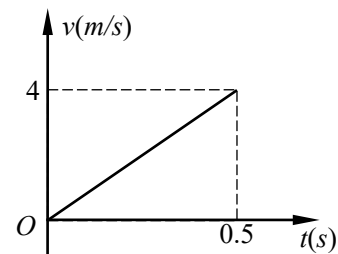
第一次离开地面后，设上升过程中球的加速度大小为 $a_2$ ，则

$$mg + f = ma_2$$

$$a_2 = 12 \text{ m/s}^2 \quad \text{⑤}$$

于是，有

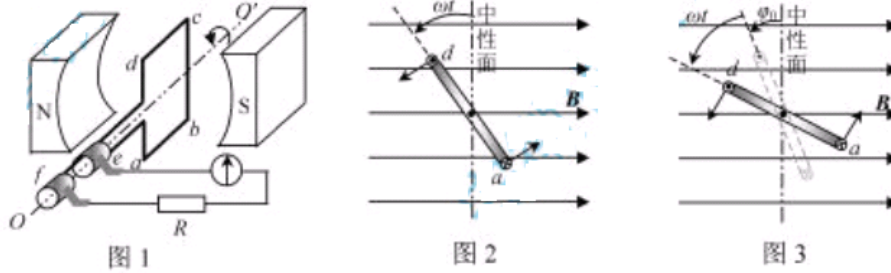
$$0 - v_2^2 = -2a_2h \quad \text{⑥}$$



解得  $h = \frac{3}{8}m$  ⑦

23. (16分)

图1是交流发电机模型示意图。在磁感应强度为 $B$ 的匀强磁场中，有一矩形线圈 $abcd$ 可绕线圈平面内垂直于磁感线的 $OO'$ 轴转动，由线圈引起的导线 $ae$ 和 $df$ 分别与两个跟线圈一起绕 $OO'$ 转动的金属圈环相连接，金属圆环又分别与两个固定的电刷保持滑动接触，这样矩形线圈在转动中就可以保持和外电路电阻 $R$ 形成闭合电路。图2是线圈的主视图，导线 $ab$ 和 $cd$ 分别用它们的横截面来表示。已知 $ab$ 长度为 $L_1$ ， $bc$ 长度为 $L_2$ ，线圈以恒定角速度 $\omega$ 逆时针转动。（只考虑单匝线圈）



- (1) 线圈平面处于中性面位置时开始计时，试推导 $t$ 时刻整个线圈中的感应电动势 $e_1$ 的表达式；
- (2) 线圈平面处于与中性面成 $\varphi_0$ 夹角位置时开始计时，如图3所示，试写出 $t$ 时刻整个线圈中的感应电动势 $e_2$ 的表达式；
- (3) 若线圈电阻为 $r$ ，求线圈每转动一周电阻 $R$ 上产生的焦耳热。（其它电阻均不计）

【答案】 (1)  $e_1 = BL_1L_2\omega \sin \omega t$  (2)  $e_2 = BL_1L_2\omega \sin(\omega t + \varphi_0)$

(3)  $\pi R\omega \left( \frac{BL_1L_2}{R+r} \right)^2$

【解析】 (1) 矩形线圈 $abcd$ 转动过程中，只有 $ab$ 和 $cd$ 切割磁感线，设 $ab$ 和 $cd$ 的转动速度为 $v$ ，则

$$v = \omega \frac{L_2}{2} \quad ①$$

在 $t$ 时刻，导线 $ab$ 和 $cd$ 因切割磁感线而产生的感应电动势均为

$$E_1 = BL_1v \quad ②$$

由图可知  $v_{\perp} = v \sin \omega t$  ③

则整个线圈的感应电动势为

$$e_1 = 2E_1 = BL_1L_2\omega \sin \omega t \quad ④$$

(2) 当线圈由图3位置开始运动时，在 $t$ 时刻整个线圈的感应电动势为

$$e_2 = BL_1L_2\omega \sin(\omega t + \varphi_0) \quad ⑤$$

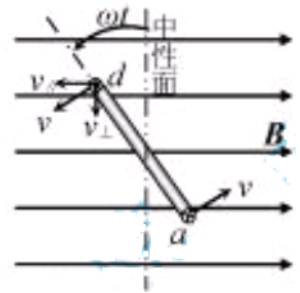
(3) 由闭合电路欧姆定律可知

$$I = \frac{E}{R+r} \quad ⑥$$

这里的 $E$ 为线圈产生的电动势的有效值

$$E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = \frac{BL_1L_2\omega}{\sqrt{2}} \quad ⑦$$

则线圈转动一周在 $R$ 上产生的焦耳热为



$$Q_R = I^2 RT \quad (8)$$

其中  $T = \frac{2\pi}{\omega} \quad (9)$

于是

$$Q_R = \pi R \omega \left( \frac{BL_1 L_2}{R+r} \right)^2 \quad (10)$$

24. (20分)

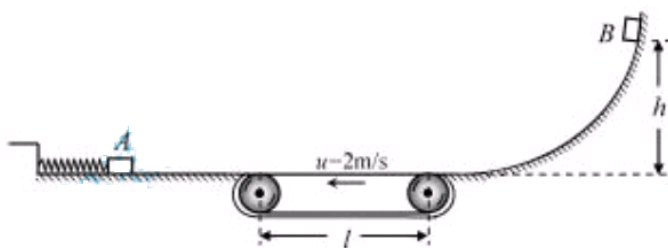
如图所示，装置的左边是足够长的光滑水平面，一轻质弹簧左端固定，右端连接着质量  $M=2\text{kg}$  的小物块A。装置的中间是水平传送带，它与左右两边的台面等高，并能平滑对接。传送带始终以  $u=2\text{m/s}$

的速率逆时针转动。装置的右边是一光滑的曲面，质量  $m=1\text{kg}$  的小物块B从其上距水平台面  $h=1.0\text{m}$  处由静止释放。已知物块B与传送带之间的摩擦因数  $\mu=0.2$ ， $l=1.0\text{m}$ 。设物块A、B中间发生的是对心弹性碰撞，第一次碰撞前物块A静止且处于平衡状态。取  $g=10\text{m/s}^2$ 。

(1) 求物块B与物块A第一次碰撞前速度大小；

(2) 通过计算说明物块B与物块A第一次碰撞后能否运动到右边曲面上？

(3) 如果物块A、B每次碰撞后，物块A再回到平衡位置时都会立即被锁定，而当他们再次碰撞前锁定被解除，试求出物块B第  $n$  次碰撞后的运动速度大小。



**【答案】** (1)  $4\text{m/s}$  (2) 不能 (3)  $\left(\frac{1}{3}\right)^n v$

**【解析】** (1) 设物块B沿光滑曲面下滑到水平位置时的速度大小为  $v_0$

由机械能守恒知

$$mgh = \frac{1}{2} mv_0^2 \quad (1)$$

$$v_0 = \sqrt{2gh} \quad (2)$$

设物块B在传送带上滑动过程中因受摩擦力所产生的加速度大小为  $a$

$$\mu mg = ma \quad (3)$$

设物块B通过传送带后运动速度大小为  $v$ ，有

$$v^2 - v_0^2 = -2al \quad (4)$$

结合(2)(3)(4)式解得

$$v=4\text{m/s} \quad (5)$$

由于  $v > u=2\text{m/s}$ ，所以  $v=4\text{m/s}$  即为物块B与物块A第一次碰撞前的速度大小

(2) 设物块A、B第一次碰撞后的速度分别为  $V$ 、 $v_1$ ，取向右为正方向，由弹性碰撞知

$$-mv = mv_1 + MV \quad (6)$$

$$\frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} mv_1^2 + \frac{1}{2} MV^2 \quad (7)$$

解得  $v_1 = \frac{1}{3} v = \frac{4}{3} \text{m/s} \quad (8)$

即碰撞后物块B安水平台面向右匀速运动

设物块B在传送带上向右运动的最大位移为  $l'$ ，则

$$0 - v_1^2 = -2al' \quad \text{⑨}$$

$$l' = \frac{4}{9}m < 1m \quad \text{⑩}$$

所以物块B不能通过传送带运动到右边的曲面上

(3) 当物块B在传送带上向右运动的速度为零时，将会沿传送带向左加速。可以判断，物块B运动到左边台面是的速度大小为  $v_1$ ，继而与物块A发生第二次碰撞。设第二次碰撞后物块B速度大小为  $v_2$ ，同上计算可知

$$v_2 = \frac{1}{3}v_1 = \left(\frac{1}{3}\right)^2 v \quad \text{⑪}$$

物块B与物块A第三次碰撞、第四次碰撞……，碰撞后物块B的速度大小依次为

$$v_3 = \frac{1}{3}v_2 = \left(\frac{1}{3}\right)^3 v \quad v_4 = \frac{1}{3}v_3 = \left(\frac{1}{3}\right)^4 v \quad \dots \quad \text{⑫}$$

则第  $n$  次碰撞后物块B的速度大小为

$$v_n = \left(\frac{1}{3}\right)^n v \quad \text{⑬}$$