

东城区 2019—2020 学年度第一学期期末教学统一检测

高三物理 2020.1

第 I 卷 (选择题 共 42 分)

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

1. 下列说法正确的是

- A. 动摩擦因数 μ 的单位是 N/kg
- B. 弹簧劲度系数 k 的单位是 N/m
- C. 电阻率 ρ 的单位是 Ω/m
- D. 静电力常量 k 的单位是 $\text{N}\cdot\text{C}^2/\text{m}^2$

2. 如图所示, 人站在船上撑竿使船离岸, 在此过程中

- A. 竿对岸的作用力大于岸对竿的作用力
- B. 人与船之间存在着相互作用的摩擦力
- C. 岸对竿的作用力使船的运动状态发生改变
- D. 人受到的重力和竿对人的作用力是一对平衡力



3. 将小球竖直向上抛出, 忽略空气阻力的影响。小球在空中运动过程中, 到达最高点前的最后 1 秒内和离开最高点后的第 1 秒内

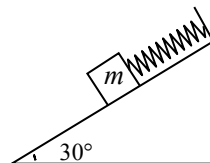
- A. 位移相同
- B. 路程不同
- C. 加速度相同
- D. 速度变化量不同

4. 在竖直运动的电梯地板上放置一台秤, 将物体放在台秤上。电梯静止时台秤示数为 N 。在电梯运动的某段过程中, 台秤示数大于 N 。在此过程中

- A. 物体受到的重力增大
- B. 物体处于失重状态
- C. 电梯可能正在加速下降
- D. 电梯可能正在加速上升

5. 质量为 m 的物体系于轻弹簧下端。当弹簧沿竖直方向拉住物体, 系统静止时弹簧伸长量为 L_0 。当弹簧以如图所示方式拉住物体, 系统静止时弹簧伸长量也为 L_0 , 此时

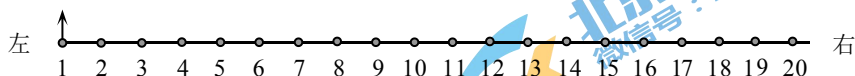
- A. 物体不受静摩擦力
- B. 物体所受静摩擦力大小为 $0.5mg$, 方向沿斜面向下
- C. 物体所受静摩擦力大小为 mg , 方向沿斜面向下
- D. 物体所受静摩擦力大小为 $1.5mg$, 方向沿斜面向上



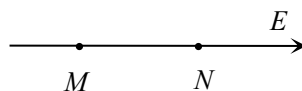
6. 两位同学在学校操场上同一高度处同时抛出甲、乙两小球, 甲球初速度方向竖直向上, 乙球初速度方向水平。已知两小球初速度大小相等, 不计空气阻力影响。下列说法正确的是

- A. 甲球先落地, 落地时甲球速度大
- B. 乙球先落地, 落地时乙球速度大
- C. 甲球先落地, 落地时两球速度大小相等
- D. 乙球先落地, 落地时两球速度大小相等

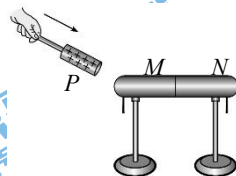
7. 一条绳子可以分成一个个小段，每小段都可以看做一个质点，这些质点之间存在着相互作用。如图所示，1、2、3、4……为绳上的一系列等间距的质点，绳处于水平方向。质点1在外力作用下沿竖直方向做简谐运动，会带动2、3、4……各个质点依次上下振动，把振动从绳的左端传向右端。质点1的振动周期为 T 。 $t=0$ 时质点1开始竖直向上运动，经过四分之一周期，质点5开始运动。下列判断正确的是



- A. 质点1与质点20间相距一个波长
B. 质点20开始振动时运动方向向下
C. $t = \frac{T}{2}$ 时质点5的加速度方向向上
D. $t = \frac{3T}{4}$ 时质点12的运动方向向上
8. 如图所示为某电场中的一条电场线， M 、 N 是电场线上的两点。下列说法正确的是



- A. M 点的电势一定比 N 点的电势低
B. M 点的电场强度一定比 N 点的电场强度小
C. 负电荷在 M 点的电势能一定比在 N 点的电势能小
D. 将正电荷从 M 点移动到 N 点时电场力一定做负功
9. 如图所示，一对带绝缘支柱的导体 M 、 N 彼此接触，且均不带电。把带正电的物体 P 移近导体 M 。下列说法正确的是

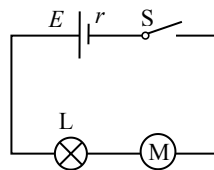


- A. 若先把 M 、 N 分开，再移去 P ， M 带正电， N 带负电
B. 若先把 M 、 N 分开，再移去 P ， M 带负电， N 带正电
C. 若先移去 P ，再把 M 、 N 分开， M 带正电， N 带负电
D. 若先移去 P ，再把 M 、 N 分开， M 带负电， N 带正电

10. 一台手摇交流发电机，线圈内阻 1.0Ω ，产生的电动势随时间变化的规律为 $e=10\sqrt{2}\sin 10\pi t(\text{V})$ 。发电机只与 9.0Ω 的电阻组成闭合电路。则

- A. 交变电流的频率为 10Hz
B. 电动势的峰值为 20V
C. 电路中电流的有效值为 1.0A
D. 一周期内外接电阻消耗电能 9.0J

11. 如图所示，当开关 S 闭合后，小型直流电动机 M 和指示灯 L 都恰能正常工作。已知电源电动势为 E ，内阻为 r ，指示灯 L 的电阻为 R_0 ，额定电流为 I ，电动机 M 的线圈电阻为 R ，则



- A. 电动机的额定电压为 IR
B. 电动机的输出功率为 $IE-I^2R$

C. 电源的输出功率为 $IE - I^2 r$

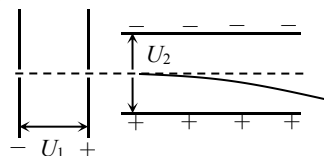
D. 整个电路的热功率为 $I^2 (R_0 + R)$

12. 如图所示，两根垂直纸面的直导线 a 、 b 通有大小相同的电流，两导线旁有一点 P ， P 点到 a 、 b 距离相等。若使 P 点的磁场方向向右，则

- A. a 中电流方向向外， b 中电流方向向里
 B. a 中电流方向向外， b 中电流方向向外
 C. a 中电流方向向里， b 中电流方向向里
 D. a 中电流方向向里， b 中电流方向向外

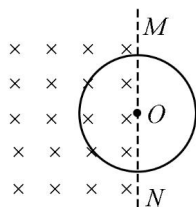


13. 如图所示，竖直放置的一对平行金属板间有加速电场，电势差为 U_1 ，水平放置的一对平行金属板间有偏转电场，电势差为 U_2 。一带电粒子由静止开始经加速电场后进入偏转电场，且从偏转电场射出。粒子重力忽略不计。现保持其他条件不变，只增大 U_1 ，仍使该种粒子由静止开始进入加速电场。与 U_1 变化前相比，带电粒子

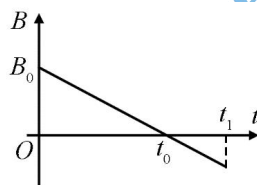


- A. 在偏转电场中，动能增加量一定增大
 B. 在偏转电场中，动能增加量可能不变
 C. 射出偏转电场时的动能一定增大
 D. 射出偏转电场时的动能可能不变

14. 如图甲所示，空间存在方向垂直纸面的匀强磁场，虚线 MN 为其边界。一个用细金属丝绕成的半径为 r 的圆环固定在纸面内，圆心 O 在 MN 上。已知细金属丝的电阻率为 ρ 、横截面积为 S 。磁感应强度 B 随时间 t 的变化关系如图乙所示， $t=0$ 时磁感应强度的方向如图甲中所示。则在 0 到 t_1 时间间隔内



图甲



图乙

- A. 圆环中的感应电流大小为 $\frac{B_0 r S}{2 t_0 \rho}$

- B. 圆环中产生的焦耳热为 $\frac{\pi r^3 S t_1 B_0^2}{8 \rho t_0^2}$

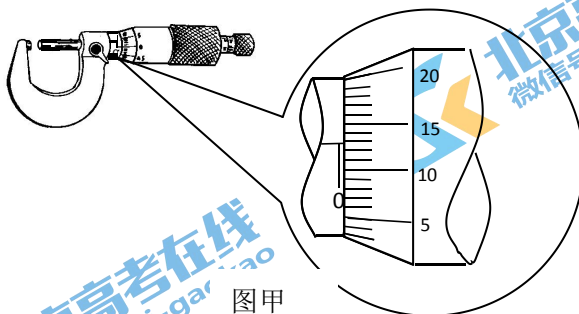
- C. 圆环所受安培力的方向始终不变
 D. 圆环中感应电流始终沿逆时针方向

第Ⅱ卷（非选择题 共 58 分）

15. (8 分)

做“测量金属丝的电阻率”实验。

- (1) 用螺旋测微器测量金属丝直径，示数如图甲所示，则金属丝直径的测量值 $d = \underline{\hspace{1cm}}$ mm。

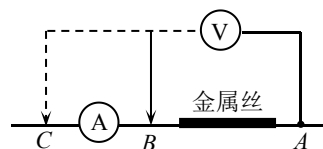


图甲

- (2) 在设计测量金属丝电阻 R_x 的实验电路时需要思考两个问题：

① 如何选择电流表的接法？

如图乙所示，某同学采用试触的方法，让电压表的一端接在 A 点，另一端先后接到 B 点和 C 点。他发现电压表示数有明显变化，而电流表示数没有明显变化。据此应该选择电流表 (填写“内接”或“外接”) 的电路。

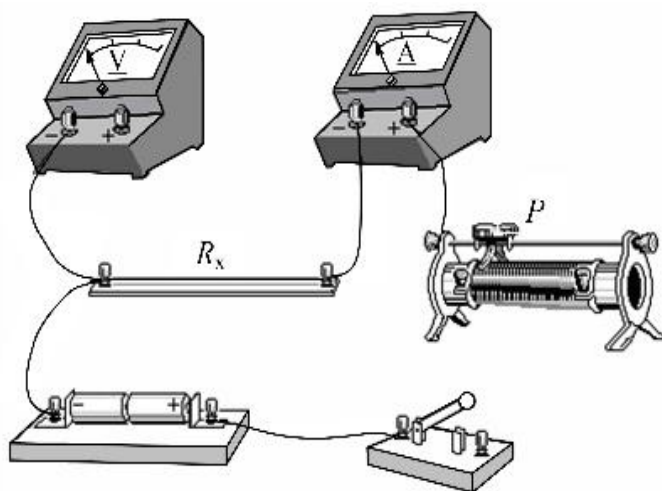


图乙

② 如何选择滑动变阻器的接法？

已知待测金属丝的电阻约为 20Ω ，实验室提供的滑动变阻器的最大阻值为 5Ω ，电源电动势为 $3V$ ，需要选择滑动变阻器的 (填写“分压式”或“限流式”) 接法。

- (3) 图丙是测量金属丝电阻的实验器材实物图，图中已连接了部分导线，滑动变阻器的滑片 P 置于变阻器的最左端。请根据 (2) 中选择的电路，完成实物间的连线，并使闭合开关的瞬间，电压表和电流表均处于安全状态。



图丙

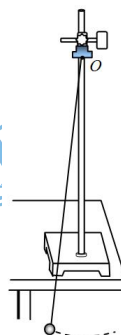
- (4) 请你写出金属丝电阻率的计算式_____ (用待测金属丝电阻的测量值 R_x 、直径的测量值 d 、长度的测量值 L 表示)。

16. (8 分)

实验小组的同学用如图所示的装置做“用单摆测重力加速度”的实验。

(1)实验室有如下器材可供选用：

- A. 长约 1 m 的细线
- B. 长约 1 m 的橡皮绳
- C. 直径约 2 cm 的铁球
- D. 直径约 2 cm 的塑料球
- E. 米尺
- F. 时钟
- G. 停表



实验时需要从上述器材中选择：_____（填写器材前面的字母）。

(2)在挑选合适的器材制成单摆后他们开始实验，操作步骤如下：

- ①将单摆上端固定在铁架台上。
- ②测得摆线长度，作为单摆的摆长。
- ③在偏角较小的位置将小球由静止释放。

④记录小球完成 n 次全振动所用的总时间 t ，得到单摆振动周期 $T = \frac{t}{n}$ 。

⑤根据单摆周期公式计算重力加速度的大小。

其中有一处操作不妥当的是_____。（填写操作步骤前面的序号）

(3)发现(2)中操作步骤的不妥之处后，他们做了如下改进：让单摆在不同摆线长度的情况下做简谐运动，测量其中两次实验时摆线的长度 l_1 、 l_2 和对应的周期 T_1 、 T_2 ，通过计算也能得到重力加速度大小的测量值。请你写出该测量值的表达式 $g = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(4)实验后同学们进行了反思。他们发现由单摆周期公式可知周期与摆角无关，而实验中却要求摆角较小。请你简要说明其中的原因。

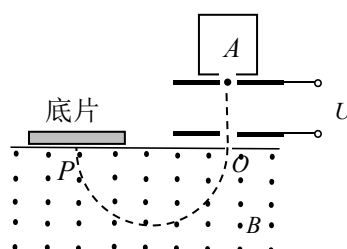
17. (8 分)

带电粒子的电荷量与质量之比 ($\frac{q}{m}$) 叫做比荷。比荷的测定对研究带电粒子的组成和结构具有重大意义。利用质谱仪可以测量带电粒子的比荷。

如图所示为一种质谱仪的原理示意图。某带电粒子从容器 A 下方的小孔飘入加速电场 (其初速度可视为零), 之后自 O 点沿着与磁场边界垂直的方向进入匀强磁场中, 最后打到照相底片上的 P 点。忽略重力的影响。当加速电场的电势差为 U , 匀强磁场的磁感应强度为 B 时, O 点与 P 点间的距离为 L 。

(1) 请你说该带电粒子带正电还是带负电。

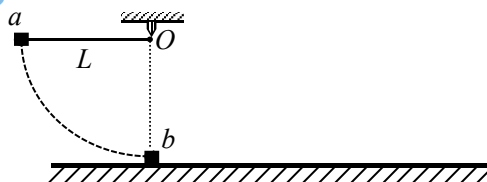
(2) 求该带电粒子的比荷。



18. (10 分)

如图所示，用不可伸长的轻绳将物块 a 悬挂于 O 点。现将轻绳拉至水平，将物块 a 由静止释放。当物块 a 运动至最低点时，恰好与静止在水平面上的物块 b 发生完全弹性碰撞。碰撞后物块 b 在水平面上滑行一段距离后停下来。已知轻绳的长度为 L ，物块 a 的质量为 m ，物块 b 的质量为 $3m$ ， a 、 b 均可视为质点，重力加速度大小为 g ，不计空气阻力的影响。

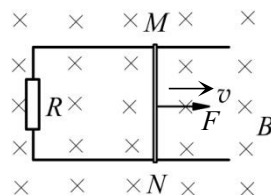
- (1) 求碰撞前瞬间，轻绳对物块 a 的拉力大小；
- (2) 求碰撞后瞬间，物块 b 的速度大小；
- (3) 有同学认为：两物块碰撞后，物块 b 在水平面上滑行一段距离后停下来，是因为碰撞后没有力来维持它的运动。你认为这种说法是否正确，并说明你的理由。



19. (12 分)

如图所示，足够长的平行光滑金属导轨固定在水平面上，间距为 L ，一端连接阻值为 R 的电阻。导轨所在空间存在竖直向下的匀强磁场，磁感应强度为 B 。电阻为 r 的导体棒 MN 放在导轨上，其长度恰好等于导轨间距，与导轨接触良好。导轨的电阻可忽略不计。在平行于导轨的恒力 F 作用下，导体棒沿导轨向右匀速运动，速度大小为 v 。

- (1) 求导体棒两端的电压；
- (2) 通过公式推导验证：在 Δt 时间内，恒力 F 所做的功 W 等于电路获得的电能 $W_{\text{电}}$ ，也等于电路中产生的焦耳热 Q ；
- (3) 从微观角度看，导体棒 MN 中的自由电荷会同时参与沿导体棒方向和垂直导体棒方向的两个分运动，由此会受到两个相应的洛伦兹力，请你通过计算证明：导体棒中一个自由电荷所受的洛伦兹力做的总功为零。（为了方便，可认为导体棒中的自由电荷为正电荷。）



20. (12 分)

人类对未知事物的好奇和科学家们的不懈努力，使人类对宇宙的认识越来越丰富。

- (1)开普勒坚信哥白尼的“日心说”，在研究了导师第谷在 20 余年中坚持对天体进行系统观测得到的大量精确资料后，提出了开普勒三定律，为人们解决行星运动问题提供了依据，也为牛顿发现万有引力定律提供了基础。

开普勒认为：所有行星围绕太阳运动的轨道都是椭圆，太阳处在所有椭圆的一个焦点上。行星轨道半长轴的三次方与其公转周期的二次方的比值是一个常量。实际上行星的轨道与圆十分接近，在中学阶段的研究中我们按圆轨道处理。请你以地球绕太阳公转为例，根据万有引力定律和牛顿运动定律推导出此常量的表达式。

- (2)天文观测发现，在银河系中，由两颗相距较近、仅在彼此间引力作用下运行的恒星组成的双星系统很普遍。已知某双星系统中两颗恒星围绕它们连线上的某一点做匀速圆周运动，周期为 T ，两颗恒星之间的距离为 d ，引力常量为 G 。求此双星系统的总质量。

- (3)北京时间 2019 年 4 月 10 日 21 时，由全球 200 多位科学家合作得到的人类首张黑洞照片面世，引起众多天文爱好者的兴趣。

同学们在查阅相关资料后知道：①黑洞具有非常强的引力，即使以 $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ 的速度传播的光也不能从它的表面逃逸出去。②地球的逃逸速度是第一宇宙速度的 $\sqrt{2}$ 倍，这个关系对于其他天体也是正确的。③地球质量 $m_e = 6.0 \times 10^{24} \text{ kg}$ ，引力常量 $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$ 。

请你根据以上信息，利用高中学过的知识，通过计算求出：假如地球变为黑洞，在质量不变的情况下，地球半径的最大值（结果保留一位有效数字）。

（注意：解题过程中需要用到、但题目没有给出的物理量，要在解题时做必要的说明）

东城区 2019—2020 学年度第一学期期末教学统一检测

高三物理参考答案 2020.1

第一部分共 14 小题，每小题 3 分，共 42 分。

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

第二部分共 6 小题，共 58 分。

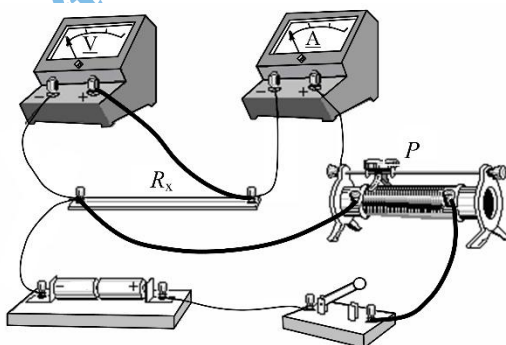
15. (8 分)

(1) 0.127 ± 0.001

(2) ①外接

②分压式

(3)



(4)
$$\rho = \frac{\pi d^2 R_x}{4L}$$

16. (8 分)

(1) ACEG

(2) ②

(3)
$$\frac{4\pi^2(l_1 - l_2)}{T_1^2 - T_2^2}$$

(4) $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 是单摆做简谐运动的周期公式。当摆角较小时才可以将单摆的运动视为简谐运动。

17. (8 分)

(1) 粒子带正电。

(2) 带电粒子在加速电场中加速，根据动能定理 $qU = \frac{1}{2}mv^2$

带电粒子在磁场中做匀速圆周运动时，洛伦兹力充当向心力

$$qvB = m \frac{v^2}{R}$$

由题知 $R = \frac{1}{2}L$

解得带电粒子的比荷 $\frac{q}{m} = \frac{8U}{B^2 L^2}$

18. (10 分)

(1) 物块 a 由静止开始运动到最低点过程

根据动能定理 $mgL = \frac{1}{2}mv_0^2$

物块 a 运动到最低点时

根据牛顿第二定律 $F - mg = m \frac{v_0^2}{L}$

联立解得，碰撞前瞬间轻绳对物块 a 的拉力大小 $F = 3mg$

(2) 两物块发生弹性碰撞过程

根据动量守恒定律 $mv_0 = mv_a + 3mv_b$

根据能量守恒定律 $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_a^2 + \frac{1}{2} \cdot 3m \cdot v_b^2$

解得碰撞后瞬间，物块 b 的速度大小 $v_b = \sqrt{\frac{gL}{2}}$

(3) 这种说法不正确。

物体的运动不需要力来维持。两物块碰撞后，物块 b 在水平面上运动一段距离后，之所以能停下来，是因为受到地面对它的滑动摩擦力，使它的运动状态发生改变。如果没有滑动摩擦力，物块将做匀速直线运动。



19. (12 分)

(1) 导体棒沿导轨向右匀速运动产生感应电动势 $E = BLv$

由闭合电路欧姆定律可得，电路中电流 $I = \frac{E}{R+r}$

导体棒两端电压 $U = IR = \frac{R}{R+r} BLv$

(2) 导体棒匀速运动，受力平衡 $F = F_{\text{安}} = BIL$

在 Δt 时间内，

恒力 F 做功 $W = Fv\Delta t = F_{\text{安}}v\Delta t = BILv\Delta t = \frac{B^2 L^2 v^2}{R+r} \Delta t$

电路获得的电能 $W_{\text{电}} = qE = IE\Delta t = \frac{B^2 L^2 v^2}{R+r} \Delta t$

电路中产生的焦耳热 $Q = I^2(R+r)\Delta t = \frac{B^2 L^2 v^2}{R+r} \Delta t$

可见，恒力 F 所做的功等于电路获得的电能 $W_{\text{电}}$ ，也等于电路中产生的焦耳热 Q 。

(3) 设自由电荷的电荷量为 q ，沿导体棒定向移动的速率为 u 。

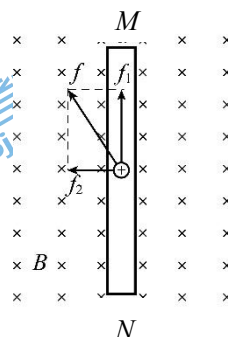
如图所示，沿导体棒方向的洛伦兹力 $f_1 = qvB$

在 Δt 时间内， f_1 做正功 $W_1 = f_1 \cdot u\Delta t = qvBu\Delta t$

垂直导体棒方向的洛伦兹力 $f_2 = quB$

在 Δt 时间内， f_2 做负功 $W_2 = -f_2 \cdot v\Delta t = -quBv\Delta t$

所以 $W_1 + W_2 = 0$ ，即导体棒中一个自由电荷所受的洛伦兹力做的总功为零。



20. (12 分)

- (1) 设太阳质量为 m_s ，地球质量为 m_e ，地球绕太阳公转的半径为 r
太阳对地球的引力是地球做匀速圆周运动的向心力

根据万有引力定律和牛顿运动定律 $G \frac{m_s m_e}{r^2} = m_e \frac{4\pi^2}{T^2} r$

解得 常量 $\frac{r^3}{T^2} = \frac{Gm_s}{4\pi^2}$

- (2) 设双星的质量分别为 m_1 、 m_2 ，轨道半径分别为 r_1 、 r_2

根据万有引力定律及牛顿运动定律 $G \frac{m_1 m_2}{d^2} = m_1 \frac{4\pi^2}{T^2} r_1$

$$G \frac{m_1 m_2}{d^2} = m_2 \frac{4\pi^2}{T^2} r_2$$

且有 $r_1 + r_2 = d$

双星总质量 $m_{\text{总}} = m_1 + m_2 = \frac{4\pi^2 d^3}{GT^2}$

- (3) 设地球质量为 m_e ，地球半径为 R 。质量为 m 的物体在地球表面附近环绕地球飞行时，环绕速度为 v_1

由万有引力定律和牛顿第二定律 $G \frac{m_e m}{R^2} = m \frac{v_1^2}{R}$

解得 $v_1 = \sqrt{\frac{Gm_e}{R}}$

逃逸速度 $v_2 = \sqrt{\frac{2Gm_e}{R}}$

假如地球变为黑洞 $v_2 \geq c$

代入数据 解得地球半径的最大值 $R = 9 \times 10^{-3} \text{m}$