2025届普通高等学校招生全国统一考试

青桐鸣大联考(高三)

物　理

注意事项:

1. 答卷前,考生务必将自己的姓名、班级、考场号、座位号、考生号填写在答题卡上。

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,只有一项符合题目要求。

1. 科学探测表明,月球上储藏有大量可控核聚变燃料氦3,可控核聚变的核反应方程为 $X+{}_2^3\mathrm{He}\rightarrow{}_2^4\mathrm{He}+{}_1^1\mathrm{H}+\gamma$,则下列说法正确的是

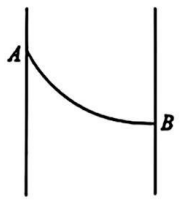
A. X是${}_0^1\mathrm{n}$

B. X中有两个中子、一个质子

C. ${}_2^3\mathrm{He}$比${}_2^4\mathrm{He}$的比结合能小

D. 生成物的质量之和大于反应物的质量之和

2. 如图所示,质量分布均匀的绳子两端分别连接在两根固定竖直杆上的A点和B点,绳子静止时,绳子B端的切线水平,若绳子的质量为m,右杆对绳子B端的拉力大小等于$\sqrt{3}mg$,已知重力加速度为g,则下列判断错误的是



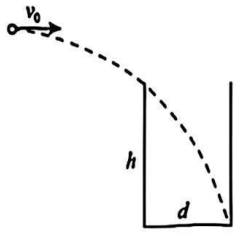
A. 左杆对绳子A端拉力大小等于$2mg$

B. 左杆对绳子A端拉力与杆的夹角为60°

C. 将两杆平移相互靠近的过程中,左杆对绳子A端拉力始终大于右杆对绳子B端拉力

D. 将两杆平移相互靠近的过程中,左杆和右杆对绳子的拉力大小可能相等

3. 如图所示，圆柱形垃圾桶高 $h=1$ m，桶底直径 $d=0.5$ m，将一个废纸团以 $v_0=2$ m/s 的初速度水平抛出，结果纸团从桶的左侧桶沿进入桶内，落在桶底最右侧。不计空气阻力，不计纸团大小，重力加速度为 10 m/s^2，则纸团抛出点离桶左侧桶沿的水平距离为



A. 0.4 m　　B. 0.45 m　　C. 0.5 m　　D. 0.55 m

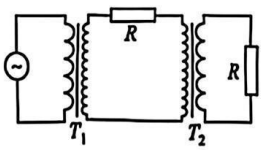
4. 如图所示，质量为 m 的跳伞运动员在高空由静止下落，从静止下落到打开降落伞之前运动员一直做竖直方向的匀加速运动，此过程中，运动员减少的重力势能与增加的动能之比为 9∶8，重力加速度为 g，若此过程运动员下降的高度为 h，则此过程中



A. 运动员的加速度大小为$\frac{1}{9}g$　　B. 合外力对运动员做的功为$\frac{1}{9}mgh$

C. 运动员的机械能减少量为$\frac{1}{9}mgh$　　D. 空气阻力对运动员做的功为$\frac{1}{9}mgh$

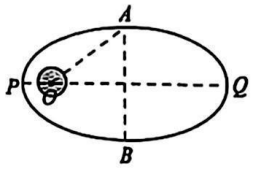
5. 某同学用小型变压器 T_1、T_2 连接成如图所示的电路研究远距离输电，用户电阻和输电线电阻均为 R，小型正弦交流发电机输出电压为 U 且保持不变，升压变压器 T_1 原、副线圈匝数比为 n，降压变压器 T_2 原、副线圈匝数比为 k，两变压器均为理想变压器，则 T_2 的输出电压为



A. $\frac{kU}{(k^2+1)n}$　　B. $\frac{kU}{(k^2-1)n}$　　C. $\frac{k^2U}{(k^2+1)n}$　　D. $\frac{k^2U}{(k^2-1)n}$

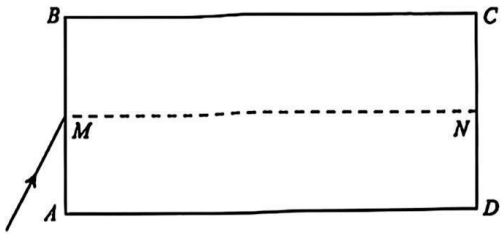
6. 如图所示，某卫星变轨后绕地球做椭圆运动，PQ 是椭圆的长轴，AB 是椭圆的短轴，O 为地心，AO、OQ 和椭圆 AQ 段曲线所围成的面积占整个椭圆面积的$\frac{1}{k}$($k>2$)，则卫星沿顺时针

方向从 P 点运动到 A 点的平均速率和从 A 点运动到 Q 点的平均速率之比为



A. $\frac{1}{k-1}$　　B. $k-1$　　C. $\frac{2}{k-2}$　　D. $\frac{k-2}{2}$

7. 如图所示，$ABCD$ 是平行玻璃砖，从侧面 AB 的中点 M 斜射入一束由 a、b 两种单色光组成的复色光，两单色光在玻璃砖内仅发生一次全反射后，a 单色光照射在 CD 边的中点 N，b 单色光照射在 CN 的中点，增大光在 AB 面的入射角，有一种单色光可以从 BC 边出射，不考虑光在 CD 面的反射，$BC>CD$，则下列判断正确的是



A. 玻璃砖对单色光 a 的折射率比对单色光 b 的折射率大

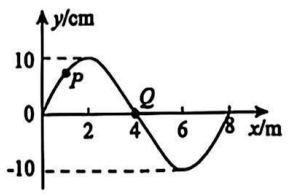
B. 单色光 a 在玻璃砖中传播时间比单色光 b 传播时间长

C. 用同一装置对单色光 a 和 b 分别做单缝衍射实验，b 光的中央亮纹更宽

D. 若用单色光 a 照射某金属恰好能发生光电效应，用单色光 b 照射该金属也一定能发生光电效应

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，有多项符合题目要求。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. 如图为一列简谐横波在 $t=0.75$ s 时刻的波形图，P、Q 是波传播路径上的两个质点，质点 Q 平衡位置的横坐标为 $x=4$ m。质点 P 的振动方程为 $y=10\sin(\pi t)$ cm。则下列说法正确的是



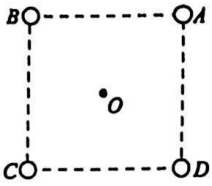
A. 波沿 x 轴正方向传播

B. 质点 Q 振动的频率为 2 Hz

C. 质点 P 平衡位置的坐标为 $x=1$ m

D. $t=0$ 时刻，质点 Q 正在向 y 轴正方向运动

9. 如图所示，正方形 $ABCD$ 的四个顶点各固定一个点电荷，O 为正方形的中点，无穷远处电势为零，点电荷电场中的电势 $\varphi=k\frac{q}{r}$（k 为静电力常量，q 为点电荷电荷量，r 为空间某点到点电荷的距离），则下列判断正确的是



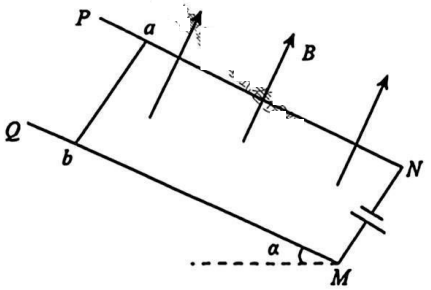
A. 若四个顶点的电荷量各不相同，则 O 点的电场强度一定不为零

B. 若四个顶点的电荷量各不相同，则 O 点的电势不可能为零

C. 若 C 点的点电荷受到的电场力为零，则 B、D 两点的点电荷一定带等量同种电荷

D. 若 B、D 两点的点电荷带等量异种电荷，则从 C 到 O 电势一定升高

10. 如图所示，足够长光滑平行导轨 PN、QM 倾斜固定放置，导轨间距为 L，导轨平面倾角为 α，导轨区域有方向垂直导轨平面向上的、磁感应强度为 B 的匀强磁场，导轨下端 M、N 接有直流电源。一根质量为 m、长度为 L、电阻为 R 的金属棒 ab 垂直放在导轨上，由静止释放，金属棒运动的最大速度大小为 v_1，将电源反接，金属棒 ab 仍从开始的位置由静止释放，金属棒运动的最大速度大小为 v_2，金属棒运动过程中始终与导轨垂直且接触良好，除金属棒外其余电阻不计，重力加速度为 g，则下列判断正确的是

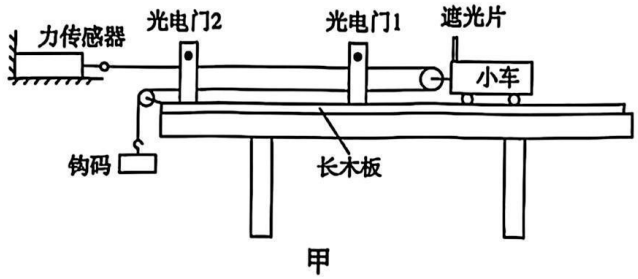


A. v_1 与 v_2 的方向一定相反　　B. v_1 与 v_2 的大小一定相等

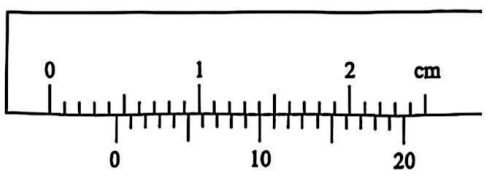
C. v_1+v_2 可能等于 $\frac{2mgR\sin\alpha}{B^2L^2}$　　D. v_1-v_2 可能等于 $\frac{2mgR\sin\alpha}{B^2L^2}$

三、非选择题：本题共 5 小题，共 54 分。

11.（8 分）在探究物体加速度与力、质量的关系实验过程中，某同学设计了如图甲所示的实验装置。小车上安装有遮光片，动滑轮两边的轻绳与长木板平行，两光电门间的距离为 L，拉力传感器可测出轻绳的拉力大小，带滑轮的长木板放在水平桌面上。当地的重力加速度为 g。



甲



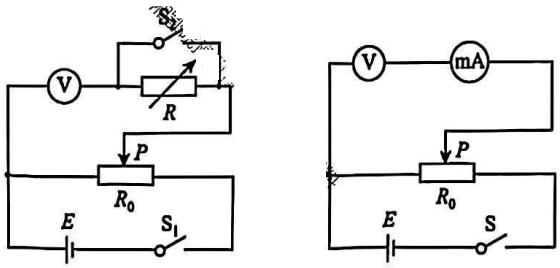
乙

(1)平衡摩擦力时将长木板的右端适当垫高，不挂钩码，轻推小车，如果小车通过光电门 1 时遮光片的遮光时间大于小车通过光电门 2 时遮光片的遮光时间，则需要将长木板右端适当_____(填“升高”或“降低”)，直到小车通过两光电门时遮光片遮光时间_____。

(2)用游标卡尺测出遮光片的宽度如图乙所示，则遮光片的宽度 $d=$_____ mm；按图甲安装好装置，正确操作进行实验，某次实验时，小车通过光电门 1、2 时遮光片的遮光时间分别为 t_1、t_2，则小车运动的加速度大小为 $a=$_____。(用题中给出的物理量符号表示)

(3)多次改变悬挂钩码的质量，记录每次改变后钩码的质量 m、力传感器的示数 F，根据每次小车通过光电门 1、2 时遮光片的遮光时间求出小车运动的加速度 a，分别作 $a-F$ 图像、$a-mg$ 图像，得到的图像一定是一条倾斜直线的是_____(填“$a-F$”或“$a-mg$”)图像，若 $a-F$ 图像和 $a-mg$ 图像两图像直线部分的斜率分别为 k_1、k_2，则 k_1 _____(填“大于”“等于”或“小于”)k_2。

12.(8 分)某同学要测量一个量程为 3 V 的电压表内阻(约 3 kΩ)，设计了图甲和图乙两种电路，已知电阻箱 R 最大阻值 9 999.9 Ω。



(1)采用图甲电路测量时，为了使测量值尽量准确，电源应选用_____(选“A”或“B”)，滑动变阻器应选用_____(选“C”或“D”)。

A. 电源电动势为 4.5 V　　B. 电源电动势为 2.0 V

C. 滑动变阻器(最大阻值 50 Ω)　　D. 滑动变阻器(最大阻值 100 Ω)

(2)用图甲电路在开关 S_1、S_2 均断开的情况下，先将 R_0 的滑片 P 调至最左端，然后闭合 S_1、S_2，调节 R_0 滑片，使电压表指针偏转到满刻度，再断开开关 S_2，调节电阻箱 R 的阻值，使电压表指针偏转到满刻度的一半。如果此时电阻箱 R 接入电路中的阻值为 R_1，则被测电压表的内阻测量值为_____，该测量值_____实际值(填“大于”“小于”或“等于”)。

(3)若采用图乙电路测量，

①要使测量尽量准确，微安表应选用_____(选“A”或“B”)。

A. 毫安表(量程为 1 mA)　　B. 毫安表(量程为 10 mA)

②实验测量时，先将滑动变阻器的滑片移到最左端，闭合开关 S，多次移动滑动变阻器滑片，测得多组电压表和电流表的示数 U、I，作出 $U-I$ 图像，得到图像的斜率为 k，则电压表内阻为 $R_x=$_____；关于图甲电路和图乙电路测电压表内阻引起的主要误差，下列判断正确的是_____。

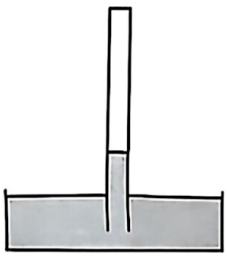
A. 图甲：系统误差；图乙：系统误差　　B. 图甲：系统误差；图乙：偶然误差

C. 图甲：偶然误差；图乙：系统误差　　D. 图甲：偶然误差；图乙：偶然误差

13.（8 分）如图所示，上端封口且导热性良好的细玻璃管竖直插入水银槽中，玻璃管中被封闭一定质量的理想气体，管内水银面比槽内水银面高 5 cm，封闭气柱长为 20 cm，气体的温度为 300 K，大气压强始终为 75 cmHg，水银槽中玻璃管足够长，缓慢降低环境温度，使管中水银上升 2 cm，槽内水银面的高度可以认为不变。

(1)环境温度应降为多少(结果保留一位小数)；

(2)若不降低温度，将玻璃管缓慢向上移也能使管中水银上升 2 cm，则玻璃管上升的高度为多少(结果保留一位小数)。

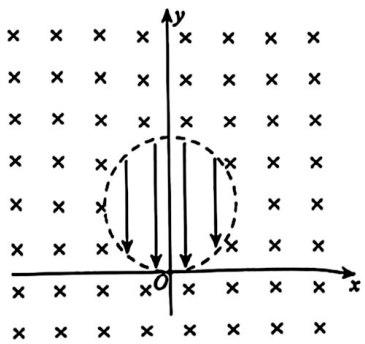


14.(14分)如图所示,平面直角坐标系 xOy 的圆形区域内有沿 y 轴负方向的匀强电场,边界圆的圆心在(0,R)的位置(图中未标出),边界圆与 x 轴相切,边界圆外有垂直于坐标平面向里的匀强磁场。从坐标原点处在坐标平面内沿与 x 轴正方向成 45°角向第一象限内射出一个质量为 m、电荷量为 q、速度大小为 v_0 的带正电粒子,粒子第一次射出电场时方向沿 x 轴正方向,粒子第一次经磁场偏转刚好从(0,2R)位置再次进入电场。不计粒子的重力,求:

(1)匀强电场的电场强度大小;

(2)匀强磁场的磁感应强度大小;

(3)若粒子第二次进入电场时立即撤去电场,则此后粒子第二次在磁场中运动的时间。

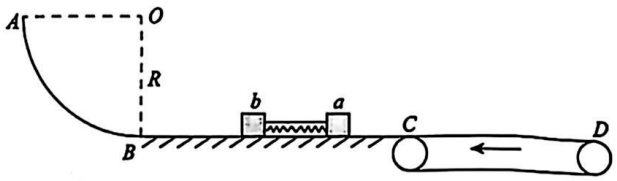


15.(16分)如图所示,光滑水平平台 BC 左端与固定在竖直面内的半径为 $R=2$ m 的光滑四分之一圆弧轨道 AB 在 B 点平滑连接,O 为圆心,OA 水平,平台右端与足够长水平传送带平滑无缝连接,传送带以 1.5 m/s 的速度逆时针匀速转动。平台上静置着质量分别为 $m_a=2$ kg、$m_b=5$ kg 的 a、b 两个小滑块,a、b 滑块间有一被压缩的轻弹簧(滑块与轻弹簧不拴接),两滑块用细线连接,此时轻弹簧的弹性势能为 35 J。剪断细线,弹簧将两滑块弹开,两滑块与弹簧分离后立刻撤去弹簧,之后滑块 a 滑上传送带,滑块 b 滑上圆弧轨道,此后 a、b 在平台上发生碰撞,b 始终未滑上传送带,a 与传送带间的动摩擦因数 $\mu=0.5$,滑块均可视为质点,重力加速度 g 取 10 m/s^2。求:

(1)弹簧将两滑块弹开后,滑块 b 第一次滑到圆弧轨道最低点 B 时对圆弧轨道的压力大小;

(2)若 a、b 在平台上碰撞后粘在一起,则 a、b 碰撞过程损失的机械能;

(3)若传送带运行的速度大小为 6 m/s,a、b 第一次碰撞的位置仍在平台上且发生的是弹性碰撞,则从弹簧将两滑块弹开至 a、b 发生第 n 次碰撞过程中,物块 a 与传送带间因摩擦产生的热量。



2025届普通高等学校招生全国统一考试
青桐鸣大联考(高三)

物理　参考答案

1. C　**解析**:根据质量数、电荷数守恒可知,X是${}_1^2\mathrm{H}$,A错误;X中有一个中子、一个质子,B错误;反应过程释放能量,${}_2^3\mathrm{He}$比${}_2^4\mathrm{He}$的比结合能小,C正确;核反应过程中释放能量,会有质量亏损,则生成物的质量之和小于反应物的质量之和,D错误。故选C。

2. D　**解析**:根据力的平衡,左杆对绳子A端拉力大小$F_A=\sqrt{(mg)^2+(\sqrt{3}mg)^2}=2mg$,A正确;设左杆对绳子$A$端拉力与杆的夹角为$\theta$,则$\sin\theta=\frac{\sqrt{3}mg}{2mg}=\frac{\sqrt{3}}{2}$,解得$\theta=60°$,B正确;将两杆平移相互靠近的过程中,以最低点将绳分为两部分,左侧绳子总是比右侧绳子重,最低点对两侧绳子拉力相等,根据三力平衡可知,左杆对绳子A端拉力始终大于右杆对绳子B端拉力,C正确,D错误。故选D。

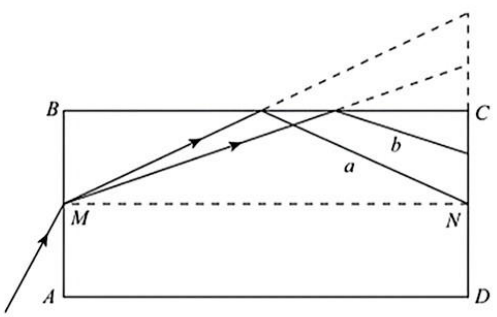
3. D　**解析**:设纸团抛出点的高度为H,离桶左侧桶沿的水平距离为x,则$H=\frac{1}{2}gt_1^2$,$x+d=v_0t_1$,$H-h=\frac{1}{2}gt_2^2$,$x=v_0t_2$,解得$x=0.55\ \mathrm{m}$,D正确。故选D。

4. C　**解析**:下降h高度过程,减少的重力势能为mgh,根据题意可知,增加的动能为$\Delta E_k=\frac{8}{9}mgh$,根据动能定理可知,合外力对运动员做的功为$\frac{8}{9}mgh$,B错误;根据动能定理,有$mah=\frac{8}{9}mgh$,解得$a=\frac{8}{9}g$,运动员机械能的变化量为$\Delta E=-mgh+\frac{8}{9}mgh=-\frac{1}{9}mgh$,即运动员的机械能减少量为$\frac{1}{9}mgh$,A错误,C正确;根据功能关系,运动员机械能的减少量等于克服空气阻力做的功,即空气阻力对运动员做的功为$-\frac{1}{9}mgh$,D错误。故选C。

5. A　**解析**:根据题意,升压变压器的输出电压为$\frac{U}{n}$,降压变压器的等效电阻为k^2R,设T_2的输出电压为U',则$U'=\frac{U}{n}\frac{k^2R}{R+k^2R}\frac{1}{k}=\frac{kU}{n(k^2+1)}$,A正确。故选A。

6. C　**解析**:根据题意,OP、OA及PA段曲线所围成的面积占整个椭圆面积的$\frac{1}{2}-\frac{1}{k}=\frac{k-2}{2k}$,设卫星沿顺时针方向从$P$点运动到$A$点的时间为$t_1$,从$A$点运动到$Q$点的时间为$t_2$,根据开普勒第二定律可知$\frac{t_1}{t_2}=\frac{k-2}{2}$,由于$PA$曲线和$AQ$曲线长度相等,则卫星沿顺时针方向从$P$点运动到$A$点的平均速率和从$A$点运动到$Q$点的平均速率之比为$\frac{v_1}{v_2}=\frac{t_2}{t_1}=\frac{2}{k-2}$,C正确。故选C。

7. D　**解析**:根据题意,光路如图所示,可知玻璃砖对单色光a的折射率比对单色光b的折射率小,A错误;设入射角为i,折射角为r,则$n=\frac{\sin i}{\sin r}$,设玻璃砖长度为L,则光在玻璃砖中传播的距离$s=\frac{L}{\cos r}$,传播的时间$t=\frac{s}{v}=\frac{ns}{c}=\frac{L\sin i}{c\sin r\cos r}=\frac{2L\sin i}{c\sin 2r}$,由于$BC>CD$,因此折射角越小,传播时间越长,则单色光$b$传播时间长,B错误;由于$a$光波长长,用同一装置对单色光$a$和$b$分别做单缝衍射实验,$a$光的中央亮纹更宽,C错误;由于$a$光频率低,因此用单色光$a$照射某金属恰好能发生光电效应,用单色光$b$照射该金属也一定能发生光电效应,D正确。故选D。



8. AC　**解析**：由质点 P 的振动方程 $y=10\sin(\pi t)$ cm 可知，振动周期为 2 s，$t=0.75$ s 时刻质点 P 正沿 y 轴负方向运动，由波动与振动的关系可知，波正沿 x 轴正方向传播，质点 Q 的振动频率为 $f=\frac{1}{T}=0.5$ Hz，A 正确，B 错误；$t=0.75$ s 时刻质点 P 的位移为 $y=5\sqrt{2}$ cm，由此可知质点 P 的平衡位置坐标为 $x=1$ m，C 正确；$t=0.75$ s 时刻质点 Q 沿 y 轴正方向运动，$t=0$ 时刻，质点 Q 正在向 y 轴负方向运动，D 错误。故选 AC。

9. AC　**解析**：若 O 点的电场强度为零，则一定是 B、D 两点带等量同种电荷，A、C 两点带等量同种电荷，若四个顶点的电荷量各不相同，则 O 点的电场强度一定不为零，A 正确；若四个顶点的点电荷的电荷量各不相同，只要电荷的代数和为零，则 O 点的电势为零，B 错误；若 C 点的点电荷受到的电场力为零，则 B、D 两点电荷的合场强一定与 A 点点电荷在 C 点的场强等大反向，即 B、D 两点的点电荷一定带等量同种电荷，C 正确；若 B、D 两点带等量异种电荷，则 B、D 两点处电荷在 C、O 连线上产生的电势均为零，由于不知道 A、C 两点处电荷的正负与电荷量，则从 C 到 O 的电势变化情况不能确定，D 错误。故选 AC。

10. CD　**解析**：设电源的电动势为 E，整个回路的电阻为 R，电源没有反向时，根据题意有 $B\frac{BLv_1-E}{R}L=mg\sin\alpha$，解得 $v_1=\frac{mgR\sin\alpha}{B^2L^2}+\frac{E}{BL}$；当电源反向时，如果 $B\frac{E}{R}L<mg\sin\alpha$，则金属棒会向下运动，有 $B\frac{BLv_2+E}{R}L=mg\sin\alpha$，解得 $v_2=\frac{mgR\sin\alpha}{B^2L^2}-\frac{E}{BL}$；如果 $B\frac{E}{R}L>mg\sin\alpha$，则金属棒会向上运动，则 $B\frac{E-BLv_2}{R}L=mg\sin\alpha$，解得 $v_2=\frac{E}{BL}-\frac{mgR\sin\alpha}{B^2L^2}$，由此可见 A、B 错误；若电源反接后，金属棒向下运动，则 v_1+v_2 等于 $\frac{2mgR\sin\alpha}{B^2L^2}$，C 正确；若电源反接后，金属棒向上运动，$v_1-v_2$ 等于 $\frac{2mgR\sin\alpha}{B^2L^2}$，D 正确。故选 CD。

11. **答案**：(1)降低　(1 分)　相等　(1 分)

(2)4.55　(1 分)　$\frac{d^2}{2L}\left(\frac{1}{t_2^2}-\frac{1}{t_1^2}\right)$　(2 分)

(3)$a-F$　(1 分)　大于　(2 分)

解析：(1)平衡摩擦力时，如果小车通过光电门 1 时遮光片的遮光时间大于小车通过光电门 2 时遮光片的遮光时间，说明小车做加速运动，则需要将长木板右端适当降低，直到小车通过两光电门时遮光片遮光时间相等。

(2)遮光片的宽度 $d=4\ \text{mm}+0.05\ \text{mm}\times11=4.55$ mm；由 $2aL=\frac{d^2}{t_2^2}-\frac{d^2}{t_1^2}$，解得 $a=\frac{d^2}{2L}\left(\frac{1}{t_2^2}-\frac{1}{t_1^2}\right)$。

(3)随着 m 增大，$a-mg$ 图像会出现弯曲，但 $a-F$ 图像一定是一条倾斜直线，由于 mg 大于 F，因此 k_1 大于 k_2。

12. **答案**：(1)A　(1 分)　C　(1 分)

(2)R_1　(1 分)　大于　(1 分)

(3)① A　(1 分)　②k　(2 分)　B　(1 分)

解析：(1)电路采用分压式接法，若选 B，电压表指针偏转太小，故选 A；滑动变阻器应该选用最大阻值较小的滑动变阻器，操作方便并能减小实验误差，故滑动变阻器选 C。

(2)当只有电压表接入电路时，电压表满偏，当电阻箱也接入时，电压表示数变为原来的一半，故电阻箱阻值等于待测电压表阻值，所以电压表内阻为 R_1；电压表支路与滑动变阻器左半部分并联，当只有电压表接入时，电压表满偏即电压为 U_g，当电阻箱也接入时，并联部分电阻变大，依据分压原理，并联部分电压变大，大于原来的 U_g，当电压表示数变为原来的一半，即 $\frac{U_g}{2}$ 时，电阻箱两端电压必定大于 $\frac{U_g}{2}$，故电阻箱阻值大于电压表阻值，即测得的电压表的内阻值大于实际值。

(3)①测量电路中的最大电流为 $I_m=\frac{3}{3\,000}$ A$=1$ mA，故选 A。

②根据欧姆定律得 $U=IR_V$，因此电压表的内阻 $R_V=k$，图甲电路引起的主要误差为系统误差，图

乙电路引起的主要误差为偶然误差，B项正确。

13. **答案**：(1)262.3 K

(2)2.6 cm

解析：(1)开始时管中封闭气体的压强为 $p_1=70\ \text{cmHg}$，水银柱上升 2 cm 后，管中气体压强为 $p_2=68\ \text{cmHg}$ (1分)

根据理想气体状态方程，有 $\frac{p_1h_1S}{T_1}=\frac{p_2h_2S}{T_2}$ (1分)

即 $\frac{70\times20}{300\ \text{K}}=\frac{68\times18}{T_2}$

解得 $T_2\approx262.3\ \text{K}$ (1分)

(2)若不降低温度，将玻璃管缓慢向上移也能使管中水银上升 2 cm，气体发生等温变化，

变化后气体的压强 $p_3=68\ \text{cmHg}$ (1分)

设气柱长为 h_3，则 $p_1h_1S=p_3h_3S$ (2分)

解得 $h_3\approx20.6\ \text{cm}$ (1分)

则玻璃管上升的高度 $h=20.6\ \text{cm}-20\ \text{cm}+2\ \text{cm}=2.6\ \text{cm}$ (1分)

14. **答案**：(1)$\frac{5mv_0^2}{8qR}$

(2)$\frac{\sqrt{2}mv_0}{2qR}$

(3)$\frac{233\sqrt{2}\pi R}{180\ v_0}$

解析：(1)由于粒子从 O 点射出后第一次在电场中做类平抛运动的逆运动，有

$x=v_0\cos45^\circ\cdot t_1$ (1分)

$y=\frac{1}{2}v_0\sin45^\circ\cdot t_1$ (1分)

根据几何关系得 $R^2=x^2+(R-y)^2$

$(v_0\sin45^\circ)^2=2ay$ (1分)

根据牛顿第二定律得 $qE=ma$ (1分)

解得 $x=0.8R$，$y=0.4R$，$E=\frac{5mv_0^2}{8qR}$ (1分)

(2)粒子第一次经磁场偏转刚好从(0，2R)位置再次进入电场，轨迹如图甲所示，设粒子第一次在磁场中做圆周运动的半径为 r，根据题意，粒子第一次在磁场中运动的入射点 A 和出射点 C 间的距离

$s=\sqrt{(0.8R)^2+(1.6R)^2}=\frac{4\sqrt{5}R}{5}$ (1分)

设 CA 与 y 轴负方向的夹角为 θ，则 $r=\frac{s}{2\cos\theta}$ (1分)

$\cos\theta=\frac{\frac{8}{5}R}{s}=\frac{2\sqrt{5}}{5}$

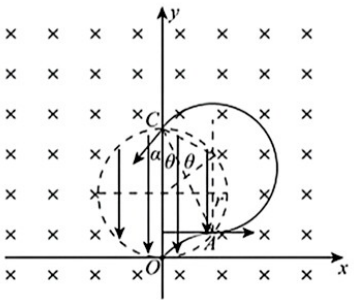
解得 $r=R$ (1分)

根据牛顿第二定律有 $qvB=m\frac{v^2}{r}$ (1分)

设粒子第一次进入磁场时的速度为 v，根据动能定律有

$-qEy=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}mv_0^2$ (1分)

解得 $B=\frac{\sqrt{2}mv_0}{2qR}$ (1分)



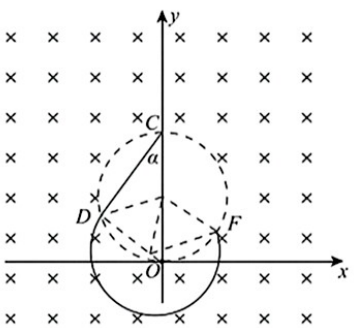
甲

(3)设粒子在 C 点进入电场时速度方向与 y 轴负方向夹角为 α，根据几何关系有

$\sin\alpha=\frac{1.6R-r}{r}=0.6$ (1分)

得 $\alpha=37^\circ$

粒子第二次进入电场时立即撤去电场，粒子在圆形区域内做匀速直线运动，第二次进入匀强磁场做匀速圆周运动，轨道如图乙所示。由于粒子做圆周运动的半径与电场边界圆的半径相同，设粒子第二次在磁场中运动的入射点和出射点分别为 D、F，



根据几何关系可知，粒子第二次在磁场中运动的

轨迹所对圆心角为

$\beta=360°-(180°-53°)=233°$ （1 分）

粒子第二次在磁场中运动的时间 $t=\frac{233}{360}\times\frac{2\pi m}{qB}=\frac{233\sqrt{2}\pi R}{180v_0}$ （1 分）

15. **答案**：(1)60 N

(2)8.75 J

(3)120n J

解析：(1)设弹簧将两滑块弹开的一瞬间，a、b 的速度大小分别为 v_1、v_2，

根据动量守恒，有 $m_av_1=m_bv_2$ （1 分）

根据能量守恒，有 $E_p=\frac{1}{2}m_av_1^2+\frac{1}{2}m_bv_2^2$ （1 分）

解得 $v_1=5$ m/s，$v_2=2$ m/s （1 分）

滑块 b 第一次滑到圆弧轨道最低点 B 时，根据牛顿第二定律，有 $F-m_bg=m_b\frac{v'^2}{R}$ （1 分）

解得 $F=60$ N

根据牛顿第三定律，滑块 b 第一次滑到圆弧轨道最低点 B 时对圆弧轨道的压力为 $F'=F=60$ N （1 分）

(2)由于 $v_1=5$ m/s 大于传送带运行速度 1.5 m/s，因此滑块 a 第一次滑离传送带时的速度大小为 $v_3=1.5$ m/s （1 分）

设 a、b 碰撞后的共同速度为 v_4，根据动量守恒有

$m_bv_2-m_av_3=(m_a+m_b)v_4$ （1 分）

设损失的机械能为 ΔE，根据能量守恒可得 $\Delta E=\frac{1}{2}m_bv_2^2+\frac{1}{2}m_av_3^2-\frac{1}{2}(m_a+m_b)v_4^2$ （1 分）

解得 $\Delta E=8.75$ J （1 分）

(3)若传送带运行的速度大小为 $v=6$ m/s，由于 $v_1=5$ m/s 小于传送带运行速度，因此滑块 a 以 5 m/s 的速度滑离传送带向左运动，滑块 b 以 2 m/s 的速度向右运动，两者发生弹性碰撞。

根据动量守恒和能量守恒可知，碰撞后两滑块以碰撞前的速度反向运动。此后两物块周期性重复运动。

滑块 a 第一次在传送带上运动过程中，运动的加速度大小为 $a=\mu g=5$ m/s^2 （1 分）

滑块 a 在传送带上向右运动过程中因摩擦产生的热量

$Q_1=\mu m_ag\left(\frac{v_1^2}{2a}+v\frac{v_1}{a}\right)=85$ J （2 分）

物块 a 在传送带上向左运动过程中，因摩擦产生的热量

$Q_2=\mu m_ag\left(v\frac{v_1}{a}-\frac{v_1^2}{2a}\right)=35$ J （2 分）

因此，从弹簧将两滑块弹开，至 a、b 发生第 n 次碰撞过程中，物块 a 与传送带间因摩擦产生的热量为 $Q=n(Q_1+Q_2)=120n$ J （2 分）