

# 2024 届高三第一次学业质量评价(T8 联考)

## 物 理

### 注意事项:

1. 答卷前,考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上。
2. 回答选择题时,选出每小题答案后,用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑。如需改动,用橡皮擦干净后,再选涂其他答案标号。回答非选择题时,将答案写在答题卡上。写在本试卷上无效。
3. 考试结束后,将本试题卷和答题卡一并交回。

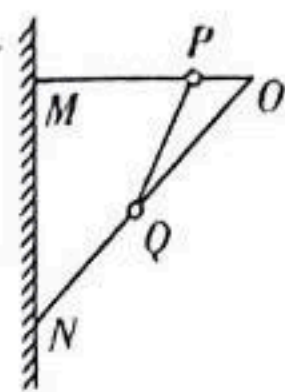
### 第 I 卷

一、单项选择题(本题共 6 小题,每小题 4 分,共 24 分。每小题给出的四个选项中,只有一个选项是符合题目要求的)

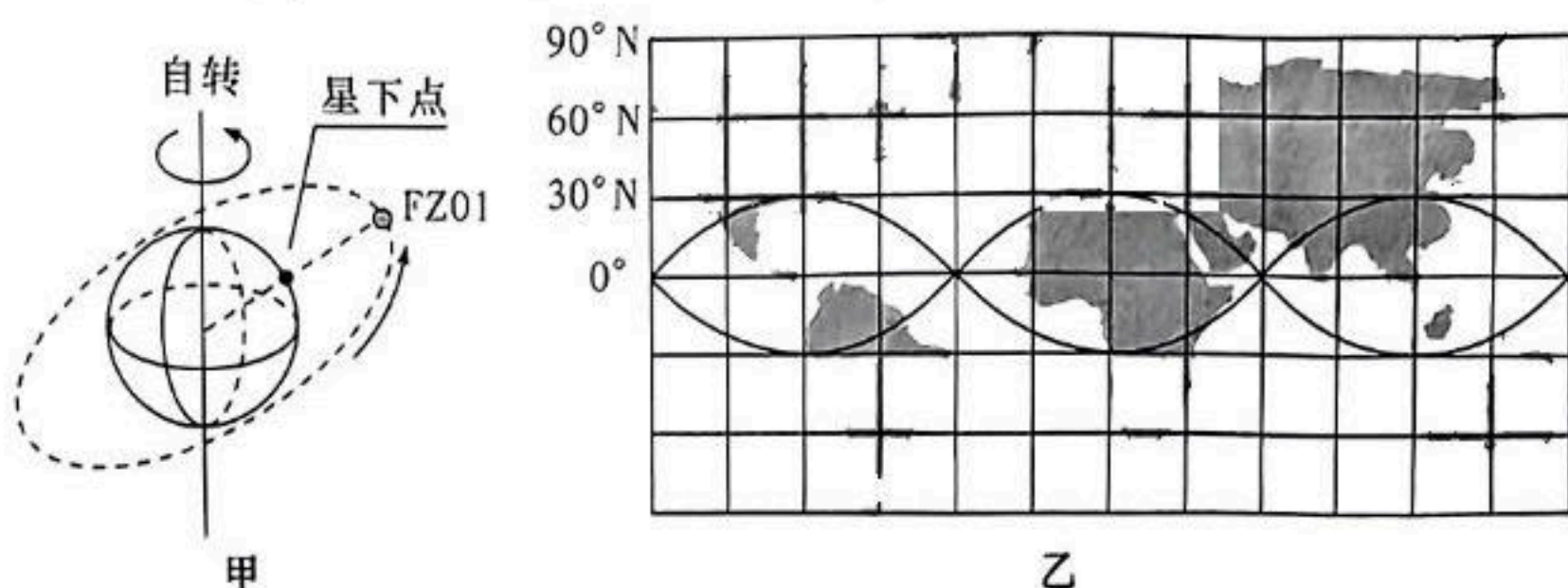
1. 在物理学发展的历程中,许多科学家的科学研究为物理学的建立做出了巨大贡献。下列叙述中正确的是  
A. 松香在熔化过程中温度保持不变,松香分子的平均动能会变大  
B. 2023 年的诺贝尔物理学奖授予“采用实验方法产生阿秒脉冲光的技术”,阿秒脉冲光是一种非常短的光脉冲,其持续时间在阿秒的量级,即  $10^{-18}$  s,阿秒对应的物理量不是国际单位制的基本量  
C. 法拉第提出了电场的观点,其实电场以及磁场是一种客观存在,变化的电磁场和分子、原子组成的实物一样具有能量和动量  
D. 德国物理学家普朗克为解释物体热辐射规律,提出了能量子的假说,他同时最早发现了光电效应,爱因斯坦由于发现了光电效应的规律而获得诺贝尔物理学奖
2. 高空中,一架飞机沿水平方向做匀加速直线运动,加速度大小为  $1 \text{ m/s}^2$ ,每隔  $1 \text{ s}$  从飞机上落下一物体,不计空气阻力,重力加速度取  $10 \text{ m/s}^2$ ,这些物体在空中排列的图线是一条  
A. 倾斜直线,直线的斜率为 10  
B. 倾斜直线,直线的斜率为  $\frac{1}{10}$   
C. 竖直直线  
D. 抛物线,其竖直分运动是自由落体



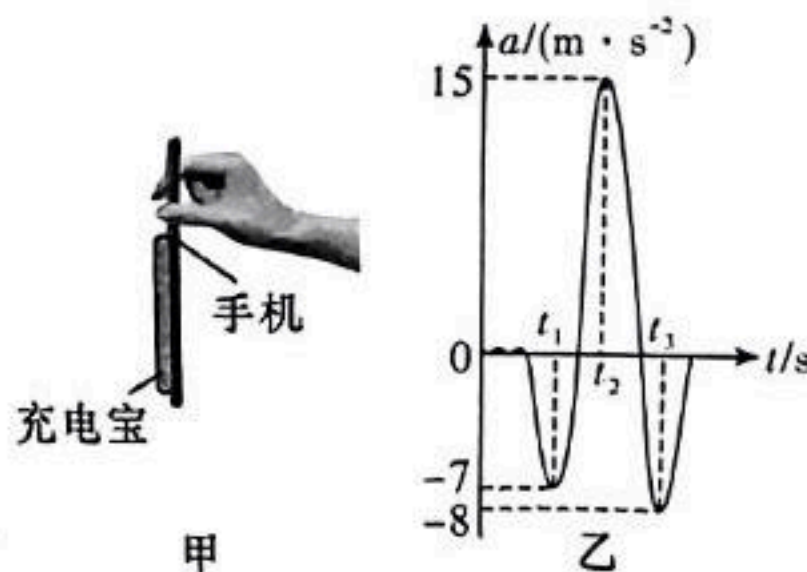
3. 如图所示, 竖直墙壁上固定一支架  $MON$ , 其中水平杆  $OM$  表面粗糙, 倾斜杆  $ON$  表面光滑。杆  $OM$ 、杆  $ON$  上分别套有小环  $P$ 、 $Q$ , 两环由不可伸长的轻质细绳相连, 处于平衡状态, 现将  $P$  环向右移动少许重新达到平衡。那么移动后的平衡状态和原来的平衡状态(图示状态)相比较, 下列说法正确的是



- A. 杆  $ON$  对环  $Q$  的弹力一定变大  
B. 细绳的拉力可能变大  
C. 环  $P$  与杆  $OM$  间的弹力一定变大  
D. 环  $P$  的摩擦力可能不变
4. 如图甲, “星下点”是指卫星和地心连线与地球表面的交点。图乙是航天控制中心大屏幕上显示卫星 FZ01 的“星下点”在一段时间内的轨迹, 已知地球同步卫星的轨道半径为  $r = 6.6R$  ( $R$  是地球的半径), FZ01 绕行方向与地球自转方向一致, 则下列说法正确的是



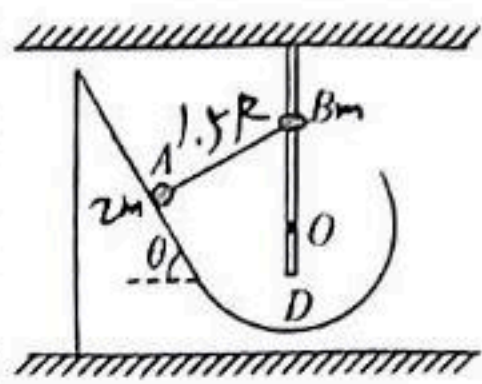
- A. 卫星 FZ01 的轨道半径约为  $\frac{r}{3}$   
B. 卫星 FZ01 的轨道半径约为  $\frac{r}{5}$   
C. 卫星 FZ01 可以记录到南极点的气候变化  
D. 卫星 FZ01 不可以记录到北极点的气候变化
5. 无线充电宝可通过磁吸力吸附在手机背面, 如图甲所示为科创小组某同学手握手机(手不接触充电宝), 利用手机软件记录竖直放置的手机及吸附的充电宝从静止开始在竖直方向上的一次变速运动过程(手机与充电宝始终相对静止), 记录的加速度  $a$  随时间  $t$  变化的图像如图乙所示(规定向上为正方向),  $t_2$  时刻充电宝速度为零, 且最终处于静止状态。已知手机的质量为  $0.3 \text{ kg}$ , 无线充电宝质量为  $0.2 \text{ kg}$ , 手机与充电宝之间的动摩擦因数  $\mu = 0.5$ , 最大静摩擦力等于滑动摩擦力, 重力加速度  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ 。在该过程中下列说法正确的是



- A. 充电宝在  $t_1$  与  $t_2$  时刻所受的摩擦力方向相反  
B.  $t_3$  时刻充电宝受的摩擦力大小为  $3.6 \text{ N}$   
C. 充电宝受到的静摩擦力的最大值为  $7.5 \text{ N}$   
D. 充电宝与手机之间的吸引力大小至少为  $10 \text{ N}$



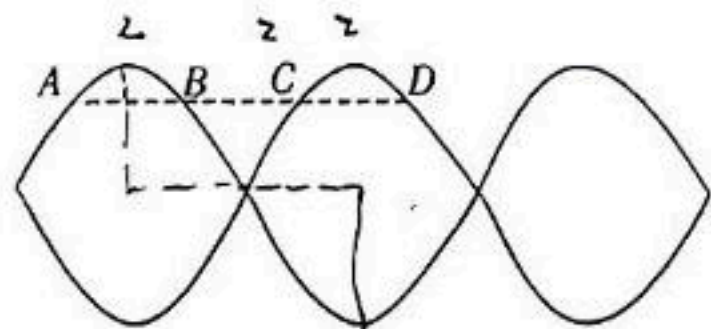
6. 如图所示, 固定光滑斜面倾角  $\theta=60^\circ$ , 其底端与竖直面内半径为  $R$  的固定光滑圆弧轨道相切, 位置  $D$  为圆弧轨道的最低点。质量为  $2m$  的小球  $A$  和质量为  $m$  的小环  $B$  (均可视为质点) 用  $L=1.5R$  的轻杆通过轻质铰链相连。  $B$  套在光滑的固定竖直长杆上, 杆和圆轨道在同一竖直平面内, 杆过轨道圆心  $O$ , 初始轻杆与斜面垂直。在斜面上由静止释放  $A$ , 假设在运动过程中两杆不会碰撞, 小球能滑过  $D$  点且通过轨道连接处时无能量损失 (速度大小不变), 重力加速度为  $g$ , 从小球  $A$  由静止释放到运动至最低点的过程中, 下列判断正确的是



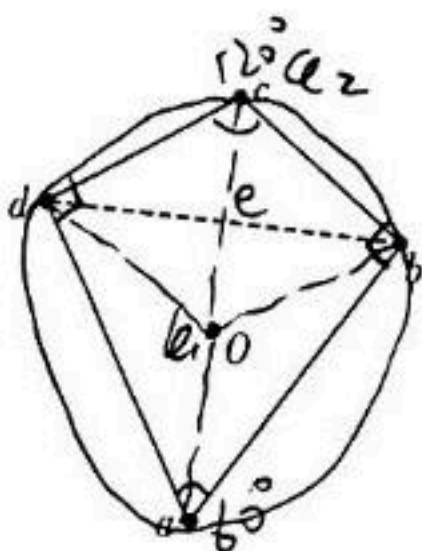
- A.  $A$  和  $B$  组成的系统的机械能不守恒  
 B. 刚释放时小球  $A$  的加速度大小为  $\frac{\sqrt{3}}{2}g$   
 C. 小环  $B$  速度最大时轻杆弹力为  $mg$   
 D. 小球  $A$  运动到最低点时的速度大小为  $\frac{\sqrt{3gR}}{3}$

二、多项选择题 (本题共 4 小题, 每小题 5 分, 共 20 分。在每小题给出的四个选项中, 有多项符合题目要求, 全部选对的得 5 分, 选对但不全的得 3 分, 有选错的得 0 分)

7. 一列绳波在水平方向上传播, 现对其频闪照相, 拍摄频率为  $5\text{ Hz}$ 。在同一底片上多次曝光后形成照片如图所示, 照片与实物比例为  $1:100$ 。照片中  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$  四点为同一水平线上的四点, 且  $AB=BC=CD=2\text{ cm}$ 。以下说法正确的是



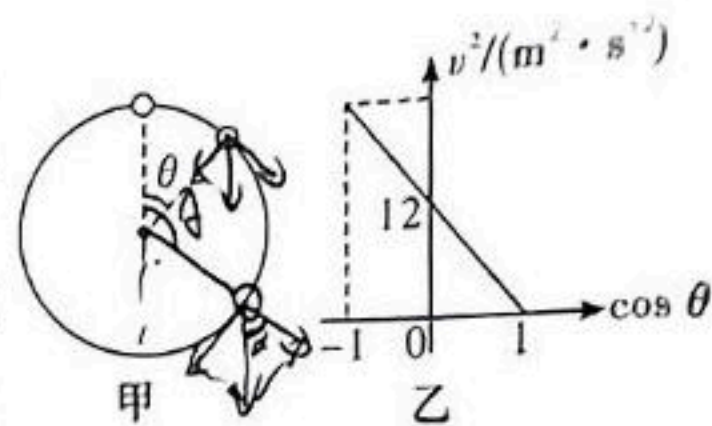
- A. 该绳波波长为  $4\text{ m}$   
 B. 该绳波波速可能为  $60\text{ m/s}$   
 C. 该波可能与周期为  $0.1\text{ s}$  的另一列绳波发生干涉  
 D. 同一次曝光时  $A$ 、 $C$  两处质点振动方向相反
8. 如图所示, 四边形  $abcd$  中,  $ab=ad$ ,  $cd=cb$ ,  $ad$  垂直  $dc$ 、 $ab$  垂直  $bc$ ,  $\angle c=120^\circ$ ,  $O$  点和  $c$  点关于直线  $bd$  对称,  $Oc$  连线与  $db$  连线的交点为  $e$  (未标出)。在  $a$ 、 $b$  和  $d$  点各固定一个带电荷量为  $q$  的正电荷,  $O$  点和  $c$  点的电势分别为  $\varphi_1$  和  $\varphi_2$ 。下列说法正确的是



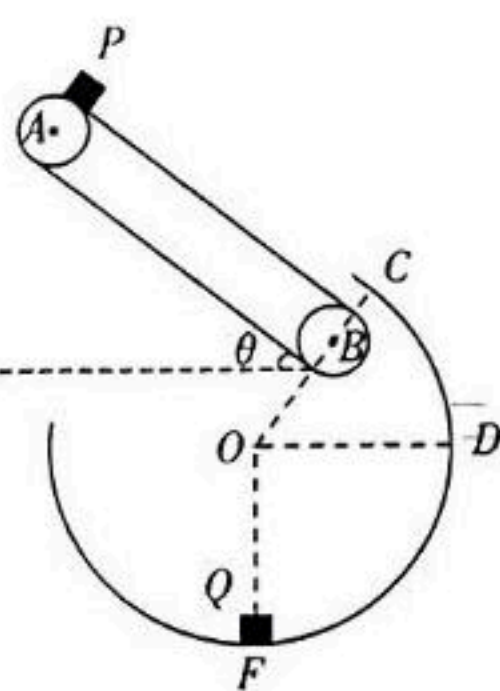
- A.  $c$  点的电场强度方向由  $O$  指向  $c$ , 且小于  $e$  点的电场强度大小  
 B. 若仅将  $a$  点的正电荷换成带相同电荷量的负电荷, 则  $c$  点电势等于  $\frac{4}{3}\varphi_1 - \varphi_2$   
 C. 若仅将  $b$  点的正电荷换成带相同电荷量的负电荷, 则  $c$  点电势等于  $\varphi_2 - \frac{1}{2}\varphi_1$   
 D. 电子在  $O$  点的电势能小于在  $c$  点的电势能



9. 如图甲所示,质量为  $0.2\text{ kg}$  的小球套在竖直固定的光滑圆环上,并在圆环最高点保持静止。受到轻微扰动后,小球由静止开始沿着圆环运动,一段时间后,小球与圆心的连线转过  $\theta$  角度时,小球的速度大小为  $v$ ,  $v^2$  与  $\cos \theta$  的关系如图乙所示,  $g$  取  $10\text{ m/s}^2$ 。则



- A. 圆环半径为  $0.6\text{ m}$
- B.  $\theta = \frac{\pi}{2}$  时,小球所受合力为  $4\text{ N}$
- C.  $0 \leq \theta \leq \pi$  过程中,圆环对小球的作用力一直增大
- D.  $0 \leq \theta \leq \pi$  过程中,圆环对小球的作用力先减小后增大
10. 如图所示,在竖直平面内有一倾角  $\theta = 37^\circ$  的传送带,两皮带轮  $AB$  轴心之间的距离  $L = 3.2\text{ m}$ ,沿顺时针方向以  $v = 2\text{ m/s}$  匀速运动,一质量  $m = 2\text{ kg}$  的物块  $P$  从传送带顶端无初速度释放,物块与传送带间的动摩擦因数  $\mu = 0.5$ 。物块  $P$  离开传送带后在  $C$  点沿切线方向无能量损失地进入半径为  $\frac{5}{9}\text{ m}$  的光滑圆弧轨道  $CDF$ ,并与位于圆弧轨道最低点  $F$  的物块  $Q$  发生碰撞,碰撞时间极短,物块  $Q$  的质量  $M = 1\text{ kg}$ ,物块  $P$  和  $Q$  均可视为质点,重力加速度  $g = 10\text{ m/s}^2$ ,  $\sin 37^\circ = 0.6$ ,  $\cos 37^\circ = 0.8$ 。则

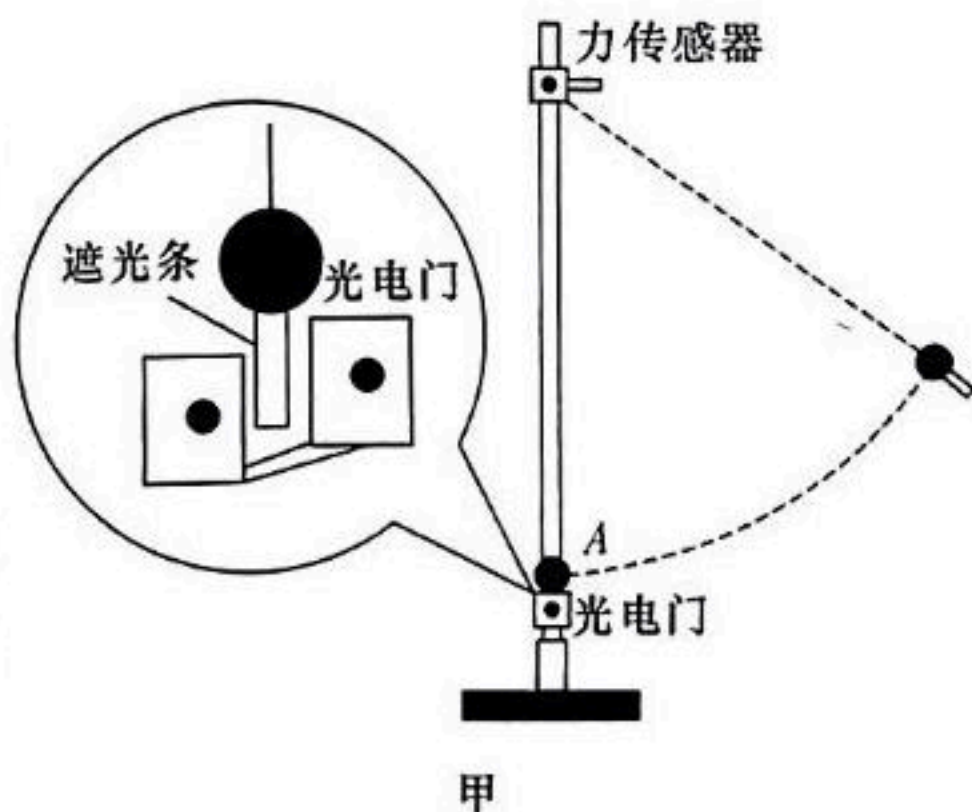


- A. 物块  $P$  到达  $C$  点时的速度一定为  $4\text{ m/s}$
- B. 物块  $P$  从释放到下滑到  $C$  点的过程中系统增加的内能为  $9.6\text{ J}$
- C. 物块  $P$  与物块  $Q$  第一次发生碰撞后的瞬间,物块  $P$  的速度可能为  $1.5\text{ m/s}$
- D. 物块  $P$  与物块  $Q$  第一次发生碰撞后的瞬间,物块  $P$  对轨道的压力大小可能为  $35\text{ N}$

## 第 II 卷

### 三、实验题(11 题 6 分,12 题 8 分,共 14 分)

11. (6 分)某同学用如图甲所示的装置探究物体做圆周运动的向心力大小与半径、线速度、质量的关系。用一根细线系住钢球,另一端连接在固定于铁架台上端的力传感器上,直径为  $d$  的钢球静止于  $A$  点,将光电门固定在  $A$  的正下方。钢球底部竖直地粘住一片宽度为  $x$  的遮光条。

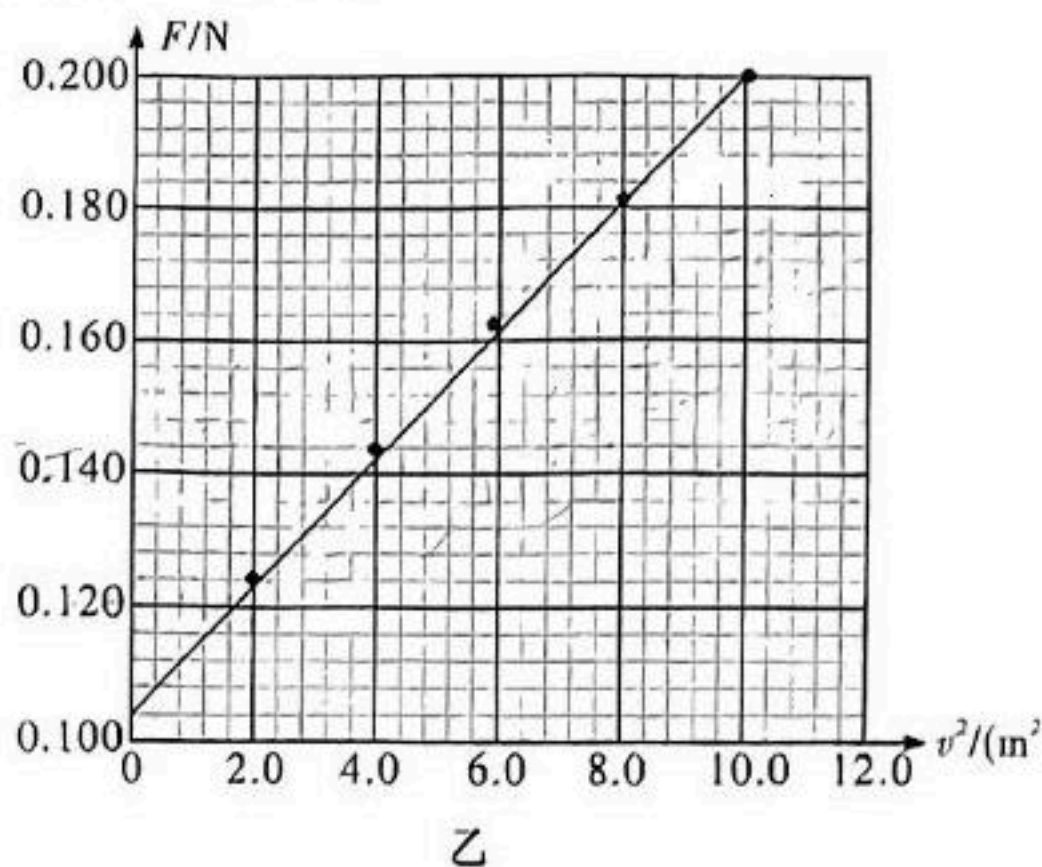


- (1) 用天平测出钢球质量,用刻度尺测出摆线长度。
- (2) 将钢球拉至不同位置由静止释放,读出钢球经过  $A$  点时力传感器的读数  $F$  及光电门的遮光时间  $t$ ,算出钢球速度的平方值,具体数据如下表所示:



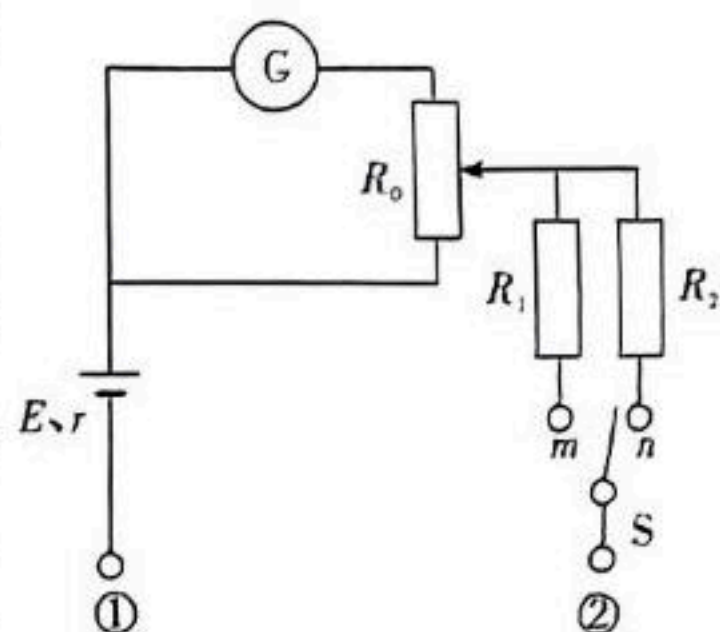
	1	2	3	4	5
$F/\text{N}$	0.124	0.143	0.162	0.181	0.200
$v^2/(\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2})$	2.0	4.0	5.8	8.0	10.1

画出  $F-v^2$  的关系图像如图乙所示：



- (3) 由图像可知, 钢球的重力为 \_\_\_\_\_ N (结果保留 3 位小数)。
- (4) 若图像的斜率为  $k$ , 钢球质量为  $m$ , 重力加速度为  $g$ , 则  $F$  与  $v^2$  的关系式为 \_\_\_\_\_ (用所给物理量的符号表示)。
- (5) 某同学通过进一步学习知道了向心力的公式, 发现实验中使用公式  $m \frac{v^2}{r}$  求得钢球经过 A 点的向心力比测量得到的向心力大, 你认为产生误差的主要原因是 \_\_\_\_\_。
- A. 钢球运动过程中受到空气阻力的影响
- B. 钢球经过光电门的时间过长
- C. 光电门测出的是遮光条通过时的速度, 大于钢球球心通过最低点的速度
- D. 钢球释放的初始位置细绳与竖直方向夹角大于  $10^\circ$

12. (8 分) 小梦同学自制了一个两挡位 (“ $\times 1$ ” “ $\times 10$ ”) 的欧姆表, 其内部结构如图所示。电流计  $\textcircled{G}$  的内阻  $R_G = 200 \, \Omega$ , 满偏电流  $I_G = 15 \, \text{mA}$ 。电源电动势  $E = 6 \, \text{V}$ , 内阻  $r = 0.5 \, \Omega$ 。  $R_0$  为调零电阻,  $R_1$  和  $R_2$  为定值电阻, “①”、“②”为两接线柱。单刀双掷开关  $S$  与  $m$  接通时, 欧姆表挡位为 “ $\times 1$ ”, 此时经欧姆调零后, 欧姆表内阻为  $20 \, \Omega$ 。用此表测量一待测电阻的阻值, 回答下列问题:



- (1) 小梦选择 “ $\times 10$ ” 挡对  $R_x$  进行测量。测量前, 先短接、欧姆调零, 短接时红表笔接接线柱 ①。调零后发现  $R_0$  的滑片指向最上端。则调零电阻的最大阻值  $R_0 =$  \_\_\_\_\_  $\Omega$ , 定值电阻  $R_2 =$  \_\_\_\_\_  $\Omega$ 。
- (2) 选用 “ $\times 10$ ” 挡测量时, 指针偏转过大, 说明待测电阻阻值较小, 为使测量更加准确, 应换用小倍率重新测量。小梦选择 “ $\times 1$ ” 挡重新测量, 测量前, 先短接、欧姆调零, 调零后调零电阻中与电流计  $\textcircled{G}$  串联的部分的阻值为 \_\_\_\_\_  $\Omega$ 。

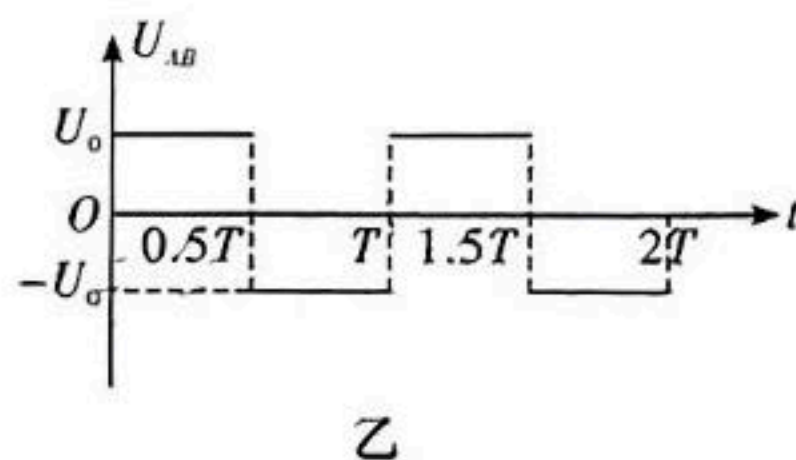
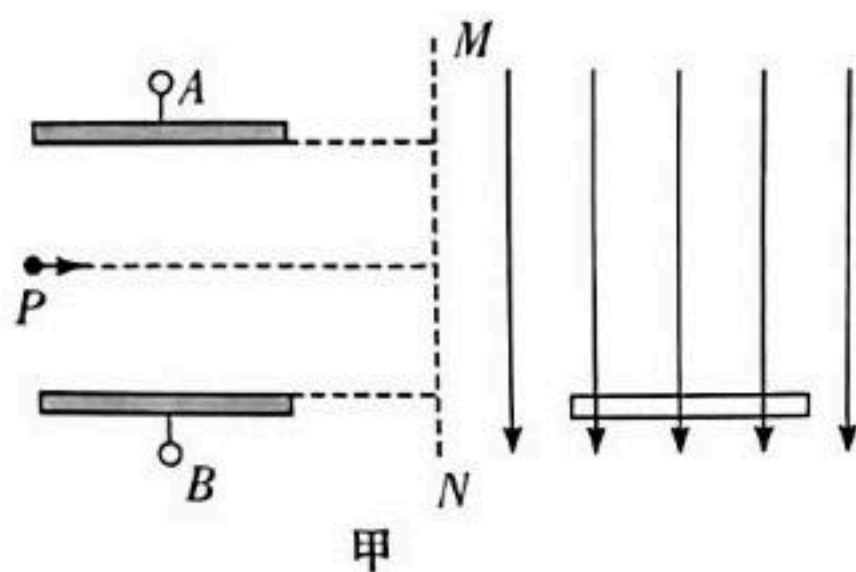


(3) 选用“ $\times 1$ ”挡测量时, 电流表偏转 $\frac{1}{3}$ , 则待测电阻  $R_x = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$ 。

(4) 自制欧姆表用了一段时间后, 电源内阻  $r$  略微增大了一些, 选用“ $\times 1$ ”挡测量电阻时, 测量值          真实值。(选填“ $>$ ”“ $<$ ”或“ $=$ ”)。

#### 四、解答题(13 题 13 分, 14 题 13 分, 15 题 16 分, 共 42 分)

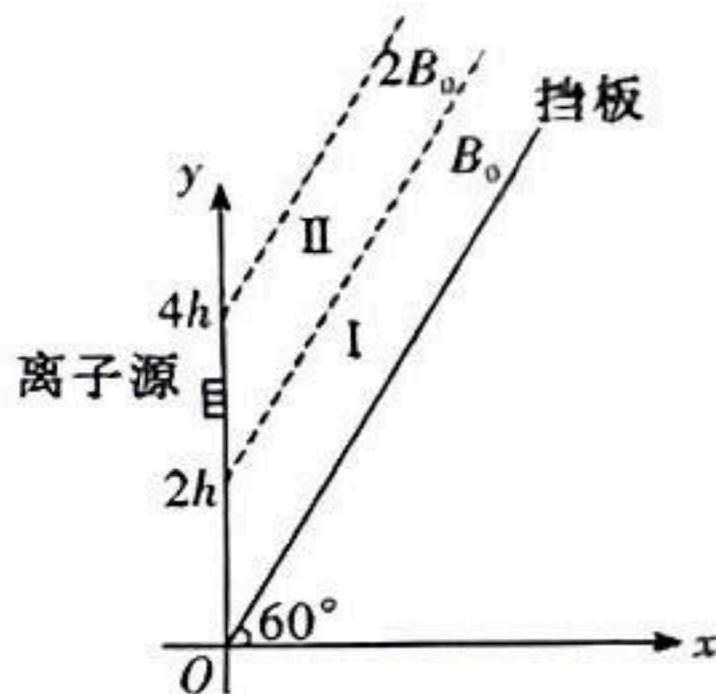
13. (13 分) 如图甲所示, 长为  $L$ 、板间距离也为  $L$  的平行金属板水平固定放置, 两板间加有如图乙所示的交流电压, 图中  $U_0$  未知、 $T$  已知, 在两板中线左端  $P$  点有一个粒子源, 不断地从  $P$  点沿两板中线向右均匀地射出质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  的带正电粒子, 粒子穿过两板所用的时间为  $T$ , 从  $t=0$  时刻射入两板间的粒子刚好从下板右端边缘射出, 在两板右侧竖直虚线  $MN$  右侧有竖直向下的匀强电场, 电场中有一长为  $L$ 、水平放置的荧光屏, 荧光屏的上表面与平行板下板的上表面在同一水平面上, 荧光屏的左端离  $MN$  的距离为  $\frac{1}{2}L$ , 在  $t=0.25T$  时刻射出的粒子最终恰好打在荧光屏的中点, 不计粒子重力, 不计粒子间的相互作用, 求:



- (1) 粒子从  $P$  点射出的初速度  $v_0$  大小及两板间电压  $U_0$  的大小;
- (2) 竖直虚线  $MN$  右侧匀强电场的场强  $E$  大小;
- (3) 屏上能接收到的粒子从两极板间射出时的位置范围。



14. (13 分) 如图所示, 在  $xOy$  平面的第一象限内有一过原点的无限长挡板, 挡板与  $x$  轴成  $60^\circ$  角放置。挡板上方有无限长、边界平行于挡板的区域 I 和 II, 分别存在磁感应强度大小为  $B_0$  和  $2B_0$  的匀强磁场, 方向均垂直纸面向里, 磁场边界与  $y$  轴分别交于  $y=2h$  和  $y=4h$  处。在  $y=3h$  处有一离子源射出平行  $x$  轴、方向与  $x$  轴正向相同、质量为  $m$ 、电荷量为  $q$  的正离子。不计正离子的重力以及离子间的相互作用, 并忽略磁场的边缘效应。



- (1) 若没有离子进入区域 I, 求离子初速度最大值  $v_1$ ;
- (2) 若离子经磁场偏转后垂直  $y$  轴离开第一象限, 求离子初速度的最大值  $v_2$ ;
- (3) 若离子经磁场偏转后恰好能打到挡板上, 求离子初速度  $v_3$ 。



15. (16 分) 如图甲, 一质量为  $2m$  的物块  $B$  (可视为质点) 用一长度为  $l = \frac{v_0^2}{g}$  的轻绳悬挂于  $P$  点处

( $P$  点与水平面相距  $l$ ), 初始时其与竖直方向的夹角  $\alpha = 60^\circ$ ,  $P$  点正下方  $\frac{2}{3}l$  处有一钉子。另

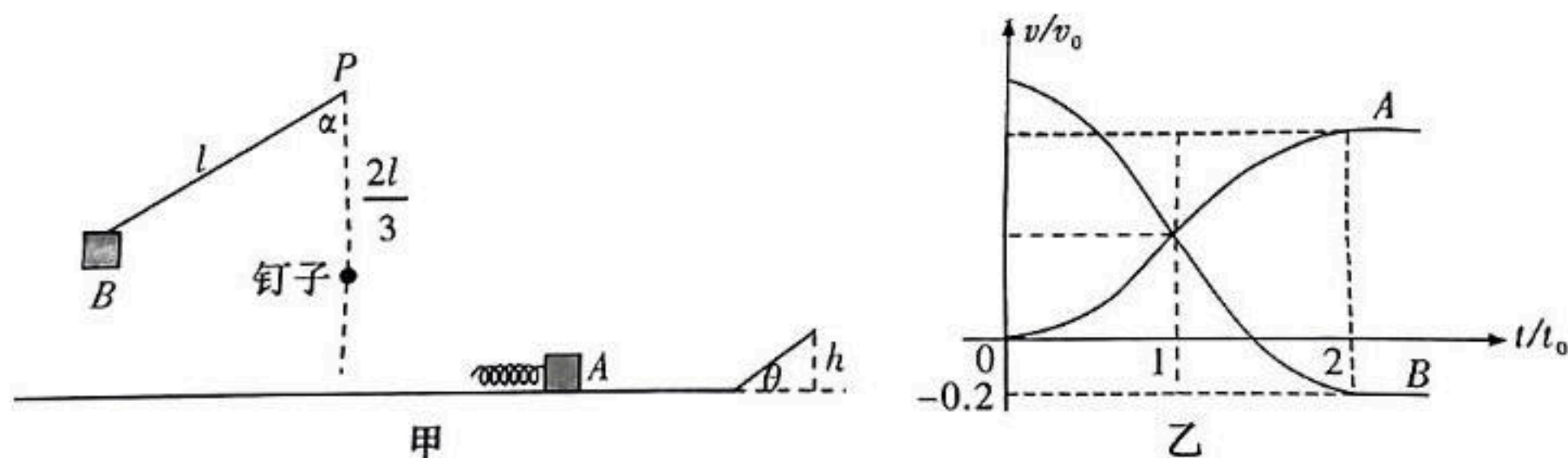
一物块  $A$  (可视为质点) 与轻质弹簧连接, 静止于光滑水平面上。现自由释放物块  $B$ , 当其运动至  $P$  点正下方时轻绳在钉子的作用下断裂。之后物块  $B$  将在光滑水平面上匀速直线运动, 直至与物块  $A$  发生碰撞 (假定在物块  $B$  触地过程中机械能没有损失, 轻绳在断裂后不影响物块  $B$  的后续运动)。

记物块  $B$  第一次与弹簧接触的时刻为  $t=0$ , 第一次与弹簧分离的时刻为  $t=2t_0$ 。第一次碰撞过程中,  $A$ 、 $B$  的  $v-t$  图像如图乙所示。已知从  $t=0$  到  $t=t_0$  时间内, 物块  $A$  运动的距离为  $0.144v_0t_0$ 。

$A$ 、 $B$  分离后,  $A$  滑上粗糙斜面, 然后滑下, 与一直在水平面上运动的  $B$  再次碰撞。斜面倾角  $\theta = 37^\circ$ , 高度  $h = \frac{v_0^2}{5g}$ , 与水平面光滑连接。已知碰撞过程中

弹簧始终处于弹性限度内, 重力加速度为  $g$ ,  $\sin \theta = 0.6$ 。求:

- (1) 轻绳即将断裂时的张力;
- (2) 第一次碰撞过程中, 弹簧压缩量的最大值  $\Delta x$  (用  $v_0$ 、 $t_0$  表示);
- (3) 物块  $A$  与斜面间的动摩擦因数  $\mu$  的取值范围。





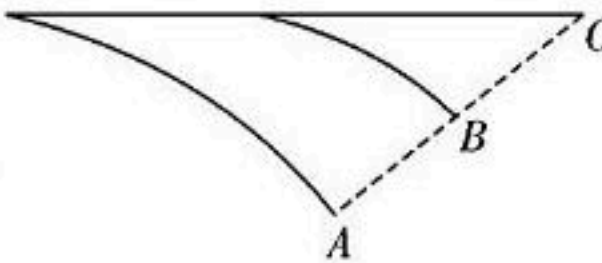
物理参考答案

一、单项选择题(本题共 6 小题,每小题 4 分,共 24 分。每小题给出的四个选项中,只有一个选项是符合题目要求的)

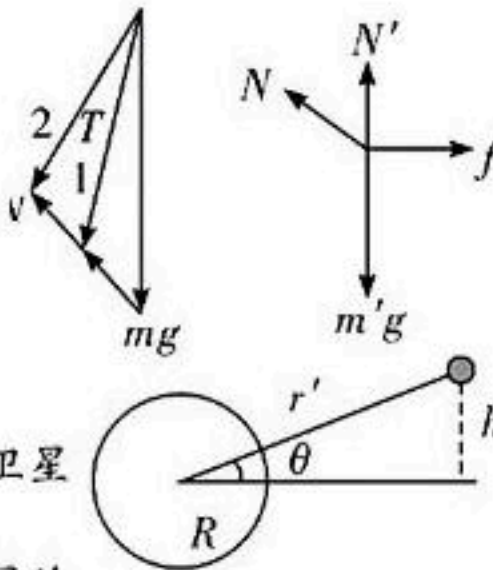
题 号	1	2	3	4	5	6
答 案	C	A	A	C	D	B

1. C 【解析】只有晶体熔化过程中温度不变,分子平均动能不变,而松香是非晶体,在熔化过程中,温度是升高的,而温度是分子热运动平均动能的标志,所以分子平均动能变大,故 A 错误;“阿秒”是一个单位,对应的物理量是时间,应为国际单位制的基本量,故 B 错误;赫兹最早发现了光电效应。D 错误;故 C 正确。

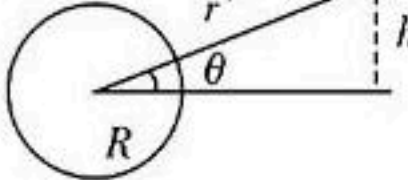
2. A 【解析】设飞机速度为  $v_1$  时投下第一个物体 A,速度为  $v_2$  时投下第二个物体 B,速度为  $v_3$  时投下第三个物体 C,则刚投下 C 时,物体在空中的位置关系如图所示。A 物体下落的高度为  $h_A = \frac{1}{2}g(2t)^2 = 20\text{ m}$ ,水平位移为  $x_A = 2v_1t$ ;B 物体下落的高度为  $h_B = \frac{1}{2}gt^2 = 5\text{ m}$ ,水平位移为  $x_B = v_2t = (v_1 + at)t$ ,飞机在两次投物体的时间间隔内的位移分别为  $x_1 = v_1t + \frac{1}{2}at^2$ ,  $x_2 = v_2t + \frac{1}{2}at^2 = (v_1 + at)t + \frac{1}{2}at^2 = v_1t + \frac{3}{2}at^2$ 。AB 连线的斜率为  $\tan \alpha = \frac{h_A - h_B}{x_1 + x_B - x_A} = 10$ ,BC 连线的斜率为  $\tan \beta = \frac{h_B}{x_2 - x_B} = 10$ ,  $\tan \alpha = \tan \beta$ ,所以是一条倾斜直线,直线的斜率为 10,故 A 正确。



3. A 【解析】对物体 Q 进行受力分析重力大小方向不变,支持力方向不变,所以根据矢量三角形可知,当将 P 环向右移动少许重新达到平衡,即拉力 T 从 1 位置处变成 2 位置处,可看出杆 ON 对环 Q 的弹力一定变大,细绳的拉力 T 变小,A 正确、B 错误;对 P、Q 整体做受力分析,由于杆 ON 对环 Q 的弹力 N 变大,所以环 P 与杆 MO 间的弹力  $N'$  变小,杆 ON 对环 Q 的弹力 N 在水平方向上的分力变大,所以环 P 的摩擦力也变大,CD 错误。故选 A。



4. C 【解析】由轨迹图可知:地球自转一圈,卫星运动 3 圈,卫星做圆周运动,根据万有引力提供向心力  $G\frac{Mm}{r^2} = m\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 r$ ,可得同步卫星的周期为  $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$ ,卫星 FZ01 的周期为  $T' = 2\pi\sqrt{\frac{r'^3}{GM}} = \frac{T}{3}$ , (卫星运动 1.5 圈,比地球多转一圈,故有  $(\frac{2\pi}{T} - \frac{2\pi}{T'})\frac{3}{2}T' = 2\pi \rightarrow T' = \frac{T}{3}$ ) 则卫星 FZ01 的轨道半径与同步卫星的轨道半径关系为  $r' = \frac{r}{\sqrt[3]{9}} \approx \frac{r}{2}$ ,卫星 FZ01 纬度最高时,  $\theta = 30^\circ$ ,卫星离地球球心所在水平面的高度为  $h = r' \sin 30^\circ = \frac{r}{2} \sin 30^\circ = \frac{r}{4}$ ,因此  $h = \frac{r}{4} > R$ ,即卫星高度大于北极点的高度,卫星 FZ01 可以记录到北极点的气候变化,也可以记录到南极点的气候变化,故 C 正确。



5. D 【解析】充电宝在  $t_2$  时刻具有向上的最大加速度,由牛顿第二定律知摩擦力方向竖直向上,  $t_1$  时刻充电宝具有向下的加速度,而加速度小于重力加速度,所以摩擦力方向向上,所以充电宝在  $t_2$  与  $t_1$  时刻所受的摩擦力方向相同,故 A 错误;  $t_3$  时刻由牛顿第二定律可得  $f_3 - mg = ma_3$ ,根据图像可知  $a_3 = -8\text{ m/s}^2$ ,解得  $f_3 = 0.4\text{ N}$ ,故 B 错误;  $t_2$  时刻充电宝具有向上的最大加速度,充电宝与手机之间的摩擦力最大,此时由牛顿第二定律有  $f_2 - mg = ma_2$ ,又  $f_2 = \mu N$ ,解得充电宝与手机之间的吸引力大小至少为  $N = 10\text{ N}$ ,而  $f_{\text{max}} = f_2 = 5\text{ N}$ ,故 D 正确,C 错误。

6. B 【解析】由于小球 A 和 B 组成的系统只有重力做功,机械能守恒,故 A 错误;小环 B 速度最大时,小环在竖直方向上的合力为 0,轻杆弹力的竖直分量为  $mg$ ,所以轻杆弹力大于  $mg$ ,故 C 错误;小球 A 初始位置距 D 点的竖直高度为  $h_1$ ,由几何关系可得  $R \sin 60^\circ + (h_1 - \frac{1}{2}R) \tan 30^\circ = 1.5R \sin 60^\circ$ ,解得  $h_1 = \frac{5}{4}R$ ,小环 B 初始位置距 D 点的竖直高度设为  $h_2$ ,由几何关系可得  $h_2 = h_1 + 1.5R \cos 60^\circ = 2R$ ,由系统机械能守恒可得  $2mg\Delta h_A + mg\Delta h_B = \frac{1}{2} \times 2mv_A^2 + \frac{1}{2}mv_B^2$ ,式中  $v_B = 0$ ,  $\Delta h_A = \frac{5}{4}R$ ,  $\Delta h_B = 0.5R$ ,解得  $v_A = \sqrt{3gR}$ ,故 D 错误;刚释放时小球 A 时,杆对小球的弹力沿着杆,与运动方向垂直,根据牛顿第二定律  $2mg \sin 60^\circ = 2ma_A$ ,解得  $a_A = \frac{\sqrt{3}}{2}g$ ,故 B 正确。

二、多项选择题(本题共 4 小题,每小题 5 分,共 20 分。在每小题给出的四个选项中,有多项符合题目要求,全部选对的得 5 分,选对但不全的得 3 分,有选错的得 0 分)

题 号	7	8	9	10
答 案	BD	BD	AD	ABD



7. BD **【解析】**设波长为 $\lambda$ ,由几何关系结合题意得 $\frac{\lambda}{100 \times 4} = \frac{AB+BC}{2}$ ,解得 $\lambda=8\text{ m}$ ,故A错误;设波的周期为 $T$ ,由题图可得 $nT + \frac{1}{2}T = \frac{1}{f}$ 即 $nT + \frac{1}{2}T = 0.2\text{ s}$ ,解得 $T = \frac{0.4}{2n+1}$  ( $n=0,1,2,\dots$ ),则波速 $v = \frac{\lambda}{T} = 20(2n+1)$  ( $n=0,1,2,\dots$ ),当 $n=1$ 时,波速等于 $60\text{ m/s}$ ,故B正确;由 $T = \frac{0.4}{2n+1}$  ( $n=0,1,2,\dots$ )可知无论 $n$ 取何值,周期都不可能等于 $0.1\text{ s}$ ,所以该波不可能与周期为 $0.1\text{ s}$ 的另一列绳波发生干涉,故C错误;A、C相距半个波长,所以一次曝光时A、C两处质点振动方向相反,故D正确。故选BD。
8. BD **【解析】**由题意可知 $ac$ 过 $O$ 点且为 $bd$ 的中垂线, $e$ 为 $ac$ 与 $bd$ 连线的交点,设 $cd$ 长为 $x$ ,分析几何关系知 $ab=ad=bd=\sqrt{3}x$ , $ec=eO=0.5x$ , $ac=1.5x+0.5x=2x$ , $aO=1.5x-0.5x=x$ ,由等量同种电荷电场分布规律可知, $b$ 和 $d$ 点的场中,分析得 $c$ 点电场强度大小为 $k\frac{q}{x^2}$ ,方向从 $e$ 点发出,沿 $ec$ 方向指向无穷远; $e$ 点电场强度大小为 $0$ 。在点电荷 $a$ 的电场中, $e$ 点场强为 $k\frac{q}{(1.5x)^2}$ ,方向沿 $ae$ 指向无穷远, $c$ 点的电场强度为 $k\frac{q}{(2x)^2}$ ,根据矢量叠加原则知, $e$ 点的电场强度大小为 $k\frac{4q}{9x^2}$ , $c$ 点电场强度大小为 $k\frac{5q}{4x^2}$ ,故 $c$ 点的电场强度大于 $e$ 点的电场强度,故A错误;在 $b$ 和 $d$ 点的场中, $O$ 点和 $c$ 点的电势相等,在点电荷 $a$ 的电场中, $O$ 点电势大于 $c$ 点的电势,由电势叠加规律知 $\varphi_1 > \varphi_2$ ,根据电势能的定义知,电子在 $O$ 点的电势能小于在 $c$ 点的电势能,故D正确;根据对称性, $a$ 、 $b$ 、 $d$ 各点的正电荷在 $O$ 点产生的电势相等,设为 $\varphi_0$ ,有 $\varphi_1 = 3\varphi_0$ ,同理, $b$ 、 $d$ 两点的正电荷在 $c$ 点产生的电势也为 $\varphi_0$ ,设 $a$ 点的正电荷在 $c$ 点产生的电势为 $\varphi_3$ ,则有 $2\varphi_0 + \varphi_3 = \varphi_2$ ,解得 $\varphi_3 = \varphi_2 - \frac{2}{3}\varphi_1$ ,若仅将 $a$ 点的正电荷换成带相同电量的负电荷,则负电荷在 $c$ 点产生的电势为 $-\varphi_3$ ,故 $c$ 点电势等于 $2\varphi_0 - \varphi_3 = \frac{4}{3}\varphi_1 - \varphi_2$ ,故B正确;若仅将 $b$ 点的正电荷换成带相同电荷量的负电荷,根据等量异种电荷的等势面分布可知, $b$ 、 $d$ 处的点电荷在 $O$ 、 $c$ 两点产生的电势为 $0$ ,故 $c$ 点的总电势等于 $a$ 点的正电荷在 $c$ 点产生的电势,电势为 $\varphi_3 = \varphi_2 - \frac{2}{3}\varphi_1$ ,故C错误。故选BD。

9. AD **【解析】**小球下滑过程由机械能守恒定律有 $mgR(1-\cos\theta) = \frac{1}{2}mv^2$ ,得 $v^2 = -2gR\cos\theta + 2gR$ ,对比图线可知 $2gR=12$ ,得 $R=0.6\text{ m}$ ,故A正确; $\theta = \frac{\pi}{2}$ 时,小球的速度平方为 $12$ ,此时是圆环对小球的弹力提供向心力,有 $N = m\frac{v^2}{R} = 4\text{ N}$ ,小球还受竖直向下的重力,所以小球所受合力为 $F = \sqrt{N^2 - (mg)^2} = 2\sqrt{5}\text{ N}$ ;故B错误;经计算分析可知小球在 $\cos\theta = \frac{2}{3}$ 的位置,圆环对小球的作用力方向会反向,当 $0 < \theta < \arccos\frac{2}{3}$ 时,有 $mg\cos\theta - N = m\frac{v^2}{R}$ ,可知随 $\theta$ 的增大,同时 $v$ 也增大,所以 $N$ 必须减小,当 $\arccos\frac{2}{3} < \theta < \frac{\pi}{2}$ 时,有 $mg\cos\theta + N = m\frac{v^2}{R}$ , $v$ 也增大,所以 $N$ 必须增大。所以当 $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$ 时,圆环对小球的作用力先减小后增大。当 $\frac{\pi}{2} < \theta < \pi$ 时,有 $N - mg\cos(180^\circ - \theta) = m\frac{v^2}{R}$ 可知随 $\theta$ 的增大,同时 $v$ 也增大,所以 $N$ 必须增大,所以 $0 \leq \theta \leq \pi$ 过程中,圆环对小球的作用力先减小后增大,故C错误,D正确。故选AD。

10. ABD **【解析】**物块 $P$ 在未与传送带共速之前,所受摩擦力方向沿传送带向下,设物块 $P$ 刚释放时的加速度为 $a_1$ 。有: $mg\sin\theta + \mu mg\cos\theta = ma_1$ ,得: $a_1 = 10\text{ m/s}^2$ ,至共速所需时间 $t_1 = \frac{v_0}{a_1} = 0.2\text{ s}$ ,沿传送带向下运动的位移: $x_1 = \frac{v_0}{2}t_1 = 0.2\text{ m}$ ,当物块 $P$ 的速度与传送带共速后,由于 $mg\sin\theta > \mu mg\cos\theta$ ,所以物块 $P$ 所受摩擦力方向沿传送带向上,设物块 $P$ 此过程中的加速度为 $a_2$ ,由牛顿第二定律得: $mg\sin\theta - \mu mg\cos\theta = ma_2$ ,得: $a_2 = 2\text{ m/s}^2$ ,物块 $P$ 以加速度 $a_2$ 加速运动的距离为: $x_2 = L - x_1 = 3\text{ m}$ ,设物块 $P$ 运动到传送带底端的速度为 $v_1$ ,由运动学公式有: $v_1^2 - v_0^2 = 2a_2x_2$ ,得 $v_1 = 4\text{ m/s}$ 。A选项正确; $Q = f \cdot s_{\text{相对}} = 9.6\text{ J}$ ,B选项正确;设物块 $P$ 运动到 $F$ 点的速度为 $v_2$ ,由动能定理得 $\frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = mgr(1+\cos\theta)$ ,代入数据解之得: $v_2 = 6\text{ m/s}$ ,若物块 $P$ 与物块 $Q$ 发生完全弹性碰撞,并设物块 $P$ 碰撞后的速度为 $v_3$ ,物块 $Q$ 碰撞后的速度为 $v_4$ ,则两物块的碰撞过程动量守恒,碰撞前后动能之和不变, $mv_3 + Mv_4 = mv_2$ , $\frac{1}{2}mv_3^2 + \frac{1}{2}Mv_4^2 = \frac{1}{2}mv_2^2$ ,联立得: $v_3 = 2\text{ m/s}$ ,若物块 $P$ 与物块 $Q$ 发生完全非弹性碰撞,有 $mv_2 = (M+m)v_3'$ ,得: $v_3' = 4\text{ m/s}$ ,所以物块 $P$ 碰撞后瞬间的速度范围为: $2\text{ m/s} \leq v_3 \leq 4\text{ m/s}$ ,在 $F$ 点由牛顿第二定律得: $F_N - mg = m\frac{v_3^2}{r}$ ,解得碰撞后圆弧轨道对物块 $P$ 的支持力大小范围为: $34.4\text{ N} \leq F_N \leq 77.6\text{ N}$ ,选项C错误,D正确。

### 三、实验题(11题6分,12题8分,共14分)

11. (6分,每空2分)(3)0.104(0.102、0.103、0.105、0.106均可) (4) $F = kv^2 + mg$  (5)C

**【解析】**(3)根据 $F - mg = m\frac{v^2}{l}$ ,整理有 $F = mg + \frac{m}{l}v^2$ ,由上述式子,结合图像可知,图像的截距为钢球的重力,即 $mg = 0.104\text{ N}$

(4)由之前的分析可知图像的解析式为 $F = mg + \frac{m}{l}v^2$ ,若图像的斜率为 $k$ ,钢球的质量为 $m$ ,重力加速度为 $g$ ,则 $F$ 与 $v^2$ 的关系式可改写为 $F = kv^2 + mg$

(5)产生误差的主要原因是光电门测出的是遮光条通过时的速度,大于钢球球心通过最低点的速度,即速度测大了



12. (8分)(1)200(1分) 99.5(1分) (2)180(2分) (3)40(2分) (4)<(2分)

【解析】(1)调零后发现  $R_0$  的滑片指向最上端,说明此时电流计③满偏、且欧姆表内阻为  $200\ \Omega$ ,由此可列方程:

$$r + \frac{R_G R_0}{R_G + R_0} + R_2 = 200\ \Omega$$

$$\frac{E}{200\ \Omega} \cdot \frac{R_0}{R_G + R_0} = I_G$$

代入数据,得  $R_0 = 200\ \Omega$ ,定值电阻  $R_2 = 99.5\ \Omega$ 。

(2)“ $\times 1$ ”挡时,欧姆调零后,电流计③满偏、且欧姆表内阻为  $20\ \Omega$ 。设此时调零电阻与电流计③串联部分的阻值为  $R$ ,则与电流计③并联部分的阻值为  $R_0 - R$ 。

$$r + \frac{(R_G + R)(R_0 - R)}{R_G + R_0} + R_1 = 20\ \Omega$$

$$\frac{E}{20\ \Omega} \cdot \frac{R_0 - R}{R_G + R_0} = I_G$$

代入数据,得  $R = 180\ \Omega$ 。

(3)“ $\times 1$ ”挡测量时,欧姆表内阻为  $20\ \Omega$

$$\frac{E}{20\ \Omega} = I$$

$$\frac{E}{20\ \Omega + R_x} = \frac{1}{3} I$$

解得  $R_x = 40\ \Omega$ 。

(4)电源内阻  $r$  略微增大了一些,会导致电流计不满偏,欧姆调零时为了使电流计满偏,会将调零电阻的滑片向上滑。这会使得欧姆表内阻增大,从而中值电阻增大,导致测量值偏小。

四、解答题(13题 13分,14题 13分,15题 16分,共 42分)

13. (13分)【解析】(1)根据题可知,粒子从  $P$  点射出的初速度大小为:  $v_0 = \frac{L}{T}$  ..... (1分)

从  $t=0$  时刻射进电场的粒子,刚好从下板右端边缘射出,则粒子在电场运动的加速度大小为  $a = \frac{qU_0}{mL}$  ..... (1分)

又  $\frac{1}{2}L = 2 \times \frac{1}{2}a\left(\frac{T}{2}\right)^2$  ..... (2分)

解得:  $U_0 = \frac{2mL^2}{qT^2}$  ..... (1分)

(2)由于所有粒子穿过电场的时间均为  $t=T$ ,因此所有粒子出电场时沿电场方向的速度为零,即所有粒子射出电场时速度大小为  $v_0$ ,方向水平向右。根据对称性,从  $t=0.5T$  时刻进入电场的粒子刚好从上板右边缘水平向右射出,即所有粒子射出两板间的区域在两板右端间长为  $L$  的区域内, $t=0.25T$  时刻射出的粒子刚好沿两板中线射出,经  $MN$  右侧电场偏转后打在荧光屏的中点,设该电场的电场强度大小为  $E$ ,则

$$\frac{1}{2}L = \frac{1}{2} \frac{qE}{m} t^2, L = v_0 t$$
 ..... (2分)

解得:  $E = \frac{mL}{qT^2}$  ..... (1分)

(3)设打在荧光屏左端的粒子在  $MN$  右侧电场中的侧移为  $y_1$ ,则:  $y_1 = \frac{1}{2} \frac{qE}{m} t_1^2, \frac{1}{2}L = v_0 t_1$

解得:  $y_1 = \frac{1}{8}L$  ..... (2分)

设打在荧光屏右端的粒子在  $MN$  右侧电场中的侧移为  $y_2$ ,则:  $y_2 = \frac{1}{2} \frac{qE}{m} t_2^2, \frac{3}{2}L = v_0 t_2$

解得:  $y_2 = \frac{9}{8}L > L$  ..... (2分)

故屏上能接收到的粒子从两极板间射出时的位置范围是  $\frac{1}{8}L \leq y \leq L$  ..... (1分)

14. (13分)【解析】(1)  $2qB_0 v_1 = m \frac{v_1^2}{r_1}$

可得:  $r_1 = \frac{mv_1}{2qB_0}$  ..... (2分)

若离子恰好与磁场 I 的边界相切  $r_1 = h$  ..... (1分)

得:  $v_1 = \frac{2qB_0 h}{m}$  ..... (1分)

(2)由题可知  $r_2 = 0.5h$  ..... (1分)

$$2qB_0 v_2 = m \frac{v_2^2}{r_2}$$



可得  $v_2 = \frac{qB_0 h}{m}$  ..... (2 分)

又  $v_2 < v_1$

该离子不会进入区域 I, 满足题目要求, 即  $v_2 = \frac{qB_0 h}{m}$  ..... (1 分)

(3) 平行挡板方向由动量定理  $qBv_{\perp} \Delta t = m \Delta v_{\parallel}$   
 $\sum 2qB_0 v_{\perp} \Delta t_2 + \sum qB_0 v_{\perp} \Delta t_1 = mv_3 - mv_3 \cos 60^\circ$  ..... (3 分)

$2qB_0 \cdot \frac{1}{2}h + qB_0 \cdot h = \frac{1}{2}mv_3$

解得:  $v_3 = \frac{4qB_0 h}{m}$  ..... (2 分)

15. (16 分)【解析】(1) 设 B 摆至最低点的速度为  $v$ , 根据动能定理有:  $2mgl(1 - \cos \alpha) = \frac{1}{2} \times 2mv^2$

解得  $v = v_0$  ..... (3 分)

设轻绳即将断裂时其中的张力为  $F_T$ , 对 B 受力分析有:  $F_T - 2mg - 2m \frac{v^2}{l - \frac{2}{3}l}$

解得  $F_T = 8mg$  ..... (2 分)

(2) 设 A 的质量为  $m_A$ , 碰后 A 的速度为  $v_A$ , B 与 A 发生完全弹性正碰, 碰撞前后动量动能守恒, 有

$2mv_0 = m_A v_A + 2m(-0.2v_0), \frac{1}{2} \times 2mv_0^2 = \frac{1}{2} m_A v_A^2 + \frac{1}{2} \times 2m(0.2v_0)^2$  ..... (2 分)

解得  $m_A = 3m, v_A = 0.8v_0$

易知  $t = t_0$  时弹簧压缩量最大, 记为  $\Delta x$ 。设压缩过程中 A 的速度为  $v_A(t)$ , B 的速度为  $v_B(t)$

$\Delta x = \sum_{t=0}^{t_0} v_B(t) \Delta t - \sum_{t=0}^{t_0} v_A(t) \Delta t$

利用动量守恒:  $3mv_A + 2mv_B = 2mv_0$

将  $v_B(t)$  用  $v_A(t)$  替换可得:  $\Delta x = v_0 t_0 - \frac{5}{2} \sum_{t=0}^{t_0} v_A(t) \Delta t$  ..... (2 分)

代入题给条件  $\sum_{t=0}^{t_0} v_A(t) \Delta t = 0.144v_0 t_0$

可求得:  $\Delta x = 0.64v_0 t_0$  ..... (1 分)

(3) A 若要与 B 发生二次碰撞, 其不能越过斜面。设 A 在斜面顶端的速度为  $v_m$ , 由动能定理得

$-3mgh - 3\mu mg \cos \theta \frac{h}{\sin \theta} = \frac{1}{2} \times 3mv_m^2 - \frac{1}{2} \times 3m(0.8v_0)^2$

不能越过斜面即等价于  $v_m^2 \leq 0$

代入可解得:  $\mu \geq \frac{9}{20}$  ..... (2 分)

A 若要与 B 发生二次碰撞, 其除了不能越过斜面之外, 其返回至水平面时速度大小必须比 B 的大。设此时 A 在斜面上的最大高度为  $h_m$ , 返回水平面时的速度为  $v'$ , 根据动能定理得

$-3mgh_m - 3\mu mg \frac{h_m}{\tan \theta} = -\frac{1}{2} \times 3m(0.8v_0)^2, 3mgh_m - 3\mu mg \frac{h_m}{\tan \theta} = \frac{1}{2} \times 3m(v')^2$

从中可以得到  $v'$  与  $v_0$  的关系  $(v')^2 = \frac{16}{25} v_0^2 \frac{\tan \theta - \mu}{\tan \theta + \mu}$

A 返回的速度  $v'$  要大于 B 在水平面上的速度  $0.2v_0$ , 代入可解得  $\mu < \frac{45}{68}$  ..... (2 分)

最后, A 能够从斜面上滑下必须满足条件  $3mg \sin \theta - 3\mu mg \cos \theta \geq 0$

从中解得:  $\mu \leq \frac{3}{4}$

综上可得 A 与斜面间的动摩擦因数应满足:  $\frac{9}{20} \leq \mu < \frac{45}{68}$  ..... (2 分)