2019 北京丰台高三二模

物　　理

2019. 05

本试卷满分共 300 分　考试时间 150 分钟

13．下列现象中，光表现出具有粒子性的是

A．偏振现象　　B．干涉现象

C．多普勒效应　　D．光电效应

14．关于布朗运动，下列说法中正确的是

A．布朗运动反映了花粉颗粒内部分子的无规则运动

B．悬浮在水中的花粉颗粒越大，布朗运动就越明显

C．温度升高，布朗运动和分子热运动都会变得剧烈

D．布朗运动是由于液体各个部分的温度不同引起的

15．中国大科学装置——“东方超环”（EAST）近期实现 1 亿摄氏度等离子体运行等多项重大突破。由于其内部核反应原理与太阳类似，因此“东方超环”也被称为“人造太阳”。则下列说法中正确的是

A．“人造太阳”与目前核电站的核反应原理相同

B．“人造太阳”释放的能量可用$E=mc$计算

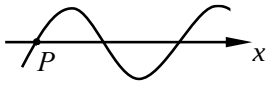
C．“人造太阳”的核反应方程可能是 ${}_1^2\mathrm{H}+{}_1^3\mathrm{H}\rightarrow{}_2^4\mathrm{He}+{}_0^1\mathrm{n}$

D．“人造太阳”的核反应方程可能是 ${}_{92}^{235}\mathrm{U}+{}_0^1\mathrm{n}\rightarrow{}_{56}^{144}\mathrm{Ba}+{}_{36}^{89}\mathrm{Kr}+3{}_0^1\mathrm{n}$

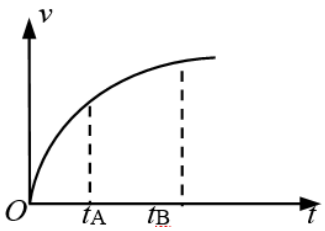
16．如图所示，一列简谐横波沿 x 轴正方向传播。某时刻波上质点 P 正通过平衡位置，经过一段时间，波向前传播了距离 d，P 点第一次达到波谷，则该横波的波长为

A．$4d$　　B．$\dfrac{d}{4}$

C．$\dfrac{4d}{3}$　　D．$\dfrac{3d}{4}$



17．一带正电粒子仅在电场力作用下沿直线运动，其速度随时间变化的图像如图所示，t_A、t_B 时刻粒子分别经过 A 点和 B 点，A、B 两点的场强大小分别为 E_A、E_B，电势分别为 φ_A、φ_B，则可以判断



A．$E_A<E_B$　　B．$E_A>E_B$

C．$\varphi_A=\varphi_B$　　D．$\varphi_A<\varphi_B$

18．如图 1 所示，R_1 和 R_2 是材料相同、厚度相同、表面为正方形的导体，边长之比为 2∶1，通过导体电流方向如虚线所示；现将这两个电阻 R_1、R_2 串联接入正弦交流电路，电路如图 2 所示；交流电源电压 u 随时间 t 变化的情况如图 3 所示。则下列说法中正确的是

A．电阻 R_1 和 R_2 的阻值比为 1∶2　　B．流过电阻 R_1 和 R_2 的电流比为 1∶2

C．电阻 R_1 两端的电压最大值为 220V　　D．电阻 R_2 两端的电压有效值为 110V

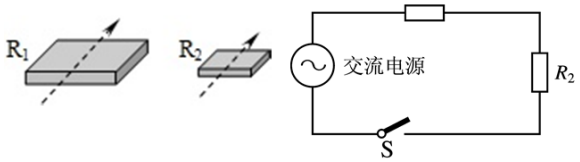


图 1

图 2

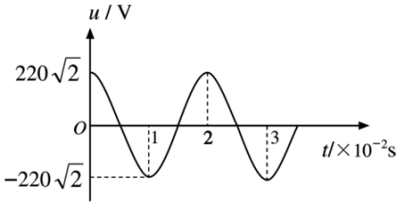
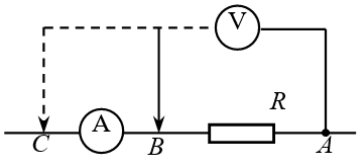


图 3

19．用伏安法测电阻，当对被测电阻的阻值一无所知而无法选择用何种接法时，可采用试触的方法。如图所示，某同学测量未知电阻 R 时，让电压表的一端接在 A 点，另一端先后接到 B 点和 C 点。他发现电流表示数有明显变化，而电压表示数无明显变化。则下列说法中正确的是



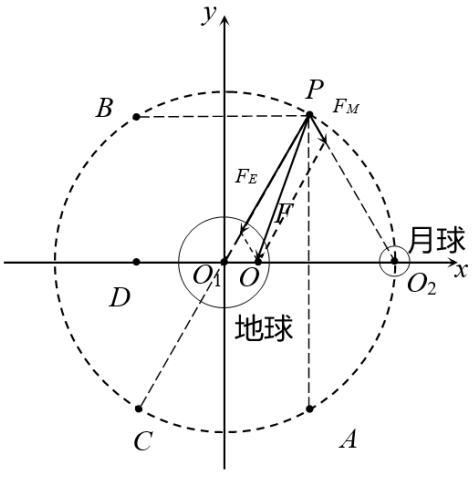
A．R 与电压表阻值接近，应选择电流表内接电路

B．R 与电压表阻值接近，应选择电流表外接电路

C．R 与电流表阻值接近，应选择电流表外接电路

D．R 与电流表阻值接近，应选择电流表内接电路

20．两个靠得很近的天体绕着它们连线上的一点（质心）做匀速圆周运动，构成稳定的双星系统。双星系统运动时，其轨道平面上存在着一些特殊的点，在这些点处，质量极小的物体（如人造卫星）可以相对两星体保持静止，这样的点被称为“拉格朗日点”。现将地-月系统看作双星系统，如图所示，O_1 为地球球心、O_2 为月球球心，它们绕着 O_1O_2 连线上的 O 点以角速度 ω 做圆周运动。P 点到 O_1、O_2 距离相等且等于 O_1O_2 间距离，该点处小物体受地球引力 F_E 和月球引力 F_M 的合力 F，方向恰好指向 O，提供向心力，可使小物体也绕 O 点以角速度 ω 做圆周运动。因此，P 点是一个拉格朗日点。现沿 O_1O_2 连线方向为 x 轴，过 O_1 与 O_1O_2 垂直方向为 y 轴建立直角坐标系；A、B、C 分别为 P 关于 x 轴、y 轴和原点 O_1 的对称点。D 为 x 轴负半轴上一点，到 O_1 的距离小于 P 点到 O_1 的距离。根据以上信息可判断



A．A 点一定是拉格朗日点　　B．B 点一定是拉格朗日点

C．C 点可能是拉格朗日点　　D．D 点可能是拉格朗日点

第二部分（非选择题 共 180 分）

21．（18分）

在“验证动量守恒定律”的实验中，甲、乙两

位同学采用了不同的实验方案。

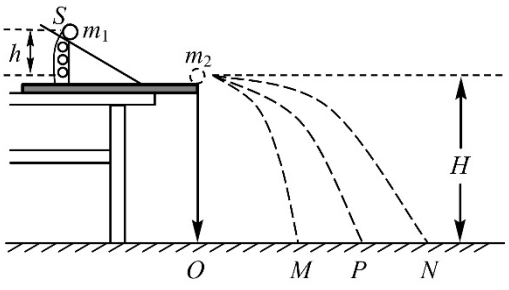


图 1

（1）如图1所示，甲同学利用“碰撞实验器”验证动量守恒定律。

①实验中，斜槽轨道末端_____。（填选项前的字母）

A．必须水平

B．要向上倾斜

C．要向下倾斜

②若入射小球质量为m_1，半径为r_1；被碰小球质量为m_2，半径为r_2。实验要求m_1_____m_2；r_1_____r_2。（填“>”，“<”或“=”）

③图1中O点是小球抛出点在地面上的垂直投影。实验时，先让入射小球m_1多次从斜轨上S位置静止释放，找到其平均落地点的位置P，测量平抛射程OP。然后，把被碰小球m_2静置于轨道水平部分的末端，再将入射小球m_1从斜轨上S位置静止释放，与小球m_2相碰，并多次重复。空气阻力忽略不计。接下来要完成的必要步骤是_____。（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 m_1 开始释放高度 h

C．测量抛出点距地面的高度 H

D．分别找到 m_1、m_2 相碰后平均落地点的位置 M、N

E．测量平抛射程 OM、ON

F．测量两个小球的半径 r_1、r_2

④若两球相碰前后的动量守恒，其表达式可表示为_____；若碰撞是弹性碰撞，则还可以写出的表达式为_____。（用③问中测量的量表示）

（2）如图2所示，乙同学利用此装置验证动量守恒定律。水平气垫导轨（轨道与滑块间摩擦力忽略不计）上装有两个光电计时装置C和D，可记录遮光片的遮光时间；滑块A、B静止放在导轨上。乙同学按如下步骤进行实验：

a．测量滑块A的质量m_A，滑块B的质量m_B；

b．测量滑块A的遮光片的宽度d_1，滑块B的遮光片的宽度d_2；

c．给滑块A一个向右的瞬时冲量，让滑块A与静止的滑块B发生碰撞后，B、A依次通过光电计时装置D；

d．待B、A完全通过光电计时装置D后用手分别按住；

e．记录光电计时装置C显示的时间t_1和装置D显示的时间t_2、t_3。

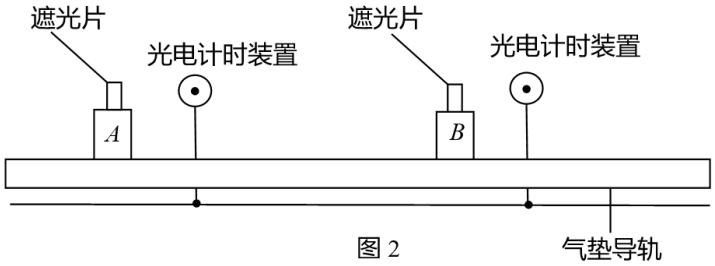


图 2

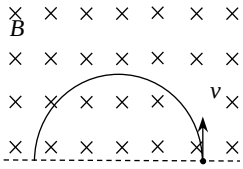
①完成上述实验步骤需要的实验器材有_____；

②按照乙同学的操作，若两滑块相碰前后的动量守恒，其表达式可表示为_____；两滑块碰撞过程中损失的机械能为_____。（用实验中的测量量表示）

（3）通过实验来“验证动量守恒定律”，不论采用何种方案，都要测得系统内物体作用前后的“速度”，请比较分析甲、乙同学的两个实验方案，分别说明在测得“速度”的方法上有何不同_____。

22．（16分）

如图所示，质量为 m、电荷量为 q 的带电粒子，以初速度 v 沿垂直磁场方向射入磁感应强度为 B 的匀强磁场，在磁场中做匀速圆周运动。不计带电粒子所受重力。



（1）请判断带电粒子的电性；

（2）求粒子做匀速圆周运动的半径 R 和周期 T；

（3）为使该粒子进入磁场时做匀速直线运动，还需要同时存在一个与磁场方向垂直的匀强电场，求电场强度 E 的大小和方向。

23．（18 分）

（1）地球表面附近的物体由于地球吸引而受到重力作用，准确测定重力加速度 g 值对于许多科学研究都有着重要的意义。如图 1 所示实验装置，是利用单摆来测定重力加速度。

①写出单摆的周期公式，并据此推导 g 的表达式；

②若分别测出一系列摆长 L 及其对应的周期 T，以摆长 L 为横轴、以周期的平方 T^2 为纵轴作出 T^2-L 图像（题中未画出），通过图像的斜率 k，即可得到重力加速度 g 值。

a．请写出重力加速度 g 和 k 的关系式；

b．若在实验中无法测量小球直径 d，只能测量出摆线长 L_0，请在图 2 坐标系中画出 T^2-L_0 图像，并写出与横、纵轴的交点坐标。

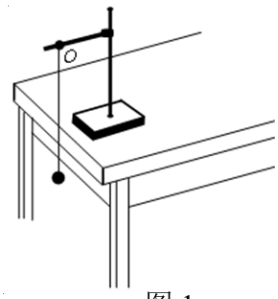


图 1

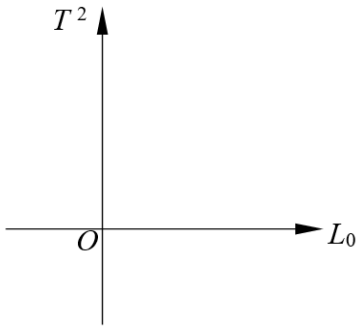
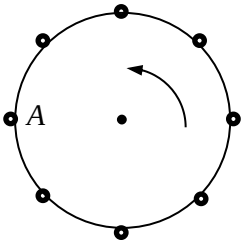


图 2

（2）地球对物体的万有引力也可认为是通过“场”来实现的。在电场中，电场强度定义为$E=\frac{F}{q}$，根据定义式还可以得到点电荷形成的电场场强为$E=\frac{kQ}{r^2}$，两个式子的物理意义有所不同。请你用类比的方法，写出地球“引力场强度”的表达式，并对其中的物理量做出说明。

（3）对于 g 的两个单位：N/kg 与 m/s^2，请简要写出两个单位对应的物理量 g 有何区别。



24．（20 分）

在科幻电影《流浪地球》中，由于太阳急速衰老膨胀即将吞噬地球，所以人类要把地球“推”离太阳系，而要想实现这一步，首先就要让地球停止自转。人类采用的办法是在赤道上架设若干台大功率“转向发动机”，利用核聚变反应中释放的能量将燃烧物质以极高的速度抛射到太空，利用“反冲力”使地球转动逐渐减慢。已知每台“转向发动机”在单位时间内能将质量为 m_0 的物质以相对地球速度 v 抛出，地球质量为 $M_{地}$，半径为 $R_{地}$，自转角速度为 ω。

（1）如图所示，大圆周表示地球赤道，弯曲箭头表示地球自转方向，小圆圈表示转向发动机所在位置。要想获得最大的转动力矩，使减速效果最好，请你用箭头在图中 A 点标出燃烧物质的抛射方向。例如：“→”表示向右抛射。

（2）若转向发动机都按照产生最大力矩的方向抛射燃烧物质，求每台转向发动机获得的平均反冲力 F 的大小。（说明：地球减速是个漫长的过程，但在研究反冲力时可认为地球自转速度不变）

（3）为了计算在赤道上要架设多少台“转向发动机”，需用到与刚体（理想化模型，即形状和大小完全不变的物体）转动相关的物理知识。虽然我们在高中阶段没有学习关于刚体的动力学知识，但我们可以通过“类比”的方法来认识它。

a．我们学过质点平动的动力学方程：$F=ma=m\frac{\Delta v}{\Delta t}$。相应地，在刚体定轴转动中有：$M=I\beta=I\frac{\Delta\square}{\Delta t}$。其中，$M$ 为力矩，表征外力对刚体的转动效果；I 为刚体的“转动惯量”，与平动中的质量 m 相对应，表征刚体转动状态改变的难易程度。对于质量分布均匀的刚体球而言，$I=\frac{2}{5}mR^2$，m 为球体质量、R 为球体半径，地球可视为质量分布均匀的刚体。到目前为止，你可能还不知道 β 所代表的物理含义，但它也可以表示为某个物理量变化率的形式，与平动中的加速度 a 对应。请你利用所学知识并结合题目信息，猜想“$\square$”所代表的物理量，简要写出猜想理由并说明 β 所代表的物理含义。

b．若要求在 T 时间内使地球停止自转，求在赤道上至少要安装转向发动机的台数 N。

参考答案

第一部分共 20 小题，每小题 6 分，共 120 分。

题号	11	12	13	14	15
答案			D	C	C
题号	16	17	18	19	20
答案	A	B	D	A	A

第二部分共 11 小题，共 180 分。

21．（18 分）

（1）① A

② ＞；=（每空 1 分）

③ ADE

④ $m_1 \cdot OP = m_1 \cdot OM + m_2 \cdot ON$；　$m_1 \cdot OP^2 = m_1 \cdot OM^2 + m_2 \cdot ON^2$

（2）①托盘天平（带砝码）、刻度尺（或游标卡尺）

② $m_A \frac{d_1}{t_1} = m_B \frac{d_2}{t_2} + m_A \frac{d_1}{t_3}$；　$\Delta E = \frac{1}{2} m_A (\frac{d_1}{t_1})^2 - \frac{1}{2} m_B (\frac{d_2}{t_2})^2 - \frac{1}{2} m_A (\frac{d_1}{t_3})^2$

（3）甲同学根据平抛运动特点，竖直方向做自由落体运动，相同高度落地时间相同，水平方向做匀速运动，因此用水平射程替代速度，是间接的方法；乙同学是用一小段时间间隔的平均速度 $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 来表示滑块通过光电计时装置的瞬时速度的，利用了极限思想。

22．（16 分）

（1）（2 分）由左手定则可判断粒子带正电

（2）（8 分）洛伦兹力提供向心力，有 $f = qvB = m\frac{v^2}{R}$

带电粒子做匀速圆周运动的半径 $R = \frac{mv}{qB}$

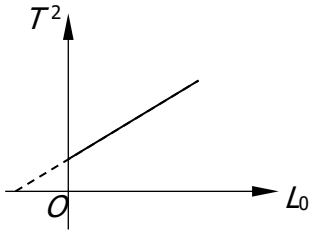
匀速圆周运动的周期 $T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi m}{qB}$

（3）（6 分）粒子受电场力 $F = qE$，洛伦兹力 $f = qvB$。

粒子做匀速直线运动，有 $qE = qvB$。则场强 E 的大小为 $E = vB$；方向水平向右

23.（18 分）

（1）①（4 分）$T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 得 $g=\frac{4\pi^2}{T^2}l$，



②a.（2 分）$T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ 得 $T^2=\frac{4\pi^2}{g}L$；$k=\frac{4\pi^2}{g}$

b.（6 分）如图所示

由 $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 得 $T^2=\frac{4\pi^2}{g}(L_0+\frac{d}{2})=\frac{4\pi^2}{g}L_0+\frac{2d\pi^2}{g}$

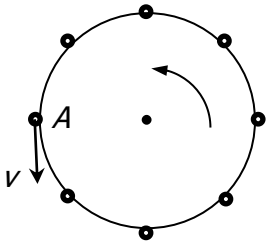
T^2-L_0 图线与纵轴交点坐标为（0，$\frac{2d\pi^2}{g}$）；

与横轴坐标为（$-\frac{d}{2}$，0）

（2）（4 分）类比 $E=\frac{F}{q}$，可定义引力场强度为 $E_{引}=\frac{F_{引}}{m}$，其中 $F_{引}$ 代表某点质量为 m 的物体受到地球的万有引力。或者根据定义式推导出某点的引力场强为 $E_{引}=\frac{GM}{r^2}$，其中 G 为万有引力常量，M 为地球质量，r 为该点到地心的距离且 $r\geq R$。

（3）（2 分）当 g 单位为 N/kg，表示单位质量的物体所受到的重力，也就是重力场强度，表征重力场的性质，由重力场本身决定，与物体无关；重力场中每一点都有确定的重力场强度,重力场强度随纬度和高度而变化。当 g 单位为 m/s^2，描述物体在自由落体运动或抛体运动中，因受到重力而具有的加速度；同一地点做自由落体运动的不同物体,具有相同的重力加速度 g。

24.（20 分）



（1）（4 分）如图所示

（2）（6 分）由动量定理得，$m_0\Delta t\cdot(v+\omega R_{地})-m_0\Delta t\cdot\omega R_{地}=F'\cdot\Delta t$ 则 $F'=m_0v$；

由牛顿第三定律，反冲力 F 的大小为 m_0v。

（3）a.（6 分）根据量纲，此物理量的单位为 $\frac{1}{s}$；再结合题目信息猜想此物理量为 ω；类比速度的变化率是加速度，而 β 是角速度的变化率，称为角加速度，物理含义是描述角速度变化的快慢。

b.（4 分）由 $NFR_{地}=\frac{2}{5}M_{地}R_{地}^{\ 2}\frac{\omega}{T}$ 得 $N=\frac{2M_{地}R_{地}\omega}{5m_0vT}$（其他解法正确均得分）