2016 北京海淀高三二模

物　　理

13．如图所示，在一个配有活塞的厚壁有机玻璃筒底放置一小团硝化棉，迅速向下压活塞，筒内气体被压缩后可点燃硝化棉。在筒内封闭的气体被活塞压缩的过程中



A．气体对外界做正功，气体内能增加　　B．外界对气体做正功，气体内能增加

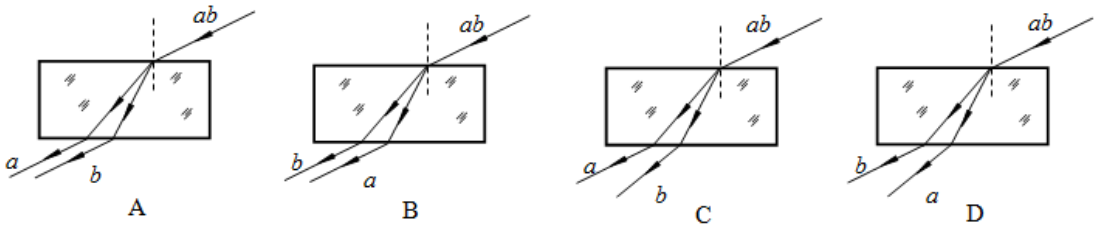
C．气体的温度升高，压强不变　　D．气体的体积减小，压强不变

14．对下列各原子核变化的方程，表述正确的是

A．${}_1^3\mathrm{H}+{}_1^2\mathrm{H}\rightarrow{}_2^4\mathrm{He}+{}_0^1\mathrm{n}$ 是核聚变反应　　B．${}_1^3\mathrm{H}+{}_1^2\mathrm{H}\rightarrow{}_2^4\mathrm{He}+{}_0^1\mathrm{n}$ 是 α 衰变

C．${}_{34}^{82}\mathrm{Se}\rightarrow{}_{36}^{82}\mathrm{Kr}+2{}_{-1}^{0}\mathrm{e}$ 是核裂变反应　　D．${}_{92}^{235}\mathrm{U}+{}_0^1\mathrm{n}\rightarrow{}_{54}^{140}\mathrm{Xe}+{}_{38}^{94}\mathrm{Sr}+2{}_0^1\mathrm{n}$ 是 β 衰变

15．平行的 a、b 两种单色光的光束以相同的入射角从空气斜射向某种长方体玻璃砖上表面的同一位置，在玻璃砖下表面将分开为不同的单色光光束。若 a 光的频率小于 b 光的频率，则以下光路图中正确的是



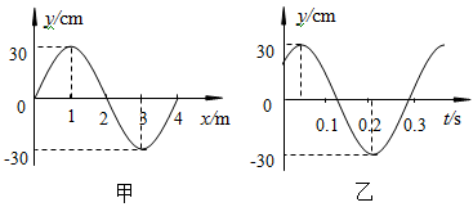
16．一列横波沿 x 轴正方向传播，t=0 时刻的波形图如图甲所示，则图乙描述的可能是

A．x=0 处质点的振动图像

B．x=0.5m 处质点的振动图像

C．x=1.5m 处质点的振动图像

D．x=2.5m 处质点的振动图像



17．若已知引力常量 G，则利用下列哪组数据可以算出地球的质量

A．一颗绕地球做匀速圆周运动的人造卫星的质量和地球表面的重力加速度

B．一颗绕地球做匀速圆周运动的人造卫星的质量和地球的第一宇宙速度

C．一颗绕地球做匀速圆周运动的人造卫星的运行速率和周期

D．地球绕太阳公转的周期和轨道半径

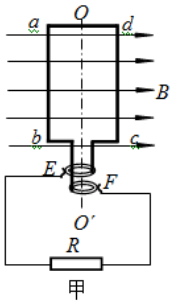
18．如图甲所示，交流发电机的矩形金属线圈 $abcd$ 的匝数 n=100，线圈的总电阻 r=5.0Ω，线圈位于匀强磁场中，且线圈平面与磁场方向平行。线圈的两端分别与两个彼此绝缘的铜环 E、F（集流环）焊接在一起，并通过电刷与阻值 R=95Ω 的定值电阻连接。现使线圈绕过 bc 和 ad 边中点、且垂直于磁场的转轴 OO' 以一定的角速度匀速转动。穿过线圈的磁通量 Φ 随时间 t 变化的图像如图乙所示。若电路其他部分的电阻以及线圈的自感系数均可忽略不计。则下列说法中正确的是

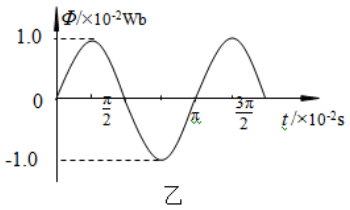
A．线圈匀速转动的角速度为 100 rad/s

B．线圈中产生感应电动势的最大值为 $100\sqrt{2}$ V

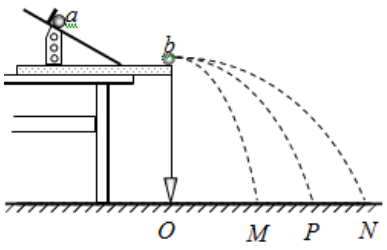
C．线圈中产生感应电动势的有效值为 100V

D．线圈中产生感应电流的有效值为 $\sqrt{2}$ A





19．某同学用半径相同的两个小球 a、b 来研究碰撞问题，实验装置示意图如图所示，O 点是小球水平抛出点在水平地面上的垂直投影。实验时，先让入射小球 a 多次从斜轨上的某一确定位置由静止释放，从水平轨道的右端水平抛出，经多次重复上述操作，确定出其平均落地点的位置 P；然后，把被碰小球 b 置于水平轨道的末端，再将入射小球 a 从斜轨上的同一位置由静止释放，使其与小球 b 对心正碰，多次重复实验，确定出 a、b 相碰后它们各自的平均落地点的位置 M、N；分别测量平抛射程 OM、ON 和 OP。已知 a、b 两小球质量之比为 6：1，在实验误差允许范围内，下列说法中正确的是



A．a、b 两个小球相碰后在空中运动的时间之比为 OM：ON

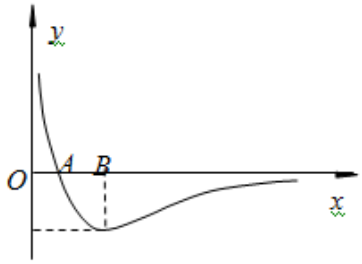
B．a、b 两个小球相碰后落地时重力的瞬时功率之比为 $6OM$：ON

C．若 a、b 两个小球在碰撞前后动量守恒，则一定有 $6\ ON=6OM+OP$

D．若 a、b 两个小球的碰撞为弹性碰撞，则一定有 $OP+OM=ON$

20．物理图像能够直观、简洁地展现两个物理量之间的关系，利用图像分析物理问题的方法有着广泛的应用。如图，若令 x 轴和 y 轴分别表示某个物理量，则图像可以反映在某种情况下，相应物理量之间的关系。x 轴上有 A、B 两点，分别为图线与 x 轴交点、图线的最低点所对应的 x 轴上的坐标值位置。下列说法中正确的是

A．若 x 轴表示空间位置，y 轴表示电势，图像可以反映某静电场的电势在 x 轴上分布情况，则 A、B 两点之间电场强度在 x 轴上的分量沿 x 轴负方向



B．若 x 轴表示空间位置，y 轴表示电场强度在 x 轴上的分量，图像可以反映某静电场的电场强度在 x 轴上分布情况，则 A 点的电势一定高于 B 点的电势

C．若 x 轴表示分子间距离，y 轴表示分子势能，图像可以反映分子势能随分子间距离变化的情况，则将分子甲固定在 O 点，将分子乙从 A 点由静止释放，分子乙仅在分子甲的作用下运动至 B 点时速度最大

D．若 x 轴表示分子间距离，y 轴表示分子间作用力，图像可以反映分子间作用力随分子间距离变化的情况，则将分子甲固定在 O 点，将分子乙从 B 点由静止释放，分子乙仅在分子甲的作用下一直做加速运动

21．（18 分）

在“测定金属的电阻率”实验中，

（1）利用螺旋测微器测量合金丝的直径 d。某次测量时，螺旋测微器的示数如图 1 所示，则该合金丝直径的测量值 d=_____mm。

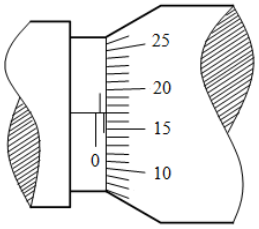


图 1

（2）若测出合金丝长度为 L，直径为 d，电阻为 R，则该合金电阻率的表达式 ρ=_____。（用上述字母和通用数学符号表示）

（3）按图 2 所示的电路图测量合金丝的电阻 R_x。实验中除开关、若干导线之外还提供下列器材：

A．待测合金丝 R_x（接入电路部分的阻值约 5 Ω）

B．电源（电动势 4 V，内阻不计）

C．电流表（0～3 A，内阻约 0.01 Ω）

D．电流表（0～0.6 A，内阻约 0.2 Ω）

E．灵敏电流计 G（满偏电流 I_g 为 200μA，内阻 r_g 为 500 Ω）

F．滑动变阻器（0～10 Ω，允许通过的最大电流 1 A）

G．滑动变阻器（0～100 Ω，允许通过的最大电流 0.3 A）

H．电阻箱 R_0（0～99999.9 Ω）为了测量准确、调节方便，实验中电流表应选_____，滑动变阻器应选_____。（均填写仪器前的字母）

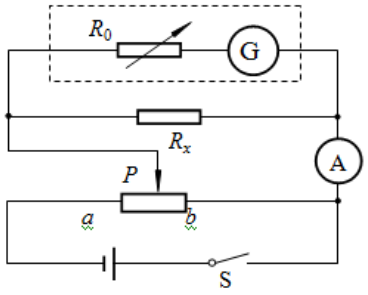


图 2

（4）按图 2 所示的电路图测量合金丝的电阻 R_x，开关闭合前应将滑动变阻器的滑片 P 置于_____端（选填“a”或“b”）。

（5）甲同学按照图 2 电路图正确连接好电路，将电阻箱接入电路的阻值调为 R_0=14500 Ω，改变滑动变阻器接入电路的电阻值，进行多次实验，根据实验数据，画出了灵敏电流计Ⓖ的示数 I_G 和电流表Ⓐ的示数 I_A 的关系图线如图 3 所示。由此可知，合金丝接入电路的电阻测量值 R_x=_____Ω（保留两位有效数字）。

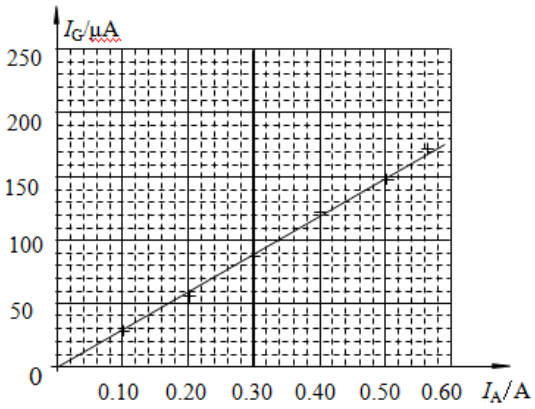


图3

（6）乙同学选择同样的器材，按图 4 所示电路测量合金丝的阻值 R_x，保持电阻箱接入电路的阻值不变。在不损坏电表的前提下，他将滑动变阻器滑片 P 从一端滑向另一端，随滑片 P 移动距离 x 的增加，灵敏电流计Ⓖ的示数 I_G 和电流表Ⓐ的示数 I_A 也随之增加，图 5 反映 I_G-x 和 I_A-x 关系的示意图中可能正确的是_____。

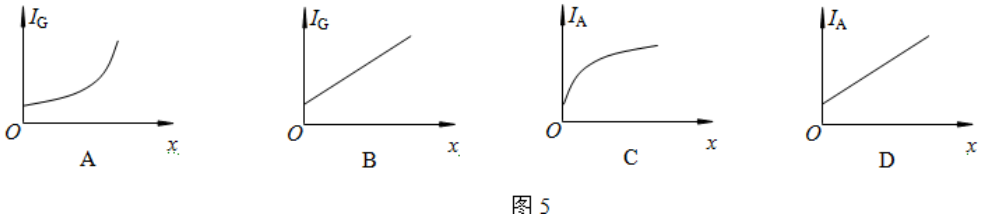


图5

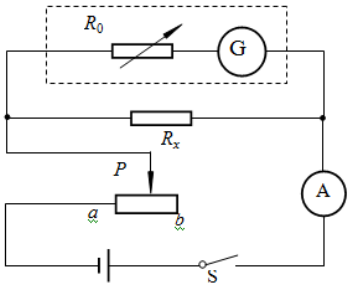


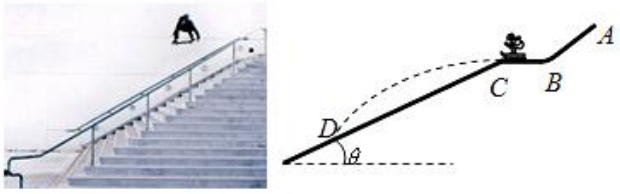
图4

22.（16 分）如图所示，一个少年脚踩滑板沿倾斜街梯扶手从 A 点由静止滑下，经过一段时间后从 C 点沿水平方向飞出，落在倾斜街梯扶手上的 D 点。已知 C 点是一段倾斜街梯扶手的起点，倾斜的街梯扶手与水平面的夹角 θ=37°，CD 间的距离 s=3.0m，少年的质量 m=60kg。滑板及少年均可视为质点，不计空气阻力。取 sin37° = 0.60，cos37° = 0.80，重力加速度 g=10 m/s^2，求：

（1）少年从 C 点水平飞出到落在倾斜街梯扶手上 D 点所用的时间 t；

（2）少年从 C 点水平飞出时的速度大小 v_C；

（3）少年落到 D 点时的动能 E_k。

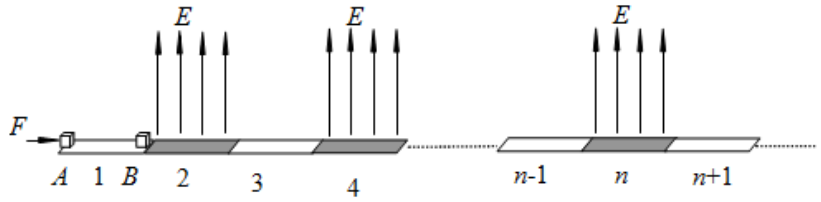


23.（18 分）如图所示，有一固定在水平面的平直轨道，该轨道由白色轨道和黑色轨道交替排列并平滑连接而成。各段轨道的编号已在图中标出。仅黑色轨道处在竖直向上的匀强电场中，一不带电的小滑块 A 静止在第 1 段轨道的最左端，绝缘带电小滑块 B 静止在第 1 段轨道的最右端。某时刻给小滑块 A 施加一水平向右的恒力 F，使其从静止开始沿轨道向右运动，小滑块 A 运动到与小滑块 B 碰撞前瞬间撤去小滑块 A 所受水平恒力。滑块 A、B 碰撞时间极短，碰后粘在一起沿轨道向右运动。已知白色轨道和黑色轨道各段的长度均为 L=0.10m，匀强电场的电场强度的大小 E=1.0×10^{4}N/C；滑块 A、B 的质量均为 m=0.010kg，滑块 A、B 与轨道间的动摩擦因数处处相等，均为 μ=0.40，绝缘滑块 B 所带电荷量 q=+1.0×10^{-5}C，小滑块 A 与小滑块 B 碰撞前瞬间的速度大小 v=6.0m/s。A、B 均可视为质点（忽略它们的尺寸大小），且不计 A、B 间的静电力作。在 A、B 粘在一起沿轨道向右运动过程中电荷量保持不变，取重力加速度 g =10m/s^2。

（1）求 F 的大小；

（2）碰撞过程中滑块 B 对滑块 A 的冲量；

（3）若 A 和 B 最终停在轨道上编号为 k 的一段，求 k 的数值。

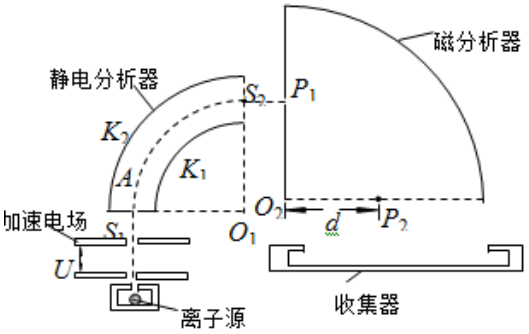


24.（20 分）如图为某种质谱仪的结构的截面示意图，该种质谱仪由加速电场、静电分析器、磁分析器及收集器组成。其中静电分析器由两个相互绝缘且同心的四分之一圆柱面的金属电极 K_1 和 K_2 构成，两柱面电极的半径分别为 R_1 和 R_2，O_1 点是圆柱面电极的圆心。S_1 和 S_2 分别为静电分析器两端为带电粒子进出所留的狭缝。静电分析器中的电场的等势面在该截面图中是一系列以 O_1 为圆心的同心圆弧，图中虚线 A 是到 K_1、K_2 距离相等的等势线。磁分析器中有以 O_2 为圆心的四分之一圆弧的区域，该区域有垂直于截面的匀强磁场，磁场左边界与静电分析器的右边界平行。P_1 为磁分析器上为带电粒子进入所留的狭缝，O_2P_1 的连线与 O_1S_1 的连线垂直。离子源不断地发出正离子束，正离子束包含电荷量均为 q 的两种质量分别为 m、m'（$m<m'<2m$）的同位素离子，其中质量为 m 的同位素离子个数所占的百分比为 α。离子束从离子源发出的初速度可忽略不计，经电压为 U 的加速电场加速后，全部从狭缝 S_1 沿垂直于 O_1S_1 的方向进入静电分析器。稳定情况下，离子束进入静电分析器时的等效电流为 I。进入静电分析器后，质量为 m 的同位素离子沿等势线 A 运动并从狭缝 S_2 射出静电分析器，而后由狭缝 P_1 沿垂直于 O_2P_1 的方向进入磁场中，偏转后从磁场下边界中点 P_2 沿垂直于 O_2P_2 的方向射出，最后进入收集器。忽略离子的重力、离子之间的相互作用、离子对场的影响和场的边缘效应。

（1）求静电分析器中等势线 A 上各点的电场强度 E 的大小；

（2）通过计算说明质量为 m' 的同位素离子能否从狭缝 S_2 射出电场并最终从磁场下边界射出；

（3）求收集器单位时间内收集的离子的质量 M。



参考答案

13．B　14．A　15．A　16．C　17．C　18．D　19．D　20．C

21．（1）1.170（说明 1.168~1.172 之间均可得分）（2 分）　（2）$\frac{\pi Rd^2}{4L}$（3 分）

（3）D （3 分）；　F （3 分）　（4）b （2 分）

（5）4.5（说明：4.3~4.7 之间均可得分）（2 分）　（6）A（3 分）

23．（18 分）

（1）以滑块 A 为研究对象，在第 1 段轨道上，滑块 A 受到摩擦力的大小 $f=\mu mg$ （1 分）

对于滑块 A 在第 1 段轨道上从最左端到最右端的过程，根据动能定理有 $(F-f)L=\frac{1}{2}mv^2$（2 分）

解得：F=1.84N（2 分）

（2）设滑块 A、B 碰撞后瞬间 A 和 B 的共同速度为 v_{AB}，根据动量守恒定律有 mv=2m v_{AB}（2 分）

设滑块 B 对滑块 A 的冲量为 I， 规定水平向右为正方向。

以滑块 A 为研究对象，根据动量定理有：I =mv_{AB}－mv（2 分） 解得：I=－0.030N•s（1 分）

滑块 B 对滑块 A 冲量的方向水平向左（1 分）

（3）设滑块 A 和 B 每经过一段长为 L 的黑色轨道损失的动能为 ΔE_1，则 $\Delta E_1=\mu(2mg-Eq)L$ （2 分）

设滑块 A 和 B 每经过一段长为 L 的白色轨道，损失的动能为 ΔE_2，则 $\Delta E_2=\mu 2mgL$ （2 分）

设滑块 A 和 B 碰撞后瞬间的总动能为 E_{kAB}，令 $N=\frac{E_{kAB}}{\Delta E_1+\Delta E_2}$（1 分）解得：$N$=7.5（1 分）

即滑块通过标号为 15 的白色轨道后，仍有动能 E_k=0.5（ΔE_1+ΔE_2）=6×10^{-3}J，
因 E_k>ΔE_1，故物块可通过第 16 号轨道而进入第 17 号轨道，
进入第 17 号轨道时的动能 E_k' = E_k－ΔE_1=2×10^{-3}J< ΔE_2，故将不能通过第 17 号轨道
即最终停在第 17 号轨道上。（1 分）

24．（20 分）

（1）由题意可知，等势线 A 的半径 $R=\frac{R_1+R_2}{2}$（1 分）

质量为 m 的离子在静电分析器中做匀速圆周运动，根据牛顿第二定律有 $qE=m\frac{v^2}{R}$（2 分）

设质量为 m 的离子从狭缝 S_1 进入静电分析器时的速度为 v，

则其在加速电场中加速过程中，根据动能定理有 $qU=\frac{1}{2}mv^2$（2 分） 解得：$E=\frac{4U}{R_1+R_2}$（1 分）

（2）设质量为 m' 的离子经加速电场加速后，速度为 v' ，由动能定理可得 $qU=\frac{1}{2}m'v'^2$

质量为 m' 的离子在电场中做半径为 R 的匀速圆周运动，所需要的向心力 $F_{向}=m'\frac{v'^2}{R}$

解得：$F_{向}=qE$（1 分）　即该离子所受电场力，恰好等于它若做匀速圆周运动的向心力
因此这个离子仍然在静电分析器中做半径为 R 的匀速圆周运动。
故质量为 m' 的离子能从狭缝 S_2 射出，仍从狭缝 P_1 进入磁场做匀速圆周运动。（1 分）
设质量为 m' 的离子进入磁场做匀速圆周运动的半径为 r' ，$O_2P_2=d$，
若质量为 m' 的离子能从磁场下边界射出，则射出位置到 O_2 距离为 x 须满足 0<x<2d（1 分）

质量为 m 的离子在磁分析器中做匀速圆周运动，根据牛顿第二定律有 $qvB=m\frac{v^2}{r}$（1 分）

离子在磁分析器中做匀速圆周运动的半径 $r=\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU}{q}}$，$r\propto\sqrt{m}$（1 分）

由题意可知，质量为 m 的离子圆周运动的轨道半径 $r=d$

所以质量为 m' 的离子在磁分析器中做匀速圆周运动的半径 $r'=\sqrt{\frac{m'}{m}}r=\sqrt{\frac{m'}{m}}d$（1 分）

因 $m<m'<2m$，故 $d<r'<\sqrt{2}d$。（1 分）　则由几何关系有 $r'^2=x^2+(r'-d)^2$（1 分）

解得：$x^2_{max}=(2\sqrt{2}-1)d^2<4d^2$，所以质量为 m' 的离子能从磁场下边界射出。（1 分）

（3）时间 Δt 内能进入静电分析器的离子个数 $N=\frac{I\Delta t}{q}$（2 分）

因所有离子都能进入磁场并从磁场下边界射出进入收集器，由题意可知，进入收集器的离子中，质量为 m 的离子个数 $N_1=\alpha N$，质量为 m' 的离子个数 $N_2=(1-\alpha)N$（2 分）

解得：$M_0=\frac{N_1\cdot m+N_2\cdot m'}{\Delta t}=\frac{I}{q}[\alpha\cdot m+(1-\alpha)m']$（1 分）