2026 北京海淀高三一模

物　　理

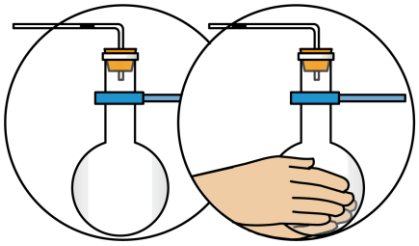
学校:_____姓名：_____班级：_____考号：_____

一、单选题

1．钴 60（$^{60}_{27}\mathrm{Co}$）的衰变实验可以证实宇称不守恒的论断。钴 60 的衰变方程为 $^{60}_{27}\mathrm{Co}\rightarrow{}^{60}_{28}\mathrm{Ni}+\mathrm{X}$，其中 X 表示的是（　）

A．$^{0}_{-1}\mathrm{e}$　　B．$^{1}_{1}\mathrm{H}$　　C．$^{1}_{0}\mathrm{n}$　　D．$^{2}_{1}\mathrm{H}$

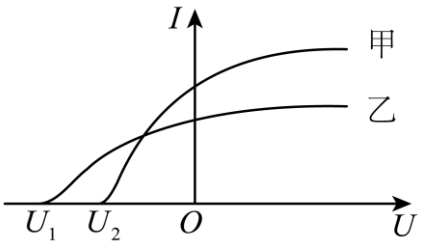
2．烧瓶通过橡胶塞连接一根玻璃管，向玻璃管中注入一小段水柱，使烧瓶内封闭一定质量的气体。用手捂住烧瓶，会观察到水柱缓慢向左移动。瓶内的气体可视为理想气体，在这一过程中瓶内气体（　）



A．分子平均动能减小　　B．向外界放热

C．内能不变　　D．压强不变

3．用甲、乙两束不同的单色光，分别照射同一光电管得到两条光电流 I 与电压 U 之间的关系曲线，如图所示。下列说法正确的是（　）



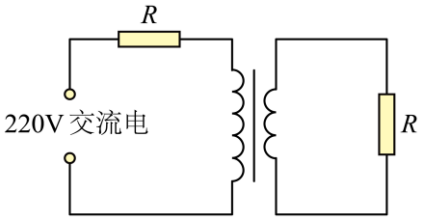
A．甲光照射时产生的光电子的最大初动能更大

B．在水中，甲光的频率比乙光的频率大

C．在水中，甲光的传播速度比乙光的传播速度大

D．照射同一狭缝装置，乙光的衍射现象更明显

4．如图所示，理想变压器的原、副线圈的匝数之比为 3：1，原、副线圈的回路中分别接有阻值相同的电阻，原线圈一侧接在电压为 220V 的正弦交流电源上。下列说法正确的是（　）



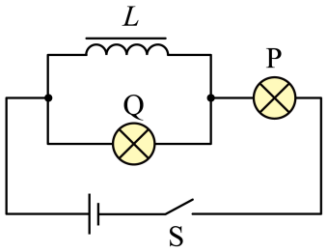
A．副线圈回路中电阻两端的电压为$\frac{220}{3}$V

B．原、副线圈中交变电流的频率之比为 3：1

C．原、副线圈回路中电阻两端的电压之比为 3：1

D．原、副线圈回路中电阻消耗的功率之比为 1：9

5．如图所示的电路中，P、Q 是两个相同的小灯泡，线圈 L 的自感系数很大、电阻不计。下列说法正确的是（　）



A．闭合开关 S，P、Q 先同时亮，然后 P 变得更明亮，Q 逐渐变暗至熄灭

B．闭合开关 S，Q 先亮，P 逐渐变亮

C．断开开关 S，P、Q 均立即熄灭

D．断开开关 S，P、Q 均闪亮后再熄灭

6．一列简谐横波沿 x 轴传播，$t=0$ 时的波形如图 1 所示，a、b、c 是介质中的三个质点。图 2 是质点 b 的振动图像。下列说法正确的是（　）

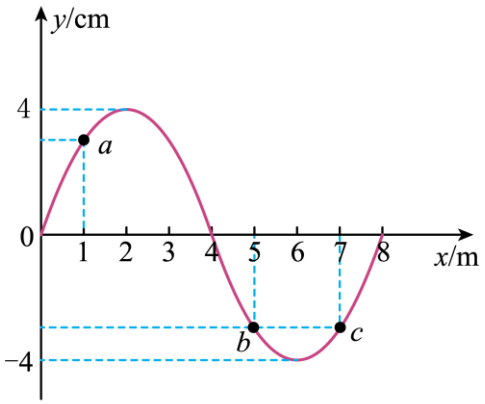


图1

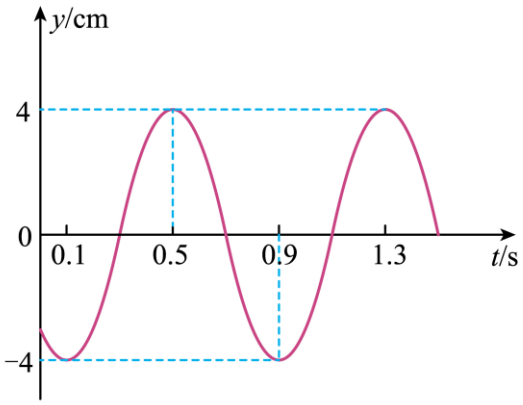


图2

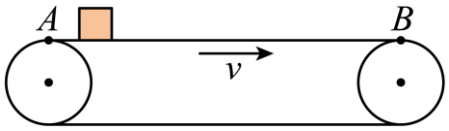
A．该波的周期为 0.9s

B．该波沿 x 轴正方向传播

C．$t=0.5s$ 时，质点 a 的速度最大，加速度为零

D．$t=0.5s$ 时，质点 c 的位移为零，速度沿 y 轴负方向

7．水平传送带匀速运动，将物体（可视为质点）无初速度从 A 点放在传送带上，一段时间后物体随传送带一起匀速运动，最终到达 B 点。已知传送带运行速率 v，物体与传送带之间的动摩擦因数 μ，下列说法正确的是（　）



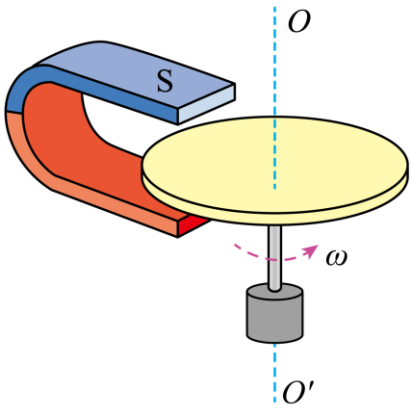
A．刚开始物体相对传送带向前运动

B．若仅增大 μ，则物体做加速运动的位移变大

C．若仅增大 μ，则物体从 A 点运动到 B 点的时间变短

D．若仅增大 μ，则物体从 A 点运动到 B 点的过程中可能一直受摩擦力

8．轻轻拨动一个铜盘可以使其长时间地绕 OO' 轴自由转动。如果在铜盘转动时把蹄形磁体的两极放在铜盘的边缘（但并不接触），如图所示，铜盘可以在较短的时间内停止转动。在铜盘逐渐停止转动的过程中，下列说法正确的是（　）



A．铜盘的发热功率不变

B．穿过铜盘上表面的磁通量不变

C．磁体受到铜盘的作用力沿铜盘半径向外

D．若使磁体绕 OO' 轴与铜盘同向转动，铜盘一定会越转越快

9．2025 年 2 月，实践 25 号卫星成功为北斗 G7 卫星加注推进剂，完成了人类航天史上首次“太空加油”。已知北斗 G7 卫星在地球同步静止轨道绕地球做匀速圆周运动，下列说法正确的是（　）

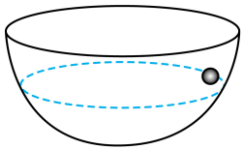
A．北斗 G7 卫星的运行速度大于 7.9km/s

B．北斗 G7 卫星的向心加速度小于地球表面附近的重力加速度

C．北斗 G7 卫星的运行速度小于地球赤道上随地球自转物体的线速度

D．在地球同步静止轨道上运行的实践 25 号，可通过加速追上北斗 G7 卫星

10．把一个小球放在光滑半球形容器内，如图所示。晃动容器，可以使小球在距离容器底部不同高度处的水平面内做匀速圆周运动。下列说法正确的是（　）



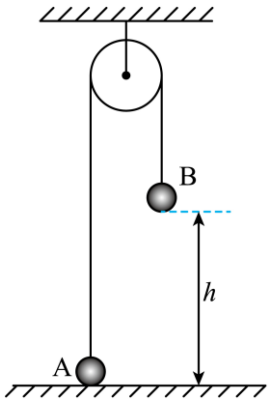
A．同一小球在不同高度处所受的合力大小相等

B．同一小球离底部高度越大，其运动周期越大

C．同一小球离底部高度越大，其运动半圈所受合力的冲量越大

D．离底部高度越小、质量越大的小球，其所受支持力越大

11．根不可伸长的轻质细绳跨过轻质定滑轮，细绳的两端分别系有小球 A 和 B。用手托住 B 球，当细绳刚好被拉紧时，B 球离地面的高度为 h，A 球静止于地面，如图所示。已知 B 球的质量是 A 球的 k 倍（$k>1$），忽略一切摩擦和空气阻力。B 球从释放至刚好落地的过程中，下列判断不正确的是



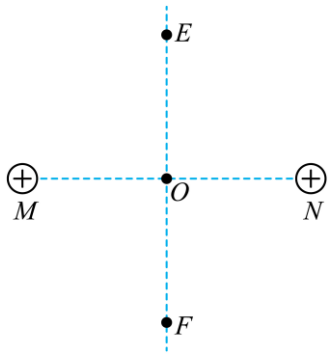
A．A 球和 B 球组成系统的动量不守恒

B．细绳对 A 球拉力冲量的大小等于细绳对 B 球拉力冲量的大小

C．细绳对 A 球拉力做的功等于 A 球机械能的增加量

D．k 越大，细绳拉力的大小越接近 A 球所受重力的大小

12．如图所示，两个带等量正电的点电荷分别位于 M、N 两点上，E、F 是 MN 连线中垂线上的两点，O 为 EF、MN 的交点，且 $EO=OF$。一电子仅在电场力作用下，以某一初速度从 E 点运动至 F 点。关于此过程，下列说法正确的是（　）



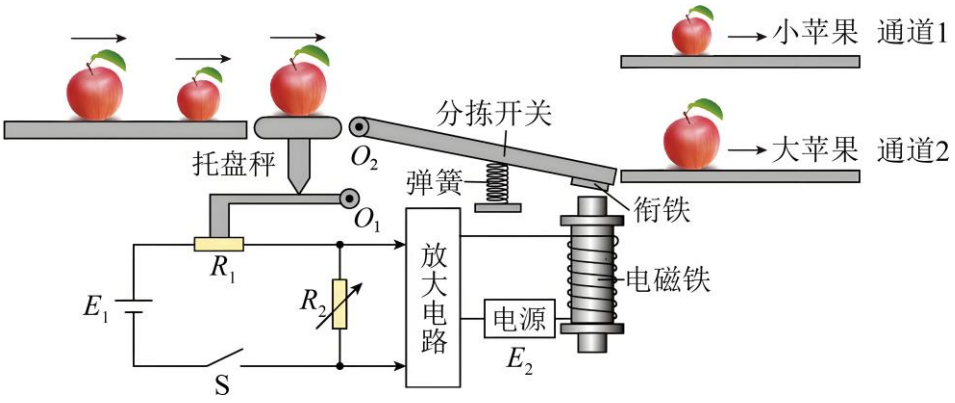
A．电子在 E 点和 F 点所受电场力的大小和方向相同

B．电子在 E 点和 F 点的电势能不相等

C．电子的电势能可能始终不变

D．电子的动能一定先增大后减小

13．图为分拣苹果的装置示意图。该装置按照一定质量标准自动分拣大苹果和小苹果，托盘秤压在一个以 O_1 为转动轴的杠杆上，杠杆末端压在压力传感器 R_1 上，已知压力越大，R_1 阻值越小。若 R_2 两端的电压较小，分拣开关在弹簧向上的弹力作用下处于水平状态，小苹果进入通道 1；当 R_2 两端的电压超过某一值 U 时，可使放大电路中的电磁铁吸动分拣开关的衔铁，此时大于一定标准质量的大苹果进入通道 2。已知电源的电动势 E_1、内阻不计。下列说法正确的是（　　）



A．托盘秤上的苹果质量越小，R_2 两端的电压越大

B．若只增大 R_2 的阻值，则能进入通道 2 的苹果的标准质量变小

C．分拣苹果的质量标准与电动势 E_1 大小无关

D．若仅改变电磁铁线圈的绕向，则分拣苹果的质量标准将发生改变

14．将圆珠笔中的轻质小弹簧竖直放在水平桌面上，图 1 为弹簧正视示意图，实线和虚线表示螺旋细铁丝，弹簧上实线细铁丝和虚线细铁丝互成一定的角度。一束激光垂直弹簧轴线照射弹簧（只能照射到两圈弹簧），在光屏上会形成如图 2 所示的夹角为 φ 的“X”形交叉条纹。根据光学原理，该干涉图像与互成角度

的两组双缝的干涉图像一致。下列说法正确的是（　）

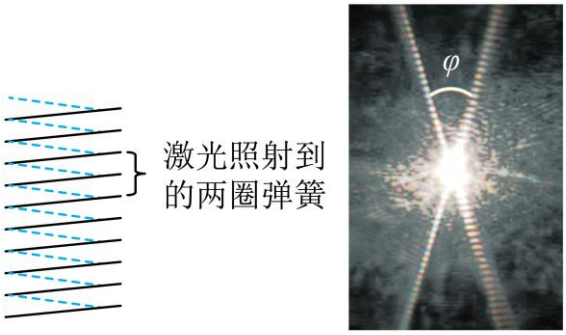


图1　　图2

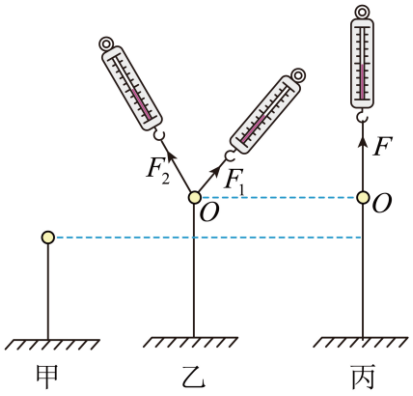
A．若稍微压缩弹簧，则图 2 中的夹角φ将变小

B．若稍微压缩弹簧，则光屏上的条纹将更加密集

C．若改用频率更低的激光，则图 2 中的夹角φ将变小

D．若改用频率更低的激光，则光屏上的条纹将更加密集

15．如图所示为探究两个互成角度的力的合成规律实验的示意图。关于本实验，下列操作正确的是（　）

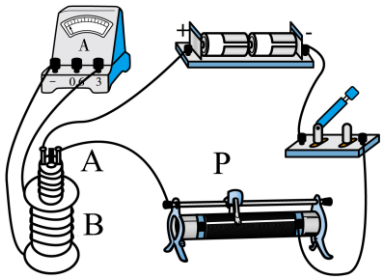


A．F_1、F_2的夹角必须小于 90°

B．F单独作用时与F_1、F_2共同作用时都应使小圆环保持静止

C．在同一次实验中，F单独作用时与F_1、F_2共同作用时小圆环的位置可以不同

16．在“探究影响感应电流方向的因素”的实验中，将电源、滑动变阻器、带铁芯的线圈 A、线圈 B、电流表及开关用导线连接成如图所示的电路。在开关闭合、线圈 A 放在线圈 B 中的情况下，某同学发现将滑动变阻器的滑片 P 向左加速滑动时，电流表指针向右偏转。下列判断正确的是（　）



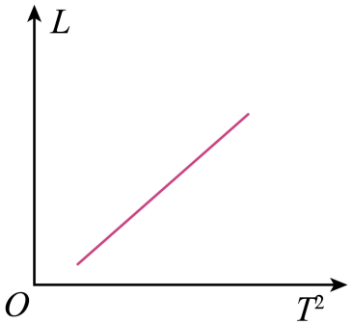
A．拔出线圈 A，电流表指针向右偏转

B．断开开关，电流表指针向左偏转

C．滑片 P 向左匀速滑动，电流表指针不发生偏转

二、实验题

17．做“用单摆测量重力加速度”的实验时，改变摆线长度 L，测得几组 L 和对应的周期 T，绘出 $L-T^2$ 图像，如图所示。若未测量小球半径，仅利用图线斜率 k 的值_____（选填“能”或“不能”）计算出重力加速度 g，原因是_____。



18．用如图 1 所示的装置进行实验，让两个小球在斜槽末端对心碰撞可以验证动量守恒定律。图 1 中的 O 点为小球抛出点在记录纸上的垂直投影。实验时，先使球 1 多次从斜槽上位置 S 由静止释放，确定其平均落地点，记为 P。然后，把半径相同的球 2 置于水平轨道的末端，再将球 1 从位置 S 由静止释放，与球 2 相碰，重复多次，分别确定碰后球 1 和球 2 的平均落地点，记为 M 和 N，分别测出 O 点到平均落地点的距离 OM、OP、ON。测得球 1 的质量为 m_1，球 2 的质量为 m_2，已知 $m_1>m_2$。（P、M、N 在图中未画出）

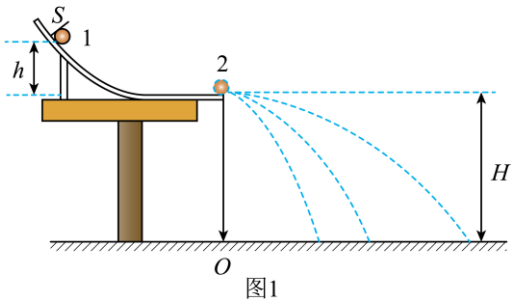


图1

(1)下列实验步骤中必要的是_____。（选填选项前的字母）

A．测量球 1 静止释放的高度 h　　B．测量抛出点距地面的高度 H

C．测量两小球的半径　　D．利用重锤线确定 O 点的位置

(2)①在误差允许范围内，若关系式_____成立，说明两球碰撞前后动量守恒。

②完成上述实验，图 2 中平均落地点的位置可能正确的是_____。

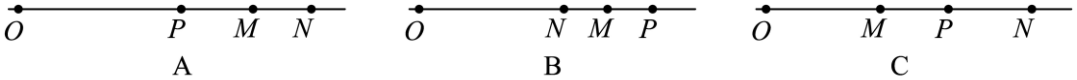
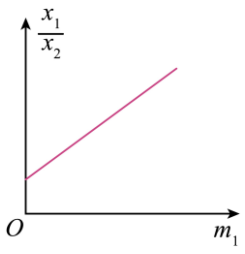


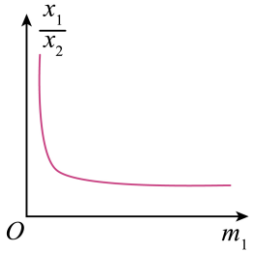
图2

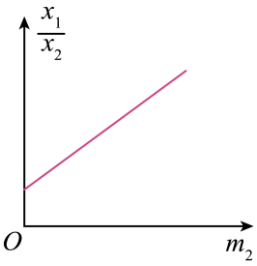
(3)某次实验时先将球 1 从斜槽上位置 S 静止释放，确定球 1 平均落地点 P。然后将球 2 放在斜槽末端，发

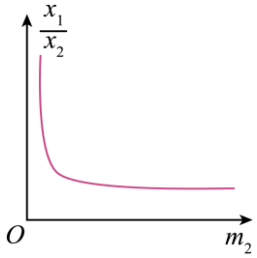
现球 2 沿斜槽滚动，于是调整斜槽末端水平，调整后斜槽末端离地面高度跟原来相同。从斜槽上位置 S 静止释放球 1，与球 2 碰撞后，确定两球平均落地点 M 和 N。若不考虑调整斜槽引起小球在空中运动时间的变化，则 m_1OP _____ m_1OM+m_2ON 。（选填“>”“=”或“<”）

(4)某同学进一步研究两球是否发生弹性碰撞。设 $OP=x_1$、$ON=x_2$ 。在实验中仅换用不同质量的球 1，重复实验，绘出 $\frac{x_1}{x_2}-m_1$ 的图像；又仅换用不同质量的球 2，重复实验，并绘出 $\frac{x_1}{x_2}-m_2$ 的图像。下图中有可能反映两球发生弹性碰撞的是_____。

A. 

B. 

C. 

D. 

三、解答题

19．如图 1 所示，将轻弹簧竖直固定在水平地面上。质量为 m 的小球由弹簧的正上方 h 处自由下落，与弹簧接触后压缩弹簧，当弹簧的压缩量为 x 时，小球下落到最低点。弹簧始终处于弹性限度内，不计空气阻力，已知重力加速度 g。

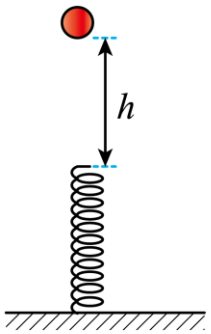


图1

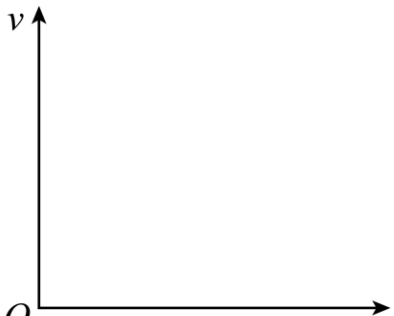


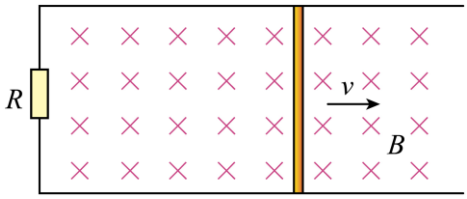
图2

(1)求小球刚接触弹簧时速度的大小 v_0。

(2)求压缩过程中弹簧弹性势能的最大值 E_{pm}。

(3)以竖直向下为正方向，从小球接触弹簧开始计时，在图 2 中定性画出小球从接触弹簧到下落至最低点过程中速度 v 随时间 t 变化的图线。

20．如图所示，在磁感应强度大小为 B、方向竖直向下的匀强磁场中，两根相距为 L 的平行长直金属导轨水平放置，左端接阻值为 R 的定值电阻。一长为 L、电阻为 r 的导体棒放置在导轨上，与导轨接触良好。导体棒在外力作用下沿导轨以速度 v 向右做匀速运动。不计导轨电阻及导体棒与导轨间的摩擦，导体棒运动过程中始终与两导轨保持垂直。



(1)求电路中产生的感应电流 I。

(2)求导体棒两端的电压 U。

(3)已知导体棒内定向运动的电子数为 N。设导体棒所受安培力为 $F_{安}$，导体棒内定向运动的电子所受洛伦兹力的矢量和为 $F_{洛}$，分析比较 $F_{安}$ 与 $F_{洛}$ 的大小关系。

四、综合题

21．透射电子显微镜是科研中的重要工具，可以通过电子透镜控制电子束轨迹探测物质的微观结构。图 1 是电子透镜中电子枪和磁聚焦系统的简化示意图。一隔板将真空管分为I、II两个区域，隔板的中心有一小孔，右端为可平移接收板。区域I中有电场（图中未画出），区域II中有沿轴线向右的匀强磁场。电子经电场加速后，从小孔中心 O 点沿不同方向进入区域II。已知磁感应强度大小为 B，电子质量为 m、电荷量为 e，电子与真空管不发生碰撞。忽略电子间的相互作用。

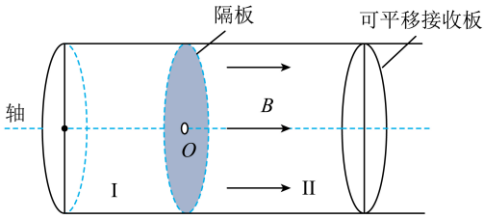
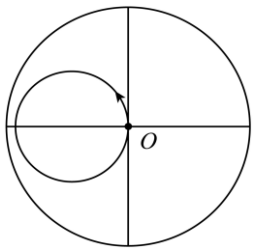
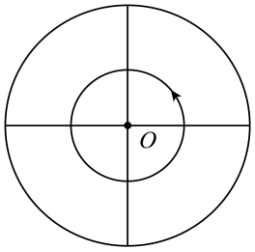
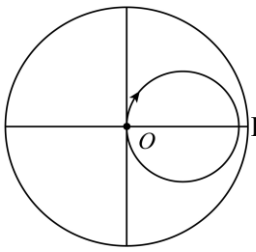


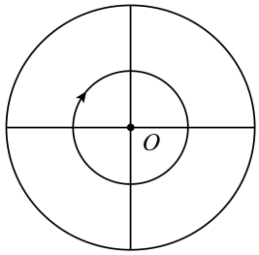
图1

(1)电子沿不同方向从 O 点进入区域II，其与轴线方向有一定夹角的电子运动轨迹的投影可能是下图中的_____。（沿轴线从左向右看）

A. 

B. 

C. 

D. 

(2)将进入区域II电子的运动沿轴线方向和垂直于轴线方向分解，已知电子沿轴线方向速度分量的大小在 $[v_0,\ v_0+\Delta v]$ 范围内（Δv 很小），电子沿垂直于轴线方向速度分量的大小在[0，v]范围内。

a．求从 O 点进入区域II的所有电子，在运动过程中到轴线的最远距离 s。

b．求从 O 点进入区域II的所有电子，第一次返回轴线的位置到 O 点的最小距离 d_1 和最大距离 d_2。

c．在（2）a 和 b 的基础上进一步研究，将接收板置于 d_1 处，设此时电子落到接收板上离轴线的最远距离

为 s'，求 $\frac{s'}{s}$。

五、解答题

22．黑洞是一种质量非常大、半径非常小的天体。天文学家跟踪观测了银河系中心附近恒星的运行轨迹，推测出银河系中心存在质量为 M 的黑洞。已知相距为 r、质量分别为 m_1 和 m_2 的两质点之间的引力势能 $E_p=-\frac{Gm_1m_2}{r}$，G 为引力常量。仅考虑黑洞对物质的引力作用。

(1)银河系中心黑洞会不断吞噬周围的星际物质，这些物质在被吞噬的过程中会先进入“吸积盘”，并产生电磁辐射。为了研究进入吸积盘中物质产生的电磁辐射，某同学建立如下简化模型：在被吞噬过程中，吸积盘各处物质绕黑洞旋转，机械能不断转化为电磁辐射，在运动过程中其轨道半径不断减小，但每一圈的运动仍可视为匀速圆周运动。

a．求吸积盘中到黑洞距离为 r 处物质的线速度大小 v。

b．设单位时间内有质量为 m_t 的物质进入吸积盘。已知吸积盘中各处物质的质量分布是稳定的，不随时间变化。求吸积盘中距离黑洞 r_1 到 r_2 区域（$r_1<r_2$）的电磁辐射功率 P。

(2)某黑洞质量 M_B 约为 $8.6\times10^{36}\,\mathrm{kg}$，绕其做椭圆轨道运动的 S0-2 星体，到黑洞的最近距离 r_0 约为 $1.8\times10^{15}\,\mathrm{m}$。黑洞到地球的平均距离 r_E 约为 $2.5\times10^{20}\,\mathrm{m}$。在地球上观测 S0-2 星体距离黑洞最近时发出的一条氢原子特征谱线，观测到的波长 λ 大于其静止波长 λ_0，这种现象称为“红移”。定义红移值 $z=\frac{\lambda-\lambda_0}{\lambda_0}$。

a．某同学认为可以用“引力红移”理论解释这一现象，即光子在黑洞引力场中远离黑洞时其能量会减小。光子能量 $E=h\nu=mc^2$，式中 h 为普朗克常量，ν 为光的频率，m 为光子的等效质量，c 为真空中的光速。在传播过程中光子等效质量的变化量远小于 m。已知 $G=6.67\times10^{-11}\,\mathrm{N\cdot m^2\cdot kg^{-2}}$，$c=3\times10^8\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$。根据红移值的定义，应用引力红移理论，估算上述氢原子特征谱线由引力引起的红移值 z_g。（结果保留一位有效数字）

b．已知 $\lambda=121.9\,\mathrm{nm}$，$\lambda_0=121.6\,\mathrm{nm}$。基于（2）a 的结果，分析判断由引力引起的红移是否为产生红移现象的主要原因。

参考答案

题号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
答案	A	D	C	D	A	D	C	B	B	C
题号	11	12	13	14	15	16				
答案	D	C	B	A	B	A				

1．A

【详解】核反应方程遵循电荷数守恒、质量数守恒规律，设粒子 X 的质量数为A、电荷数为Z，因此

$60=60+A$

解得$A=0$

根据$27=28+Z$

解得$Z=-1$

故选 A。

2．D

【详解】A．用手捂住烧瓶，瓶内气体温度T升高，温度是分子平均动能的标志，则分子平均动能增大，故 A 错误；

B．气体体积膨胀对外做功$W<0$，温度升高内能增加$\Delta U>0$，根据热力学第一定律$\Delta U=W+Q$

可知$Q>0$，气体从外界吸热，故 B 错误；

C．理想气体内能只与温度有关，温度T升高，内能增大，故 C 错误；

D．水柱缓慢移动，气体始终处于平衡状态，水平管内水柱受力平衡，瓶内气体压强等于大气压强，保持不变，故 D 正确；

故选 D。

3．C

【详解】A．由图可知，乙光的遏止电压绝对值较大，即$|U_1|>|U_2|$，根据$E_{\mathrm{km}}=eU_c$可知，乙光照射时产生的光电子的最大初动能更大，故 A 错误；

B．根据光电效应方程$E_{\mathrm{km}}=h\nu-W_0$

乙光的最大初动能大，则乙光的频率大，光的频率由光源决定，与介质无关，故 B 错误；

C．因为乙光的频率大，所以水对乙光的折射率大，即$n_{乙}>n_{甲}$，根据$v=\dfrac{c}{n}$可知，在水中甲光的传播速度比乙光的传播速度大，故 C 正确；

D．根据$\lambda=\dfrac{c}{\nu}$可知，甲光的波长长，波长越长衍射现象越明显，所以甲光的衍射现象更明显，故 D 错误。

故选 C。

4．D

【详解】B．变压器不改变交变电流的频率，原、副线圈中交变电流的频率之比为1:1，故 B 错误；

CD．设原线圈电流为I_1，副线圈电流为I_2，根据理想变压器电流与匝数成反比可知$\frac{I_1}{I_2}=\frac{n_2}{n_1}=\frac{1}{3}$

即$I_2=3I_1$

原线圈回路中电阻两端电压$U_{R1}=I_1R$

副线圈回路中电阻两端电压$U_{R2}=I_2R=3I_1R$

则两电阻两端电压之比为1:3，根据$P=I^2R$

原、副线圈回路中电阻消耗的功率之比$\frac{P_1}{P_2}=\frac{I_1^2R}{I_2^2R}=\frac{1}{9}$，故 C 错误 D 正确；

A．设原线圈两端电压为U_1，副线圈两端电压为U_2，则$U_2=U_{R2}=3I_1R$

根据电压与匝数成正比$\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}=\frac{3}{1}$

得$U_1=3U_2=9I_1R$

对原线圈回路，由闭合电路欧姆定律得$U=I_1R+U_1=I_1R+9I_1R=220\text{V}$

解得$I_1R=22\text{V}$

副线圈回路中电阻两端的电压$U_{R2}=3I_1R=66\text{V}$，故 A 错误。

故选 D。

5．A

【详解】AB．闭合开关S瞬间，线圈L产生自感电动势阻碍电流增加，相当于断路，电流通过P、Q，两灯同时亮；稳定后，线圈L电阻不计，将Q逐渐短路，Q逐渐变暗至熄灭，电路总电阻减小，电流增大，P变得更明亮。故 A 正确，B 错误；

CD．断开开关S瞬间，P所在干路电流立即切断，P立即熄灭；线圈L产生自感电动势，与Q构成闭合回路，Q闪亮后熄灭。故 CD 错误；

故选 A。

6．D

【详解】A．根据图 2 可得该波的周期为$T=2\times(0.9-0.5)\text{s}=0.8\text{s}$，故 A 错误；

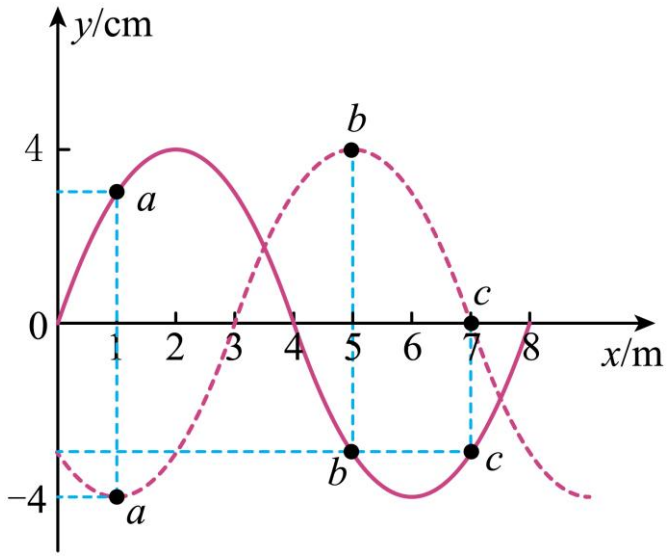
B．图 2 是质点 b 的振动图像，t=0 的下一瞬间向 y 轴负方向振动，根据“同侧法”，可得该波沿 x 轴负方向

传播，故 B 错误；

CD．根据图 1 可得该波的波长为$\lambda=8\text{m}$，则波速为$v=\dfrac{\lambda}{T}=10\text{m/s}$

波沿 x 轴负方向传播，t=0.5s 时，波向 x 轴负方向传播了$vt=5\text{m}$

可得 t=0.5s 时，波的图像如图中虚线所示。



可得 t=0.5s 时，a 点在 y 轴负最大值处，b 点在 y 轴正最大值处，c 点在平衡位置。所以，t=0.5s 时，质点 a 的速度为零，加速度最大。t=0.5s 时，质点 c 的位移为零，根据“同侧法”，速度沿 y 轴负方向，故 C 错误，D 正确。

故选 D。

7．C

【详解】A．物体无初速度放在传送带上，传送带向右运动，物体相对传送带向后运动，故 A 错误；

B．物体做匀加速运动的加速度$a=\dfrac{\mu mg}{m}=\mu g$

加速至与传送带共速的位移$x=\dfrac{v^2}{2a}=\dfrac{v^2}{2\mu g}$

若仅增大μ，则x变小，故 B 错误；

C．设 A、B 间距离为L，物体加速时间$t_1=\dfrac{v}{a}=\dfrac{v}{\mu g}$

匀速时间$t_2=\dfrac{L-x}{v}=\dfrac{L}{v}-\dfrac{v}{2\mu g}$

总时间$t=t_1+t_2=\dfrac{L}{v}+\dfrac{v}{2\mu g}$

若仅增大μ，则t变短，故 C 正确；

D．由题意知物体先加速后匀速，说明$L>\dfrac{v^2}{2\mu g}$

若仅增大μ，加速位移$\frac{v^2}{2\mu g}$减小，物体仍先加速后匀速，不可能一直受摩擦力，故 D 错误。

故选 C。

8．B

【详解】A．在铜盘逐渐停止转动的过程中，角速度减小，感应电动势E减小，感应电流I减小，铜盘的发热功率减小，故 A 错误；

B．磁体位置固定，铜盘仅做减速转动，铜盘上表面的位置、磁场分布均未改变，根据$\Phi = BS$可知，因此穿过铜盘上表面的磁通量保持不变，故 B 正确；

C．铜盘可看作无数条半径方向的导体棒切割磁感线，根据右手定则，感应电流沿半径向外，根据左手定则可知，铜盘受到的安培力沿切线方向，磁体受到铜盘的作用力也沿切线方向，故 C 错误；

D．若磁体与铜盘同向转动，当磁体转速小于铜盘转速时，铜盘仍会切割磁感线产生感应电流，受到安培力阻碍，转速减小；只有当磁体转速大于铜盘转速时，铜盘才会加速，故 D 错误。

故选 B。

9．B

【详解】A．第一宇宙速度 7.9km/s 是卫星绕地球做圆周运动的最大环绕速度，由万有引力提供向心力得$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$，同步卫星轨道半径大于近地卫星轨道半径，因此运行速度小于 7.9km/s，故 A 错误；

B．由万有引力提供向心加速度得$a = \frac{GM}{r^2}$，地球表面重力加速度$g = \frac{GM}{R^2}$（R为地球半径），同步卫星轨道半径$r > R$，因此其向心加速度小于地表重力加速度，故 B 正确；

C．同步卫星与地球赤道上随地球自转的物体角速度ω相同，由线速度公式$v = \omega r$，同步卫星轨道半径更大，因此线速度大于赤道上物体的线速度，故 C 错误；

D．在同步轨道上的卫星若加速，万有引力不足以提供向心力，会做离心运动进入更高轨道，无法追上原轨道的北斗 G7 卫星，故 D 错误。

故选 B。

10．C

【详解】设半球形容器半径为R，小球所在位置与球心连线跟竖直方向夹角为θ，小球做圆周运动的轨道半径$r = R\sin\theta$，离底部高度$h = R\left(1-\cos\theta\right)$。

A．小球受重力和支持力，合力提供向心力，有$F_{合} = mg\tan\theta$，高度h不同，则θ不同，合力大小不相等，故 A 错误；

B．由$mg\tan\theta = m\frac{4\pi^2}{T^2}R\sin\theta$

得$T=2\pi\sqrt{\frac{R\cos\theta}{g}}$

高度h越大，θ越大，$\cos\theta$越小，周期T越小，故B错误；

C．运动半圈所受合力的冲量等于动量变化量，大小为$I=\Delta p=2mv$

由$mg\tan\theta=m\frac{v^2}{R\sin\theta}$

得$v=\sqrt{gR\sin\theta\tan\theta}$

高度h越大，θ越大，v越大，动量变化越大，冲量越大，故C正确；

D．支持力$N=\frac{mg}{\cos\theta}$

高度h越小，θ越小，$\cos\theta$越大，但质量m越大，N的大小无法确定，故D错误。

故选C。

11．D

【详解】A．对A、B组成的系统，所受合外力为m_Bg-m_Ag，由于$k>1$，即$m_B>m_A$，合外力不为零，系统动量不守恒，故A正确；

B．同一根轻绳拉力T大小处处相等，作用时间t相同，根据$I=Ft$可知细绳对A球拉力冲量的大小等于细绳对B球拉力冲量的大小，故B正确；

C．根据功能关系，除重力以外的力做的功等于机械能的变化量，对A球而言，只有重力和拉力做功，故细绳对A球拉力做的功等于A球机械能的增加量，故C正确；

D．对系统应用牛顿第二定律有$m_Bg-m_Ag=\left(m_A+m_B\right)a$

对A球有$T-m_Ag=m_Aa$

联立解得$T=\frac{2m_Am_B}{m_A+m_B}g=\frac{2k}{k+1}m_Ag$

当k越大时，$\frac{2k}{k+1}$越接近2，即拉力T越接近$2m_Ag$，而不是m_Ag，故D错误。

本题选择错误的，故选D。

12．C

【详解】A．电子在E点和F点所受电场力的大小和方向相反，故A错误；

B．E点和F点电势相同，由$E_p=q\varphi$，电子在E点和F点的电势能相等，故B错误；

C．电子仅在电场力作用下，以某一初速度从E点运动至F点，电子可能绕O点，以EO为半径，在电场力的作用下做匀速圆周运动，这种情况下，电子的电势能不变，故C正确；

D．由C项分析可知，电子可能绕O点，以EO为半径，在电场力的作用下做匀速圆周运动，这种情况

下，电场力始终不做功，电子的动能不变，故 D 错误。

故选 C。

13．B

【详解】A．托盘秤上的苹果质量越小，则压力越小，R_1阻值越大，电路电流越小，R_2两端的电压越小，故 A 错误；

B．当R_2两端的电压超过某一值U时，可使放大电路中的电磁铁吸动分拣开关的衔铁，此时大于一定标准质量的大苹果进入通道 2。若只增大R_2的阻值，则R_2两端电压达到临界值U时对应的R_1增大，对应的压力减小，则能进入通道 2 的苹果的标准质量变小，故 B 正确；

C．根据串联规律可知R_2分到的电压为$U_2=\dfrac{R_2}{R_2+R_1}E_1$

可知R_2两端电压达到临界值U时对应的R_1与电动势E_1大小有关，所以分拣苹果的质量标准与电动势E_1大小有关，故 C 错误；

D．若仅改变电磁铁线圈的绕向，对电路电流大小没有影响，不改变电路电阻的比例关系，所以分拣苹果的质量标准不发生改变，故 D 错误。

故选 B。

14．A

【详解】AB．弹簧被压缩时，螺距减小，弹簧螺旋线与垂直于轴线平面的夹角减小，即图 1 中实线与虚线趋向水平，二者夹角变小，所以图 2 中干涉条纹的夹角φ变小；同时，弹簧圈间距（相当于双缝间距d）减小，根据双缝干涉条纹间距公式$\Delta x=\dfrac{L}{d}\lambda$可知，条纹间距$\Delta x$变大，条纹变得稀疏，故 A 正确 B 错误；

C．改用频率更低的激光，波长λ变大，干涉条纹的夹角φ由弹簧几何结构决定，与波长无关，保持不变，故 C 错误；

D．根据$\Delta x=\dfrac{L}{d}\lambda$可知，波长$\lambda$变大，条纹间距$\Delta x$变大，条纹变得稀疏，故 D 错误。

故选 A。

15．B

【详解】A．F_1、F_2的夹角适当大一些即可，方便作图减小误差，并非必须小于90°，故 A 错误；

B．本实验采用等效替代法，F单独作用与F_1、F_2共同作用的效果应相同，即都要把小圆环拉到同一位置O并保持静止，故 B 正确；

C．同一次实验中，为了保证作用效果相同，小圆环的位置必须相同，故 C 错误。

故选 B。

16．A

【详解】由题意可知，滑片 P 向左滑动时，变阻器接入电路的电阻增大，线圈 A 中电流减小，穿过线圈 B 的磁通量减小，电流表指针向右偏转。即磁通量减小时，指针向右偏转。

A．拔出线圈 A，穿过线圈 B 的磁通量减小，电流表指针向右偏转，故 A 正确；

B．断开开关，线圈 A 中电流减小为零，穿过线圈 B 的磁通量减小，电流表指针向右偏转，故 B 错误；

C．滑片 P 向左匀速滑动，变阻器接入电路的电阻增大，线圈 A 中电流减小，穿过线圈 B 的磁通量减小，产生感应电流，电流表指针发生偏转，故 C 错误。

故选 A。

17．　　能　　$L-T^2$ 图像的斜率 $k=\frac{g}{4\pi^2}$，可得 $g=4\pi^2k$，g 只与 k 有关，与小球半径无关

【详解】[1][2]单摆的摆长等于摆线长度与小球半径之和，即 $l=L+r$

根据单摆周期公式 $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

代入摆长得 $T=2\pi\sqrt{\frac{L+r}{g}}$

将公式变形为 L 关于 T^2 的函数关系，两边平方得 $T^2=4\pi^2\frac{L+r}{g}$

整理得 $L=\frac{g}{4\pi^2}T^2-r$

由 $L-T^2$ 图像可知，图线的斜率 $k=\frac{g}{4\pi^2}$

解得 $g=4\pi^2k$

由此可见，重力加速度 g 的计算只与图线斜率 k 有关，与截距无关，故未测量小球半径也能计算出 g。

18．(1)D

(2)　　$m_1OP=m_1OM+m_2ON$　　C

(3)＜

(4)BC

【详解】（1）AB．球 1 从斜槽上同一位置 S 由静止释放，到达斜槽末端速度相同；小球离开斜槽后做平抛运动，下落高度相同，运动时间 $t=\sqrt{\frac{2H}{g}}$ 相同，速度 $v=\frac{x}{t}$，动量守恒式中 t 可约去，v 用 x 代替，因此不需要测量释放高度 h 和抛出点高度 H，故 AB 错误；

C．本题中 O 为抛出点在记录纸上的垂直投影，实验直接测量 O 到落地点的距离，不需要测量小球半径，故 C 错误；

D．必须用重锤线确定 O 点位置，故 D 正确。

故选 D。

（2）[1]碰撞前入射球速度 $v_0=\frac{OP}{t}$，碰撞后入射球速度 $v_1=\frac{OM}{t}$，被碰球速度 $v_2=\frac{ON}{t}$，代入动量守恒

$m_1v_0=m_1v_1+m_2v_2$

可得验证式 $m_1OP=m_1OM+m_2ON$

[2]碰撞后球 1 速度小于 v_0，射程小于 OP；碰撞后球 2 速度大于碰撞后球 1 速度，射程大于 OM，因此落地点顺序可能为 MPN。

故选 C。

（3）调整斜槽前，斜槽末端不水平，球 1 抛出时初速度水平分量小于球 1 的初速度大小，在空中运动时间 t_0 不变，则 $OP=v_{0水平}t_0$

而动量守恒要求 $m_1v_0t_0=m_1OM+m_2ON$

因此 $m_1OP=m_1v_{0水平}t_0<m_1v_0t=m_1OM+m_2ON$

故填＜。

（4）AB．弹性碰撞满足动量守恒和动能守恒 $m_1v_0=m_1v_1+m_1v_2$，$\frac{1}{2}m_1v_0^2=\frac{1}{2}m_1v_1^2+\frac{1}{2}m_1v_2^2$

推导得 $v_2=\frac{2m_1v_0}{m_1+m_2}$，代入 $x_1=OP=v_0t$，$x_2=ON=v_2t$，整理得 $\frac{x_1}{x_2}=\frac{m_1+m_2}{2m_1}=\frac{1}{2}+\frac{m_2}{2m_1}$

仅换 m_1，m_1 增大时，$\frac{x_1}{x_2}$ 减小，逐渐趋近于 $\frac{1}{2}$，故 A 错误，B 正确；

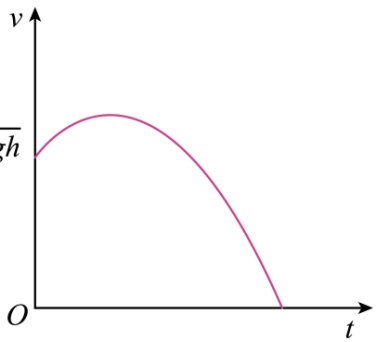
CD．仅换 m_2，$\frac{x_1}{x_2}$ 随 m_2 增大线性增大，截距为 $\frac{1}{2}>0$，故 C 正确，D 错误。

故选 BC。

19．(1) $v_0=\sqrt{2gh}$

(2) $E_{pm}=mg\left(h+x\right)$

(3)



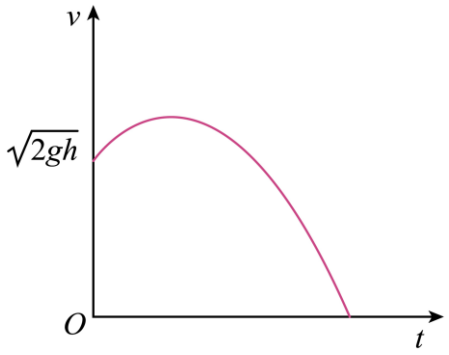
【详解】（1）小球接触弹簧前做自由落体运动，由$v_0^2=2gh$

得$v_0=\sqrt{2gh}$

（2）小球下落至最低点时，弹簧弹性势能最大、小球的动能为0，根据机械能守恒定律，得

$E_{pm}=mg\left(h+x\right)$

（3）开始阶段重力大于弹力，合力向下，随着弹力增大，加速度减小，做加速度减小的加速，当弹力等于重力，此时速度最大，之后弹力大于重力，合力向上，向下做减速运动，随着弹力增大，加速度增大，如图所示



20．(1)$I=\dfrac{BLv}{R+r}$

(2)$U=\dfrac{R}{R+r}BLv$

(3)$F_{安}<F_{洛}$，理由见解析

【详解】（1）由法拉第电磁感应定律可得，感应电动势$E=BLv$

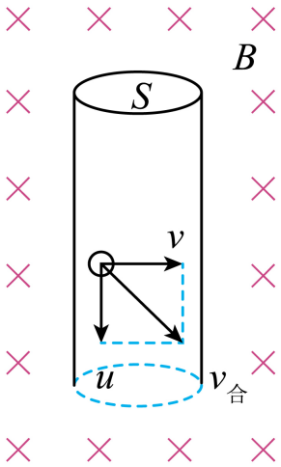
根据闭合电路欧姆定律$I=\dfrac{E}{R+r}$

得$I=\dfrac{BLv}{R+r}$

（2）根据欧姆定律$U=IR$

得$U=\dfrac{R}{R+r}BLv$

（3）设电子的电荷量为e，导体棒内定向运动的电子随导体棒运动的速度为v，沿导体棒定向运动的速度为u，如图为一个电子的运动分析



则 $v_{合}=\sqrt{v^2+u^2}$

由 $I=\dfrac{Neu}{L}$ 和 $F_{安}=BIL$

得 $F_{安}=N\cdot Beu$

每一个自由电子受到的洛伦兹力为 $f_{洛}=Bev_{合}$

导体棒内定向运动的电子所受洛伦兹力的矢量和为 $F_{洛}=N\cdot Bev_{合}$

因为 $u<v_{合}$

所以 $F_{安}<F_{洛}$

21．(1)C

(2)a．$s=\dfrac{2mv}{eB}$；b．$d_1=\dfrac{2\pi mv_0}{eB}$，$d_2=\dfrac{2\pi m\left(v_0+\Delta v\right)}{eB}$；c．$\dfrac{s'}{s}=\sin\left(\dfrac{\pi\Delta v}{v_0+\Delta v}\right)$

【详解】（1）电子沿不同方向从 O 点进入区域II，所以轨迹圆过 O 点，且沿轴线从左向右看，磁场垂直纸面向里，根据左手定则可以判断，AC 两图中电子在 O 点受力向右，应该是顺时针运动。

故选 C。

（2）a．进入区域II的电子沿垂直于轴线方向受到洛伦兹力作用，做匀速圆周运动。设电子做匀速圆周运动的半径为 r，根据 $evB=m\dfrac{v^2}{r}$

得 $r=\dfrac{mv}{eB}$

当 $s=2r$ 时，距离轴线最远得 $s=\dfrac{2mv}{eB}$

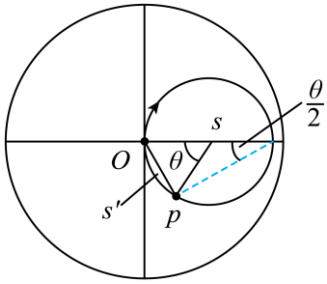
b．进入区域II的电子沿轴线方向不受磁场作用，做匀速直线运动，沿垂直于轴线方向做匀速圆周运动，周期相同，且每转动一个周期刚好都能回到轴线。设电子做匀速圆周运动的周期为 T，根据 $T=\dfrac{2\pi r}{v}$

得 $T=\dfrac{2\pi m}{eB}$

当电子沿轴线运动的速度为 v_0 时，距 O 点距离最近，速度为 $v_0+\Delta v$ 时，距 O 点距离最远，根据 $x=vt$

得 $d_1=\dfrac{2\pi mv_0}{eB}$，$d_2=\dfrac{2\pi m\left(v_0+\Delta v\right)}{eB}$

c．当接收板置于 d_1 处时，速度为 v_0 的电子刚好回到轴线上 d_1 处。此时，速度为 $v_0+\Delta v$ 的电子沿垂直于轴线方向做匀速圆周运动刚好到达 P 点，其运动时间为 t，还需转动角度 θ 回到轴线上 d_2 处，弦 OP 即为最远距离 s'，如图所示



则 $t=\dfrac{d_1}{v_0+\Delta v}$

根据（2）b 可知 $T=\dfrac{2\pi m}{eB}$

且 $\theta=\dfrac{T-t}{T}\cdot 2\pi$

由几何关系得 $s'=s\cdot\sin\dfrac{\theta}{2}$

联立得 $\dfrac{s'}{s}=\sin\left(\dfrac{\pi\Delta v}{v_0+\Delta v}\right)$

22．(1)a．$\sqrt{\dfrac{GM}{r}}$；b．$\dfrac{1}{2}GMm_t\left(\dfrac{1}{r_1}-\dfrac{1}{r_2}\right)$

(2)a．4×10^{-6}；b．不是

【详解】（1）a．设吸积盘中到黑洞距离为 r 处物质的质量为 m

根据 $G\dfrac{Mm}{r^2}=m\dfrac{v^2}{r}$

解得 $v=\sqrt{\dfrac{GM}{r}}$

b．设 Δt 时间内，距离黑洞 r_1 到 r_2 区域进入吸积盘的物质的质量为 Δm

这些物质机械能的减少量为 ΔE，则 $\Delta m=m_t\Delta t$

根据能量守恒 $\dfrac{1}{2}\Delta mv_1^2+\left(-\dfrac{GM\cdot\Delta m}{r_1}\right)+\Delta E=\dfrac{1}{2}\Delta mv_2^2+\left(-\dfrac{GM\cdot\Delta m}{r_2}\right)$

又 $P=\frac{\Delta E}{\Delta t}$

联立解得 $P=\frac{1}{2}GMm_t\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}\right)$

（2）a．设光在黑洞附近时的频率为 v_0、波长为 λ_0，光子的等效质量为 m_0，地球上接收到光的频率为 v、波长为 λ，光子的等效质量为 m。光子从黑洞附近传播到地球的过程中，仅在黑洞引力场作用下，

根据能量守恒 $hv_0+\left(-\frac{GM_{\mathrm{B}}m_0}{r_0}\right)=hv+\left(-\frac{GM_{\mathrm{B}}m}{r_{\mathrm{E}}}\right)$

又 $\begin{cases}v_0=\frac{c}{\lambda_0}\\ v=\frac{c}{\lambda}\end{cases}$

和 $\begin{cases}hv_0=m_0c^2\\ hv=mc^2\end{cases}$

联立解得 $hv_0\left(1-\frac{GM_{\mathrm{B}}}{r_0c^2}\right)=hv\left(1-\frac{GM_{\mathrm{B}}}{r_{\mathrm{E}}c^2}\right)$

由题中条件知，$r_0\ll r_{\mathrm{E}}$

解得 $z_g\approx\frac{GM_{\mathrm{B}}}{c^2r_0}$

所以 $z_g=4\times10^{-6}$

b．根据 $z=\frac{\lambda-\lambda_0}{\lambda_0}$

实际观测的红移值为 $z\approx2\times10^{-3}$

因为 $z_g\ll z$，所以引力引起的红移不是产生红移现象的主要原因。