

2025 年安庆市高三模拟考试（二模）

物理试题

命题：安庆市高考命题研究课题组

（考试时间：75 分钟 满分：100 分）

注意事项：

1. 答卷前，考生务必将自己的学校、班级、姓名填写在答题卡上，并在相应的方框内粘贴条形码。

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。如需要改动，用橡皮擦干净后，再涂其他答案标号。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，将答题卡交回。

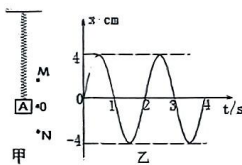
一、选择题：本题共 8 小题，每小题 4 分，共 32 分。在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合要求的。

1. 2025 年 1 月 14 日，据中国科学院合肥物质科学研究院消息，该院大科学团队成功研制强流直线等离子体装置——“赤霄”，“赤霄”的诞生将为研究下一代“人造太阳”中国聚变工程实验堆提供有力支撑。已知某核聚变反应的方程为 ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + X$ 。下列说法正确的是

- A. 反应产物 X 为 ${}^1_0\text{n}$
- B. 该聚变反应有质量亏损
- C. 该聚变反应发生时，两个 ${}^2_1\text{H}$ 间万有引力远大于两个 ${}^2_1\text{H}$ 间库仑力
- D. ${}^3_2\text{He}$ 由 2 个中子和一个质子组成

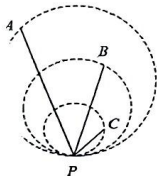
2. 一弹簧上端固定，下端与物块 A 相连，物块 A 以 O 点为平衡位置，在竖直方向上 M、N 两点之间做简谐运动，如图甲所示。规定沿竖直向下的方向为正向，物块 A 偏离平衡位置的位移 x 与时间 t 的关系图像如图乙所示，下列说法正确的是

- A. $t=0.5\text{s}$ 时，物块 A 的加速度最大，方向竖直向下
- B. $t=1\text{s}$ 时，物块 A 的速度最大，方向竖直向下
- C. 物块 A 振动到 M 点时，弹簧一定处于压缩状态
- D. 0~7s 内物块 A 振动的路程等于 56cm



3. 如图所示，竖直平面内三个圆的半径之比为 3:2:1，它们的最低点相切于 P 点，有三根光滑细杆 AP、BP、CP，杆的最高点分别处于三个圆的圆周上的某一点，杆的最低点都处于圆的最低点 P。现各有一小环分别套在细杆上，都从杆的最高点由静止开始沿杆自由下滑至 P 点，空气阻力不计，则小环在细杆 AP、BP、CP 上运动的时间之比为

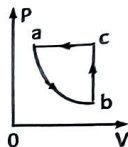
- A. $\sqrt{3} : \sqrt{2} : 1$
- B. $(\sqrt{3} - \sqrt{2}) : (\sqrt{2} - 1) : 1$
- C. 3:2:1
- D. 1:1:1



4. 一定质量的理想气体历经如图所示的循环过程，a→b 过程是等温过程，b→c 过程是等

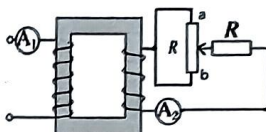
容过程，c→a 过程是等压过程。下列说法正确的是

- A. a→b 过程中气体的内能增加
- B. b→c 过程中气体向外界放热
- C. a→b 过程中气体从外界吸收的热量全部用于对外做功
- D. c→a 过程中外界对气体做的功等于 a→b 过程中气体对外界做的功



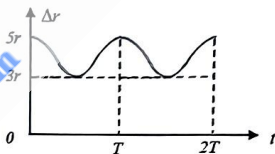
5. 如图所示，原副线圈匝数比为 $n_1:n_2$ 的理想变压器，原线圈接入电压为 U 的正弦交流电，副线圈接入最大阻值为 R 的滑动变阻器和阻值为 R 的定值电阻。当变阻器的滑片从 a 端向 b 端缓慢移动的过程中

- A. 电流表 A_1 示数先增大后减小
- B. 电流表 A_2 示数的最大值为 $\frac{U}{R}$
- C. 原线圈输入功率的最大值为 $\frac{4n_2^2 U^2}{5n_1^2 R}$
- D. 定值电阻 R 消耗功率的最小值为 $\frac{16n_2^2 U^2}{25n_1^2 R}$



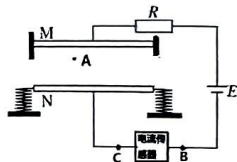
6. 2025 年 1 月 13 日，我国自主研发的捷龙三号运载火箭在山东海洋海域成功发射，一次将十颗卫星送入预定轨道，创造了我国海上发射的新纪录。其中卫星 A、B 在同一平面内沿同一方向绕地球做匀速圆周运动，它们之间的距离 Δr 随时间变化的关系如图所示，不考虑 A、B 之间的万有引力，已知卫星 A 的线速度大于卫星 B 的线速度，下列说法正确的是

- A. 卫星 A、B 的轨道半径之比为 $r_A:r_B = 3:5$
- B. 卫星 B 的周期等于 T
- C. 卫星 A 的线速度大小为 $\frac{16\pi r}{7T}$
- D. 卫星 A、B 从相距最近到相距最远的最短时间间隔小于 $\frac{T}{2}$



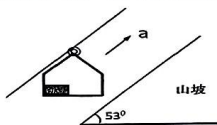
7. 电子计步器的工作核心部件为震动传感器，一般按照传感器的类型可分为 2D 计步器与 3D 计步器，其中一款 2D 计步器的原理图可以简化如下，平行板电容器的一个极板 M 固定在设备上，另一个极板 N 与两个固定在设备上的轻弹簧连接，极板 N 与弹簧间绝缘，振动系统完成一次周期性振动，电流传感器显示电流周期性变化一次，才能实现计步一步。关于该计步器，下列说法正确的是

- A. 极板 N 向极板 M 运动的过程中，电流传感器的电流方向 C→B
- B. MN 极板间距离最小时，电流传感器上电流最大
- C. MN 极板间距离最小时，固定在电容器中 A 点的点电荷具有的电势能和受到电场力均最大
- D. 将保护电阻 R 换成二极管，N 极板振动，电流传感器上电流周期性变化，同样实现准确计步



8. 乘坐“空中缆车”既能饱览大自然的美景又轻松惬意。如图所示，某一缆车沿坡度为 53° 的山坡匀速上行，缆车中有一质量 $m=50\text{kg}$ 的货物放在水平地板上且与车厢壁恰好接触而无挤压，货物

与地板之间动摩擦因数 $\mu = \frac{3}{4}$ ，货物与地板之间



最大静摩擦力等于滑动摩擦力，某时刻缆车开始沿原方向做加速运动，在这一过程中，加速度大小从零开始缓慢增大，并且整个加速阶段缆车始终保持竖直状态，重力加速度 $g=10\text{m/s}^2$ ， $\cos 53^\circ=0.6$ ， $\sin 53^\circ=0.8$ ，则在缆车斜向上加速运动的过程中

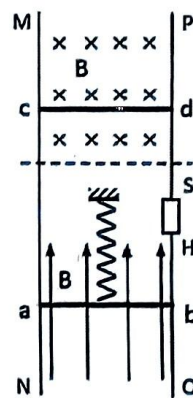
- A. 货物可能受到 3 个力或 4 个力作用
- B. 车厢受到的摩擦力方向水平向右
- C. 当 $a=2\text{m/s}^2$ 时，车厢地板对货物的摩擦力大小为 80 N
- D. 当 $a=10\text{m/s}^2$ 时，车厢地板对货物的作用力大小为 $300\sqrt{10}$ N

二、选择题:本题共 2 小题,每小题 5 分,共 10 分。在每小题给出的选项中,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。

9. 玩具水枪是儿童们夏天喜爱的玩具之一，但水枪伤眼的事件也时有发生，因此，限制儿童水枪的威力就成了生产厂家必须关注的问题。现有一水枪样品，已知水枪喷水口的直径为 d ，水的密度为 ρ ，水流水平出射速度为 v ，垂直击中竖直目标后以大小为 $0.2v$ 的速率反向溅回，则

- A. 水枪喷水的流量（单位时间内流出的体积）为 $\pi v d^2$
- B. 喷水口单位时间内喷出水的质量为 $\frac{1}{4} \pi \rho v d^2$
- C. 水枪的功率为 $\frac{1}{2} \pi \rho d^2 v^3$
- D. 目标受到的平均冲击力大小为 $\frac{3}{10} \pi \rho d^2 v^2$

10. 如图所示，MN、PS、HQ 是竖直放置的长直粗糙金属导轨，MN 与 PS、HQ 之间的宽度均为 L ，PS 和 HQ 通过阻值为 R 的定值电阻连接。ab 和 cd 是两根质量均为 m 、电阻均为 R 的金属杆，其中 ab 杆悬挂在轻弹簧下端，与竖直平行导轨内侧恰好接触而无压力，与导轨一同处于竖直向上的磁场中；cd 杆则处于垂直导轨平面的磁场中，当 cd 杆在外力作用下以速度 v 向上做匀速直线运动时，ab 杆恰好静止，弹簧无形变，现使 cd 杆以速度 $\frac{v}{4}$ 沿原方向做匀速直线运动，ab 杆开始沿导轨下滑，两磁场的磁感应强度大小均为 B ，弹簧的劲度系数为 k ，重力加速度为 g ，定值电阻阻值为 R ，其余电阻不计，金属杆与导轨接触良好，弹簧始终在弹性范围内，在整个运动过程中，ab 和 cd 杆均保持水平，最大静摩擦力等于滑动摩擦力，下列说法正确的是



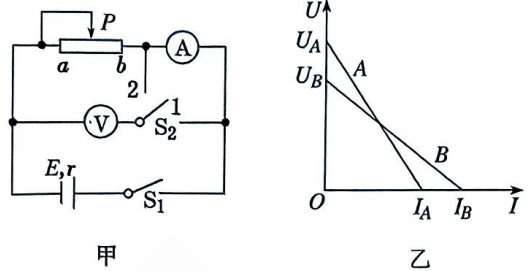
- A. ab 杆受到的安培力垂直纸面向外
- B. ab 杆与导轨间的动摩擦因素为 $\frac{2mgR}{B^2 L^2 v}$
- C. ab 杆开始下滑直至速度首次达到最大值的过程中，克服摩擦产生的热量为 $\frac{3m^2 g^2}{16k}$
- D. ab 杆速度首次达到最大值时，电路的电热功率为 $\frac{B^2 L^2 v^2}{9R}$

三、实验题：本大题共 16 分。将符合题意的内容填写在横线上，或按题目要求作答。

11. (6 分)

在准确测量一节干电池的电动势 E 和内阻 r 的实验中，小丽同学设计了如图甲所示的实验电路，并以此电路图完成实物电路的连接。合上开关 S_1 ， S_2 接图甲中的 1 位置，改变滑动变阻器的阻值，记录下几组电压表示数和对应的电流表示数； S_2 改接图甲中的 2 位置，改变滑动变阻器的阻值，再记录下几组电压表示数和对应的电流表示数。

在同一坐标系内分别描点作出电压表示数 U 和对应的电流表示数 I 的图像，如图乙所示，两条直线与纵轴的截距分别为 U_A 、 U_B ，与横轴的截距分别为 I_A 、 I_B 。

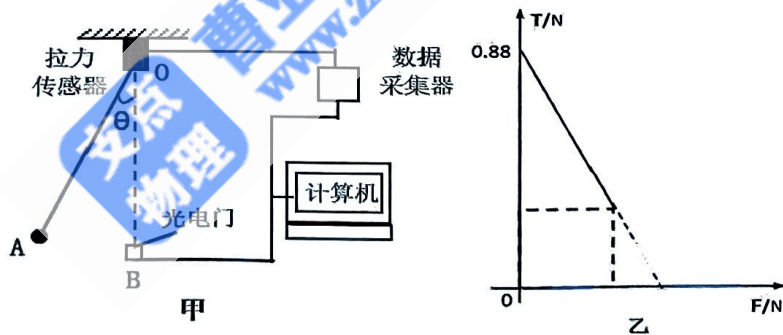


(1) S_2 接 2 位置时，作出的 $U-I$ 图线是图乙中的 _____ (选填 “A” 或 “B”) 线；

(2) 由乙图可知：这节干电池的电动势 $E=$ _____ 和内阻 $r=$ _____。

12. (10 分)

某同学设计了一个验证机械能守恒定律的实验，一轻绳一端连接在拉力传感器上 O 点，另一端连接在半径为 r 的匀质小钢球上，小钢球球心至 O 点的长度为 L ，O 点正下方 B 位置有一光电门，可记录小钢球通过光电门的时间。如图甲所示，将小钢球拉至某一位置由静止释放，同时拉力传感器通过计算机采集小钢球在摆动过程中轻绳上拉力的最大值 T 和最小值 F 。改变小钢球的初始释放位置，重复上述过程，根据测量数据在直角坐标系中绘制的 $T-F$ 图像如乙图所示。



(1) 小钢球从 A 位置由静止释放时，细线与竖直方向成 θ 角，小钢球通过最低点位置 B 时，光电门记录遮光时间为 t ，则小钢球通过光电门的速度 $v_B =$ _____；在实验误差允许的范围内，若 $t^2 =$ _____ (用 r 、 L 、 θ 、 g 等符号表示) 则验证了小钢球从 A 点运动到 B 点过程中机械能守恒。

(2) 若小钢球摆动过程中机械能守恒，则绘制乙图 $T-F$ 图像的直线斜率理论值为 _____。

(3) 小钢球质量 $m=30g$ ，根据测量数据绘制的乙图计算出重力加速度 $g =$ _____ m/s^2 (结果保留 3 位有效数字)，与当地实际重力加速度相比 _____ (选填 “偏小” “不变” 或 “偏大”)。

四、解答题：本大题共 3 小题，共 42 分，解答应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。有数值计算的题，答案中必须明确写出数值和单位。

13. (10 分)

2024 年 12 月 10 日，北京上空出现“3 个太阳”的景象即幻日现象，与故宫角楼相互映衬，这种现象也被称为三日同辉，原理图如图甲所示。为便于理解，以单色光为例进行分析，图乙为光线以与截面平行的方向射入正六边形板状冰晶侧面的光路图。设光线的入射角为 $i_1 = 60^\circ$ ，经 AB、CD 面折射后从图中 H 点射出，取冰晶对该单色光的折射率为 $\frac{3\sqrt{3}}{4}$ ，已知光在真空中的传播速度为 $3.0 \times 10^8 \text{m/s}$ ，正六边形晶体边长为 $3\sqrt{5} \text{cm}$ ，出射点 H 与 C 的距离为 $\sqrt{5} \text{cm}$ 。求：

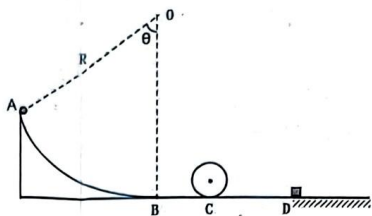
- (1) 折射角 i_2 的正弦值 $\sin i_2$ ；
- (2) 该单色光在冰晶中传播的时间 t 。



14. (14 分)

如图所示，一半径为 $R = 3\text{m}$ 的圆弧轨道固定在水平面上，且与水平面相切于圆弧最低点 B，圆弧对应的圆心角 $\theta = 53^\circ$ ；C 点处固定另一半径为 r 的竖直圆轨道且与水平面相切；距 C 点足够远的 D 点放有一质量为 $M = 3\text{kg}$ 物块，D 点右侧水平面粗糙且与物块间的动摩擦因数为 $\mu = 0.1$ 。一个质量为 $m = 1\text{kg}$ 的光滑小球从圆弧轨道的上端点 A 由静止释放，之后恰好能通过竖直圆轨道并与物块发生碰撞，忽略小球与物块的大小，且除了物块与 D 点右侧地面之间存在摩擦外，其余摩擦均不计，小球与物块的碰撞没有机械能损失，重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ 。已知 $\sin 53^\circ = 0.8$ ， $\cos 53^\circ = 0.6$ 。试求：

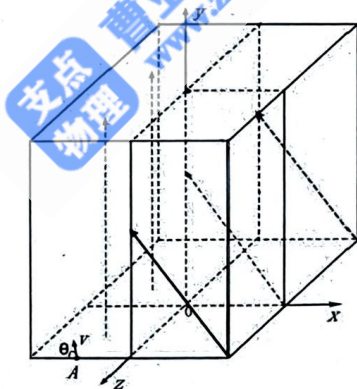
- (1) 小球刚滑到圆弧轨道最低点 B 时对轨道的压力大小；
- (2) 竖直圆轨道的半径及小球与物块第 1 次碰撞后物块速度大小；
- (3) 判断小球能否与物块发生第 2 次碰撞。若不能，请通过计算说明理由；若能，求出小球与物块发生 2 次碰撞后物块滑行的总位移。



15. (18分)

如图所示，在三维坐标系 $Oxyz$ 中， $x < 0$ ， $z \leq L$ ， $y \geq 0$ 的空间内充满匀强磁场，方向沿 y 轴正方向； $0 \leq x \leq L$ ， $y \geq 0$ 的所有空间内充满匀强电场，方向平行于 xOy 平面，与 y 轴正方向夹角为 37° 。质量为 m 、电荷量为 $+q$ 的带电粒子，在 xOz 平面内从图中磁场边界的 A 点以速度 v 沿与 x 轴负方向夹角 $\theta = 60^\circ$ 射入磁场，经磁场偏转后从坐标原点 O 沿 x 轴正方向射入电场，粒子在电场中运动时，恰好没有从 $x=L$ 的边界射出电场，之后从 y 轴上的 P 点（图中未画）再次射入磁场，不计带电粒子的重力，取 $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ 。求：

- (1) 匀强磁场磁感应强度的大小；
- (2) P 、 O 两点间的距离；
- (3) 带电粒子第 n ($n > 2$) 次射出磁场时的 y 轴坐标。



2025 年安庆市高三模拟考试（二模）

物理试题参考答案

一、单选题:本题共 8 小题,每小题 4 分,共 32 分。在每小题给出的四个选项中,只有一项是符合要求的。

题号	1	2	3	4	5	6	7	8
答案	B	D	A	C	D	C	A	D

1. 【答案】B

【解析】根据电荷数和质量数守恒,可得该核反应方程为 ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ 所以反应物 X 为 ${}^1_0\text{n}$, A 项错误; 该聚变反应中有能量产生, 故质量有亏损, B 项正确; 要使该聚变反应发生, 必须克服两氦核间巨大的库仑力, 才能达到核力作用的范围, 这样两个原子核才能结合成新的原子核, 相对库仑力而言, 两氦核间万有引力可以忽略不计。C 项错误; ${}^3_2\text{He}$ 由两个质子和一个中子组成, D 项错误。

2. 【答案】D

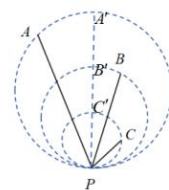
【解析】由图可知在 0.5s 时, 物块 A 的位移为正向最大, 即到达 N 点, 加速度最大, 方向竖直向上。A 项错误; $t=1\text{s}$ 时, 物块 A 的位移为 0, 位移由正转负, 物块 A 的速度最大, 方向竖直向上, B 项错误; $t=1.5\text{s}$ 时, 物块 A 在 M 点, 物块 A 的回复力最大, 方向竖直向下, 回复力由重力和弹力的合力提供, 弹力不一定向下, C 项错误; 物块 A 所受合力做周期性的变化, 周期为 2s, 7s 为 3.5 个周期, 振子路程为 $14A=56\text{cm}$ 。

故 D 项正确。

3. 【答案】A

【解析】根据等时圆模型, 如图所示, 只需要求出 $A'P$ 、 $B'P$ 、 $C'P$ 的时间之比, 设最小圆的直径为 d , 则:

$$t_{AP} : t_{BP} : t_{CP} = t_{A'P} : t_{B'P} : t_{C'P} = \sqrt{\frac{2 \times 3d}{g}} : \sqrt{\frac{2 \times 2d}{g}} : \sqrt{\frac{2 \times d}{g}} = \sqrt{3} : \sqrt{2} : 1, \text{ 故 A 项正确。}$$



4. 【答案】C

【解析】解析: $a \rightarrow b$ 过程为等温变化, 理想气体的内能不变, A 项错误, 该过程中气体体积增大, 气体对外做功, 即 $W < 0$, 温度不变, 即 $\Delta U = 0$, 由热力学第一定律 $\Delta U = W + Q$ 可得 $Q = -W > 0$,

即气体吸收的热量全部用来做了功, C 项正确; $b \rightarrow c$ 过程为等容变化, $W=0$, $P_c > P_b$, 由查理定律 $\frac{P_c}{T_c} =$

$\frac{P_b}{T_b}$ 得 $T_c > T_b$, 气体内能增大, $\Delta U > 0$, 由热力学第一定律得 $Q > 0$, 即气体从外界吸热, B 项错

误; P-V 图中, 图线与横轴围成的面积在数值上等气体对外界或外界对气体所做的功, 据此由图可知, $c \rightarrow a$ 过程中外界对气体做的功大于 $a \rightarrow b$ 过程中气体对外界做的功, D 项错误。

5. 【答案】D

【解析】总电阻先增大后减小，电流先减小后增大 A 项错误；电流最大值为 $\frac{n_2 U}{n_1 R}$ ，B 项错误；总电阻最大时，原线圈输入功率最小，输入功率最小值为 $\frac{4n_2^2 U^2}{5n_1^2 R}$ ，C 项错误；总电阻最大时，电流最小为 $\frac{4n_2 U}{5n_1 R}$ ，R 功率最小为 $\frac{16n_2^2 U^2}{25n_1^2 R}$ ，D 项正确。

6. 【答案】C

【解析】设卫星 A、B 的轨道半径分别为 r_A 、 r_B ，则： $r_A + r_B = 5r$ ， $r_B - r_A = 3r$ ，解得 $r_A = r$ ， $r_B = 4r$ ，则 $r_A : r_B = 1:4$ ，A 项错误；根据万有引力提供向心力可得： $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$ ，所以 $T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}}$ ，则 $T_A : T_B = 1:8$ ，又因为 $(\frac{2\pi}{T_A} - \frac{2\pi}{T_B}) \times T = 2\pi$ ，解得 $T_A = \frac{7}{8}T$ ， $T_B = 7T$ ，所以 B 项错误；设卫星的线速度大小为 v ，则 $v = \frac{2\pi r}{T} = \frac{16\pi r}{7T}$ ，故 C 项正确。设卫星 A、B 从相距最近到相距最远的最时间间隔为 t ，则

$(\frac{2\pi}{T_A} - \frac{2\pi}{T_B}) \times t = \pi$ ，解得 $t = \frac{T}{2}$ ，D 项错误；

7. 【答案】A

【解析】极板 N 向极板 M 运动的过程中，电容器电容增大，为充电电流，电流传感器的电流方向 C→B，A 项正确；MN 极板间距离最小时，电流传感器上电流为 0，B 项错误；电性未知，电势能变化未知，C 项错误；二极管阻止了放电过程，不能形成电流周期性变化，不能实现准确计步，D 项错误

8. 【答案】D

【解析】货物与缆车沿山坡向上以加速度 a 运行时，以货物块为研究对象，根据牛顿第二定律有：

$F_N - mg = m \sin 53^\circ$ $f_{静} + N = m \cos 53^\circ$ $f_{静} \leq f = \mu F_N$ 解得： $f_{静} = 0.6ma - N$ $f = \mu F_N = 0.75mg + 0.6ma$ 所以 $f_{静}$ 恒小于 f ，即摩擦力始终为静摩擦力，没有达到最大静摩擦力（即自锁），车厢壁给的弹力恒为 0。故货物始终只受到 3 个力，A 项错误；根据牛顿第三定律知车厢受到的摩擦力方向水平向左，B 项错误； $a = 2m/s^2$ 时， $f = m \cos 53^\circ$ 车厢对货物的摩擦力大小为 60 N，C 项错误； $a = 10m/s^2$ 时 $a_x = 6m/s^2$ ， $f = 300N$ ， $a_y = 8m/s^2$ ， $F_N - mg = ma_y$ ， $F_N = 900N$ ，车厢对货物的作用力为 $\sqrt{F_N^2 + f^2} = 300\sqrt{10}N$ ，D 项正确。

二、多选题:本题共 2 小题,每小题 5 分,共 10 分。在每小题给出的选项中,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	9	10
答案	BD	AC

9. 【答案】BD

【解析】水枪喷水的流量 $V = \frac{\pi(\frac{d}{2})^2 vt}{t} = \frac{\pi d^2 v}{4}$ ，A 项错误；喷水口单位时间内喷出水的质量为

$\frac{m}{t} = \frac{\rho V}{t} = \frac{\rho \pi d^2 v}{4}$, B 项正确; 水枪的功率为 $P = \frac{W}{t} = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{t} = \frac{\rho \pi d^2 v^3}{8}$, C 项错误; 取初速度方向为正方向, 由动量定理得 $-Ft = -0.2mv - mv$, 则 $F = \frac{1.2m}{t}v = \frac{3\rho \pi d^2 v^2}{10}$, D 项正确。

10. 【答案】AC

【解析】根据右手定则可判断, cd 杆中电流方向从 d 到 c, 根据左手定则可判断, ab 杆受到的安培力垂直纸面向外, 故 A 项正确。当 cd 杆向上匀速运动时, 回路中的电流 $I = \frac{BLv}{3R}$, 摩擦力 $f = \mu F_N = \mu F_{安} = \mu BIL = \frac{\mu B^2 L^2 v}{3R}$, 可知摩擦力与速度成正比, 此时 ab 杆恰好静止, 弹簧无形变, 则有 $mg = f$, 故可解出 $\mu = \frac{3mgR}{B^2 L^2 v}$, 故 B 项错误。当 cd 杆以速度 $\frac{v}{4}$ 向上匀速运动时, 与原来相比, ab 杆受到的安培力变小, 导轨给 ab 的弹力变小, 摩擦力变小, $f' = \frac{1}{4}f = \frac{\mu B^2 L^2 v}{12R}$, 此时根据胡克定律 $F = k\Delta x$, 弹簧伸长量即 ab 杆下降的高度 $\Delta x = \frac{\mu B^2 L^2 v}{4kR}$, 克服摩擦产生的热量 $Q = f'\Delta x = \frac{3m^2 g^2}{16k}$, 故 C 项正确, 当 cd 杆以速度 $\frac{v}{4}$ 向上匀速运动时, 回路中电流 $I' = \frac{BLv}{12R}$, 电功率 $P = I'^2 \cdot 3R = \frac{B^2 L^2 v^2}{48R}$, 故 D 项错误。

三、实验题：本大题共 16 分。将符合题意的内容填写在横线上，或按题目要求作答。

11. (6 分)

【答案】①A ② U_A , U_A/I_B (每空 2 分)

【解析】①当 S_2 接 2 位置时, 可把电流表与电源看作一个等效电源, 根据闭合电路欧姆定律 $E = U_{断}$ 可知, 电动势等于真实值, 短路电流偏小所以作出的 $U-I$ 图线应是 A 线;

②接 1 时短路电流准确, 接 2 时断路电压准确, $E = U_A$, $r = U_A/I_B$

12. (10 分)

【答案】(1) $v_B = \frac{2r}{t}$; $t^2 = \frac{2r^2}{gL(1-\cos\theta)}$ (2) -2 (3) 9.78 ; 偏小 (每空 2 分)

【解析】(1) 小钢球从 A 位置由静止释放时, 细线与竖直方向成 θ 角, 小钢球通过最低点位置 B 时, 光电门记录遮光时间为 t , 则小钢球通过光电门的速度 $v_B = 2r/t$; 小钢球从 A 到 B 过程中若无空气阻力等则机械能守恒, 有 $mgL(1-\cos\theta) = \frac{1}{2}m\left(\frac{2r}{t}\right)^2$, 解得 $t^2 = \frac{2r^2}{gL(1-\cos\theta)}$

(2) 小钢球摆动过程中轻绳上拉力的最小值 F , $F = mg \cos \theta$; 最大值 T 有:

$T - mg = m \frac{v^2}{L}$; $mgL(1-\cos\theta) = \frac{1}{2}mv^2$ 则三式联立解得: $T = 3mg - 2F$, 所以绘制乙图 T-F 图像的直线斜率理论值为 -2;

(3) 小钢球质量 $m=30g$, 根据乙图截距知: $3mg = 0.88$, 计算出重力加速度 $g = 9.78 \text{ m/s}^2$ (结果保留 3 位有效数字), 实际上由于小钢球摆动过程中始终受空气阻力的影响, 速度始终偏小导致绳上拉力偏小, 所以截距偏小, 所以与当地实际重力加速度相比“偏小”。

四、解答题（本大题共 3 小题，共 42 分，解答应写出必要的文字说明。方程式和重要的演算步骤，只写出最后答案得不能得分。有数值计算的题，答案中必须明确写出数值和单位。）

13、(10 分)

【答案】 (1) $\sin i_2 = \frac{2}{3}$; (2) $t = 4.5 \times 10^{-10} \text{s}$

【解析】 (1) 根据折射率公式 $n = \frac{\sin i_1}{\sin i_2}$ 2 分

可以得到 $\sin i_2 = \frac{2}{3}$ 2 分

(2) 对于正六边形晶体，延长 AB 边和 CD 边交于 I 点，其楔角 $\angle GIH = 60^\circ$ ，在 $\triangle HGI$ 中由正弦定理可列：

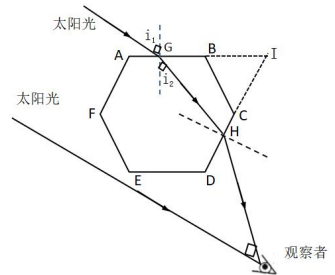
$$\frac{\sin(90^\circ - i_2)}{HI} = \frac{\sin \angle GIH}{GH} \dots\dots\dots 2 \text{ 分}$$

$$\sin(90^\circ - i_2) = \cos i_2 = \frac{\sqrt{5}}{3} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\text{又 } HI = 4\sqrt{5} \text{cm, 所以求得 } GH = 6\sqrt{3} \text{cm} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\text{又 } n = \frac{c}{v}, \text{ 所以 } v = \frac{c}{n} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\text{故 } t = \frac{GH}{v} = 4.5 \times 10^{-10} \text{s} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$



14. (14 分)

【答案】 (1) 18N (2) 0.48m ; $\sqrt{6} \text{m/s}$ (3) 1m

【解析】 (1) 小球释放后由动能定理可得：

$$mg(R - R \cos \theta) = \frac{1}{2}mv_B^2 - 0 \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\text{得 } v_B = 2\sqrt{6} \text{m/s}$$

$$\text{在 B 点有 } N_B - mg = \frac{mv_B^2}{R} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\text{得 } N_B = 18 \text{N}$$

由牛顿第二定律可知，小球对轨道的压力大小为 18N1 分

(2) 小球恰好过圆轨道最高点，有

$$-mg2r = \frac{1}{2}mv_0^2 - \frac{1}{2}mv_C^2 \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$mg = \frac{mv_0^2}{r} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\text{且 } v_B = v_C = 2\sqrt{6} \text{m/s}$$

$$\text{解得： } r = 0.48 \text{m} \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

小球离开圆轨道后与物块相碰时，由动量守恒及机械能守恒可知：

$$mv_C = mv_1 + Mv_1' \quad \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$\frac{1}{2}mv_C^2 = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}Mv_1'^2 \quad \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

解得小球速度 $v_1 = -\sqrt{6}m/s$ ，物块速度 $v_1' = \sqrt{6}m/s$ $\dots\dots\dots 1 \text{ 分}$

(3) 小球反弹后能到达圆环轨道高度为 $-mgh' = 0 - \frac{1}{2}mv_1'^2$ $\dots\dots\dots 1 \text{ 分}$

解得 $h' = 0.3m < r$ ，故小球不能过固定圆轨道圆心等高点，以原来速度大小返回后与物块发生第 2 次碰撞 $\dots\dots\dots 1 \text{ 分}$

$$mv_1 = mv_2 + Mv_2' \quad \frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{1}{2}Mv_2'^2$$

解得小球速度 $v_2 = -\frac{\sqrt{6}}{2}m/s$ ，物块速度 $v_2' = \frac{\sqrt{6}}{2}m/s$ ， $\dots\dots\dots 1 \text{ 分}$

故物块停下时有： $\mu Mg x_{\text{总}} = \frac{1}{2}mv_2'^2 + \frac{1}{2}Mv_2'^2$ $\dots\dots\dots 1 \text{ 分}$

解得： $x_{\text{总}} = 1m$ $\dots\dots\dots 1 \text{ 分}$

(算出物块第二次碰后到第三次碰前有： $\mu Mg x_1 = \frac{1}{2}Mv_2'^2$ 解得： $x_1 = 0.75m$ 可酌情给分)

15. (18 分)

【答案】 (1) $\frac{3mv}{2qL}$ (2) $\frac{16}{3}L$ (3) $\frac{8L(n-1)(6n+\pi n-6)}{9}$

【解析】 (1) 在 xoz 平面内，设粒子从 A 点到 O 点做匀速圆周运动的半径为 R，匀强磁场的磁感应强度大小为 B，

由几何关系可得： $R + R\cos 60^\circ = L$ $\dots\dots\dots 1 \text{ 分}$

解得： $R = \frac{2}{3}L$ $\dots\dots\dots 1 \text{ 分}$

由向心力公式有： $qvB = m\frac{v^2}{R}$ $\dots\dots\dots 1 \text{ 分}$

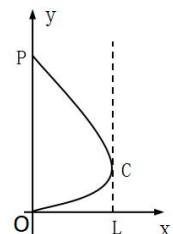
联立解得： $B = \frac{3mv}{2qL}$ $\dots\dots\dots 1 \text{ 分}$

(2) 由题意知，粒子在 xoy 面内的运动轨迹与直线 $x=L$ 相切，切点记为 C (如图所示)，由运动的分解知：粒子在 x 轴、 y 轴方向上均做匀变速直线运动，设电场强度大小为 E，粒子在 x 、 y 方向上的分加速度大小分别为 a_x 、 a_y ，则有：

$$qE\sin 37^\circ = ma_x \quad \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

$$qE\cos 37^\circ = ma_y \quad \dots\dots\dots 1 \text{ 分}$$

联立解得： $a_y = \frac{4}{3}a_x$ $\dots\dots\dots 1 \text{ 分}$



设粒子从 O 点运动 P 点的时间为 t，则从 O 点运动到 C 点的时间为 $\frac{1}{2}t$

X 方向有： $L = \frac{1}{2}a_x(\frac{t}{2})^2$ 1 分

y 方向有： $y_{OP} = \frac{1}{2}a_y t^2$ 1 分

联立解得： $y_{OP} = \frac{16}{3}L$ 2 分

(3) 粒子从 O 点运动到 C 点的过程中，x 轴上满足： $L = \frac{v}{2} \cdot \frac{t}{2}$

可得： $t = \frac{4L}{v}$ 1 分

代入 $y_{OP} = \frac{1}{2}a_y t^2$ 可解得： $a_y = \frac{2v^2}{3L}$ 1 分

由 (2) 问分析知：粒子每次在电场中运动的时间均为 t，从第 1 次出磁场至第 n 次出磁场，粒子在电、磁场中均运动 (n-1) 次。若仅考虑粒子在电场中 y 轴正向的加速，由于每次加速的 a_y 不变，相当于粒子从初速为零开始匀加速了 (n-1)t 的时间，粒子在这段时间内加速的总位移为：

$y_1 = \frac{1}{2}a_y[(n-1)t]^2 = \frac{16L(n-1)^2}{3}$ 1 分

粒子在磁场中的运动为螺旋状运动，粒子每次进磁场时垂直于磁场方向的速度为 v 不变，由运动的分解可把粒子在磁场中的运动看成 xoz 面内线速度为 v 的匀速圆周运动（半径仍为 R）和 y 轴正向的匀速直线运动，设每次磁场中运动过程中，粒子在 y 方向匀速运动的分速度大小分别为 v_{1y} 、 v_{2y} ... $v_{(n-1)y}$ ，

则有： $v_{1y} = a_y \cdot t$ ， $v_{2y} = a_y \cdot 2t$... $v_{(n-1)y} = a_y \cdot (n-1)t$ 1 分

分析易知，粒子每次在磁场中运动的时间均为其做圆周运动的半个周期时间，设此时间为 t' ，

则有： $t' = \frac{\pi R}{v} = \frac{2\pi L}{3v}$ 1 分

所以粒子在磁场中运动的时间内，在 y 轴方向上匀速运动的总位移为：

$y_2 = v_{1y} \cdot t' + v_{2y} \cdot t' + \dots + v_{(n-1)y} \cdot t' = [1 + 2 + \dots + (n-1)]a_y t'^2$ 1 分

代入 a_y 、 t' 的值，即可解得： $y_2 = \frac{8\pi Ln(n-1)}{9}$ 1 分

综上所述，粒子第 n 次出磁场时的 y 轴坐标为：

$y_n = y_1 + y_2 = \frac{16L(n-1)^2}{3} + \frac{8\pi Ln(n-1)}{9} = \frac{8L(n-1)(6n + \pi n - 6)}{9}$ 1 分