

物理

注意事项：1. 本试卷考试时间为 75 分钟，满分 100 分。

2. 答题前，考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡相应的位置。

一、单选题：本题共 7 小题，每小题 4 分，共 28 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项符合题目要求。

1. 在国际单位制(SI)中，粘滞力的表达式为 $F = \eta S \frac{\Delta v}{\Delta x}$ ，其中 η 是粘度， S 是接触面积， $\frac{\Delta v}{\Delta x}$ 是速度梯度。根据该定义式，粘度的单位用国际单位制基本单位表示应为

A. $\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ B. $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ C. $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ D. $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$

2. 圆周运动是自然界中最基础、最普遍的曲线运动形式之一，其规律是理解天体运行、机械设计、生活现象的关键纽带。以下关于生活中的圆周运动说法正确的是

A. 骑自行车在水平路面匀速转弯时，自行车所受重力与支持力的合力提供了转弯所需的向心力

B. 驾驶汽车通过拱形桥最高点时，汽车对桥面的压力大小大于汽车自身的重力大小

C. 将衣物放入洗衣机脱水桶，脱水桶高速旋转时，衣物中的水分更容易被甩出桶外

D. 电风扇转动时，扇叶上某点随扇叶匀速转动，该点的速度方向始终与扇叶半径垂直且速度保持不变

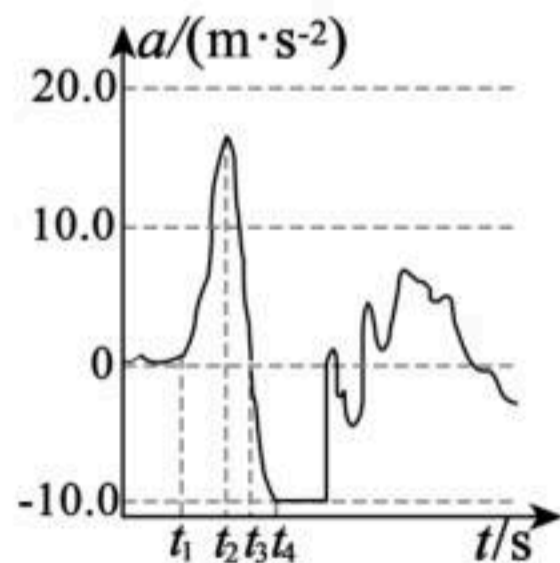
3. 小明同学在河南宝泉旅游度假区体验了号称“崖壁穿梭机”的洞穴电梯。电梯沿陡峭崖壁垂直上行时，他打开手机中的传感器软件，测量电梯的加速度。软件显示出电梯在一段时间内的 $a-t$ 图像，如图所示，以竖直向上为正方向。则以下说法正确的是

A. t_2 时刻电梯的速度最大

B. t_3 时刻电梯的速度最大

C. t_1 时刻电梯处于失重状态

D. t_4 时刻电梯处于超重状态



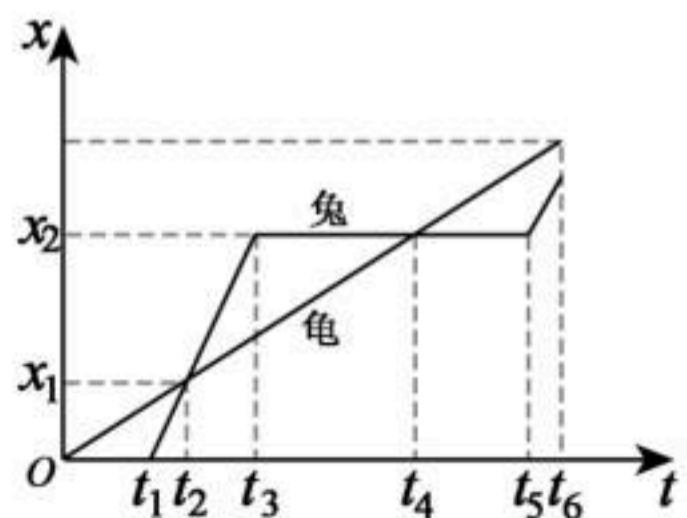
4. 如图所示为龟兔赛跑故事中乌龟和兔子沿某条直线运动的 $x-t$ 图像，则下列说法中正确的是

A. 兔子先匀加速，再匀速，后继续做匀加速直线运动

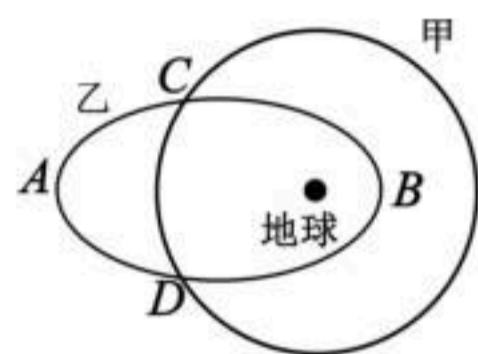
B. $t_2 \sim t_5$ 时间内乌龟的平均速度大于兔子

C. $0 \sim t_6$ 时间内兔子和乌龟相遇三次

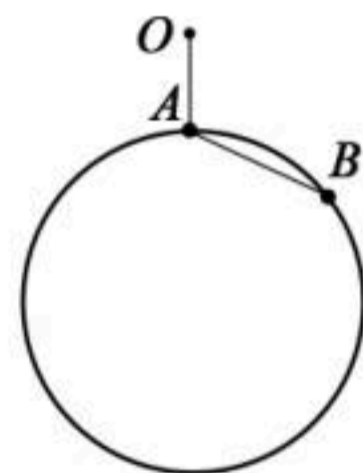
D. t_3 时刻乌龟在前兔子在后



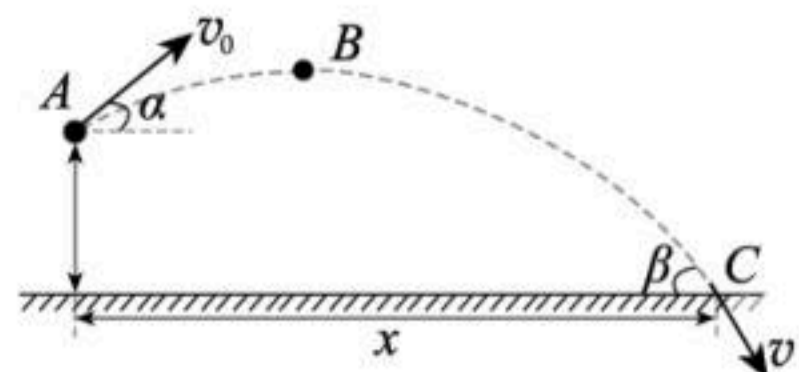
5. 在人类探索宇宙的进程中，人造卫星的轨道设计与运行规律研究至关重要。我国的“北斗”导航卫星系统和一些用于科学探测的实验卫星，就涉及到圆形轨道与椭圆轨道的卫星运行情况。如图所示，甲卫星类似于“北斗”系统中在距离球心 R 的圆形轨道上稳定运行的导航卫星，周期为 T ，为地面提供精准的定位服务；乙卫星则像一颗用于深空探测的实验卫星，在椭圆轨道上运行， A 、 B 分别为椭圆轨道的远地点和近地点， C 、 D 为椭圆轨道和圆形轨道的交点。已知圆形轨道的直径和椭圆轨道的长轴大小相等，椭圆面积公式 $S = \pi ab$ (a 、 b 分别为椭圆的半长轴和半短轴)。若取无穷远处引力势能为零，质量为 m 的物体在距离地球球心为 r 时的引力势能 $E_p = -G \frac{Mm}{r}$ (M 为地球质量)，则关于两卫星的运动，以下说法正确的是



- A. 乙卫星的运行周期大于 T
- B. 甲与地心连线扫过的面积比乙与地心连线在相同时间内扫过的面积大
- C. 甲经过 C 点的速率一定比乙经过 C 点的速率大
- D. 甲的机械能一定等于乙的机械能
6. 在游乐园的趣味物理体验区，有一个模拟天体运动的装置。装置中有固定在竖直面内的光滑圆环，顶端 A 点固定有一颗钉子，弹性轻绳一端固定在圆环上方的 O 点，另一端绕过钉子与穿在圆环上的小球相连，用来模拟卫星受引力等作用的运动情况。弹性轻绳的原长等于 OA 间的距离，其弹力大小与绳的形变量成正比。初始状态，小球恰静止在圆环上的 B 点，模拟卫星在某一轨道的平衡状态，现给小球一个轻微的扰动，使其绕圆环向下缓慢运动，模拟卫星轨道发生微小变化的过程，关于这个过程中圆环对小球的支持力的大小，以下说法中正确的是



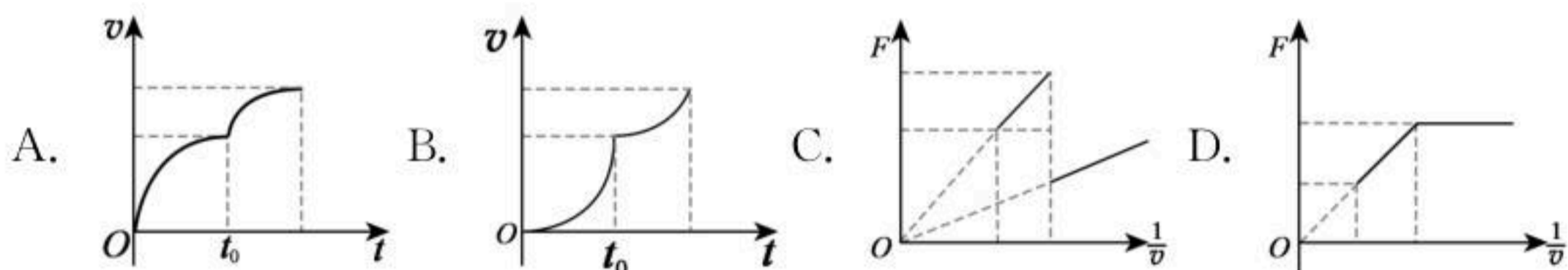
- A. 不变
- B. 逐渐增大
- C. 逐渐减小
- D. 先增大后减小
7. 如图所示为学生在体育课上投掷的铅球在空中飞行的轨迹图，质量为 m 的铅球抛出时初速度大小为 v_0 ，与水平方向的夹角为 α ，到达地面的速度与水平方向的夹角为 β ， B 是飞行过程中的最高点，重力加速度为 g ，不计空气阻力，铅球可以看成质点，则下列说法正确的是



- A. A 、 B 两点间的竖直高度为 $\frac{v_0^2}{2g}$
- B. 铅球落地时重力的功率 $mgv_0 \cos\alpha \tan\beta$
- C. 从 A 到 C 重力对铅球做功 $\frac{1}{2}m\left(\frac{v_0 \cos\alpha}{\tan\beta}\right)^2 - \frac{1}{2}m(v_0 \sin\alpha)^2$
- D. 若初速度变为 $2v_0$ ，其余条件不变，则水平射程变为原来的 2 倍

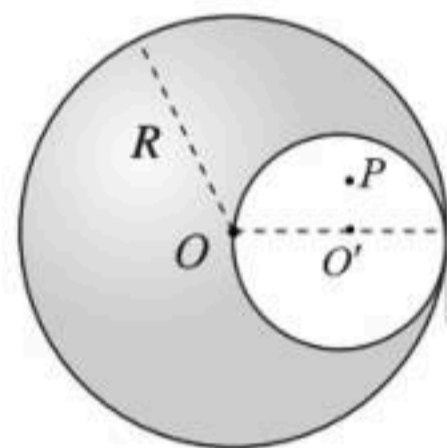
二、多选题：本题共 3 小题，每小题 6 分，共 18 分。在每小题给出的四个选项中，有多项符合题目要求。全部选对得 6 分，选对但不全得 3 分，错选得 0 分。

8. 某科技公司研发的新型混合动力机车，其动力系统可在“纯电动模式”和“发动机辅助模式”间智能切换。已知机车行驶中所受阻力恒定，在平直公路上启动过程中，纯电动模式保持额定功率 $P_1 = 40\text{kW}$ 不变，发动机辅助模式额定功率 $P_2 = 60\text{kW}$ 。若启动过程中机车从静止开始先以纯电动模式行驶， t_0 时刻恰好达到该模式下的最大速度，随后立即切换为发动机辅助模式继续加速。则下列描述机车运动图像可能正确的是（图中 F 是机车的牵引力）

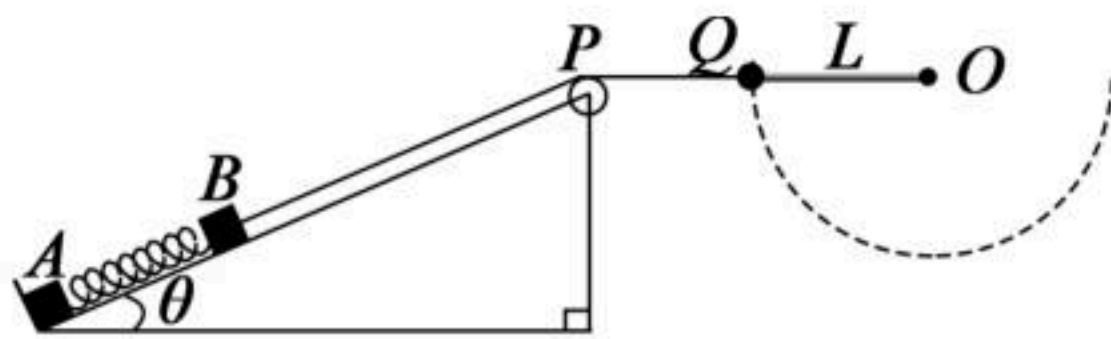


9. 已知质量均匀分布的球壳对球壳内物体的引力为零。现在质量为 M 、半径为 R 、球心在 O 点的地球内部挖一个半径为 $\frac{R}{2}$ 、球心在 O' 的球形洞。现将一质量为 m 的小球从洞内 P 点由静止释放。其中地球可视为质量均匀分布。关于小球的运动，以下说法正确的是

- A. 小球做变加速运动，最终撞到 O 点
 B. 小球在 P 点时的加速度方向为 $O' \rightarrow O$
 C. 小球在 P 点时的加速度大小为 $\frac{GM}{2R^2}$
 D. 小球在 P 点时所受万有引力的大小为 $\frac{GMm}{4R^2}$



10. 如图所示，倾角为 $\theta = 37^\circ$ 的足够长的光滑斜面固定在地面上，其底端和顶端 P 点分别固定有一挡板和光滑的定滑轮，置于斜面上的物块 A 、 B 通过一劲度系数为 k 的轻弹簧相连，其中 A 紧靠在挡板上， B 通过一根跨过定滑轮的轻绳与固定在轻杆一端的小球相连，轻绳与斜面平行，轻杆另一端固定在 O 点， O 点与 P 点等高，且 $PO = 1.6\text{m}$ ，轻杆长 $L = 1.2\text{m}$ 。初始时刻轻杆沿水平方向，轻绳恰好伸直且无张力。现将小球由静止释放，当小球运动到最低点时，物块 A 恰好离开挡板。已知物块 A 、 B 均可视为质点，质量均为 $m = 2.5\text{kg}$ ，小球质量为 $M = 3.2\text{kg}$ ，弹簧的弹性势能 $E_p = \frac{1}{2}kx^2$ (x 为弹簧的形变量)，运动过程中弹簧始终在弹性限度内，重力加速度为 $g = 10\text{m/s}^2$ ，忽略空气阻力。以下说法正确的是



- A. 运动过程中物块 B 和小球组成的系统机械能守恒
- B. 轻弹簧劲度系数 $k = \frac{75}{4} \text{N/m}$
- C. 小球运动到最低点时的速度大小为 $\sqrt{6} \text{m/s}$
- D. 当小球下落高度为 $\frac{3\sqrt{7}}{10} \text{m}$ 时物块 B 和小球的速度大小相等

三、非选择题：本题共 5 小题，共 54 分。解答题应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。有数值计算的题，答案中必须明确写出数值和单位。

11. (6 分) 如图所示，某实验小组通过测量两辆完全相同小车在相同时间内通过的位移来比较它们的加速度，进而探究加速度与力的关系。将轨道分上下双层排列，甲、乙两辆小车分别在上下层轨道上，两小车尾部的刹车线由后面的刹车系统同时控制，能使小车同时立即停下来。通过改变槽码盘中的槽码改变拉力的大小。

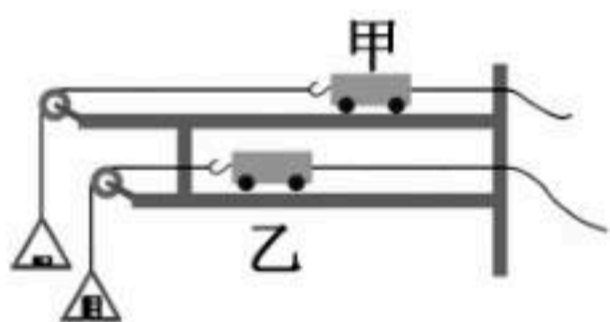


图1

| 实验次数 | 小车 | 拉力 F/N | 位移 x/cm |
|------|----|-----------------|------------------|
| 1 | 甲 | 0.1 | 22.3 |
| | 乙 | 0.2 | 43.5 |
| 2 | 甲 | 0.2 | 29.0 |
| | 乙 | 0.3 | 43.0 |
| 3 | 甲 | 0.3 | 41.0 |
| | 乙 | 0.4 | 55.4 |

图2

实验步骤：

- ①按照图 1 安装实验装置，将轨道的右侧抬高来平衡小车所受的摩擦力；
- ②在两小车的左面的槽码盘放不同槽码后，同时释放两辆小车；
- ③控制刹车系统，使小车同时立即停下来，并记录下小车的位移；
- ④改变槽码的数量，重复上述实验步骤。

- (1) 本实验的实验方法是 _____；
- (2) 实验中，平衡摩擦力时，_____（选填“挂”或“不挂”）槽码盘，轻推小车，使得小车能匀速下滑可认为完全平衡摩擦力了；
- (3) 实验中，若要使槽码盘和槽码的重力大小近似等于小车所受轻绳的拉力大小，需满足的条件是 _____；

(4) 某次实验数据如图 2，实验结论为_____。

12. (8分) 验证机械能守恒定律的实验装置如图 1 所示，将气垫导轨固定在水平桌面上，调节旋钮使其水平，在气垫导轨的右端固定一光滑的定滑轮。将质量为 M 的滑块 a 放在气垫导轨上，质量为 m 的物块（含遮光片） b 通过与桌面平行细线和滑块 a 相连，物块 b 正下方固定一光电门。打开气源，将物块 b 由静止释放，记录遮光片的挡光时间为 Δt 。已知遮光片的宽度为 d ，物块 b 释放时遮光片距离光电门的高度为 h ，整个过程 a 未离开桌面，重力加速度为 g 。回答下列问题：

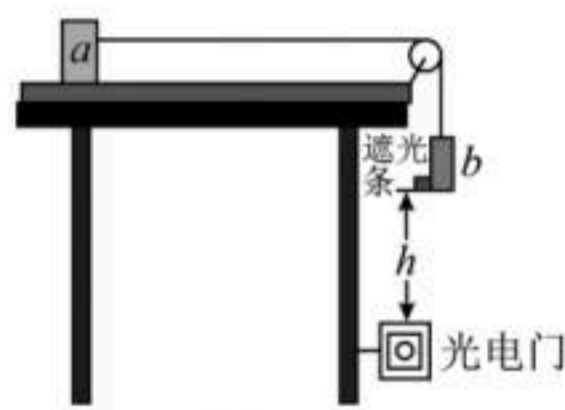


图1

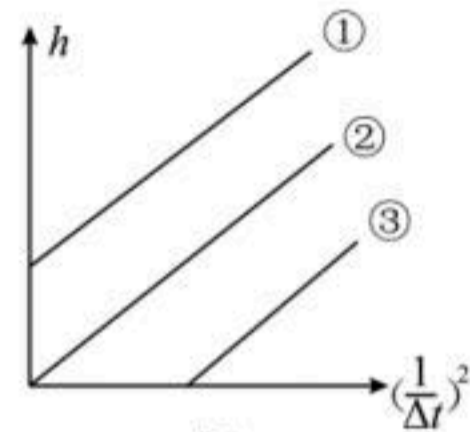


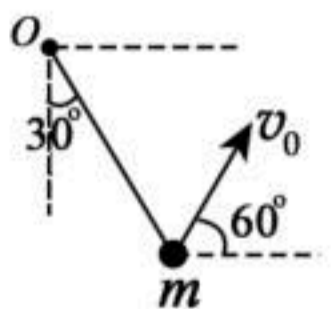
图2

(1) 将 a 、 b （含遮光片）作为一个系统，从物块由静止释放到遮光片通过光电门的过程中，系统增加的动能 $\Delta E_k =$ _____，系统减少的重力势能 $\Delta E_p =$ _____，比较 ΔE_k 与 ΔE_p 的大小，判断系统机械能是否守恒。

(2) 改变高度 h ，重复上述实验步骤，某同学根据记录的数据描绘出 $h - (\frac{1}{\Delta t})^2$ 图像，若考虑到阻力作用不可忽略且大小不变为 f ，则画出的图像应为图 2 中的图线 _____（选填“①”“②”或“③”），其图像的斜率 $k =$ _____。阻力存在的情况下机械能 _____（选填“守恒”或“不守恒”），把气垫导轨左端抬高，让 a 物块重力的分力与阻力平衡后来验证机械能守恒，这种做法 _____（选填“合理”或“不合理”）。

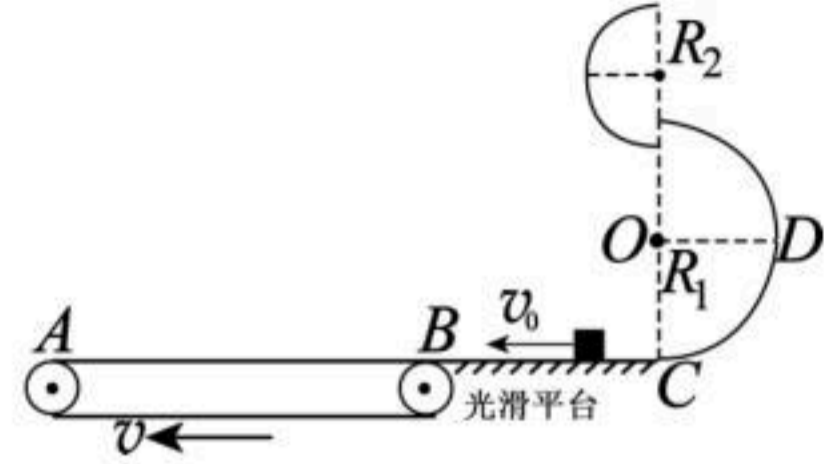
13. (10分) 在某风洞实验中，轻绳一端固定在 O 点，另一端固定一质量为 $m = 2\text{kg}$ 的小球。某次实验中，在水平风力的作用下，小球静止时轻绳与竖直方向间的夹角为 30° 。现将轻绳剪断，同时给小球一个初速度 $v_0 = 8\text{m/s}$ ，方向与水平方向间的夹角为 60° 。不考虑空气阻力，小球可看做质点，重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ 。则在以后的运动过程中，求：

- (1) 小球的最小动能；
- (2) 小球速度达到最小值时的竖直位移大小。

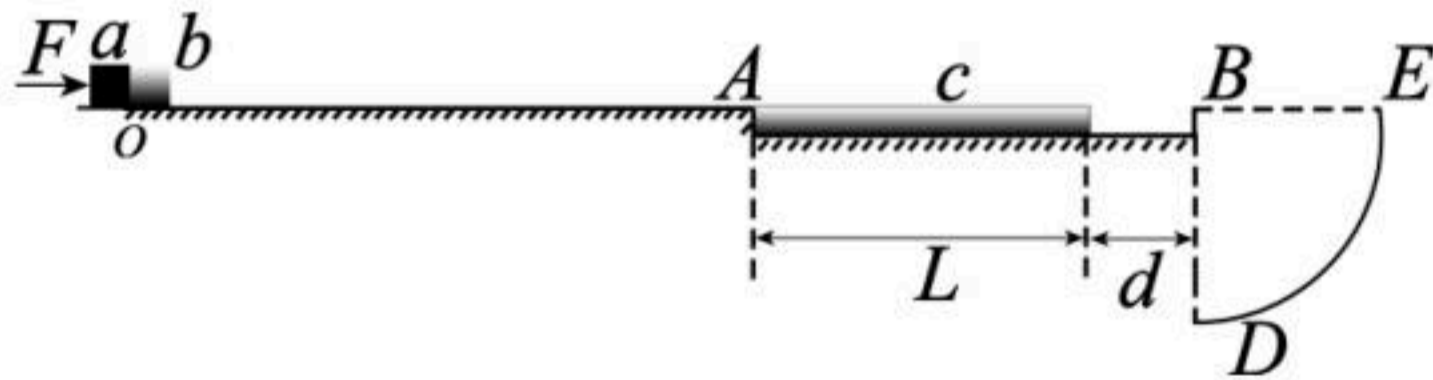


14. (14分) 如图所示, 一个固定在竖直平面内的光滑半圆轨道与水平面连接并相切于 C 点, 绷紧的水平传送带 AB (足够长) 与光滑水平平台 BC 连接。电动机带动水平传送带以恒定的速率 $v=5\text{m/s}$ 顺时针匀速转动, 在水平平台上有一质量 $m=2\text{kg}$ 的物块 (可视为质点) 以初速度 v_0 向左滑上传送带, 物块与传送带的动摩擦因数 $\mu=0.2$, 向左运动的最远位移 $x=16\text{m}$, 物块返回到平台后恰好都能沿着两个半圆轨道运动到最高点, 重力加速度 g 取 10m/s^2 , 不计空气阻力, 在连接处没有能量损失。求:

- (1) 物块的初速度 v_0 ;
- (2) 两个半圆的半径 R_1 和 R_2 ;
- (3) 物块在传送带上滑动过程中系统产生的热量。



15. (16分) 如图所示, 长度 $L_{OA}=9\text{m}$ 的粗糙水平面 OA 的 O 点并排放有质量均为 $m=1\text{kg}$ 的物块 a 、 b , 物块 a 、 b 与 OA 间的动摩擦因数分别为 $\mu_1=0.2$, $\mu_2=0.1$ 。 OA 的右侧水平面 AB 上静止一长为 L 、质量为 $M=0.5\text{kg}$ 的长木板 c (木板上表面与 A 端齐平), c 的右端与 B 点的距离为 $d=2.875\text{m}$, B 点固定有与长木板等高的挡板, c 撞到挡板时被立即锁定不动。水平面 AB 的右侧有固定在竖直面内、圆心位于 B 点、半径 $R=\frac{2\sqrt{3}}{5}\text{m}$ 的光滑四分之一圆弧轨道 DE 。现对物块 a 施加外力 F , F 与物块 a 移动的距离 x 间的关系式为 $F=19-3x(\text{N})$, 物块 b 到达 A 点的瞬间同时撤去物块 a 。已知物块 a 、 b 均可看做质点, 物块 b 与长木板 c 间动摩擦因数 $\mu_3=0.3$, 长木板 c 与水平面间动摩擦因数 $\mu_4=0.1$, c 撞到挡板前, 物块 b 未从长木板上滑下, 重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$, 求:



- (1) 当 $x=1\text{m}$ 时, 物块 a 、 b 间作用力的大小;
- (2) 物块 b 到达 A 点时的速度;
- (3) 要使物块 b 落到圆弧面 DE 时的动能最小, 则板长 L 的大小。