

邯郸市 2025 届高三年级第四次调研监测

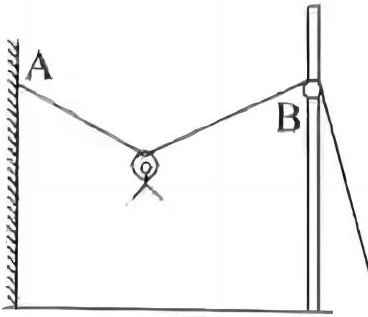
物 理

班级_____ 姓名_____

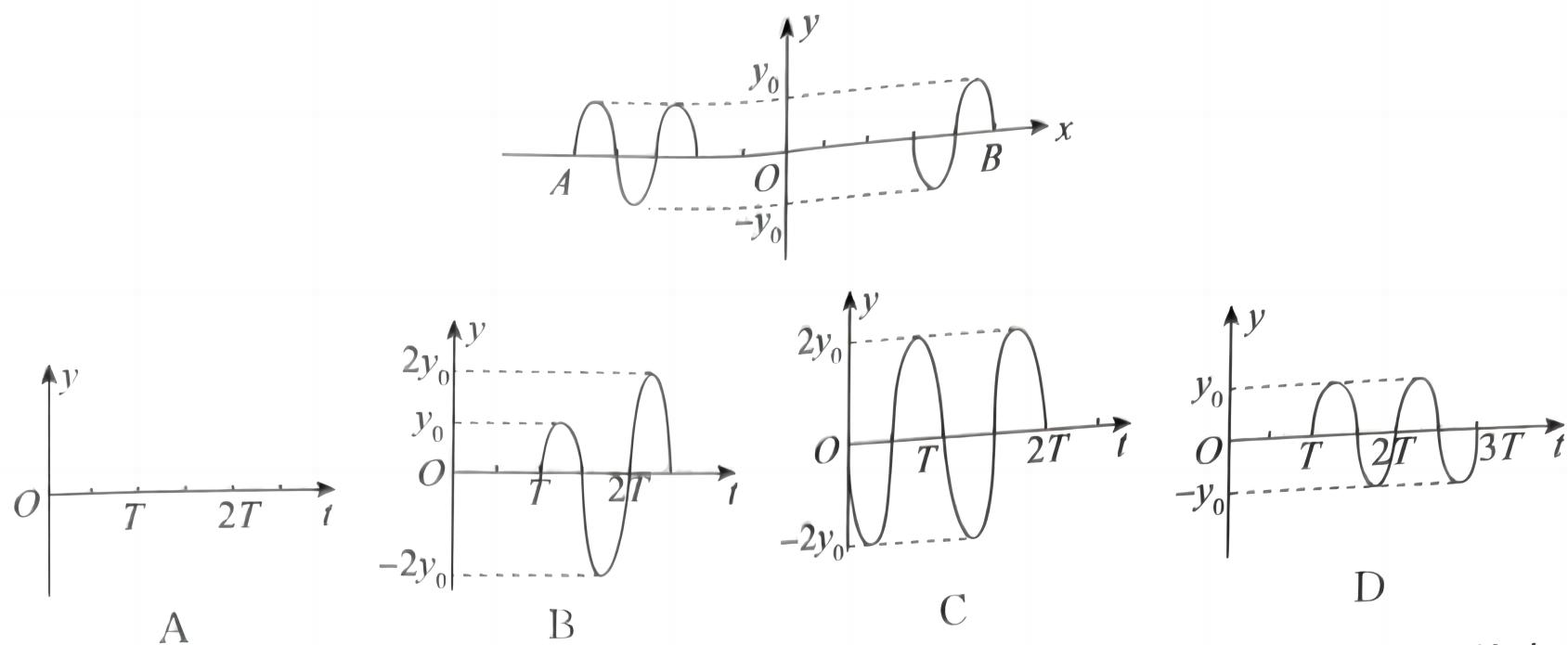
注意事项:

1. 答卷前,考生务必将自己的姓名、班级和考号填写在答题卡上。
2. 回答选择题时,选出每小题答案后,用 2B 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,将本试卷和答题卡一并交回。

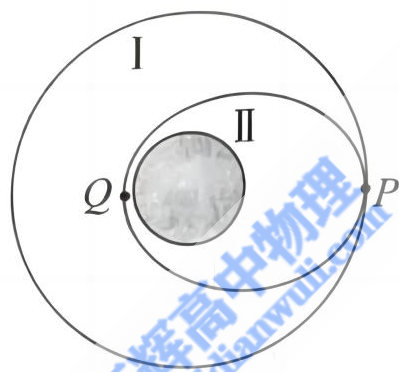
一、单项选择题:本题共 7 小题,每小题 4 分,共 28 分。在每小题给出的四个选项中,只有一项是符合题目要求的。

1. 近日,中国科学院近代物理研究所的科研人员精确测量了一批奇特原子核的质量,确定了铝、磷、硫和氩元素的质子滴线,并提出了一种基于原子核质量揭示质子晕结构的新方法。下列说法正确的是
 - A. 光谱分析是探索原子核结构的一条重要途径
 - B. β 衰变的实质是原子核内的一个中子转化成一個质子和一个电子
 - C. 结合能越大,原子核越稳定
 - D. 放射性元素的原子单质状态或化合物状态会影响其衰变的快慢
2. 河北吴桥杂技历史悠久,其丰富多样的表演项目深受百姓喜爱。其中,“空中飞人”以紧张刺激的视觉效果令大众津津乐道。如图所示为“空中飞人”表演的简化图,A、B 之间的安全绳上有轻质动滑轮,杂技演员手握滑轮可沿绳滑动。安全绳一端固定于左侧墙壁的 A 处,右侧有一固定的竖直杆,杆上装有可上下移动的滑轮 B。安全绳绕过滑轮 B 后,由地面工作人员牵拉。在某一过程中,滑轮 B 先缓慢上升一段距离,期间 A 与滑轮 B 间的绳长不变,之后滑轮 B 位置保持固定,由下方工作人员缓慢向下拉动安全绳。在此过程中,安全绳中的张力
 

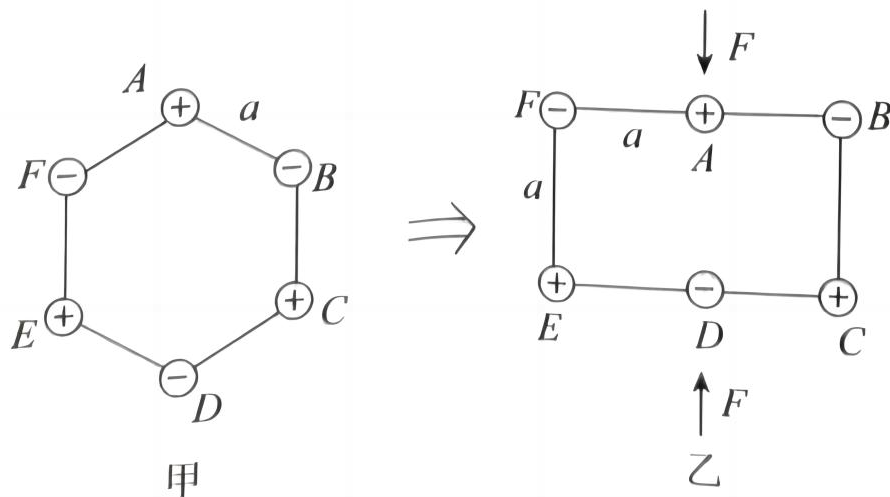
- A. 保持不变
 - B. 一直增大
 - C. 先增大后不变
 - D. 先不变后增大
3. 在 x 轴上的 A、B 两点存在两个波源,振动的周期均为 T ,两列横波沿 x 轴相向传播。在 $t=0$ 时刻, x 轴上的波形如图所示。则关于平衡位置 O 处质点的振动图像,下列选项正确的是



4. 2024年10月11日10时39分,我国在东风着陆场成功回收首颗可重复使用返回式技术试验卫星——实践十九号卫星。如图所示,已知地球半径为 R ,某探测器被回收前在轨道 I 做匀速圆周运动,运行高度距地面为 $2R$,经过 P 点时点火变轨,随后进入椭圆轨道 II 运行, Q 为近地点,喷气时忽略探测器质量的变化。下列说法正确的是

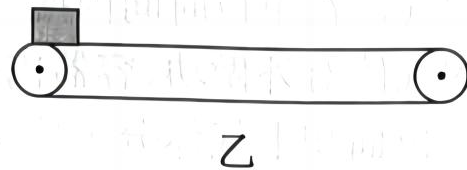


- A. 探测器在轨道 I 上经过 P 点时的加速度大于在轨道 II 上经过 P 点时的加速度
 - B. 探测器在轨道 II 上经过 P 点的线速度小于地球第一宇宙速度
 - C. 探测器从轨道 I 变轨到轨道 II 时,机械能不变
 - D. 探测器从轨道 I 变轨到轨道 II 时,向运动的反方向喷气加速
5. 生活中,常见的正六边形虽然整体结构较为稳固,但单个正六边形的框架在受到挤压或拉伸时容易发生形变。如图甲所示,边框长度为 a 的正六边形的每个顶点处均固定有电荷量大小为 q 的点电荷(电荷正负如图所示),正六边形在外力作用下可压成如图乙所示的长方形。下列说法正确的是

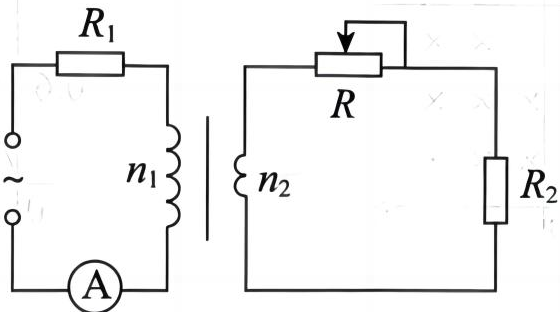


- A. 图甲状态下,粒子不受框架的作用力
- B. 图乙状态下,矩形中心的电场强度方向由 A 指向 D
- C. 图甲状态下, B 处粒子与 F 处粒子所在位置的电场强度相同
- D. 图乙状态下,将一负试探电荷由无穷远处移至矩形中心处,需要克服电场力做功

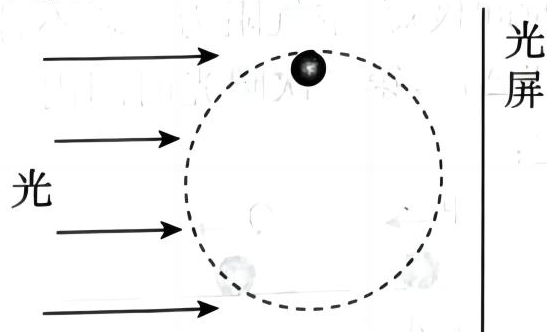
6. 如图甲所示为地铁进站口的行李安检机,其简化原理图如图乙所示,水平传送带始终以恒定速率 0.2 m/s 顺时针转动。一质量为 1 kg 的包裹(可视为质点)无初速度地轻放在传送带的左端,经过 8 s 后最终到达传送带右端。若包裹与传送带间的动摩擦因数为 0.5 ,下列说法正确的是



- A. 安检机使用 γ 射线探测包裹内的物品
 B. 该传送带长为 2.0 m
 C. 若包裹底部沾有染料,传送带上会出现 0.04 m 的染色痕迹
 D. 由于传送包裹,电动机多做的功为 0.04 J
7. 如图所示,变压器可视为理想变压器,原、副线圈的匝数比为 $n_1 : n_2 = 2 : 1$,原线圈电路中电阻 $R_1 = 4 \Omega$,副线圈电路中 $R_2 = 1 \Omega$,滑动变阻器 R 的最大阻值为 10Ω 。原线圈输入端接入正弦交流电,电压表达式为 $u = 220\sqrt{2} \sin 100\pi t (\text{V})$ 。当调节副线圈中的滑动变阻器 R 的滑片从最右端移至最左端时。下列说法正确的是

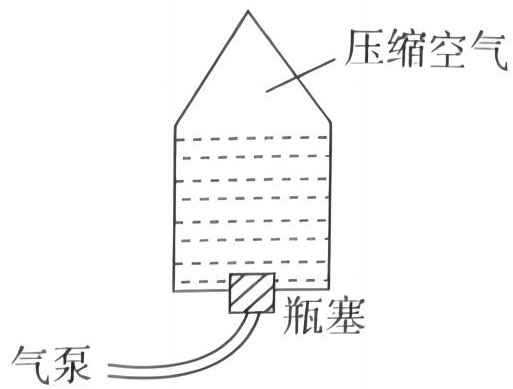


- A. 电阻 R_1 的发热功率先增大后减小
 B. 变压器输出功率最大为 6.050 W
 C. 滑动变阻器 R 的最大功率为 $1.512.5 \text{ W}$
 D. 原线圈中电流表的最小示数为 5.58 A
- 二、多项选择题:本题共 3 小题,每小题 6 分,共 18 分。在每小题给出的四个选项中,有两个或两个以上选项符合题目要求。全部选对的得 6 分,选对但不全的得 3 分,有选错的得 0 分。
8. 如图所示,一小球在竖直面内做匀速圆周运动,一束沿水平方向的平行光从左侧照射小球,在右侧光屏上形成小球的投影,小球的投影在光屏上往复运动,小球在最高点处为计时起点,小球运行周期为 T 。下列说法正确的是



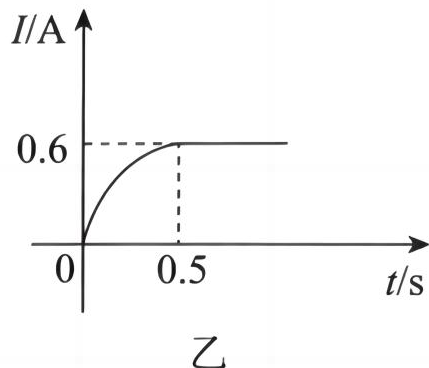
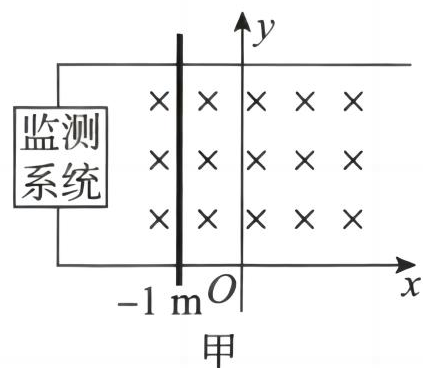
- A. 小球的投影在 $0 \sim \frac{T}{2}$ 时间内做加速运动,在 $\frac{T}{2} \sim T$ 时间内做减速运动
 B. $\frac{T}{2}$ 时刻小球投影的速度为零
 C. $\frac{T}{4} \sim \frac{3}{4}T$ 时间内小球投影的速度方向相同
 D. $\frac{T}{4} \sim \frac{3}{4}T$ 时间内小球投影的加速度方向相同

9. 水火箭的原理如图所示,在室温环境下,导热性良好的容器内装入一定质量的水,此时容器内的气体体积为 V_0 ,压强为 p_0 ,现用气泵向容器内缓慢充气后压强变为 $4p_0$,充气过程中容器和气泵内气体温度不变,瓶塞脱离容器的瞬间,容器被发射出去。整个过程容器形状不发生变化,发射过程时间极短。下列说法正确的是



- A. 充气过程中充入的气体质量是原气体质量的 4 倍
- B. 充气完成后容器内的气体在单位时间内撞击器壁次数增加
- C. 发射过程中容器内的气体对外做功,容器内的气体温度下降
- D. 发射过程中容器中单位面积上气体分子撞击的平均作用力增大

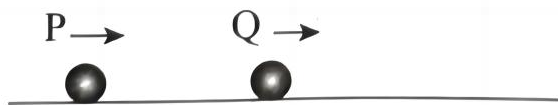
10. 如图,水平导轨间距为 0.1 m ,按如图甲建立 xOy 坐标系,在 $x \geq 0$ 区域内有垂直纸面向里、大小为 $B=1\text{ T}$ 的匀强磁场,在 $-1\text{ m} \leq x < 0$ 的区域内有垂直纸面向里、大小按 $B(x) = 0.5x + 1(\text{T})$ 规律变化的磁场。一个质量为 0.2 kg 的导体棒,在外力 F 的作用下从 $x = -1\text{ m}$ 处开始向右运动, $t = 0.5\text{ s}$ 时恰好通过 $x = 0$ 处,此过程中监测系统显示回路中的电流变化如图乙所示(前 0.5 s 呈正弦规律变化, 0.5 s 时恰好达到电流的峰值,之后稳定于 0.6 A)。已知导体棒接入电路的阻值为 $R = 0.5\ \Omega$,闭合回路中的其他电阻忽略不计,且导体棒与导轨接触良好。下列说法正确的是



- A. 导体棒通过 $x = 0$ 时的速度大小为 3 m/s
- B. 在 $0 \sim 0.5\text{ s}$ 内电阻产生的焦耳热为 0.09 J
- C. 0.5 s 后,磁场每秒钟对导体棒的冲量大小为 $0.06\text{ N} \cdot \text{s}$
- D. 导体棒在 $x \geq 0$ 区域向右做匀加速直线运动

三、非选择题:本题共 5 小题,共 54 分。

11. (8 分)某同学利用频闪照相机验证两小球碰撞过程中的动量守恒。如图所示,水平面可近似看作光滑绝缘的平面,现使质量分别为 m_1 和 m_2 的两个体积相同带同种电荷的小球 P 和 Q 同向运动并发生正碰,碰后两小球运动方向不变($m_1 > m_2$)。碰前和碰后某时刻,照相机各曝光一次,曝光时间均为 Δt ,且时间极短,空气阻力忽略不计。第一次曝光时间内,小球 P 和 Q 运动的位移大小分别为 Δx_1 和 Δx_2 ,第二次曝光时间内,小球 P 和 Q 运动的位移大小分别为 Δx_3 和 Δx_4 。请回答下列问题:

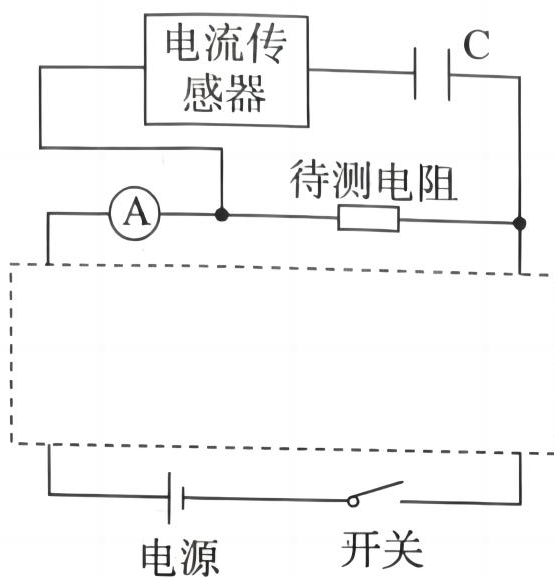


- (1) 第一次曝光时,小球 P 的速度大小为 _____。(用题中给出的字母表示)
- (2) 从第一次曝光到第二次曝光的过程中,小球 P 对小球 Q 的作用力的冲量大小为 _____。(用题中给出的字母表示)
- (3) $\frac{m_1}{m_2} = \frac{\Delta x_2 \Delta x_3}{\Delta x_1 \Delta x_4}$ (用 $\Delta x_1, \Delta x_2, \Delta x_3, \Delta x_4$ 表示) 时,可证明两小球碰撞过程中系统的动量守恒。
- (4) 若两小球运动过程中有漏电或碰撞过程中电荷发生了相互转移,那么碰撞前后二者组成的系统的动量是否守恒? _____ (填“是”或“否”)。

12. (8分) 某同学测量某一待测电阻的阻值, 所用到的仪器如下:

- a. 待测电阻
- b. 电流表 A (量程足够大)
- c. 电容器 (电容为 C , 击穿电压大于电源的电动势)
- d. 电流传感器 (连接计算机)
- e. 滑动变阻器 R_L
- f. 电源、开关、导线若干

(1) 实验时要求描绘出电容器在尽可能多的电压值之下充电时, 其充电电流随时间变化的图像, 利用上述器材, 请在下图虚线框中将电路图补充完整。

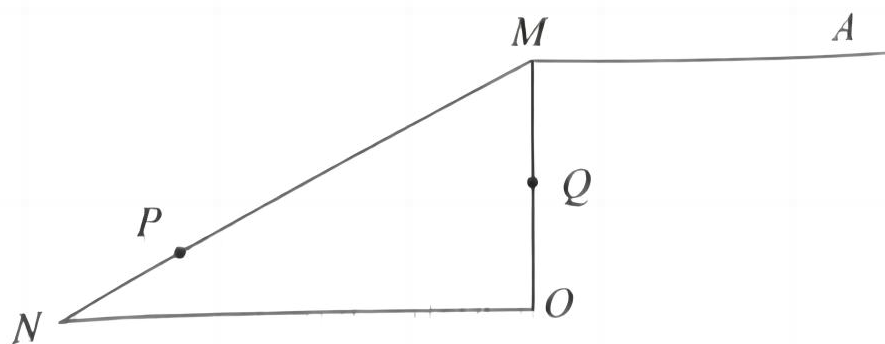


(2) 先将滑动变阻器的滑片置于某一适当位置, 闭合开关。随即计算机上显示出电容器充电过程中电流随时间变化的图像, 待电流传感器的示数变为零后, 记录此时电流表 A 的示数为 I , 并利用计算机算出电流随时间变化的图像与坐标轴围成的面积为 S , 此面积表示的物理意义是 _____, 电容器两端的电压为 _____, 实验完成后断开开关。

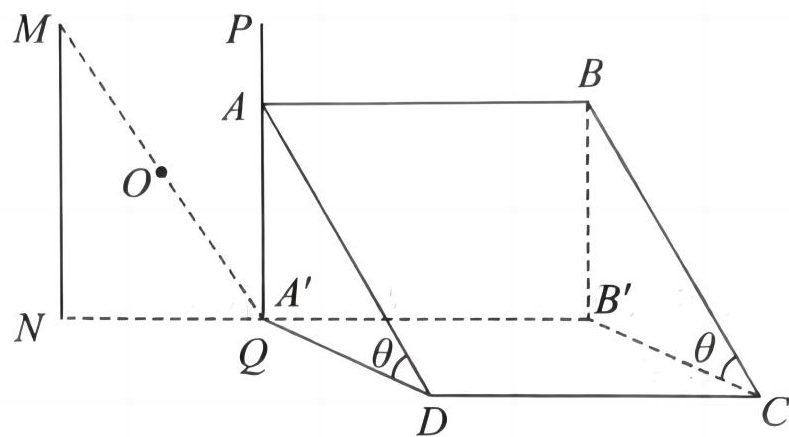
(3) 多次改变滑动变阻器滑片的位置, 每次均重复步骤(2), 得到多组 S 及对应的 I 的值, 作出 $S-I$ 图像, 若其斜率为 k , 则待测电阻的阻值为 _____。(用题中给出的字母表示)

13. (10分) 如图所示, 三棱镜的横截面为直角三角形 OMN , $\angle MNO = 30^\circ$, ON 边镀有反射膜, $MN = L$, MA 是与三棱镜 OM 边紧贴且垂直的接收屏。一束平行于 ON 边的光线从 MN 边上的 P 点射入三棱镜, 经过 ON 边反射后, 恰好经过 OM 边上的 Q 点, 并最终打在接收屏上的 B 点 (图中未标出)。已知 $NP = \frac{1}{4}MN$, $MQ = \frac{1}{2}OM$, 光在真空中的速度为 c , 不考虑多次反射和折射。求:

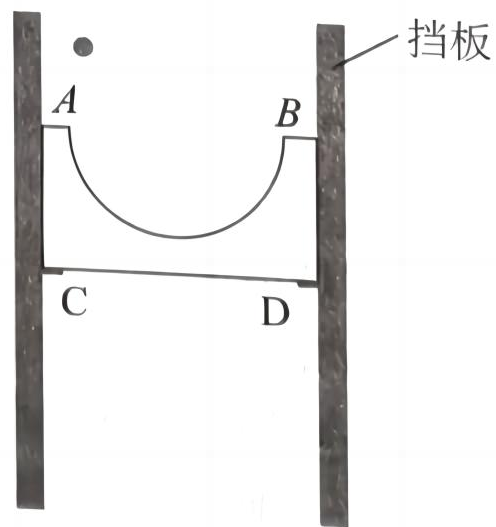
- (1) 三棱镜的折射率 n ;
- (2) MB 的长度;
- (3) 光线自 P 点到 B 点的时间。



14. (12分) 如图所示, 两个等大带电金属板 MN 、 PQ 间存在大小为 $E=100\text{ N/C}$, 方向水平向左的匀强电场(假设金属板边缘处也为匀强电场), 两板间距 $d=0.3\text{ m}$, MQ 连线与竖直方向的夹角为 $\theta=37^\circ$ 。在板 PQ 右侧空间内存在沿 AD 方向的匀强磁场(图中未画出), AD 在 PQ 棱所在平面内, AD 与水平方向间的夹角也为 θ , 已知 $AB\parallel CD$, MN 、 PQ 与 $ABB'A'$ 在同一竖直面内。在 MQ 中点 O 处有一质量为 $m=0.4\text{ kg}$ 的带电小球, 若小球初速度沿 MQ 方向, 则小球运动轨迹为直线。现将小球从 O 点竖直向上抛出, 小球恰好沿 PQ 板上的小孔 A 点水平射出电场, 进入 PQ 右侧磁场区域。小球在磁场中的 $ABCD$ 面内运动, 并且恰好经过 C 点。已知 $\sin 37^\circ=0.6$, $\cos 37^\circ=0.8$, g 取 10 m/s^2 。求:
- (1) 小球所带电荷量大小;
 - (2) 小球从 A 点离开电场时的速度大小以及 OA 间竖直方向的距离;
 - (3) 板 PQ 右侧区域磁感应强度 B 的大小及小球经过 C 点时的速度大小。



15. (16分) 极限滑板运动一直倍受青少年青睐, 某款滑道设计可以让运动员沿滑道下滑到某一高度时压迫滑道竖直下滑, 给体验者带来极大刺激。现把该设计简化成如图所示的运动模型: 小球代表运动员(可视为质点), 两竖直挡板间所夹滑块代表滑道, 其横截面为半径 $R=1\text{ m}$ 的半圆形, A 、 B 是直径两 endpoint。圆形轨道光滑, 侧面与两挡板间的动摩擦因数 $\mu=0.3$ 。已知小球质量为 m , 滑块质量为 $2m$ 。采用智能控制系统控制挡板对滑块左右两侧面压力大小分别为 N_1 、 N_2 , $N_1+N_2=10mg$, 且大小之和恒定不变。在滑块底部两侧挡板伸出短板 C 、 D , 初始滑块与短板接触但不挤压, 当滑块对两个短板的总压力超过 $F_N=3mg$ 时, 短板瞬间(短板长度很小)全部收缩进入挡板中。忽略空气阻力, 最大静摩擦力等于滑动摩擦力, 重力加速度 $g=10\text{ m/s}^2$ 。
- (1) 若从 A 点静止释放小球, 小球沿轨道下滑, 这个过程中滑块会不会沿挡板向下滑动? 判断并证明;
 - (2) 若从 A 点正上方 h 处静止释放小球, 假设滑块刚要向下滑动时, 小球此刻所在位置和圆心的连线与水平方向的夹角为 θ , 求 h 与 θ 的关系式;
 - (3) 若从 A 点正上方 $h=3.25R$ 处静止释放小球, 求小球第一次滑至轨道最低点时的速度大小。



邯郸市 2025 届高三年级第四次调研监测

物理参考答案及解析

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	B	D	B	B	B	D	C	BD	BC	AC

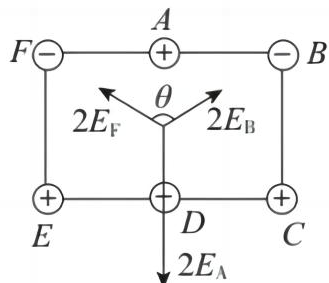
1. B **【解析】** 光谱分析是探索原子结构的一条重要途径,选项 A 错误; β 衰变的实质是原子核内部的一个中子转化成一個质子和一个电子,选项 B 正确;比结合能越大,原子核越稳定,选项 C 错误;放射性元素的衰变快慢由核内部自身的因素决定,与原子所处状态无关,选项 D 错误。

2. D **【解析】** 滑轮 B 先缓慢上升一段距离,期间 A 与滑轮 B 间的绳长不变,类似于晾衣杆模型,杂技演员两侧安全绳的夹角没有发生变化,绳子上的张力保持不变。滑轮 B 位置保持固定,由下方工作人员缓慢向下拉动安全绳,设绳子拉力大小为 F_T ,杂技演员两侧绳子的夹角 θ 逐渐变大,竖直方向根据受力平衡可以得到 $mg = 2F_T \cos \frac{\theta}{2}$,即 $F_T = \frac{mg}{2 \cos \frac{\theta}{2}}$,则安全绳的张力逐渐增大,因此 D 项正确。

3. B **【解析】** 由波动图像可知,两列波的波长、波速均相等,A 波在 T 时刻传播到 O 点,B 波在 $1.5T$ 时刻传播到 O 点,因此,在 $0 \sim T$ 时刻, O 点保持静止。在 $T \sim 1.5T$ 时间内, O 点的振动由 A 波决定, $1.5T$ 之后,两列波形在 O 点叠加,且为振动加强点,因此选项 B 正确。

4. B **【解析】** 根据万有引力提供向心力,由 $\frac{GMm}{r^2} = ma$ 可知,两轨道上 P 点到地球中心距离 r 相等,所以探测器在轨道 I 上经过 P 点时的加速度与轨道 II 上经过 P 点时的加速度相等,选项 A 错误;探测器在 P 点做近心运动,所以探测器在轨道 II 上经过 P 点的线速度小于轨道 I 上 P 点的速度,而第一宇宙速度大于轨道 I 的速度,选项 B 正确;探测器从高轨道变轨到低轨道,需要在变轨处点火减速,变轨时探测器的动能减少,重力势能不变,所以机械能减少,选项 C 错误;探测器从轨道 I 变轨到轨道 II 时,应该减速,故应向运动的方向喷气减速,选项 D 错误。

5. B **【解析】** 图甲状态下,A 处的电场强度 $\vec{E} = \vec{E}_B + \vec{E}_C + \vec{E}_D + \vec{E}_E + \vec{E}_F = 2 \cdot \frac{kq}{a^2} \cos 60^\circ + \frac{kq}{4a^2} - 2 \cdot \frac{kq}{(\sqrt{3}a)^2} \cos 30^\circ = \frac{5kq}{4a^2} - \frac{\sqrt{3}kq}{3a^2} > 0$,方向由 A 指向几何中心,由 $F = qE$ 可知,此时 A 处粒子受到指向中心的电场力,所以粒子受到框架给的等大反向的作用力保持平衡,选项 A 错误;图甲状态下,B 处与 F 处粒子所在位置的电场强度大小相等,方向不同,选项 C 错误;在图乙状态下,矩形中心处的电场强度 $\vec{E}_O = \vec{E}_A + \vec{E}_B + \vec{E}_C + \vec{E}_D + \vec{E}_E + \vec{E}_F$,设 θ 为 OF 与 OB 之间的夹角,如图所示:



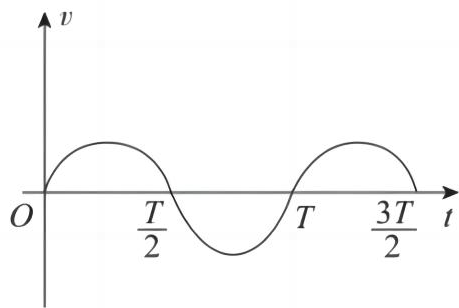
$$E_O = 2E_A - 2 \times 2E_F \cos \frac{\theta}{2} = \frac{2kq}{\left(\frac{a}{2}\right)^2} - 4 \times \frac{kq}{\left(\frac{\sqrt{5}}{2}a\right)^2} \cos \frac{\theta}{2} = \frac{8kq}{a^2} - \frac{16kq}{5a^2} \times \frac{\sqrt{5}}{5} > 0$$
, 电场强度方向由 A 指向 D,

选项 B 正确;在图乙状态下,矩形中心处电势为 0,负电荷由无穷远处移至矩形中心的零电势处,电场力不做功,选项 D 错误。

6. D 【解析】安检机的工作原理是用 X 射线的穿透性探测包裹内的物品,选项 A 错误;包裹与传送带共速前,根据牛顿第二定律可得 $\mu mg = ma$,解得 $a = 5 \text{ m/s}^2$,则其与传送带达到共速时的位移为 $2aL_1 = v^2$,解得 $L_1 = 0.004 \text{ m}$,由 $v = at_1$ 解得 $t_1 = 0.04 \text{ s}$, $t_2 = t - t_1 = 7.96 \text{ s}$,包裹匀速位移 $L_2 = vt_2$,传送带长度 $L = L_2 + L_1$,联立解得 $L = 1.596 \text{ m} \approx 1.6 \text{ m}$,选项 B 错误;包裹与传送带共速前,包裹与传送带的相对位移 $\Delta L = vt_1 - L_1 = 0.2 \times 0.04 \text{ m} - 0.004 \text{ m} = 0.004 \text{ m}$,所以传送带上会出现 0.004 m 的染色痕迹,选项 C 错误;对传送带而言,传送带受到包裹的摩擦力为 $F_f = \mu mg = 5 \text{ N}$,对传送带作用了 0.04 s ,此时传送带运行了 0.008 m ,所以电动机对传送带多做的功为 $W = F_f x = 0.04 \text{ J}$,选项 D 正确。

7. C 【解析】当滑片向左移动时, R 阻值减小,副线圈总电阻 $R_{\text{总}} = R_2 + R$ 减小,副线圈中的电流 I_2 增大,则原线圈中的电流 I_1 增大,导致 R_1 消耗的功率 $P_{R_1} = I_1^2 R_1$ 增大,选项 A 错误;变压器和副线圈的电阻整体可以等效为一个新电阻,其阻值 $R' = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 (R_2 + R)$,当 $R_1 = R'$ 时,变压器输出功率最大,最大输出功率为 $P_{\text{出max}} = \left(\frac{U}{R_1 + R'}\right)^2 R' = 3.025 \text{ W}$,选项 B 错误;将原线圈输入端和 R_1 以及变压器等效为一个新电源,新电源内阻 $r = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 R_1 = 1 \Omega$ 。当滑动变阻器电阻 $R = r + R_2 = 2 \Omega$ 时,其功率最大,新电源的等效电动势 $E = \frac{220 \text{ V}}{2} = 110 \text{ V}$,所以滑动变阻器最大功率 $P = \left(\frac{110 \text{ V}}{4 \Omega}\right)^2 \times 2 \Omega = 1512.5 \text{ W}$,选项 C 正确;当滑片位于最右端时, $R = 10 \Omega$,副线圈总电阻最大,原线圈的电流表示数最小,副线圈总电阻的有效值为 $R_{\text{等效}} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 (R + R_2) = 44 \Omega$, $I = \frac{U_{\text{有效}}}{R_{\text{等效}} + R_1} = \frac{55}{12} \text{ A} \approx 4.58 \text{ A}$,选项 D 错误。

8. BD 【解析】设小球在光屏上的投影向下运动的方向为正方向,小球在光屏上投影的速度随时间成正弦规律变化,如图所示:



小球的投影在 $0 \sim \frac{T}{2}$ 和 $\frac{T}{2} \sim T$ 时间内速度都是先增大后减小,选项 A 错误;由图可知, $\frac{T}{2}$ 时刻小球投影的速度为零,选项 B 正确; $\frac{T}{4} \sim \frac{T}{2}$ 时间内小球投影的速度方向为正方向, $\frac{T}{2} \sim \frac{3}{4}T$ 时间内小球投影的速度方向为负方向,选项 C 错误; $\frac{T}{4} \sim \frac{3}{4}T$ 时间内图像的斜率一直为负,小球投影的加速度方向相同,选项 D 正确。

9. BC 【解析】设充入的气体在该室温环境下压强为 p_0 时的体积为 V ,充气过程中气体温度不变,则有 $p_0 V_0 + p_0 V = 4p_0 V_0$ 解得 $V = 3V_0$,气体的密度相同,充入的气体质量是原气体质量的 3 倍,选项 A 错误;充气过程缓慢,温度不发生变化,容器容积不变,空气分子数密度增加,充气完成后容器内的气体在单位时间内撞击器壁次数增加,选项 B 正确;发射过程中容器中的气体对外做功,由于发射过程时间极短,来不及完成热传递,气体温度下降,气体分子的平均动能减小,平均速率减小,而且气体体积增大,单位体积内分子数减少,所以容器中单位面积上气体分子撞击的平均作用力减小,选项 C 正确,选项 D 错误。

10. AC **【解析】** $T=0.5\text{ s}$ 时,导体棒位于 $x=0$ 处,此处的磁感应强度 $B=1\text{ T}$,电流大小 $I=0.6\text{ A}$,根据 $I=\frac{BLv}{R}$,可得 $v=\frac{IR}{BL}=3\text{ m/s}$,之后导体棒切割磁感线产生的电流大小不变,则导体棒将保持 3 m/s 的速度做匀速直线运动,选项 A 正确;正弦电流有效值 $I_{\text{有效}}=\frac{I_m}{\sqrt{2}}=\frac{0.6}{\sqrt{2}}\text{ A}$,电阻产生的焦耳热 $Q=I_{\text{有效}}^2 R t=0.045\text{ J}$,选项 B 错误; 0.5 s 后,导体棒匀速运动受到的安培力 $F=BIL=0.06\text{ N}$,每秒冲量 $I=F\Delta t=0.06\text{ N}\cdot\text{s}$,选项 C 正确;导体棒从 $x\geq 0$ 区域向右做匀速直线运动,选项 D 错误。

11. (8分,每空2分)**【答案】** (1) $\frac{\Delta x_1}{\Delta t}$ (2) $m_2 \frac{\Delta x_4}{\Delta t} - m_2 \frac{\Delta x_2}{\Delta t}$ (3) $\frac{\Delta x_4 - \Delta x_2}{\Delta x_1 - \Delta x_3}$ (4) 是

【解析】 (1) 小球在曝光时间内近似看成是匀速运动,所以小球 P 的速度大小为 $v=\frac{\Delta x_1}{\Delta t}$ 。

(2) 对小球 Q,由动量定理得 $I=m_2 \frac{\Delta x_4}{\Delta t} - m_2 \frac{\Delta x_2}{\Delta t}$ 。

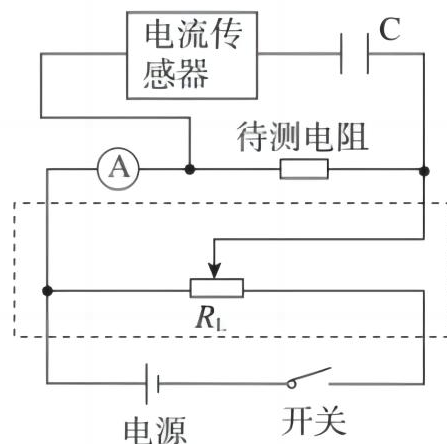
(3) 小球 P 与小球 Q 碰撞过程由动量守恒得

$$m_1 \frac{\Delta x_1}{\Delta t} + m_2 \frac{\Delta x_2}{\Delta t} = m_1 \frac{\Delta x_3}{\Delta t} + m_2 \frac{\Delta x_4}{\Delta t}, \text{ 则 } \frac{m_1}{m_2} = \frac{\Delta x_4 - \Delta x_2}{\Delta x_1 - \Delta x_3}。$$

(4) 小球 P 与小球 Q 的碰撞过程中,库仑力为内力,发生漏电或者电荷转移,系统的合力仍为零,所以系统的动量守恒。

12. (8分,每空2分)**【答案】** (1) 图见解析 (2) 电容器充电完毕后所带的电荷量 $\frac{S}{C}$ (3) $\frac{k}{C}$

【解析】 (1) 依据题意,滑动变阻器的连接方法应采用分压式接法,如下图所示:

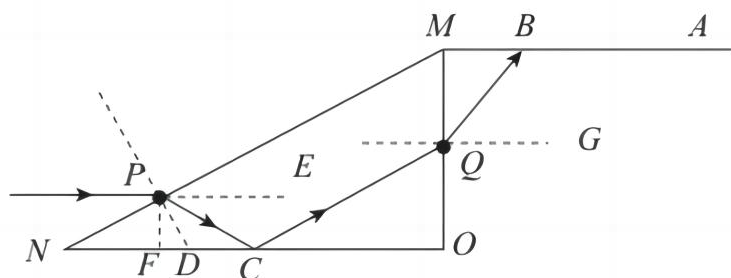


(2) 电容器充电电流随时间的变化图像与坐标轴围成的面积代表电容器所充的电荷量,则有 $U=\frac{Q}{C}=\frac{S}{C}$ 。

(3) 由题意得 $U=\frac{S}{C}=IR$, $S-I$ 图像的解析式为 $S=CRI=kI$,所以待测电阻 $R=\frac{k}{C}$ 。

13. (10分)**【答案】** (1) $\sqrt{3}$ (2) $\frac{\sqrt{3}}{12}L$ (3) $\frac{11\sqrt{3}L}{12c}$

【解析】 (1) 如图所示,画出光路图,作出辅助线, PE 是入射光线的延长线, PF 和 ON 垂直,设 $\angle PCN=\alpha$,已知 $\angle ONM=30^\circ$, $NP=\frac{1}{4}MN=\frac{1}{4}L$, $OQ=\frac{1}{2}OM$,故在 $\text{Rt}\triangle PNF$ 中, $PF=\frac{1}{8}L$ 。在 $\text{Rt}\triangle PCF$ 中, $\tan \alpha=\frac{PF}{CF}$,故 $CF=\frac{L}{8\tan \alpha}$ 。(1分)



由反射光线的性质可知, $\angle QCO = \alpha$, 在 $\text{Rt}\triangle QCO$ 中, $\tan \alpha = \frac{OQ}{OC}$, 故 $OC = \frac{L}{4 \tan \alpha}$ 。(1分)

由于 $NF + CF + OC = \frac{\sqrt{3}}{2}L$, 可解得 $\alpha = 30^\circ$ 。(1分)

由几何关系得 $\angle CPD = 30^\circ$, 由折射率的定义可得 $n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{3}$ 。(1分)

(2) 由折射率的定义可得 $\angle BQG = 60^\circ$, 在 $\text{Rt}\triangle BMQ$ 中, $\tan 60^\circ = \frac{MQ}{MB}$, 故 $MB = \frac{\sqrt{3}}{12}L$ 。(2分)

(3) 根据几何关系可得, $PC = \frac{L}{4}$, $CQ = \frac{L}{2}$, $QB = \frac{\sqrt{3}}{6}L$ (2分)

$v = \frac{c}{n}$, 光线在三棱镜中传播的时间 $t_1 = \frac{PC + CQ}{v}$, $t_2 = \frac{QB}{c}$, $t_{\text{总}} = t_1 + t_2 = \frac{11\sqrt{3}L}{12c}$ 。(2分)

14. (12分)【答案】(1) 0.03 C (2) 1.5 m/s 0.2 m (3) $\frac{640}{9}$ T $\frac{\sqrt{41}}{2}$ m/s

【解析】(1) 小球初速度方向沿 MQ 时, 运动轨迹为直线, 则合力应沿 MQ 方向, 即小球受到向右的电场力, 所以小球带负电。(1分)

由受力分析可知, $qE = mg \tan \theta$, (1分)

解得 $q = 0.03$ C。(1分)

(2) 小球从 O 点到 A 点做曲线运动, 到 A 点时竖直方向速度为 0, 水平方向速度大小 v_A ,

水平方向做匀加速直线运动 $v_A^2 = 2 \frac{qE}{m} \cdot \frac{d}{2}$, (1分)

$\frac{d}{2} = \frac{1}{2} \times \frac{qE}{m} \cdot t^2$, (1分)

解得 $v_A = 1.5$ m/s, $t = 0.2$ s。(1分)

竖直方向做上抛运动, 初速度大小 v_0 , AO 间竖直距离 $h = \frac{v_0^2}{2g}$, $v_0 = gt$,

解得 $h = 0.2$ m。(1分)

(3) 小球在平面 $ABCD$ 内运动, 则有 $qv_A B = mg \cos \theta$, (1分)

$B = \frac{mg \cos \theta}{qv_A} = \frac{640}{9}$ T, (1分)

小球在平面 $ABCD$ 内沿 AB 方向做匀速直线运动, 沿 AD 方向做匀加速直线运动,

$h_{AA'} = h + \frac{1}{2} h_{MN} = 0.2 + \frac{0.3}{2 \tan 37^\circ} = 0.4$ m (1分)

由动能定理 $\frac{1}{2} m v_C^2 - \frac{1}{2} m v_A^2 = m g h_{AA'}$, (1分)

解得 $v_C = \sqrt{v_A^2 + v_y^2} = \sqrt{1.5^2 + v_y^2} = \frac{\sqrt{41}}{2}$ m/s。(1分)

15. (16分)【答案】(1) 不会沿挡板向下滑动, 证明过程见解析 (2) $h \leq 0.5R$ 时, 滑块不动; $h > 0.5R$ 时,

$h = \left(\frac{2}{\sin \theta} - \frac{3}{2} \sin \theta \right) R$

(3) $\frac{\sqrt{290}}{2}$ m/s

【解析】(1) 在小球达到最低点时, 滑块受到小球向下的压力最大。

由机械能守恒定律得 $mgR = \frac{1}{2}mv^2$, (1分)

在最低点时, 小球受到向上的支持力为 N , 由牛顿第二定律得 $N - mg = m\frac{v^2}{R}$,

解得 $N = 3mg$, (1分)

$N + 2mg = 5mg < F_N + \mu \times 10mg = 6mg$, 故滑块不会沿挡杆向下滑动。(1分)

(2) 由能量守恒定律得 $mg(h + R\sin\theta) = \frac{1}{2}mv^2$, (1分)

设刚要滑动时, 小球受到滑块的支持力 F_1 , 由牛顿第二定律得 $F_1 - mg\sin\theta = m\frac{v^2}{R}$, (1分)

竖直方向上滑块刚好达到滑动条件 $F_1\sin\theta + 2mg = 6mg$, (1分)

联立可得 $h = \left(\frac{2}{\sin\theta} - \frac{3}{2}\sin\theta\right)R$, (1分)

当 $\theta = \frac{\pi}{2}$ 时, 可得 $h = 0.5R$, 此时滑块不会滑动。(1分)

即 $h \leq 0.5R$ 时, 滑块不动, (1分)

$h > 0.5R$ 时, $h = \left(\frac{2}{\sin\theta} - \frac{3}{2}\sin\theta\right)R$ 。(1分)

(3) 当 $h = 3.25R$ 时, 由 $h = \left(\frac{2}{\sin\theta} - \frac{3}{2}\sin\theta\right)R$,

解得 $\sin\theta_1 = \frac{1}{2}$, $\sin\theta_2 = -\frac{8}{3}$ (舍),

即 $\theta = 30^\circ$ 。(1分)

从小球释放到 $\theta = 30^\circ$ 的过程中, 小球的机械能守恒, 设此时小球的速度为 v_1 ,

$mg(h + R\sin\theta) = \frac{1}{2}mv_1^2$, (1分)

得 $v_1 = \sqrt{\frac{15}{2}gR}$ 。(1分)

在此后的滑动过程中, 由于滑块受到的滑动摩擦力 $F_f = \mu F = 3mg$, 小球和滑块组成的系统在竖直方向动量守恒, 设小球到达最低点时, 小球与滑块竖直方向共同速度为 v_2 ,

$mv_1\cos 30^\circ = 3mv_2$,

$v_2 = \sqrt{\frac{5}{8}gR}$ 。(1分)

设小球到达最低点的过程中, 滑块移动的距离为 l , 小球在最低点时水平方向的速度为 v_3 , 由动能定理得

$2mgl + mg(l + R - R\sin\theta) - F_f l = \frac{1}{2} \times 2mv_2^2 + \frac{1}{2}m(v_2^2 + v_3^2) - \frac{1}{2}mv_1^2$, (1分)

则小球的速度 $v = \sqrt{v_2^2 + v_3^2} = \frac{\sqrt{290}}{2}$ m/s。(1分)