2023-2024 学年度第二学期高三年级模拟考试

物　理

一、单项选择题：共 11 题，每题 4 分，共 44 分．每题只有一个选项最符合题意．

1．把一块铀矿石放在一只玻璃管内，过几天在管内发现了氦气，已知矿石中存在铀核 $^{238}_{92}\mathrm{U}$，则在此过程中（　）

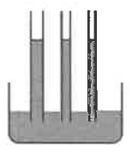
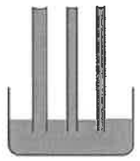
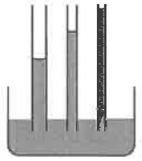
A．涉及到反应方程式为 $^{238}_{92}\mathrm{U}\rightarrow^{234}_{90}\mathrm{Th}+^{4}_{2}\mathrm{He}$

B．放入矿石后至少需等待一个半衰期才有氦气产生

C．矿石中的铀核发生 α 衰变生成氦原子

D．矿石必须达到一临界质量才有氦气产生

2. 宇航员在“天宫课堂”中演示毛细现象时，稳定后三根管中液面（忽略液面形状）的高度是下图中的(　　)

A.  B.  C.  D. 

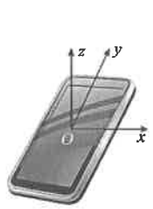
3．某同学利用手机物理工坊测量当地地磁场的磁感应强度，如图甲所示，以手机显示屏所在平面为 xOy 平面，在手机上建立直角坐标系，该同学测量时 z 轴始终保持竖直向上，手机 xOy 平面绕 z 轴匀速转动，手机显示出各轴磁场的实时数据（如图乙所示）。当外界磁场分量与坐标轴正方向相同时则显示正值，相反则显示负值，根据图像可推知，下列说法错误的是（　　）

A．图中 t_1 时刻 x 轴正方向指向地球北方

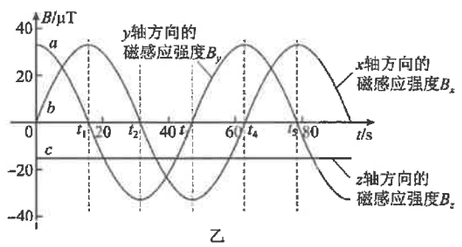
B．图中 t_2 时刻 y 轴正方向指向地球南方

C．$t_1\sim t_5$ 时间内手机刚好绕 z 轴转动了一周

D．通过 z 轴数据可知测量地在南半球

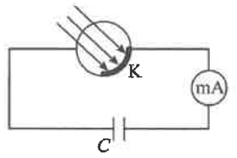


甲



乙

4．如图所示，光电管通过电流表连接平行板电容器 C，当光电管阴极 K 受到光的照射产生光电效应，关于此电路下列说法正确的是（　　）



A．当光照射光电管时电容器左极板带正电

B．光电管受到光的照射电流表有持续的电流

C．电容器原来不带电，光电管受到光照射时，电流表有方向向下的电流

D．光停止照射后，电流表有方向向上的电流

5．如图所示，取一个透明塑料瓶，向瓶内注入少量的水。将橡胶塞打孔，安装上气门嘴，再用橡胶塞把瓶口塞紧，并向瓶内打气。观察发现橡胶塞跳出时，瓶内出现白雾，下列说法正确的是（　　）



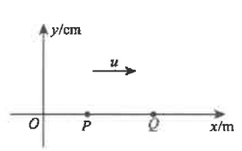
A．打气过程中，瓶内气体的分子动能保持不变

B．打气过程中，瓶内气体的压强与热力学温度成正比

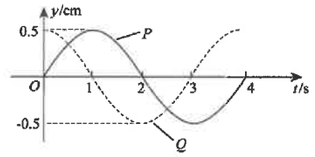
C．橡胶塞跳出后，瓶内气体迅速膨胀，温度降低

D．橡胶塞跳出后，瓶内水迅速蒸发，出现白雾

6.如图（a）所示，一列简谐横波以速度 u 沿 x 轴正方向传播，在波的传播方向上有 P、Q 两点，$PQ=2.4\mathrm{m}$ 且小于波长。P、Q 两处质点的振动图像分别如图（b）中实线和虚线所示。波速 u 和 Q 处质点在 $0\sim2\mathrm{s}$ 内的位移大小 d 是（　）



图(a)



图(b)

A．$u=0.8\mathrm{m/s},d=1.0\mathrm{cm}$　　B．$u=0.8\mathrm{m/s},d=0$

C．$u=2.4\mathrm{m/s},d=1.0\mathrm{cm}$　　D．$u=2.4\mathrm{m/s},d=0$

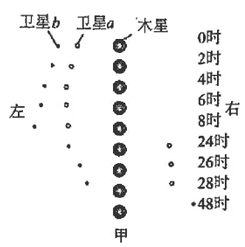
7．某校天文小组通过望远镜观察木星周围的两颗卫星 a、b，记录了不同时刻 t 两卫星的位置变化如图甲。现以木星中心为原点，测量图甲中两卫星到木星中心的距离 x，以木星的左侧为正方向，绘出 $x-t$ 图像如图乙。已知两卫星绕木星近似做圆周运动，忽略在观测时间内观察者和木星的相对位置变化，由此可知（　　）

A．a 公转周期为 t_0

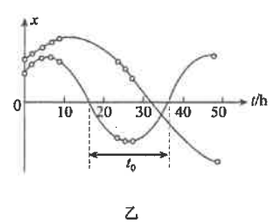
B．b 公转周期为 $2t_0$

C．a 公转的线速度比 b 的大

D．a 公转的角速度比 b 的小

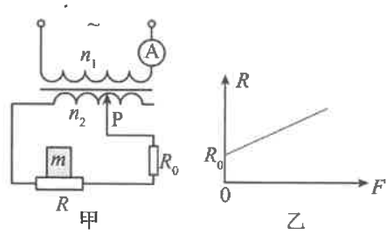


甲



乙

8．如图甲所示，理想变压器的原线圈匝数为n_1，连接一个理想交流电流表，副线圈接入电路的匝数n_2可以通过滑动触头P调节，副线圈接有定值电阻R_0和压敏电阻R，压敏电阻的阻值R与所受压力大小F的对应关系如图乙所示。物块m置于压敏电阻上，保持原线圈输入的交流电压不变。下列说法正确的是（　）



甲

乙

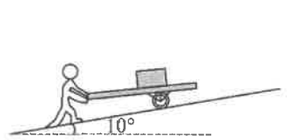
A．只将滑动触头P向左滑动，电流表的示数增大

B．只将滑动触头P向右滑动，R_0两端的电压增大

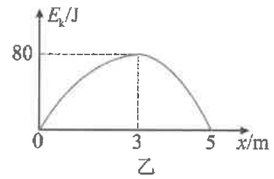
C．只减小物块对R的压力，电流表的示数减小

D．只增大物块对R的压力，R_0两端的电压增大

9.如图甲所示，小明沿倾角为10°的斜坡向上推动平板车，将一质量为10kg的货物运送到斜坡上某处，货物与小车之间始终没有发生相对滑动。已知平板车板面与斜坡平行，货物的动能E_k随位移x的变化图像如图乙所示，sin10°=0.17，则货物（　　）



甲



乙

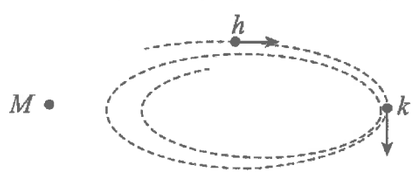
A．在0～3m的过程中，所受的合力逐渐增大

B．在0～3m的过程中，机械能先增大后减小

C．在3m～5m的过程中，所受的合力逐渐减小

D．在3m～5m的过程中，机械能先增大后减小

10．空间中M、N两点分别固定不等量的异种点电荷（电性及N点位置未标出）。一带负电的点电荷q仅在电场力作用下先后经过h、k两点，其运动轨迹如图所示，下列说法正确的是（　）



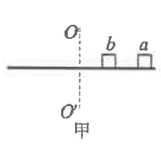
A．M点的电荷量值小于N点的电荷量值

B．从h点到k点的过程中q的速度越来越小

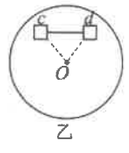
C．h点的电势大于k点的电势

D．q在h点的加速度比k点加速度大

11．如图甲所示，两个质量分别为m、$2m$的小木块a和b（可视为质点）放在水平圆盘上，a与转轴OO'的距离为$2l$，b与转轴的距离为l.如图乙所示（俯视图），两个质量均为m的小木块c和d（可视为质点）放在水平圆盘上，c与转轴、d与转轴的距离均为l，c与d之间用长度也为l的水平轻质细线相连。木块与圆盘之间的最大静摩擦力为木块所受重力的k倍，重力加速度大小为g。若圆盘从静止开始绕转轴做角速度缓慢增大的转动，下列说法正确的是（　　）



甲



乙

A．图甲中，a、b同时开始滑动

B．图甲中，a所受的静摩擦力大于b所受的静摩擦力

C．图乙中，c、d与圆盘相对静止时，细线的最大拉力为kmg

D．图乙中，c、d与圆盘相对静止时，圆盘的最大角速度为$\sqrt{\frac{2kg}{\sqrt{3}l}}$

二、非选择题：共5题，共56分．其中第13题~第16题解答时请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；有数值计算时，答案中必须明确写出数值和单位．

12．（15分）某科技小组想测定弹簧托盘秤内部弹簧的劲度系数k，拆开发现其内部简易结构如图(a)所示，托盘A、竖直杆B、水平横杆H与齿条C固定连在一起，齿轮D与齿条C啮合，在齿轮上固定指示示数的指针E，两根完全相同的弹簧将横杆吊在秤的外壳I上。托盘中不放物品时，指针E恰好指在竖直向上的位置。指针随齿轮转动一周后刻度盘的示数为P_0=5 kg。

科技小组设计了下列操作：

A．在托盘中放上一物品，读出托盘秤的示数P_1，并测出此时弹簧的长度l_1；

B．用游标卡尺测出齿轮D的直径d =_____mm；

C．托盘中不放物品，测出此时弹簧的长度l_0；

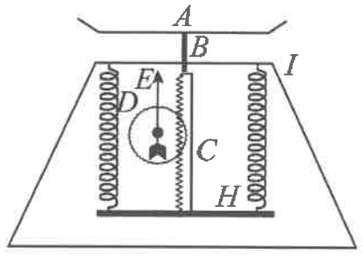
D．根据测量结果、题给条件及胡克定律计算弹簧的劲度系数k；

E．在托盘中增加一相同的物品，读出托盘秤的示数P_2，并测出此时弹簧的长度l_2；

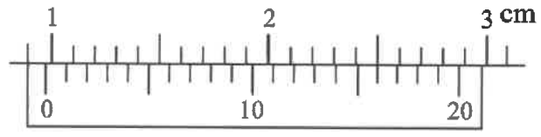
F．再次在托盘中增加一相同的物品，读出托盘秤的示数P_3，并测出此时弹簧的长度l_3；

G．数出齿轮的齿数n；

H．数出齿条的齿数N并测出齿条的长度l。



(a)



(b)

(1)小组同学经过讨论得出一种方案的操作顺序，即a方案：采用BD步骤。

①用所测得的相关量的符号表示弹簧的劲度系数k，则k=_____。

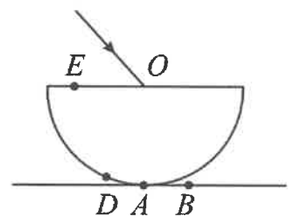
②某同学在实验中只测得齿轮直径，如图(b)所示，并查资料得知当地的重力加速度g=9.80 m/s²，则弹簧的劲度系数k=_____。(结果保留三位有效数字)

(2)请你根据科技小组提供的操作，设计b方案：采用：_____步骤；用所测得的相关量的符号表示弹簧的劲度系数k，则k=_____。

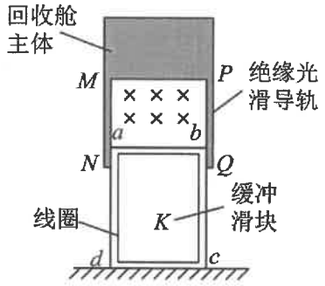
13.（6 分）如图，半径为 R 的半球形玻璃体置于水平桌面上，半球的上表面水平，球面与桌面相切于 A 点。一细束单色光经球心 O 从空气中摄入玻璃体内（入射面即纸面），入射角为45°，出射光线射在桌面上 B 点处。测得 AB 之间的距离为 $\frac{1}{2}R$。现将入射光束在纸面内向左平移，平移到 E 点时，恰好在球面上 D 点发生全反射，（不考虑光线在玻璃体内的多次反射）求：

（1）玻璃体的折射率 n；

（2）OE 的距离。



14.（8 分）航天回收舱实现软着陆时，回收舱接触地面前经过喷火反冲减速，瞬间速度减少至向下 7m/s，大于要求的软着陆速度 $v_0=3\text{m/s}$ 设计速度；为此科学家设计了一种电阻尼缓冲装置，其原理如图所示，主要部件为缓冲滑块 K 和绝缘光滑的缓冲轨道 MN 和 PQ；回收舱主体中还有超导线圈（图中未画出），能在两轨道间产生垂直于导轨平面的匀强磁场 B=4T，导轨内的缓冲滑块由高强度绝缘材料制成，滑块 K 上绕有 n=10 匝矩形线圈 $abcd$，线圈的总电阻为 $R=4\Omega$，ab 边长为 L=2m，当回收舱接触地面时，滑块 K 立即停止运动，此后线圈与轨道间的磁场发生作用，使回收舱主体做减速运动，从而实现缓冲；已知装置中除缓冲滑块（含线圈）外的质量为 m=200kg，缓冲滑块（含线圈）K 的质量 M=50kg，重力加速度为 $g=10\text{m/s}^2$，不考虑运动磁场产生的电场；



（1）达到回收舱软着陆要求的速度时缓冲滑块 K 对地面的压力

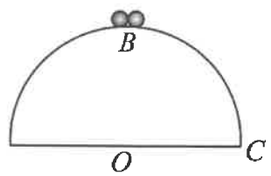
（2）回收舱主体可以实现软着陆，若从 7ms 减速到 3m/s 的过缓冲程中，通过线圈横截面的电荷量为 $q=4\text{C}$，求该过程中线圈中产生的焦耳热 Q。

15.（12 分）如图所示，半径 $R=0.6\text{m}$ 的光滑半球静止于水平桌面，在半球的顶端 B 点有两个相同的小球，小球可看作质点，取重力加速度大小 $g=10\text{m/s}^2$，刚开始小球用双手固定，现同时放开双手，两小球由静止分别向左、向右运动，O 点是球心，不计空气阻力。

（1）求小球离开球面瞬间的速度大小 v；

（2）求两个小球在水平桌面的落点间的距离 d；

（3）若半球质量 $M=4\text{kg}$，小球质量 $m=1\text{kg}$，以初始球心 O 位置为坐标中心，OB 方向为 y 轴正半轴，OC 方向为 x 轴正半轴建立坐标系，在 B 点放一个小球，由于轻微扰动，当其由静止向右运动时，求小球在半球球面上运动的轨迹方程。

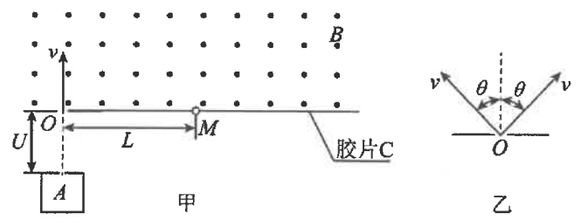


16.（15 分）如图甲所示为质谱仪的原理图，加速电压为 U。粒子源 A 持续释放出初速度可忽略、比荷分别 k_1 和 k_2 的两种正电荷，$k_1>k_2$。粒子从 O 点沿垂直磁场边界方向进入匀强磁场，磁场下边界放置胶片 C．比荷为 k_1 的粒子恰好打在距 O 点为 L 的 M 点，不计粒子重力和粒子间的相互作用。求：

（1）磁感应强度 B 的大小；

（2）若加速电压存在波动，在 $(U-\Delta U)$ 到 $(U+\Delta U)$ 之间变化，在胶片上分开两种粒子，ΔU 的取值范围；

（3）如图乙所示，若比荷为 k_1 的粒子进入磁场时存在散射角 θ=60°，粒子在 2θ 范围内均匀射入，现撤去胶片 C，紧靠 M 点在其左侧水平放置一长度为 $0.4L$ 的接收器，求接收器中点左右两侧在单位时间内接收到比荷为 k_1 的粒子数之比 η。



2023-2024 学年度第二学期高三年级模拟考试

物理答案

一、单项选择题：共 11 题，每题 4 分，共 44 分．每题只有一个选项最符合题意．

1．A 2．B 3．D 4．C 5．C 6．A 7．C 8．B 9．D 10．A 11．D

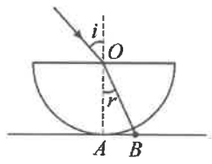
二、非选择题：共 5 题，共 56 分．其中第 13 题~第 16 题解答时请写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤，只写出最后答案的不能得分；有数值计算时，答案中必须明确写出数值和单位．

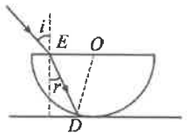
12．（15 分）9.80mm　$\frac{P_0 g}{2\pi d}$　7.96×10^2 N/m　CAEFD　$\frac{g}{6}\left(\frac{P_1}{l_1-l_0}+\frac{P_2}{l_2-l_0}+\frac{P_3}{l_3-l_0}\right)$

13．（6 分）（1）当光线经球心 O 入射时，光路图如图所示

根据折射定律 $n=\frac{\sin i}{\sin r}$ 其中 $\sin r=\frac{AB}{\sqrt{OA^2+AB^2}}$

解得 $n=\frac{\sqrt{10}}{2}$　（3 分）





（2）平移到 E 点，在 D 点发生全反射，则 $\sin\angle EDO=\frac{1}{n}$

在 $\triangle EDO$ 内，有 $\frac{OD}{\sin(90°-r)}=\frac{OE}{\sin\angle EDO}$

联立得 $OE=\frac{\sqrt{2}}{2}R$　（3 分）

14.（8 分）（1）（4 分）滑块 K 立即停止运动，ab 边切割磁感线产生的感应电动势为 $E=nBLv_0=10\times4\times2\times3\text{V}=240\text{V}$

线圈中的感应电流为 $I=\frac{E}{R}=\frac{240}{4}\text{A}=60\text{A}$

安培力 $F=nBIL=10\times4\times60\times2\text{N}=4800\text{N}$

地面对缓冲滑块 K 的支持力为 $N=Mg+F=50\times10\text{N}+4800\text{N}=5300\text{N}$

根据牛顿第三定律可知缓冲滑块 K 对地面的压力为 $N'=N=5300\text{N}$

（2）（4 分）根据电流的定义式，闭合电路欧姆定律和法拉第电磁感应定律得

$q=\bar{I}\Delta t=\frac{\bar{E}}{R}\Delta t=\frac{n\Delta\Phi}{R}=\frac{nBLh}{R}$

解得 $h=0.2\text{m}$

根据能量转化和守恒定律得 $Q=\frac{1}{2}m(v_1^2-v_0^2)+mgh=4400\text{J}$

15．（12 分）

（1）（4 分）由于两个相同的小球向左、向右对称运动，两个小球对半球在水平方向的分力始终大小相等、方向相反，半球不会运动。设小球在 A 点离开球面，OA 与 OC 的夹角为 θ，有

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

从 B 点到 A 点由机械能守恒定律得 $mg(R-R\sin\theta)=\frac{1}{2}mv^2$ 解得

$v=2\text{m/s}$，$\sin\theta=\frac{2}{3}$

（2）（4 分）小球离开半球后做斜抛运动，

水平方向有 $x=vt\sin\theta$

竖直方向有 $R\sin\theta=vt\cos\theta+\frac{1}{2}gt^2$

又 $d=2(R\cos\theta+x)$

解得 $d=\frac{10\sqrt{5}+8\sqrt{23}}{45}\text{m}$

（3）（4 分）小球与半球在水平方向动量守恒，有 $Mv_1=mv$

运动时间相等，有 $Mx_1=mx$　　又 $x_1+x=x'$

$x'^2+y^2=R^2$ 整理得 $\left(\frac{5x}{4}\right)^2+y^2=0.36$

16．（15 分）（1）（5 分）粒子电场中加速 $qU=\frac{1}{2}mv^2$

粒子磁场中匀速圆周运动 $qvB=m\frac{v^2}{r}$　　$r=\frac{L}{2}$

联立得　$B=\frac{2}{L}\sqrt{\frac{2U}{k_1}}$

（2）（5 分）根据第一问中的分析可得 $r=\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU}{q}}$

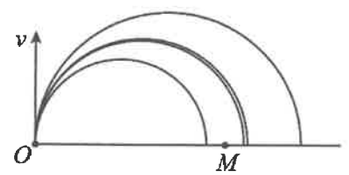
由于比荷 $k_1>k_2$，当 B 和 U 相同时 $r_1<r_2$

当电压波动时，在胶片上分开两种粒子，需满足

$2r_{1max}<2r_{2min}$

即 $\frac{2}{B}\sqrt{\frac{2(U+\Delta U)}{k_1}}<\frac{2}{B}\sqrt{\frac{2(U-\Delta U)}{k_2}}$

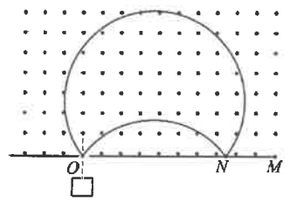
解得 $\Delta U<\frac{k_1-k_2}{k_1+k_2}U$



（3）（5 分）粒子恰好打在接收器中点 N 时，设粒子进入磁场时速度与竖直方向夹角为 β，则

$0.2L=2r-2r\cos\beta=L(1-\cos\beta)$

解得 $\beta=37°$



粒子恰好打在接收器最左端时，设粒子进入磁场时速度与竖直方向夹角为 a，则

$0.4L=2r-2r\cos\alpha=L(1-\cos\alpha)$

解得 $a=53°<60°$

进入磁场速度与竖直方向夹角在 53° 到 37° 的粒子打在接收器中点 N 左侧，夹角在 0° 到 37° 的粒子打在接收器中点 N 右侧。接收器中点左右两侧在单位时间内接收到比荷为 k_1 的粒子数之比

$\eta=\frac{2\times(53°-37°)}{2\times37°}=\frac{16}{37}$

