2023 北京西城高三二模

物　　理

2023.5

本试卷共9页，100分。考试时长90分钟。考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

第一部分

本部分共14题，每题3分，共42分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1．有关物体的内能，下列说法正确的是

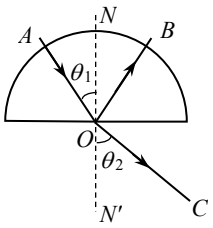
A．物体温度升高，组成物体的分子的平均动能增大

B．由于物体被举高，组成物体的分子的分子势能增大

C．物体吸收热量，其内能一定增大

D．物体对外界做功，其内能一定减小

2．如图所示，一束光沿着半圆形玻璃砖的半径射到它的平直的边上，在玻璃砖与空气的界面上发生反射和折射，入射角为θ_1，折射角为θ_2。下列说法正确的是



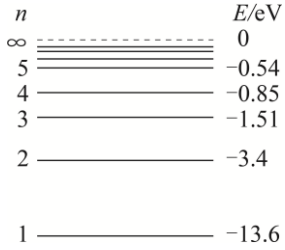
A．反射光的频率大于入射光的频率

B．折射光的波长等于入射光的波长

C．若增大入射角θ_1，则折射角θ_2将减小

D．若增大入射角θ_1，则折射光将减弱

3．氢原子能级示意图如图所示，下列说法正确的是



A．氢原子从 $n=3$ 能级跃迁到 $n=1$ 能级，该氢原子的能量增加

B．氢原子从 $n=3$ 能级跃迁到 $n=4$ 能级，该氢原子向外辐射光子

C．大量处于 $n=3$ 能级的氢原子向基态跃迁过程中最多可辐射出 3 种频率的光子

D．处于基态的氢原子电离时将向外辐射 13.6eV 的能量

4．一列简谐横波沿 x 轴传播，$t=0$ 时刻的波形如图 1 所示，K、L 是介质中的两个质点。图 2 是质点 K 的振动图像。下列说法正确的是

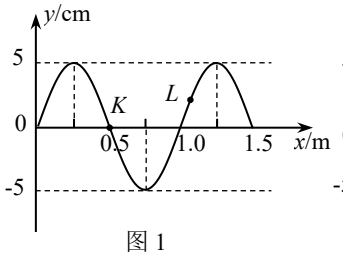


图 1

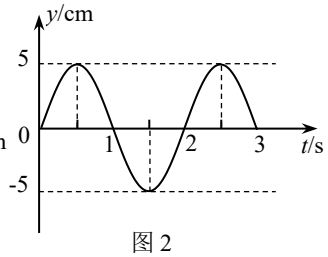


图 2

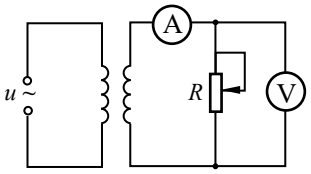
A．$t=0$ 时刻质点 K 的加速度比质点 L 的大

B．$t=0$ 时刻后质点 K 比质点 L 先到达正向最大位移处

C．波沿 x 轴正方向传播，速度为 $v=1.0\text{m/s}$

D．波沿 x 轴负方向传播，速度为 $v=0.5\text{m/s}$

5．如图所示，一理想变压器原、副线圈匝数之比为 10:1，其原线圈两端接入正弦式交变电压 u，$u=311\sin100\pi t$ V，副线圈通过电流表与变阻器 R 相连，若交流电压表和交流电流表都是理想电表，则下列说法正确的是



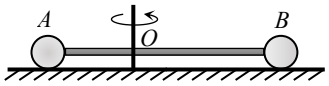
A．电压表的示数为 31.1V

B．滑动变阻器的滑片向上滑动，电压表的示数增大

C．滑动变阻器的滑片向上滑动，电流表的示数增大

D．滑动变阻器的滑片向上滑动，变压器的输入功率减小

6．如图所示，轻杆两端分别固定着可以视为质点的小球A、B，放置在光滑水平桌面上，杆上O点有一竖直方向的固定转动轴，A、B的质量之比 $m_A:m_B=4:1$，A、B到O点的距离之比 $r_A:r_B=1:2$。当轻杆绕轴匀速转动时，下列说法正确的是



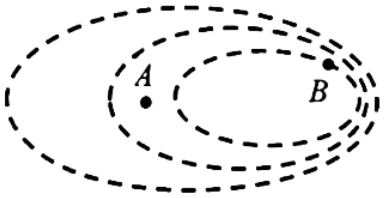
A．A对杆的作用力大小等于B对杆的作用力大小

B．A的向心加速度大小大于B的向心加速度大小

C．A的动能等于B的动能

D．A的周期小于B的周期

7．如图所示，虚线为静电场中的三个等势面，相邻等势面之间的电势差相等。一个带正电的点电荷 q 在 A 点的电势能小于其在 B 点的电势能，则下列说法正确的是



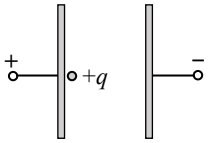
A．A 点的电势大于 B 点的电势

B．A 点的电场强度大于 B 点的电场强度

C．将 q 在 A 点由静止释放，其受静电力将增大

D．将 q 在 A 点由静止释放，其电势能将减小

8．如图所示，两极板加上恒定的电压 U，将一质量为 m、电荷量为$+q$ 的带电粒子在正极板附近由静止释放，粒子向负极板做加速直线运动。不计粒子重力。若将两板间距离减小，再次释放该粒子，则



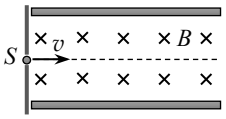
A．带电粒子获得的加速度变小

B．带电粒子到达负极板的时间变短

C．带电粒子到达负极板时的速度变小

D．加速全过程静电力对带电粒子的冲量变小

9．如图所示，速度选择器的两平行导体板之间有方向互相垂直的匀强电场和匀强磁场，磁场方向垂直纸面向里。一电荷量为$+q$ 的粒子以速度 v 从 S 点进入速度选择器后，恰能沿图中虚线通过。不计粒子重力，下列说法可能正确的是



A．电荷量为$-q$ 的粒子以速度 v 从 S 点进入后将向下偏转

B．电荷量为$+2q$ 的粒子以速度 v 从 S 点进入后将做类平抛运动

C．电荷量为$+q$ 的粒子以大于 v 的速度从 S 点进入后动能将逐渐增大

D．电荷量为$-q$ 的粒子以大于 v 的速度从 S 点进入后动能将逐渐减小

10．在匀强磁场中放置一个金属圆环，磁场方向与圆环平面垂直。规定图 1 所示磁场方向为正。当磁感应强度 B 随时间 t 按图 2 所示的正弦规律变化时，下列说法正确的是

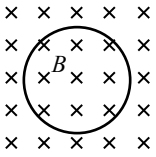


图 1

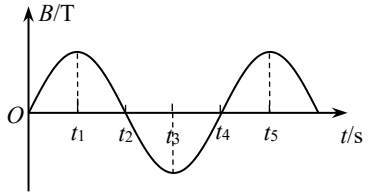


图 2

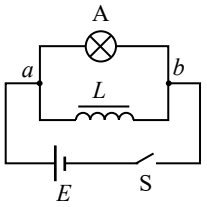
A．t_2 时刻，圆环中无感应电流

B．t_3 时刻，圆环上各点受到的安培力最大

C．t_1～t_3 时间内，圆环中感应电流方向始终沿顺时针方向

D．t_2～t_4 时间内，圆环先出现扩张趋势后出现收缩趋势

11．将灯泡 A、线圈 L、电池组 E 和开关 S 连接成如图所示的电路。先闭合开关 S，使灯泡发光，然后断开开关 S，观察到灯泡闪亮的现象。下列说法正确的是



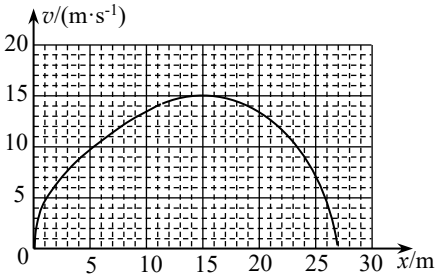
A．闭合 S 瞬间线圈 L 不产生自感电动势

B．断开 S 瞬间电路中 a 点电势低于 b 点

C．断开 S 前后通过灯泡 A 的电流大小不变

D．闭合 S 后电源输出的电功率等于灯泡 A 和线圈 L 的发热功率之和

12．研究蹦极运动时，在运动员身上装好传感器，用于测量他在不同时刻下落的高度及速度。运动员身系弹性绳，从蹦极台无初速度下落，根据某次传感器测到的数据，得到如图所示的速度—位移图像。忽略空气阻力，根据图像可知



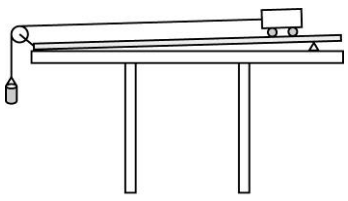
A．弹性绳的原长为 15m

B．0~15m 下落过程中，运动员重力势能的减少量大于动能的增加量

C．15~27m 下落过程中，运动员受合力先减小后增大

D．0~27m 下落过程中，运动员重力冲量大于弹性绳弹力冲量

13．“探究加速度与力的关系”的实验装置示意图如图所示。实验中平衡了摩擦力，如果砂桶（含砂）的质量 m 不满足比小车质量 M 小得多的条件，那么，若保持 M 不变，将 m 增大为原来的 2 倍，不计绳的质量和滑轮摩擦，在砂桶下落相同高度的过程中，下列说法正确的是



A．小车的加速度增大到原来的 2 倍

B．绳上的拉力增大到原来的 2 倍

C．砂桶机械能的减少量小于原来的 2 倍

D．砂桶和小车组成的系统损失的机械能比原来多

14．当物体相对于地球表面运动时，会受到 “地转偏向力”的影响。“地转偏向力”不是物体真实受到的力，是由于地球自转而产生的惯性效应。其原因是：除南北两极外，地球上各纬度的自转角速度相同，但自转线速度不同。在北半球，物体由北向南运动的过程中，由于惯性，物体随地球自转的线速度相

对地表显得慢了，因此表现出向前进方向的右侧偏转的现象。“地转偏向力”对地球上所有移动的物体，包括气团、河流，运行的火车、火箭发射等都会产生影响。

通过观察“地转偏向力”对单摆的运动产生的影响可以证明地球在自转。1851 年，法国物理学家傅科在巴黎的教堂用摆长 67m、直径约 30cm、质量为 28kg 的铁球制成的单摆（傅科摆）间接证实了地球在自转。

根据以上材料，结合所学，判断下列说法正确的是

A．在北半球，物体由南向北运动过程中，它随地球自转的线速度相对地表显得快了，会向前进方向的左侧偏转

B．在南半球沿平直路面向南行驶的火车，在前进方向上对左轨压力小于对右轨的压力

C．在南半球，傅科摆在振动过程中，振动平面沿逆时针方向（俯视）不断偏转

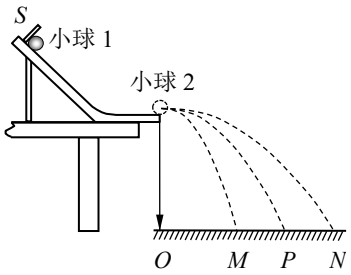
D．“地转偏向力”对运动的影响程度，与物体沿南北方向相对地表运动的速度大小无关

第二部分

本部分共 6 题，共 58 分。

15．（8 分）

用右图所示装置做“验证动量守恒定律”实验。实验中使用的小球 1 和 2 质量分别为 m_1、m_2，直径分别为 d_1、d_2。在木板上铺一张白纸，白纸上面铺放复写纸，记下重锤线所指的位置 O。



（1）小球1和2的质量应满足m_1_____m_2，直径应满足d_1_____d_2。（选填“大于”“等于”或“小于”）

（2）实验时，先不放小球 2，使小球 1 从斜槽上某一点 S 由静止滚下，找到其平均落地点的位置 P，测量平抛射程 OP。再把小球 2 静置于斜槽轨道末端，让小球 1 仍从 S 处由静止滚下，与小球 2 碰撞，并多次重复。该实验需要完成的必要步骤还有_____。（选填选项前的字母）

A．测量两个小球的质量 m_1、m_2

B．测量小球 1 释放点 S 距桌面的高度 h

C．测量斜槽轨道末端距地面的高度 H

D．分别找到小球 1 与小球 2 相碰后平均落地点的位置 M、N

E．测量平抛射程 OM、ON

（3）要验证两球碰撞前后动量守恒，仅需验证关系式_____是否成立【用（2）中测量的量表示】。请分析说明可以这样验证的理由。

16．（10 分）

某同学在实验室进行测量电阻的实验。

（1）该同学先用欧姆表“×1”挡粗测一个未知电阻 R 的阻值，示数如图 1 所示，对应的读数是_____ Ω。

（2）他进一步采用伏安法进行精确测量，测量电路如图 2 所示，其中电压表的内阻约为 3 kΩ，电流表的内阻约为 0.1 Ω，为了尽量减小实验误差，电压表的右端应接在____点（选填“*M*”或“*N*”）。

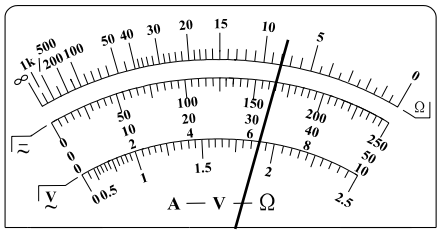


图 1

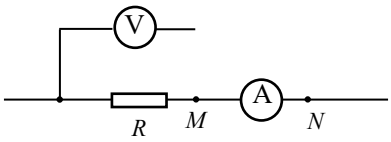
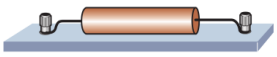


图 2


图 3

（3）随着居民生活水平的提高，纯净水已经进入千家万户。电导率是检验纯净水是否合格的一项重要指标，它是电阻率的倒数。该同学为了测量某品牌纯净水样品的电导率，将采集的水样注满绝缘性能良好的横截面直径为几厘米的薄塑料圆柱形容器，容器两端用很薄的金属圆片电极密封，如图 3 所示。

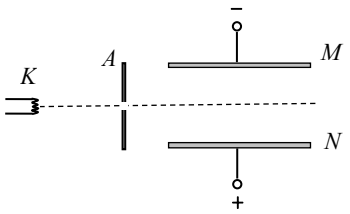
a．他先通过查阅资料估算出容器内水样的电阻约为十万欧，然后用伏安法进行测量。除开关和若干导线外，他还找到下表所示的器材，请选择合适的器材，设计测量该水样电阻的方案，在下图方框内画出电路图，并标注所选器材的代号，水样的电阻用 R_x 表示。

器材（代号）	规格
电源（E_1）	电动势约为 3.0V，内阻可以忽略不计
电源（E_2）	电动势约为 15.0V，内阻可以忽略不计
电压表（V_1）	量程 0～3V，内阻约 3kΩ
电压表（V_2）	量程 0～15V，内阻约 15kΩ
电流表（A_1）	量程 0～0.6A，内阻约 0.1Ω
电流表（A_2）	量程 0～200μA，内阻约 500Ω
滑动变阻器（R）	总阻值约 100Ω

b．测出水样的电阻 R_x 后，为了测出样品的电导率，请写出该同学还需要测量的物理量，以及使用的测量工具和测量方法。

17.（9 分）

如图所示，电子从灯丝 K 发出（初速度不计），在 KA 间经加速电压 U_1 加速后，从 A 板中心小孔射出，进入由 M、N 两个水平极板构成的偏转电场，M、N 两板间的距离为 d，电压为 U_2，板长为 L，电子进入偏转电场时的速度与电场方向垂直，射出时没有与极板相碰。已知电子的质量为 m，电荷量为 e，不计电子的重力及它们之间的相互作用力。求：



（1）电子穿过 A 板小孔时的速度大小 v；

（2）电子从偏转电场射出时垂直板方向偏移的距离 y；

（3）电子从偏转电场射出时的速度方向。

18.（9 分）

图 1 所示是一种叫“旋转飞椅”的游乐项目，将其结构简化为图 2 所示的模型。长 $L=3\,\mathrm{m}$ 的钢绳一端系着座椅，另一端固定在半径 $r=3\,\mathrm{m}$ 的水平转盘边缘。转盘可绕穿过其中心的竖直轴转动。转盘静止时，钢绳沿竖直方向自由下垂；转盘匀速转动时，钢绳与转轴在同一竖直平面内，与竖直方向的夹角 $\theta=37°$。将游客和座椅看作一个质点，质量 $m=50\,\mathrm{kg}$。不计钢绳重力和空气阻力，重力加速度 $g=10\,\mathrm{m/s^2}$。（$\sin37°=0.6$，$\cos37°=0.8$）

（1）当转盘匀速转动时，求游客和座椅做圆周运动

a．向心力的大小 F_n；

b．线速度的大小 v。

（2）求游客由静止到随转盘匀速转动的过程中，钢绳对游客和座椅做的功 W。



图 1

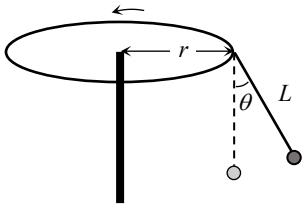


图 2

19.（10 分）

电动机是第二次科技革命中的最重要的发明之一，在生产、生活中起着极为重要的作用。

（1）直流电动机的工作原理可以简化为图 1 所示的模型。在竖直向下的磁感应强度为 B 的匀强磁场中，两根足够长的平行金属轨道 MN、PQ 固定在水平面内，相距为 L，电阻不计。质量为 m、电阻为 R 的金属导体棒 ab 垂直于 MN、PQ 放在轨道上，与轨道接触良好。轨道左端接有直流电源，电源电动势为 E、内阻不计。闭合开关 S，导体棒从静止开始运动。在导体棒运动过程中，导体棒上的电流 I 与速度 v 的大小关系满足 $I=\dfrac{E-BLv}{R}$，导体棒始终受到大小为 f 的阻力作用。求：

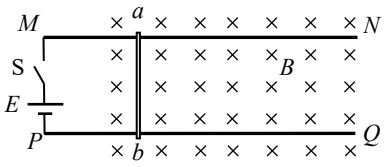


图 1

a．闭合 S 瞬间，导体棒受到的安培力的大小 F_0；

b．导体棒速度为 v 时，导体棒加速度的大小 a。

（2）某兴趣小组根据直流电动机的工作原理设计了模型飞机的电磁弹射装置。如图 2 所示，用于弹射模型飞机的线圈位于导轨间的辐向磁场中，其所在处的磁感应强度大小均为 B，线圈可沿导轨滑动。开关接通，电动势为 E、内阻不计的电源与线圈连接，线圈推动飞机从静止开始加速，运动过程中线圈和飞机受到的总阻力恒为 f。线圈总电阻为 R，匝数为 n，每匝周长为 l。

a．若导轨足够长，求飞机能够获得的最大速度 v_{m}。

b．为了让线圈在模型飞机弹出后尽快停下来，该小组在图 2 的基础上改进了电路。如图 3 所示，单刀双掷开关接通 1，线圈推动飞机加速；飞机弹出后，将单刀双掷开关接通 2，让线圈减速。请说明这一设计的原理。

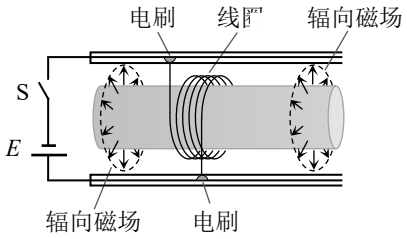


图 2

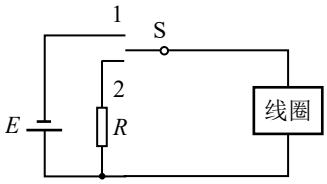


图 3

20．（12 分）

建立物理模型是解决实际问题的重要方法。

（1）如图 1 所示，圆和椭圆是分析卫星运动时常用的模型。已知，地球质量为 M，半径为 R，万有引力常量为 G。

a．卫星在近地轨道I上围绕地球的运动，可视作匀速圆周运动，轨道半径近似等于地球半径。求卫星在近地轨道I上的运行速度大小 v。

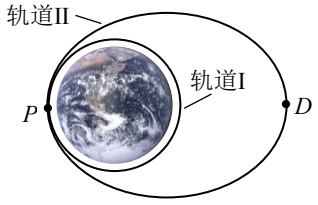


图 1

b．在 P 点进行变轨操作，可使卫星由近地轨道 I 进入椭圆轨道 II。卫星沿椭圆轨道运动的情况较为复杂，研究时我们可以把椭圆分割为许多很短的小段，卫星在每小段的运动都可以看作是圆周运动的一部分（如图 2 所示）。这样，在分析卫星经过椭圆上某位置的运动时，就可以按其等效的圆周运动来分析和处理。

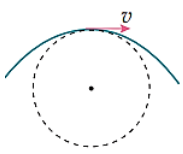


图 2

卫星在椭圆轨道 II 的近地点 P 的速度为 v_1，在远地点 D 的速度为 v_2，远地点 D 到地心的距离为 r。根据开普勒第二定律（对任意一个行星来说，它与太阳的连线在相等的时间内扫过的面积相等）可知 $v_1R = v_2r$，请你根据万有引力定律和牛顿运动定律推导这一结论。

（2）在科幻电影《流浪地球》中有这样一个场景：地球在木星的强大引力作用下，加速向木星靠近，当地球与木星球心之间的距离小于某个值 d 时，地球表面物体就会被木星吸走，进而导致地球可能被撕裂。这个临界距离 d 被称为“洛希极限”。

已知，木星和地球的密度分别为 ρ_0 和 ρ，木星和地球的半径分别为 R_0 和 R，且 $d \gg R$。请据此近似推导木星使地球产生撕裂危险的临界距离 d ——“洛希极限”的表达式。【提示：当 x 很小时，$(1+x)^n \approx 1+nx$。】

参考答案

第一部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。

1.A 2.D 3.C 4.B 5.D 6.C 7.D 8.B 9.D 10.C 11.B 12.B 13. C14.C

第二部分共 6 题，共 58 分。

15.（8 分）

（1）大于 等于（2 分）

（2）ADE（2 分）

（3）$m_1OP = m_1OM + m_2ON$（2 分）

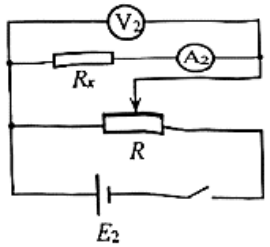
两小球碰撞过程动量守恒表达式为 $m_1v_0 = m_1v_1 + m_2v_2$。小球离开斜槽轨道末端后做平抛运动，根据平抛运动的规律 $x = vt$，$h = \frac{1}{2}gt^2$ 可得 $v = x\sqrt{\frac{g}{2h}}$，两小球做平抛运动的高度 h 相同，可得 $v \propto x$，因此碰撞过程的动量守恒表达式可以写作 $m_1OP = m_1OM + m_2ON$。（2 分）

16.（10 分）

（1）8（2 分）

（2）M（2 分）

（3）a.见答图 1（3 分）



答图 1

b.还需要测量圆柱形容器的长度和横截面的直径（1 分）

测量圆柱形容器长度的工具和方法：用刻度尺测量圆柱形容器长度，多次测量取平均值；（1 分）

测量圆柱形容器横截面直径的工具和方法：用游标卡尺测量圆柱形容器横截面直径，在圆柱形容器的不同位置多次测量取平均值。（1 分）

17.（9 分）

（1）电子加速过程，根据功能关系，有 $U_1e = \frac{1}{2}mv^2$（2 分）

得 $v = \sqrt{\frac{2U_1e}{m}}$（1 分）

（2）电子在偏转电场中，根据牛顿第二定律，有 $\frac{U_2}{d}e = ma$（1 分）

电子在偏转电场的运动时间 $t = \frac{L}{v}$（1 分）

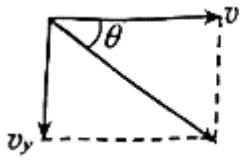
电子从偏转电场射出时，沿垂直于极板方向偏移的距离 $y = \frac{1}{2}at^2$（1 分）

得 $y = \frac{U_2L^2}{4U_1d}$ (1 分）

（3）电子从偏转电场射出时，垂直于极板方向的速度 $v_y = at$（1 分）

速度与水平方向夹角为 θ（如答图 2 所示）

则 $\tan\theta=\frac{v_y}{v}=\frac{U_2L}{2U_1d}$ （1 分）



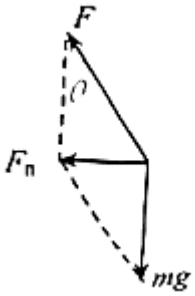
答图 2

18.（9 分）

（1）对游客和座椅做受力分析（如答图 3 所示）可知，

向心力 $F_{\mathrm{n}}=mg\tan\theta$ (2 分）

得 $F_{\mathrm{n}}=375\mathrm{N}$ （1 分）



答图 3

（2）根据牛顿第二定律，有 $F_{\mathrm{n}}=m\frac{v^2}{R}$ （1 分）

游客和座椅做圆周运动的半径 $R=r+L\sin\theta$（1 分）

得 $v=6\mathrm{m/s}$（1 分）

（3）游客和座椅由静止到随转盘匀速转动的过程，根据功能关系，

有 $W-mgL(1-\cos\theta)=\frac{1}{2}mv^2$（2 分）

得 $W=1200\mathrm{J}$（1 分）

19.（10 分）

（1）a.闭合 S 时，根据闭合电路欧姆定律，有 $I_0=\frac{E}{R}$

导体棒受到的安培力 $F_0=BI_0L$

得 $F_0=\frac{BLE}{R}$（2 分）

b.导体棒速度为 v 时，根据牛顿第二定律，有 $F-f=ma$

其中 $F=BIL=BL\left(\frac{E-BLv}{R}\right)$

得 $a=\frac{BL(E-BLv)}{mR}-\frac{f}{m}$ （2 分）

（2）a.当模型飞机和线圈组成的系统所受安培力 F 与阻力 f 大小相等时，模型飞机的速度达到最大值 v_{m} （1 分）

由（1）可知，此时回路中电流 $I=\frac{E-nBlv_{\mathrm{m}}}{R}$ （1 分）

线圈受安培力大小 $F=nBIl$（1 分）

由 $F=f$ 可得 $v_{\mathrm{m}}=\dfrac{E}{nBl}-\dfrac{fR}{n^2B^2l^2}$ （1 分）

b.飞机弹出后，开关接通 2，线圈和电阻组成闭合回路，线圈在磁场中做切割磁感线运动产生感应电流，受到与运动方向相反的安培力，安培力使线圈做减速运动。（2 分）

20.（12 分）

（1）a.卫星在近地轨道Ⅰ上运行，根据牛顿第二定律，有 $G\dfrac{Mm}{R^2}=m\dfrac{v^2}{R}$ （2 分）

得 $v=\sqrt{\dfrac{GM}{R}}$ （1 分）

b.设卫星在椭圆轨道Ⅱ上运行，近地点 P 和远地点 D 的等效圆周运动的半径分别为 l_1 和 l_2，根据牛顿第二定律可得

卫星在近地点时 $G\dfrac{Mm}{R^2}=m\dfrac{v_1^2}{l_1}$

卫星在远地点时 $G\dfrac{Mm}{r^2}=m\dfrac{v_2^2}{l_2}$

由椭圆的对称性可知 $l_1=l_2$

联立以上各式可得 $v_1R=v_2r$ （4 分）

（2）设木星质量为 M_0，地球质量为 M，地球表面上距离木星最近的地方有一质量为 m 的物体

地球在木星引力作用下向木星靠近，根据牛顿第二定律，有 $G\dfrac{M_0M}{d^2}=Ma$

物体 m 在木星引力和地球引力作用下，有 $G\dfrac{M_0m}{(d-R)^2}-G\dfrac{Mm}{R^2}=ma'$

其中 $M_0=\rho_0\cdot\dfrac{4}{3}\pi R_0^3$，$M=\rho\cdot\dfrac{4}{3}\pi R^3$

当 $a'>a$ 时，地球将被撕裂

由 $a'=a$ 可得 $G\dfrac{M_0}{(d-R)^2}-G\dfrac{M}{R^2}=G\dfrac{M_0}{d^2}$ （4 分）

整理得 $\dfrac{M_0}{d^2}\left[\left(1-\dfrac{R}{d}\right)^{-2}-1\right]=\dfrac{M}{R^2}$

因为 $d\gg R$，所以 $\dfrac{R}{d}$ 很小，$\left(1-\dfrac{R}{d}\right)^{-2}\approx1+\dfrac{2R}{d}$

代入得 $\dfrac{M_0}{d^2}\cdot\dfrac{2R}{d}=\dfrac{M}{R^2}$

推得“洛希极限”的表达式为 $d=R_0\sqrt[3]{\dfrac{2\rho_0}{\rho}}$ （1 分）

说明:建构其他模型，推导合理也可得分。