

2023 届湖南新高考教学教研联盟高三第二次联考

物理试题卷

由长郡中学；衡阳市八中；永州市四中；岳阳县一中；湘潭县一中；湘西州民中；石门县一中；澧县一中；益阳市一中；桃源县一中；株洲市二中；麓山国际；郴州市一中；岳阳市一中；娄底市一中；怀化市三中；邵东市一中；洞口县一中联合命题

命题学校：岳阳市一中

审题学校：邵东市一中

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。

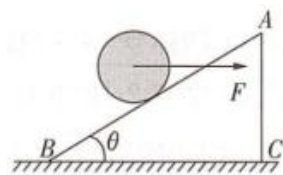
第 I 卷选择题（共 48 分）

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

1.在物理学的发展过程中，有众多的科学家做出了突出的贡献。下列关于科学家及其成就的描述符合历史事实的是（ ）

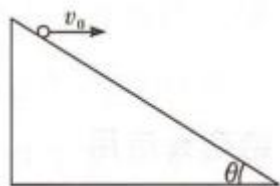
- A.牛顿通过实验发现了万有引力定律，并测出了引力常量 G 的值
- B.奥斯特通过“奥斯特实验”发现了电磁感应现象
- C.卢瑟福分析 α 粒子散射实验的现象，建立了原子的核式结构模型
- D.玻尔建立了玻尔原子理论，能够完美地解释所有原子光谱的实验规律

2.如图所示，倾角为 $\theta = 30^\circ$ 、 AB 面光滑的斜面体放在水平地面上，一个重为 G 的小球在弹簧秤的水平拉力 F 作用下静止在斜面上。现沿逆时针方向缓慢转动弹簧秤，直到弹簧秤的示数等于初始值，在此过程中，小球与斜面体始终处于静止状态。下列说法正确的是（ ）



- A.力 F 先变大后变小
- B.地面对斜面体的支持力一直变大
- C.地面对斜面体的摩擦力一直变小
- D.斜面体对小球的支持力一直变大

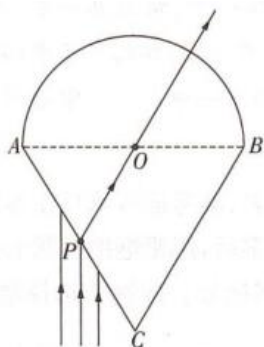
3.如图所示，物体在倾角为 θ 、足够长的斜面上做平抛运动，最终落在斜面上，从抛出到第一次落到斜面上的过程，下列说法正确的是（ ）



- A.物体在空中运动的时间与初速度成正比
- B.落到斜面上时，速度方向与水平面的夹角随初速度的增大而增大
- C.抛出点和落点之间的距离与初速度成正比

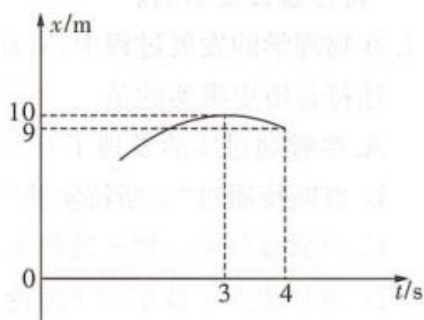
D.物体在空中运动过程中，离斜面的最远距离与初速度成正比

4.如图所示，某玻璃砖的截面由半径为 R 的半圆和等边三角形 ABC 组成， AB 是半圆的直径， O 为半圆的圆心。单色光平行于 CO 照射在 AC 面上，其中从 AC 中点射入玻璃砖的光线恰好经过半圆圆心 O 点（图中已画出），不考虑光线的反射。下列说法正确的是（ ）



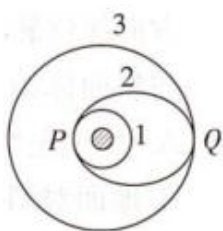
- A.玻璃砖对该单色光的折射率为 $\sqrt{3}$
- B.进入玻璃砖的所有光线都能够从半圆面射出
- C.光线从 AC 面传播到圆弧面，经过圆心 O 点的光线传播的时间最长
- D.若调整入射光线的角度，光线可能在 AC 面进入玻璃砖时发生全发射

5.物体从 $t=0$ 时开始做匀变速直线运动，其 $x-t$ 图像的一段图线如图所示，图线经过图中坐标 $(3,10)$ 和 $(4,9)$ 的点，其中 $(3,10)$ 为抛物线的顶点。关于该物体的运动，下列说法正确的是（ ）



- A. $t=0$ 时，物体从坐标原点出发
- B. 物体的初速度为 $\frac{20}{3} \text{ m/s}$
- C. 物体加速度大小为 2 m/s^2
- D. 物体 $0 \sim 4 \text{ s}$ 内的路程为 8 m

6.2023 年 2 月 26 日，中国载人航天工程三十年成就展在中国国家博物馆举行，展示了中国载人航天发展历程和建设成就。载人航天进行宇宙探索过程中，经常要对航天器进行变轨。如图所示是某次从轨道 1 变轨到轨道 3 的示意图，点火变速在轨道 P 、 Q 两点，轨道 1 和轨道 3 为圆轨道，轨道 2 为椭圆轨道。设轨道 1、轨道 2 和轨道 3 上航天器运行周期分别为 T_1 、 T_2 和 T_3 ， P 为轨道 1 和轨道 2 的交点， Q 为轨道 2 和轨道 3 的交点。下列说法正确的是（ ）



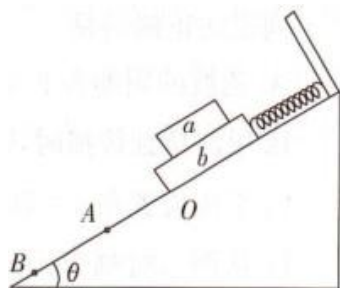
- A.在 P 点应该点火加速变轨，在 Q 点应该点火减速变轨

B.轨道3上 Q 点的速度大于轨道2上 P 点的速度

C.轨道2上从 P 到 Q 的过程中, 机械能减少

D.运行周期关系满足 $\sqrt[3]{T_1^2} + \sqrt[3]{T_3^2} = 2\sqrt[3]{T_2^2}$

7.如图所示, 一足够长的光滑斜面, 倾角为 θ , 一弹簧上端固定在斜面的顶端, 下端与物体 b 相连, 物体 b 上表面粗糙, 在其上面放一物体 a , a 、 b 间的动摩擦因数为 μ ($\mu > \tan \theta$), 将物体 a 、 b 从 O 点由静止释放, 释放时弹簧恰好处于自由伸长状态, 当 b 滑到 A 点时, a 刚好相对 b 开始滑动; 滑到 B 点时 a 刚好从 b 上滑下, b 也恰好速度为零, 设 a 、 b 间的最大静摩擦力等于滑动摩擦力, 重力加速度为 g 。下列对物体 a 、 b 运动情况的描述正确的是 ()



A.从 O 到 A 的过程中, 两者一直加速

B.经过 A 点时, 两者加速度大小是 $\mu g \cos \theta - g \sin \theta$, 方向沿斜面向下

C.从 A 到 B 的过程中, 两者的加速度都在减小, 速度也都在减小

D.经过 B 点, a 掉下后, b 开始反向运动且能滑到开始下滑的 O 点的上方

二、多项选择题: 本题共 4 小题, 每小题 5 分, 共 20 分。每小题有多个选项符合题目要求。全部选对的得 5 分, 选对但不全的得 3 分, 有选错的得 0 分。

8.关于光电效应, 下列说法中正确的是 ()

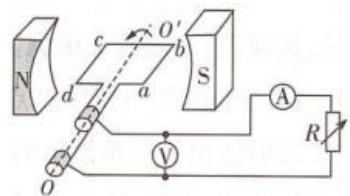
A.爱因斯坦提出了光子的观点, 成功的解释了光电效应实验现象

B.光的电磁理论也可以解释光电效应实验中存在截止频率这一现象

C.光束通过窗口照射光电管发生了光电效应, 调节加给光电管的反向电压达到遏止电压时, 将不再有电子从光电管的阴极射出

D.分别用蓝光和紫光照射光电管, 均逸出了光电子, 蓝光照射和紫光照射逸出的光电子的动能可能相等

9.如图所示, 有一矩形线圈 $abcd$ 的面积为 S , 匝数为 N , 电阻为 r , 绕 OO' 轴在水平方向的磁感应强度为 B 的匀强磁场中以角速度 ω 逆时针做匀速转动, 从图示位置开始计时。矩形线圈通过滑环接一可调电阻 R , 图中电流表 A 和电压表 V 的读数分别为 I 和 U 。下列判断正确的是 ()



A.矩形线圈产生的感应电动势的瞬时值表达式为 $e = NBS\omega \cos \omega t$

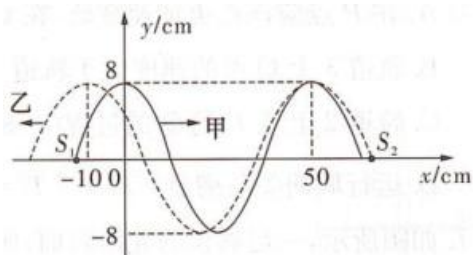
B.矩形线圈经过图示位置时, 线圈中的电流方向为 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$

C.矩形线圈从图示位置转过 90° 时, 电压表的读数为 0

D.可变电阻 R 取不同值时, I 、 U 的乘积 IU 的值可能相等

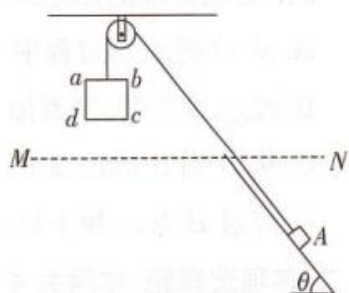
10.如图, x 轴上 S_1 、 S_2 为波源, 先后起振分别沿 x 轴正向和负向激发甲、乙两列简谐横波, 经过一段时间

后甲乙两列简谐波各自传播了 $\frac{3}{2}$ 个波长，此时的波形曲线如图所示，两波在该介质中的传播速度均为 $v = 25\text{cm/s}$ 。下列说法正确的是（ ）



- A. 乙波的周期为 2.4s
- B. 甲波单独传播时，若遇到尺寸为 20cm 的障碍物不能发生明显的衍射现象
- C. 平衡位置在 $x = 50\text{cm}$ 处的质点振动始终加强
- D. 从图示时刻起（不包含该时刻），再经过 $t = 1\text{s}$ 第一次出现介质质点偏离平衡位置的位移为 16cm

11. 如图所示，定滑轮两边用轻绳连接线框 $abcd$ 和带正电的物体 A ，物体 A 放置在倾角为 $\theta = 53^\circ$ 的光滑斜面上，水平面 MN 下方空间存在垂直纸面的磁场， MN 上方没有磁场。此时释放线框和物体 A ，线框刚进入磁场时，恰好匀速运动， A 物体仍在磁场中且对斜面恰好没有压力。已知正方形线框 $abcd$ 边长为 $L = 0.1\text{m}$ ，质量为 $M = 0.05\text{kg}$ ，电阻为 $R = 18\Omega$ ，匝数为 $n = 10$ 匝，物块 A 的质量 $m = 0.05\text{kg}$ ，带电量为 $q = 0.1\text{C}$ ，重力加速度为 $g = 10\text{m/s}^2$ ，不计一切摩擦，运动过程中，线框平面始终位于纸面内， A 始终处于磁场中， $\sin 53^\circ = 0.8$ ， $\cos 53^\circ = 0.6$ 。下列说法正确的是（ ）

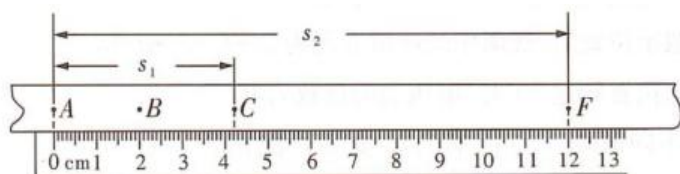


- A. 磁场方向垂直纸面向里
- B. 线框下边 cd 初始位置离 MN 面的距离 $h = 12.5\text{m}$
- C. 磁场的磁感应强度 $B = 0.6\text{T}$
- D. 线框进入磁场过程中线框的电热功率 $P = 0.05\text{W}$

第 II 卷非选择题（共 52 分）

三、实验题：本题共 2 小题，共 14 分。

12.（6 分）在“练习使用打点计时器”的实验中，小李同学通过重物牵引小车运动，他在实验操作之后选出了一条清晰的纸带，如下图所示。他从 A 点开始每隔四个点选取一个计数点，依次标为 B 、 C 、 D 、 E 、 F （ D 、 E 两点图中未标出），他已经测量出 A 到 C 的距离为 $s_1 = 4.20\text{cm}$ ，所使用的交流电源的频率 $f = 50\text{Hz}$ 。请你回答下列问题：



(1) 由图读出 A 到 F 的距离为 $s_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ cm;

(2) 打下 B 点时小车的速度 $v_B = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s;

(3) 确定重物做匀加速运动后, 通过两段长度 s_1 、 s_2 可以计算出小车运动的加速度, 计算出小车的加速度为 $a = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s²。

13. (8 分) 小明同学在实验室发现了一块标有“9V”字样的锂电池, 出于好奇他想通过实验测量该电池的电动势和内阻。通过查阅该资料得知电池内阻一般小于 1Ω 、允许通过的最大电流小于 1.0A 。为了准确的测出该电池的电动势和内电阻, 小明在实验室老师的帮助下找到了下列器材:

A. 电压表 V (量程为 $0\sim 3\text{V}$, 内阻 $r_V \approx 15\text{k}\Omega$);

B. 电流表 A (量程为 $0\sim 3\text{A}$, 内阻 $r_A \approx 0.3\Omega$);

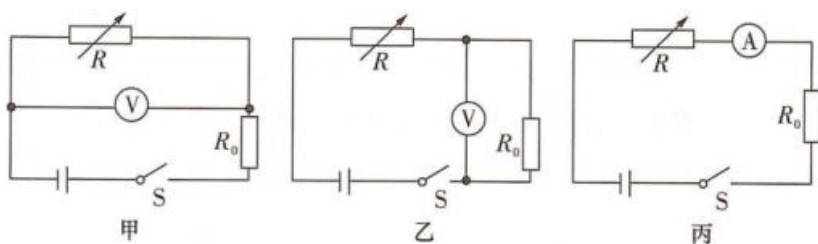
C. 定值电阻 $R_0 = 3\Omega$;

D. 电阻箱 R ($0\sim 99.99\Omega$);

E. 开关 S 、导线若干。

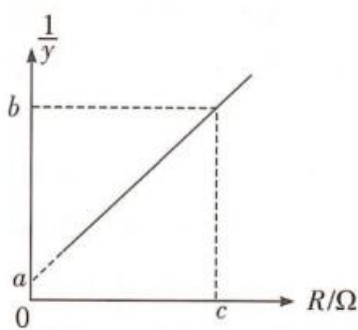
(1) 小明的探究立即激发了班级同学的兴致, 他们帮助设计了下列三种测量方案, 你认为合理的是

(要求不能损坏电源、选用的电表在测量时要能实现指针从满偏的 $\frac{1}{3}$ 到 $\frac{2}{3}$ 的测量范围)。



(2) 小红同学提出用图像法处理数据可以减小偶然误差, 按照她的建议, 小明和同学们将实验数据整理之后, 恰当的调整横坐标、纵坐标所代表的物理量之后, 得到了一条倾斜的直线如图所示 (其中 R 为电阻箱的读数, y 为电压表或电流表的示数, 单位均为国际单位), 则测得锂电池的电动势为 , 内阻为 。

(结果用 a 、 b 、 c 和 R_0 表示)

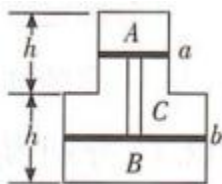


(3) 按照上述的测量方案, 测得的电动势 $E_{\text{测}}$ (选填“<”“>”或“=”) $E_{\text{真}}$ 。

四、计算题: 本题共 3 小题, 其中第 14 题 10 分, 第 15 题 12 分, 第 16 题 16 分, 共 38 分。写出必要的推理过程, 仅有结果不得分。

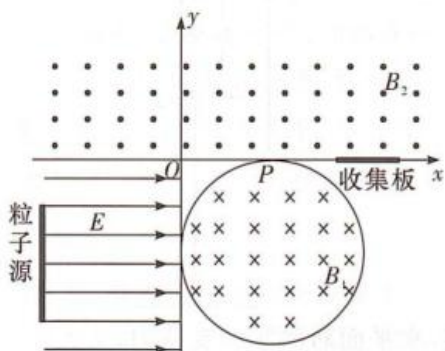
14. (10 分) 如图所示, “凸”形汽缸上、下部分高度均为 h , 上、下底面导热良好, 其余部分绝热。上部分横截面积为 S , 下部分横截面积为 $2S$ 。汽缸被总重力 $G = 2p_0S$ 、中间用轻杆相连的 a 、 b 两绝热活塞 (密封性良好) 分成 A 、 B 、 C 三部分, 活塞稳定时 A 、 B 、 C 三个部分内的气体温度均为 T , A 、 C 部分气体压

强为 p_0 ， A 、 B 部分高均为 $\frac{h}{2}$ ， C 部分高为 h 。现保持 A 、 B 温度不变，使 C 中的气体温度缓慢变化至某温度，最终稳定后两活塞缓慢下降了 $\frac{h}{4}$ ，不计所有摩擦。求：



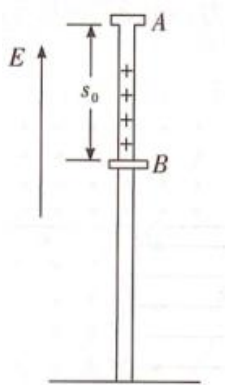
- (1) C 温度变化前， B 中气体的压强；
- (2) C 中气体最终温度为多少？

15. (12 分) 如图所示， xOy 坐标系中，第三象限存在沿 x 轴正向的匀强电场，第四象限与 x 轴和 y 轴相切的半径为 $R = 0.2\text{m}$ 的圆形区域内存在匀强磁场 B_1 ，磁感应强度 $B_1 = 0.1\text{T}$ ，方向垂直纸面向里， x 轴上方存在垂直纸面向外的匀强磁场 B_2 ，磁感应强度 $B_2 = 0.3\text{T}$ 。在第三象限 $x = -40\text{cm}$ ， $y = -8\text{cm}$ 至 -36cm 间存在粒子源，比荷 $k = 10^8\text{C/kg}$ 的相同带正电粒子由粒子源无初速度释放后进入电场，在电场中加速后进入圆形磁场，其中正对圆心入射的粒子经 B_1 偏转后恰好以垂直于 x 轴的方向经切点 P 点进入磁场 B_2 ，带电粒子最终都打到放置在 x 轴上的收集板上。不计粒子的重力， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ ，求：



- (1) 第三象限中加速电场的电场强度 E ；
- (2) 收集板最小长度 L ；
- (3) 带电粒子在磁场 B_1 、 B_2 中运动的总时间范围（用含 π 的分数式表示）。

16. (16 分) 如图所示，水平面上质量为 $M = 2\text{kg}$ 的滑竿 A 带正电，电量 $q = 0.09\text{C}$ （电量始终保持不变），处于电场强度 $E = 100\text{N/C}$ 、竖直向上的匀强电场中，质量为 $m = 1\text{kg}$ 的绝缘滑环 B 套在滑竿上。给滑环 B 竖直向上的速度 $v_0 = 6\text{m/s}$ ，滑环到达滑竿顶端后与滑竿发生弹性碰撞（碰撞时间极短），此后滑竿离地后落回水平面与水平面的碰撞无机械能损失。已知滑竿长 $L = 13.285\text{m}$ ，滑环开始运动前距滑竿顶端 $s_0 = 0.9\text{m}$ ，滑环与滑竿间的滑动摩擦力为 $0.5mg$ 。环、杆在以后的运动过程中，求：（ $g = 10\text{m/s}^2$ ）



- (1) 滑环与顶部挡板碰撞前，水平面对滑竿的支持力；
- (2) 滑环 B 与滑竿 A 碰撞后瞬间，滑环 B 和滑竿 A 的速度大小分别为多少；
- (3) 通过计算判断滑环 B 从滑竿 A 上脱落之前，滑竿 A 与水平面碰撞的次数。

2023 届湖南新高考教学教研联盟高三第二次联考

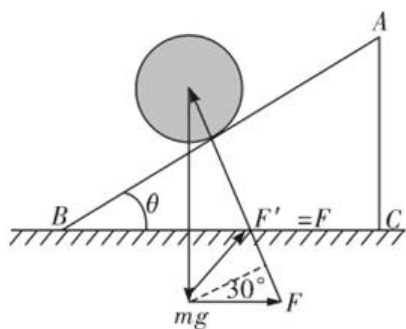
物理参考答案

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
答案	C	C	A	A	C	D	D	AD	ABD	AD	BC

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

1.C【解析】卡文迪什测出了引力常量，A 错误；奥斯特发现了电流的磁效应，法拉第发现了电磁感应现象，B 错误；玻尔原子模型只能解释氢原子光谱，D 错误。故选 C。

2.C【解析】作出小球受力的矢量三角形，从图中可看出力 F 先减小再增大，斜面对球支持力一直减小，对整体有 $N_d = (mg + G) - F_y$ ， F_y 一直增大，则 N_d 一直减小， $f_d = F_x$ ， F_x 一直减小。故选 C。



3.A【解析】根据平抛运动规律有 $\tan \theta = \frac{\frac{1}{2}gt^2}{v_0 t}$ ，得 $t = \frac{2v_0 \tan \theta}{g} \propto v_0$ ，A 正确；速度与水平方向夹角 α 满足 $\tan \alpha = 2 \tan \theta$ 为定值，B 错误；抛出点与落点间距离 $s = \frac{v_0 t}{\cos \theta} = \frac{2v_0^2 \tan \theta}{g \cos \theta} \propto v_0^2$ ，C 错误；离斜面的最

远距离 $d = \frac{(v_0 \sin \theta)^2}{2g \cos \theta} \propto v_0^2$ ，D 错误。故选 A。

4.A【解析】 $\triangle POC$ 为等腰三角形，底角为 30° ， P 点的入射角 $\alpha = 60^\circ$ ，折射角 $\beta = 30^\circ$ ，折射率 $n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \sqrt{3}$ ，A 正确；从 AC 折射进入砖的光线，入射点越靠近 A 或越靠近 C ，折射光线从半圆面折

射时入射角越大，当光线由 A 进入砖时在半圆界面折射时入射角为 60° ， $\sin 60^\circ > \frac{1}{n}$ 将发生全反射，B 错误；由 C 、 P 两点从 AC 进入玻璃砖的光线在玻璃砖中传播时间相同，由 CP 两点之间进入玻璃砖的光线在玻璃砖中传播时间更长，C 错误；由 AC 面进入玻璃砖是从光疏介质进入光密介质，不会发生全反射，D 错误。故选 A。

5.C 【解析】物体匀变速直线运动，3s 末速度 $v_3 = 0$ ，3.5s 时瞬时速度等于 3~4s 间平均速度即 $v_{3.5} = \bar{v}_{34} = 1\text{m/s}$ ，加速度大小 $a = \frac{v_{3.5} - v_3}{0.5} = 2\text{m/s}^2$ ，物体初速度 $v_0 = v_3 + a\Delta t = 6\text{m/s}$ ，0~3s 位移

$$x_{03} = \frac{v_0 + v_3}{2} \Delta t = 9\text{m} = x_3 - x_0, \quad \text{初 始 时 } x_0 = 1\text{m}, \quad 3\text{s} \sim 4\text{s} \text{ 路 程 } s_{34} = x_{34} = 1\text{m},$$

$s_{04} = s_{03} + s_{34} = 9\text{m} + 1\text{m} = 10\text{m}$ 。故选 C。

6.D 【解析】在 P 点由圆周运动变为做离心运动，在 Q 点由近心运动变为做匀速圆周运动，都应该点火加速，

A 错误；由 A 项可知 $v_{2P} > v_{1P}$ ，又根据 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ ，可知 $v_{1P} > v_{3Q}$ ，则有 $v_{3Q} < v_{2P}$ ，B 错误；轨道 2 上

从 P 到到 Q 点只有万有引力做功，机械能不变，C 错误；根据开普勒第三律 $\frac{r^3}{T^2} = k$ ，对轨道 1 有 $\frac{r_1^3}{T_1^2} = k$ ，

同理对 2、3 有 $\frac{\left(\frac{r_1 + r_3}{2}\right)^3}{T_2^2} = k$ ， $\frac{r_3^3}{T_3^2} = k$ ，联立可得 $\sqrt[3]{T_1^2} + \sqrt[3]{T_3^2} = 2\sqrt[3]{T_2^2}$ ，D 正确。故选 D。

7.D 【解析】在 A 点 a 、 b 恰好产生相对滑动，静摩擦力达到最大，又 $\mu > \tan \theta$ ，则此时整体处于减速状态，A 错误；在 A 点对 a 有 $\mu mg \cos \theta - mg \sin \theta = ma$ ，得 $a = \mu g \cos \theta - g \sin \theta$ ，方向沿斜面向上，B 错误；从 A 到 B ， a 做匀减速运动， b 做加速度增大的减速运动，C 错误；从 A 到 B 过程中 a 对 b 做正功，故 b 一定能返回到 O 点的上方，D 正确。故选 D。

二、多项选择题：本题共 4 小题，每小题 5 分，共 20 分。每小题有多个选项符合题目要求。全部选对的得 5 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

8.AD 【解析】按照光的电磁理论，当入射光频率很低，但只要强度足够大能量够大应该也能射出光电子，不应存在截止频率，B 错误；反向电压达到遏止电压时，只要入射光频率大于阴极材料截止频率，都会有光电子从阴极射出，只是到达不了阳极，C 错误。故选 AD。

9.ABD 【解析】感应电动势最大值为 $E_m = NBS\omega$ ，从图示位置开始计时瞬时值表达式 $e = NBS\omega \cos \omega t$ ，A 正确；图示位置时根据右手定则知电流方向为 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$ ，B 正确；电压表示数为有效值，不随瞬时值变化，C 错误；根据输出功率与电阻关系知 D 正确。故选 ABD。

10.AD 【解析】 $\lambda_z = 60\text{cm}$ ， $T = \frac{\lambda_z}{v} = \frac{60\text{cm}}{25\text{cm/s}} = 2.4\text{s}$ ，A 正确； $\lambda_{\text{甲}} > 20\text{cm}$ ，甲波长大于障碍物尺寸，能发生明显衍射，B 错误；甲、乙两波源频率不同，不是相干波源，不能发生干涉，该质点不会始终振动加强，C 错误；甲波峰右移，乙波峰左移经 $\Delta t = \frac{50\text{cm}}{2v} = 1\text{s}$ 两波峰相遇，D 正确。故选 AD。

11.BC 【解析】 A 不受支持力，则洛伦兹力垂直斜面向上，由左手定则知磁场垂直纸面向外，A 错误；线框刚进入磁场时对物体 A， $Bqv_0 = mg \cos 53^\circ$ ， $T = mg \sin 53^\circ$ ，对线框 $T + nB \frac{nBLv_0}{R} L = mg$ ，解得

$B = 0.6\text{T}$ ， $v_0 = 5\text{m/s}$ ，C 正确；线框进入磁场前做匀加速运动， $Mg - mg \sin 53^\circ = (M + m)a$ ，得
 $a = 1\text{m/s}^2$ ，则 $h = \frac{v_0^2}{2a} = 12.5\text{m}$ ，B 正确； $P_{\text{热}} = F_A v = \frac{n^2 B^2 L^2 v_0}{R} v_0 = 0.5\text{W}$ ，D 错误。故选 BC。

三、实验题：本题共 2 小题，共 14 分。

12. (6 分，每空 2 分) (1) 12.00 (2) 0.21 (3) 0.2

【解析】(1) $s_2 = 12.00\text{cm}$

$$(2) v_B = \bar{v}_{AC} = \frac{4.20\text{cm}}{2 \times 0.1\text{s}} = 0.21\text{m/s}$$

$$(3) 2(s_2 - s_1) - 3s_1 = 15aT^2, \text{ 解得 } a = 0.2\text{m/s}^2$$

13. (8 分，每空 2 分) (1) 乙 (2) $\frac{c}{(b-a)R_0} - \frac{ac}{b-a} - R_0$ (3) <

【解析】(1) 甲图：电压表满偏时 $(R_0 + r)$ 分压为 6V，电流约为 1.5A 超过电池允许通过最大电流；

丙图：○A 满偏的 $\frac{1}{3}$ 为 1A，超过电池允许最大电流。

$$(2) \text{ 由闭合电路欧姆定律可得 } U = E - \frac{U}{R_0}(R + r)$$

$$\text{整理得, } \frac{1}{U} = \frac{R_0 + r}{ER_0} + \frac{1}{ER_0}R, \text{ 可知 } \begin{cases} \text{斜率 } \frac{b-a}{c} = \frac{1}{ER_0} \\ \text{纵截距 } a = \frac{R_0 + r}{ER_0} \end{cases}$$

$$\text{则有 } \begin{cases} E = \frac{c}{(b-a)R_0} \\ r = \frac{ac}{b-a} - R_0 \end{cases}$$

(3) 考虑电压表内阻分流，应将 R_0 替换为 R_0 与 r_V 并联的阻值，故 $E_{\text{测}} < E_{\text{真}}$ ， $r_{\text{测}} < r_{\text{真}}$ 。

四、计算题：本题共 3 小题，其中第 14 题 10 分，第 15 题 12 分，第 16 题 16 分，共 38 分。写出必要的推理过程，仅有结果不得分。

14. (10 分) 【解析】(1) C 温度变化前，对两活塞

$$2p_0S + p_0S + p_0 \cdot 2S = p_B \cdot 2S + p_0S \cdots \cdots (2 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } p_B = 2p_0 \cdots \cdots (1 \text{ 分})$$

(2) A 中气体：

$$\text{初状态 } p_{A1} = p_0, V_{A1} = S \frac{h}{2}, T_{A1} = T$$

$$\text{末状态 } p_{A2} = ?, V_{A2} = S \left(\frac{h}{2} + \frac{h}{4} \right), T_{A2} = T$$

$$\text{由玻意耳定律： } p_{A1}V_{A1} = p_{A2}V_{A2}, \text{ 解得 } p_{A2} = \frac{2}{3}p_0 \cdots \cdots (1 \text{ 分})$$

B 中气体：

初状态 $p_{B1} = 2p_0$, $V_{B1} = 2S\frac{h}{2}$, $T_{B1} = T$

末状态 $p_{B2} = ?$, $V_{B2} = 2S\left(\frac{h}{2} - \frac{h}{4}\right)$, $T_{B2} = T$

由玻意耳定律: $p_{B1}V_{B1} = p_{B2}V_{B2}$, 解得 $p_{B2} = 4p_0 \dots\dots (1 \text{ 分})$

对 C 中气体:

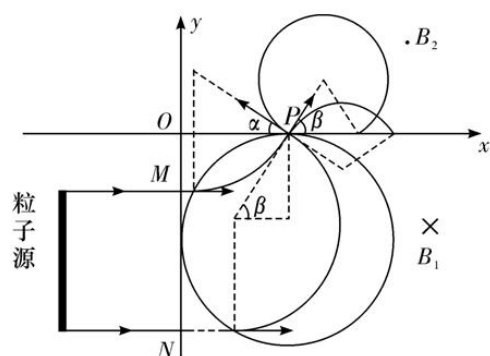
初状态 $p_C = p_0$, $V_C = S\frac{h}{2} + 2S\frac{h}{2}$, $T_C = T$

末状态 p_C' , $V_C' = S\left(\frac{h}{2} - \frac{h}{4}\right) + 2S\left(\frac{h}{2} + \frac{h}{4}\right)$, $T_C' = ? \dots\dots (2 \text{ 分})$

对活塞 $2p_0S + p_{A2}S + p_C' \cdot 2S = p_{B2} \cdot 2S + p_C' \cdot S$, $p_C' = \frac{16}{3}p_0 \dots\dots (1 \text{ 分})$

由理想气体状态方程 $\frac{p_C V_C}{T_C} = \frac{p_C' V_C'}{T_C'}$, 解得 $T_C' = \frac{56}{9}T \dots\dots (2 \text{ 分})$

15. (12 分)



【解析】(1) 由几何关系, 粒子在电场加速后进入 B_1 中匀速圆周运动的半径 $r = R = 0.2\text{m} \dots\dots (1 \text{ 分})$

粒子在 B_1 中圆周运动 $Bqv_0 = m\frac{v_0^2}{r}$, $r = \frac{mv_0}{qB_1} \dots\dots (1 \text{ 分})$

对粒子在电场中运动由动能定理: $qE \cdot x = \frac{1}{2}mv_0^2 - 0 \dots\dots (1 \text{ 分})$

解得: $E = 5 \times 10^4 \text{ N/C}$, $v_0 = 2 \times 10^6 \text{ m/s} \dots\dots (1 \text{ 分})$

(2) 粒子均将从 P 点进入 B_2 磁场

粒子在 B_2 中圆周运动: $B_2 qv_0 = m\frac{v_0^2}{r_2}$, $r_2 = \frac{mv_0}{qB_2} = \frac{1}{15}\text{m} \dots\dots (1 \text{ 分})$

作出粒子源上下边界粒子的轨迹如图

由几何关系知 $\sin \alpha = \frac{0.12}{0.2} = 0.6$, $\alpha = 37^\circ$

$\sin \beta = \frac{0.16}{0.2} = 0.8$, $\beta = 53^\circ$

则从粒子源下端进入 B_1 再进入 B_2 的粒子打在收集板最左端

$$d_1 = 2r_2 \sin \alpha = 1.2r_2 \cdots \cdots (1 \text{ 分})$$

垂直 x 轴进入 B_2 的粒子打在收集板最右端 $d_2 = 2r_2 \cdots \cdots (1 \text{ 分})$

$$\text{所以收集板长度 } d = d_2 - d_1 = \frac{4}{75} \text{ m} = \frac{16}{5} \text{ cm} \cdots \cdots (1 \text{ 分})$$

(3) 粒子进入 B_1 时的位置越靠下, 进入 B_1 点与 P 连线弦切角越大, 在 B_1 中运动时间越长, 同时粒子在 B_2 中的运动轨迹从劣弧向优弧变化, 在 B_2 中转过圆心角变大, 因此粒子源上下边界入射的粒子在磁场中运动的时间即为边界时间情况由 M 进入磁场粒子在磁场中运动时间最短

$$t_1 = \frac{\beta}{360^\circ} \cdot \frac{2\pi m}{qB_1} + \frac{2\beta}{360^\circ} \cdot \frac{2\pi m}{qB_2} = \frac{265\pi}{54} \times 10^{-8} \text{ s} \cdots \cdots (2 \text{ 分})$$

由 N 进入磁场粒子在磁场中运动时间最长

$$t_2 = \frac{90^\circ + \beta}{360^\circ} \cdot \frac{2\pi m}{qB_1} + \frac{360^\circ - 2\alpha}{360^\circ} \cdot \frac{2\pi m}{qB_2} = \frac{715\pi}{54} \times 10^{-8} \text{ s} \cdots \cdots (2 \text{ 分})$$

$$\text{粒子在磁场中运动时间: } \frac{265\pi}{54} \times 10^{-8} \text{ s} \leq t \leq \frac{715\pi}{54} \times 10^{-8} \text{ s}$$

$$16. (16 \text{ 分}) \text{【解析】} (1) \text{ 碰前 } a_{B0} = \frac{mg + 0.5mg}{m} = 15 \text{ m/s}^2, \text{ 向上做匀减速运动} \cdots \cdots (1 \text{ 分})$$

假设 A 静止, 对 A 有 $Mg = qE + 0.5mg + N \cdots \cdots (2 \text{ 分})$

解得 $N = 6 \text{ N}$, 假设成立 $\cdots \cdots (2 \text{ 分})$

$$(2) B \text{ 与 } A \text{ 碰前瞬间 } v_{B0} = \sqrt{v_0^2 + 2(-a_{B0})s_0} = 3 \text{ m/s} \cdots \cdots (1 \text{ 分})$$

B 与 A 相碰动量守恒 $m_B v_{B0} = m_B v_B + m_A v_A \cdots \cdots (1 \text{ 分})$

$$\text{机械能守恒 } \frac{1}{2} m_B v_{B0}^2 = \frac{1}{2} m_B v_B^2 + \frac{1}{2} m_A v_A^2 \cdots \cdots (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } v_B = \left| \frac{m_B - m_A}{m_B + m_A} v_{B0} \right| = 1 \text{ m/s 向下}, v_A = \frac{2m_B}{m_A + m_B} v_{B0} = 2 \text{ m/s 向上} \cdots \cdots (2 \text{ 分})$$

(3) B 与 A 碰后

$$a_A = \frac{Mg + 0.5mg - qE}{M} = 8 \text{ m/s}^2, \text{ 向上做匀减速运动} \cdots \cdots (1 \text{ 分})$$

$$a_B = \frac{mg - 0.5mg}{m} = 5 \text{ m/s}^2, \text{ 向下做匀加速运动} \cdots \cdots (1 \text{ 分})$$

设经 t_0 时间 A 、 B 共速 $v_{AB} = (-v_A) + a_A t_0 = v_B + a_B t_0$, 解得 $t_0 = 1 \text{ s} > 2 \frac{v_A}{a_A}$, 故共速前 A 已落地

故脱离前 A 将做周期为 $T = \frac{2v_A}{a_A} = 0.5 \text{ s}$ 的往复运动 $\cdots \cdots (2 \text{ 分})$

法 1: 设经 $\Delta t < T$, B 从 A 上脱落:

$$\text{令 } v_A \Delta t + \frac{1}{2} (-a_A) \Delta t^2 + v_B \Delta t + \frac{1}{2} a_B \Delta t^2 = L, \Delta t \text{ 无解}$$

设经 $T < \Delta t < 2T$, B 从 A 上脱落:

$$\text{今 } v_A(\Delta t - T) + \frac{1}{2}(-a_A)(\Delta t - T)^2 + v_B\Delta t + \frac{1}{2}a_B\Delta t^2 = L, \quad \Delta t \text{ 无解}$$

...

类推: $4T < \Delta t < 5T$, B 从 A 上脱落

$$\text{今 } v_A(\Delta t - 4T) + \frac{1}{2}(-a_A)(\Delta t - 4T)^2 + v_B\Delta t + \frac{1}{2}a_B\Delta t^2 = L$$

$\Delta t = 2.1\text{s} \in (4T, 5T)$ 成立, 故脱离前 A 与地碰 4 次…… (2 分)

法 2:

碰后 B 与 A 上端一直相对远离

$$\text{设经 } t_1 = 4T \text{ 分离 } v_B t_1 + \frac{1}{2}a_B t_1^2 < L, \text{ 不成立}$$

$$\text{设经 } t_2 = 5T \text{ 分离, } v_B t_2 + \frac{1}{2}a_B t_2^2 > L$$

故脱离前 A 与地碰 4 次后分离。

