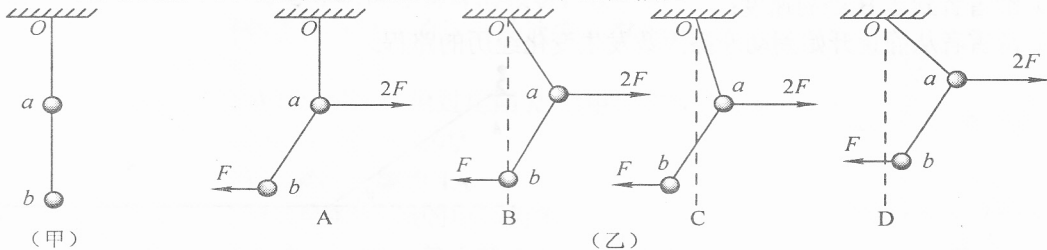


南昌市 2013 学年度高二物理竞赛试题

一、选择题（本题包括 12 小题，每小题 4 分，共 48 分。每小题给出的四个选项中，1-8 题只有一个选项正确；9-12 题有多个选项正确，全部选对的得 4 分，选对但不全的得 2 分，有选错的得 0 分）

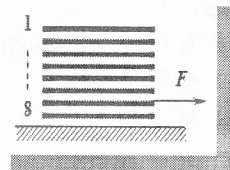
1. 如图（甲）所示，两段等长细线串接着两个质量相等的小球 a 、 b ，悬挂于 O 点。现在两个小球上分别加上水平方向的外力，其中作用在 b 球上的力大小为 F 、作用在 a 球上的力大小为 $2F$ ，则此装置平衡时的位置可能如图（乙）中的哪幅图



2. 做匀加速直线运动的物体，依次通过 A 、 B 、 C 三点，位移 $s_{AB}=s_{BC}$ ，已知物体在 AB 段的平均速度大小为 3m/s ，在 BC 段的平均速度大小为 6m/s ，那么物体在 B 点的瞬时速度大小为
 A. 4m/s B. 4.5m/s C. 5m/s D. 5.5m/s

3. 如图所示，八张纸牌叠放在水平地面上，每张纸牌质量均为 m ，纸牌之间、纸牌与地面之间动摩擦因数均为 μ ，现在第七张纸牌上施加一水平外力将其抽出，纸牌厚度不计，以下说法正确的是

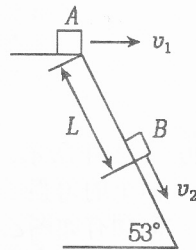
- A. 使七八两张纸牌分离，至少需要外力 $7\mu mg$
- B. 使七八两张纸牌分离，至少需要外力 $13\mu mg$
- C. 使六七两张纸牌分离，至少需要外力 $7\mu mg$
- D. 使六七两张纸牌分离，至少需要外力 $13\mu mg$



4. 如图所示，一足够长的固定光滑斜面与水平面的夹角为 53° ，物体 A 以初速度 v_1 从斜面顶端水平抛出，物体 B 在斜面上距顶端 $L=20\text{m}$ 处同时以速度 v_2 沿斜面向下匀加速运动，经历时间 t 物体 A 和物体 B 在斜面上相遇，则下列各组速度和时空中满足条件的是

($\cos 53^\circ = 0.6$, $\sin 53^\circ = 0.8$, $g = 10 \text{ m/s}^2$)

- A. $v_1=15\text{m/s}$, $v_2=4 \text{ m/s}$, $t=4\text{s}$
- B. $v_1=15 \text{ m/s}$, $v_2=6 \text{ m/s}$, $t=3\text{s}$
- C. $v_1=18 \text{ m/s}$, $v_2=4 \text{ m/s}$, $t=4\text{s}$
- D. $v_1=18\text{m/s}$, $v_2=6 \text{ m/s}$, $t=3\text{s}$

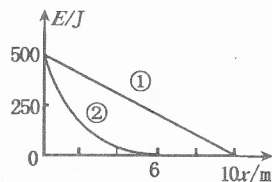


5. 如右图所示三个点电荷 q_1 、 q_2 、 q_3 固定在一直线上， q_2 与 q_3 的距离为 q_1 与 q_2 距离的 2 倍，每个电荷所受静电力的合力均为零。由此可以判定，三个电荷的电荷量之比 $q_1 : q_2 : q_3$ 为

- A. $(-9):4:(-36)$ B. $9 : 4 : 36$
- C. $(-3):2:(-6)$ D. $3 : 2 : 6$

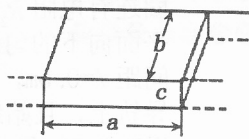


6. 构建和谐、节约型社会深得民心，遍布于生活的方方面面，自动充电式电动车就是很好的例子。电动车的前轮装有发电机，发电机与蓄电池连接。在骑车者用力蹬车或电动自行车自动滑行时，电动车就可以连通发电机向蓄电池充电，将其他形式的能转化成电能储存起来。现有某人骑车以 500 J 的初动能在粗糙的水平路面上滑行，第一次关闭自充电装置，让车自由滑行，其动能随位移变化的关系如图①所示；第二次启动自充电装置，其动能随位移变化的关系如图线②所示。则第二次向蓄电池所充的电能是



- A. 300 J B. 250 J C. 200 J D. 500 J

7. 电磁流量计广泛应用于测量可导电液体（如污水）在管中的流量（在单位时间内通过管内横截面的流体的体积）。为了简化，假设流量计是如图所示的横截面为长方形的一段管道，其中空部分的长、宽、高分别为图中的 a 、 b 、 c 。流量计的两端与输送流体的管道相连接（图中虚线）。图中流量计的上下两面是金属材料，前后两面是绝缘材料。现于流量计所在处加磁感应强度为 B 的匀强磁场，磁场方向垂直于前后两面。当导电液体稳定的流经流量计时，在管外将流量计上、下两表面分别与一串接了电阻 R 的电路的两端连接， I 表示测得的电流值。已知流体的电阻率为 ρ ，不计电流表的内阻，则可求得流量为

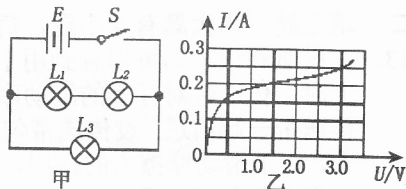


- A. $\frac{I}{B}(bR + \rho \frac{c}{a})$ B. $\frac{I}{B}(aR + \rho \frac{b}{c})$ C. $\frac{I}{B}(cR + \rho \frac{a}{b})$ D. $\frac{I}{B}(R + \rho \frac{bc}{a})$

8. 在如图甲所示的电路中，电源电动势为 3.0V，内阻不计， L_1 、 L_2 、 L_3 为 3 个特殊材料制成的相同规格小灯泡，这种小灯泡的伏安特性曲线如图乙所示。

当开关 S 闭合时

- A. L_3 两端的电压为 L_1 的 4 倍
 B. 通过 L_3 的电流为 L_2 的 2 倍
 C. L_1 、 L_2 、 L_3 的电阻都相同
 D. L_3 消耗的电功率为 0.75 W

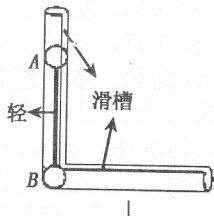


9. 已知地球和冥王星半径分别为 r_1 、 r_2 ，公转半径分别为 r_1' 、 r_2' ，公转线速度分别为 v_1' 、 v_2' ，表面重力加速度分别为 g_1 、 g_2 ，平均密度分别为 ρ_1 、 ρ_2 ，地球第一宇宙速度为 v_1 ，飞船贴近冥王星表面环绕线速度为 v_2 ，则下列关系正确的是

- A. $\frac{v_1'}{v_2'} = \sqrt{\frac{r_2'}{r_1'}}$ B. $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{r_2}{r_1}}$ C. $g_1 r_1^2 = g_2 r_2^2$ D. $\rho_1 r_1^2 v_2^2 = \rho_2 r_2^2 v_1^2$

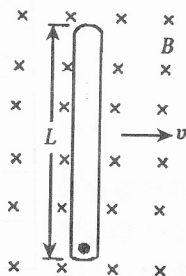
10. 如图所示， A 、 B 两小球用轻杆连接，竖直放置。由于微小的扰动， A 球沿竖直光滑槽运动， B 球沿水平光滑槽运动。则在 A 球到达底端前

- A. A 球的机械能先减小后增大
 B. 轻杆对 A 球做负功，对 B 球做正功
 C. B 球的速度先增大后减小，最小速度为零
 D. A 球的机械能最小时轻杆对 B 球的作用力为零

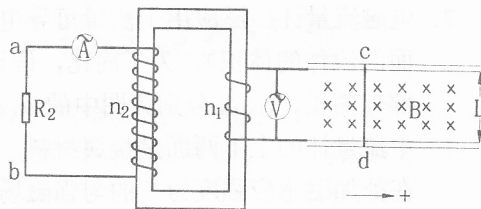


11. 在光滑水平桌面上，平放一根两端封闭的内壁光滑的真空玻璃管，管长为 L ，管中一端放有一个质量为 m 、带电荷量为 q 的小球，此空间存在着垂直桌面向下的磁场，磁感应强度为 B 。现在给玻璃管施一平行桌面垂直管子的力，维持管子在桌面上以速度 v 作匀速平动，小球从管的一端开始向另一端运动，下述判断正确的是

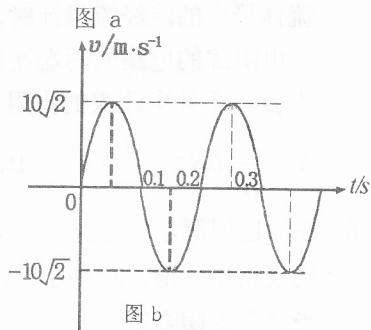
- A. 小球相对管子作匀加速运动
 B. 小球相对桌面作类平抛运动
 C. 小球到达另一端的时间为 $\sqrt{\frac{2mL}{qvB}}$
 D. 小球受到的洛伦兹力大小恒为 qvB



12. 两根水平放置的平行金属导轨通过 2 根导线与理想变压器的原线圈导线连接, 变压器的原、副线圈的匝数比为 $\frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{20}$, 线圈绕向如 a 图所示, 在副线圈



圈连有电阻 $R_2 = 10 \Omega$ 电阻. 整个轨道内有垂直轨道平面向下的匀强磁场, 磁感应强度 $B = 0.8 \text{ T}$, 导轨间距 $L = 0.5 \text{ m}$, 一根电阻 $R_1 = 0.2 \Omega$ 的导体棒 cd 置于导轨上, 且始终与导轨保持良好的接触, 设棒向右运动为正, 导体棒在导轨上的运动的速度 v 随时间 t 变化规律如图 b 所示则



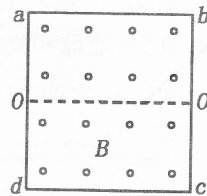
- A. 在 0.1s 到 0.15s 时间内流过电阻 R_2 的电流方向为 a 到 b
 B. 理想交流电压表示数为 $4/9 \text{ V}$
 C. 理想交流电流表的示数为 1 A
 D. 在 0.1s 时刻电阻 R_2 二端的电压为零

二、填空题 (本大题有 4 小题, 每小题 5 分, 共 20 分)

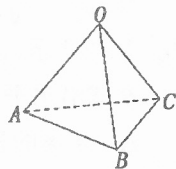
13. 在民航和火车站可以看到用于对行李进行安全检查的水平传送带. 当旅客把行李放到传送带上时, 传送带对行李的滑动摩擦力使行李开始做匀加速运动, 随后它们保持相对静止, 行李随传送带一起前进. 设传送带匀速前进的速度为 0.25 m/s , 把质量为 5 kg 的木箱静止放到传送带上, 由于滑动摩擦力的作用, 木箱以 6 m/s^2 的加速度前进, 那么这个木箱放在传送带上后, 传送带上将留下一段 cm 的摩擦痕迹.

14. 我国女子网球运动员李娜曾获得法网女子冠军, 为我国体育事业争了光. 假设李娜手持网球拍以速率 v_1 击中以速率 v_0 飞来的网球, 被击回的网球的最大速率为 . (以上所有的速率都是指相对于地面)

15. $abcd$ 为正方形区域. 如图质子以初速度 v_0 沿中线 OO' 从 O 点射入. 若仅有有竖直向上场强为 E 的匀强电场, 质子将打到 b ; 若仅有垂直于纸面向外磁感应强度为 B 的匀强磁场, 质子将打到 c . 则 $E : B =$.

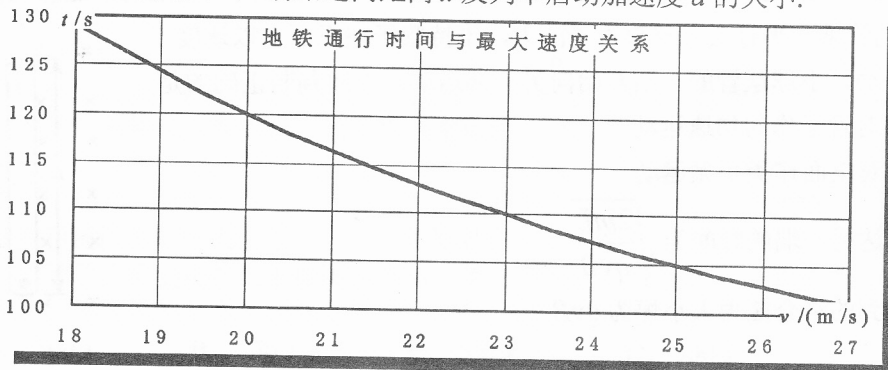


16. 水平面上 A, B, C 三点固定着三个电荷量为 Q 的正点电荷, 将另一质量为 m 的带正电的小球 (可视点电荷) 放置在 O 点, $OABC$ 恰构成一棱长为 L 的正四面体, 如图所示. 已知静电力常量为 k , 重力加速度为 g , 为使小球能静止在 O 点, 小球所带的电荷量为 .



三、计算题 (本大题有 4 小题, 共 52 分)

17. 2012 年南昌市开始地铁一号线建设, 计划 2015 年正式开通. 假设地铁列车从中山路站启动开始匀加速, 然后匀速运动, 接下来匀减速到八一广场站停止, 已知列车加速与减速的加速度大小相同, 下图为技术人员绘制的两站之间通行时间与列车最大速度的关系图像的一部分, 则:
- (1) 请从图中直接读出从中山路站到八一广场站时间为 $t_1 = 120 \text{ s}$ 情况下列车运行的最大速度 v_1 , 列车最大速度为 $v_2 = 25 \text{ m/s}$ 时两站间通行时间 t_2 .
- (2) 求出中山和站到八一广场站之间距离 x 及列车启动加速度 a 的大小.



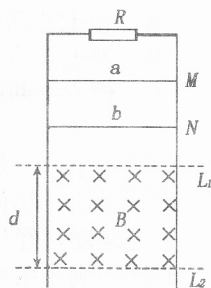
18. 滑雪者能在软绵绵的雪地上高速奔驰，是因为白雪里充满了空气，当滑雪板压在雪地上时会把雪地里的空气逼出来，在滑雪板与雪地问形成一个暂时的气垫，从而大大的减少了雪地对滑雪板的摩擦。然而，当滑雪板的速度相对雪地的速度较小时，与雪地接触的时间超过某一值就会陷下去，使他们的摩擦增大。假设滑雪者的速度超过 4m/s 时，滑雪板与雪地问的动摩擦因数就会由 0.25 变为 0.125 。一个滑雪者从倾角为 $\theta = 37^\circ$ 的坡顶 A 由静止开始自由下滑，滑至坡底 B 后，又滑上一段水平雪地，最后停在 C 处，如图。不计空气阻力和在通过 B 点时能量的损失，坡长为 $L_{AB} = 26\text{m}$ ，取 $g = 10\text{m/s}^2$ ， $\sin 37^\circ = 0.6$ ， $\cos 37^\circ = 0.8$ ，求：

- (1) 滑雪者到达 B 处的速度；
- (2) 滑雪者从静止开始到动摩擦因数发生变化经历的路程。



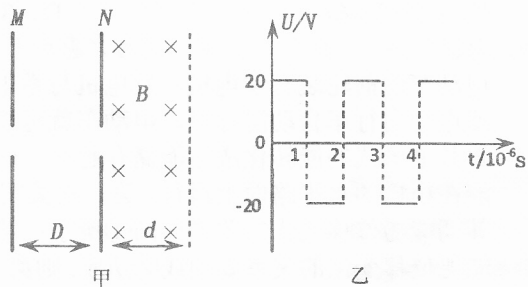
19. 如图所示，电阻忽略不计的两根平行的光滑金属导轨竖直放置，其上端接一阻值为 3Ω 的定值电阻 R 。在水平虚线 L_1 、 L_2 间有一与导轨所在平面垂直的匀强磁场 B ，磁场区域的高度为 $d = 0.5\text{m}$ 。导体棒 a 的质量 $m_a = 0.2\text{kg}$ 、电阻 $R_a = 3\Omega$ ；导体棒 b 的质量 $m_b = 0.1\text{kg}$ 、电阻 $R_b = 6\Omega$ ，它们分别从图中 M 、 N 处同时由静止开始在导轨上无摩擦向下滑动，都能匀速穿过磁场区域，且当 b 刚穿出磁场时 a 正好进入磁场。取重力加速度为 $g = 10\text{m/s}^2$ ，不计 a 、 b 棒之间的相互作用。导体棒始终与导轨垂直且与导轨接触良好。求：

- (1) 在整个过程中 a 、 b 两棒分别克服安培力所做的功；
- (2) M 点和 N 点距 L_1 的高度。



20. 如图甲所示， M 、 N 为中心开有小孔的平行板电容器的两极，相距 $D = 1\text{m}$ ，其右侧为垂直纸面向里的匀强磁场，磁感应强度 $B = 1 \times 10^{-3}\text{T}$ ，磁场区域足够长，宽为 $d = 0.01\text{m}$ ；在极板 M 、 N 之间加有如图乙所示的交变电压（设 N 极电势高于 M 极时电压为正），现有带负电粒子不断从极板 M 中央小孔处射入电容器内（粒子的初速度可看作为零，重力不计），取其荷质比 $q/m = 2 \times 10^{11}\text{C/Kg}$ ，试求：

- (1) 在交变电压第一个周期内哪些时刻进入电容器内的粒子能从磁场的右侧射出来？
- (2) 若上述交变电压的周期可以变化，则其周期满足什么条件时，才能保证有带电粒子从右侧射出来？
- (3) 磁场右侧有带电粒子飞出的区域宽度为多少？



南昌市 2013 学年度高二物理竞赛试题

参考答案及评分意见

一、选择题 (本大题包括 12 小题, 每小题 4 分, 共 48 分。每小题给出的四个选项中, 1-8 题只有一个选项正确; 9-12 题有多个选项正确, 全部选对的得 4 分, 选对但不全的得 2 分, 有选错的得 0 分)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
C	C	A	A	A	C	A	D	AD	ACD	ABC	AB

二、填空题 (本大题包括 4 小题, 每小题 5 分, 共 20 分。请把正确答案填在横线上)

13. 0.5cm 14. $v_0 + 2v_1$ 15. $5v_0 : 4$ 16. $\frac{\sqrt{6mgL^2}}{6kQ}$

三、计算题 (本大题包括 4 小题, 共 52 分。解答应写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤, 作图清晰准确, 有数值计算的题, 答案中必须明确写出数值和单位)

17. (10 分)

- (1) $v_1=20\text{m/s}$ 2 分
 $t_2=105\text{s}$ 2 分
 (2) $x=2000\text{m}$ 3 分
 $a=1\text{m/s}^2$ 3 分

18. (14 分)

- (1) 在坡上加速度为 $a_1=g\sin 37^\circ - \mu_1 g \cos 37^\circ = 4\text{m/s}^2$ 1 分
 在坡上加速到 $v_1 = 4\text{m/s}$ 用时: $t = v_1/a_1 = 1\text{s}$ 1 分
 在这个时间内通过的位移为 $s = 2\text{m}$ 1 分
 之后在坡面上的加速度为 $a_2=g\sin 37^\circ - \mu_2 g \cos 37^\circ = 5\text{m/s}^2$ 1 分

运动到坡底的时间满足: $L_{AB} - S = v_1 t + \frac{1}{2} a_2 t^2$

代入数值得: $t = 2.4\text{s}$ 2 分

到达 B 的速度为: $v_B = v_1 + a_2 t = 16\text{m/s}$ 1 分

- (2) 到地面上做加速度为 $a_2 = \mu_2 g = 1.25\text{m/s}^2$ 的匀减速运动, 1 分

当速度减小到 4m/s 时, 耗时为: $t_2 = \frac{\Delta V}{a_3} = \frac{12}{1.25} = 9.6\text{s}$ 1 分

这段时间内通过的位移为: $S_1 = V_B t_2 - \frac{1}{2} a_3 t_2^2 = 96\text{m}$ 2 分

$26\text{m} + 96\text{m} = 122\text{m}$ 1 分

改变时通过的路程为 2m 和 122m 处. 2 分

19. (14 分)

(1) (2 分) $W_a = m_a g d = 1.0\text{J}$ 1 分

$W_b = m_b g d = 0.5\text{J}$ 1 分

- (2) (12 分) 设 d 在磁场中匀速运动时的速度为 v_b , 总电阻 $R_1 = 7.5\Omega$ 1 分

b 中的电流 $I_b = \frac{BLv_b}{R_1}$, $m_b g = BI_b L$, 则 $\frac{B^2 L^2 v_b}{R_1} = m_b g$ 1 分

同理，设 a 在磁场中匀速运动时的速度为 v_a ，总电阻 $R_2 = 5\Omega$ 1分

$$I_a = \frac{BLv_a}{R_2}, m_a g = BI_2 L, \quad \text{则} \quad \frac{B^2 L^2 v_a}{R_2} = m_a g \quad \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

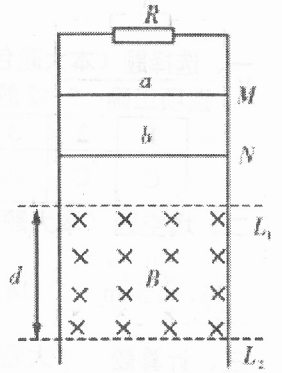
由以上各式得 $\frac{v_b}{v_a} = \frac{3}{4}$ 2分

设 b 棒在磁场中运动时间为 t ，有： $d = v_b t, v_a = v_b + gt$ 2分

由以上各式得 $v_a^2 = \frac{80}{3} \text{m}^2/\text{s}^2, v_b^2 = 15 \text{m}^2/\text{s}^2$ 2分

a 、 b 开始运动时距离磁场边界 L_1 的高度分别为 h_a 和 h_b ，

由 $v^2 = 2gh$ 得 $h_a = \frac{4}{3} \text{m}, h_b = \frac{3}{4} \text{m}$ 2分



20. (14分) (1) 由带电粒子在磁场中运动规律及几何关系 $qv_0 B = m \frac{v_0^2}{r}$ 及 $r = d$

得 $v_0 = 2 \times 10^6 \text{m/s}$ 1分

带电粒子在电场中 $a_1 = a_2 = \frac{qU}{Dm} = 4 \times 10^{12} \text{m/s}^2$ 1分

设加速末的速度为 v ，加速时间为 t 则 $v = at$ ，由匀变速直线运动知识 $D = \frac{v^2}{2a_1} + \frac{v^2 - v_0^2}{2a_2}$ 2分

得 $t = 0.61 \times 10^{-6} \text{s}$ 1分

在交变电压第一个周期内 $\Delta t \leq 0.39 \times 10^{-6} \text{s}$ 才能保证有带电粒子从右侧射出来。1分

(2) $T \geq 2 \times 0.61 \times 10^{-6} \text{s}$ 即 $T \geq 1.22 \times 10^{-6} \text{s}$ 2分

(3) 假设带电粒子一直加速，时间为 t 则

$$D = \frac{1}{2} at^2 \Rightarrow t = \frac{\sqrt{2}}{2} \times 10^{-6} \text{s} < 1 \times 10^{-6} \text{s} \quad \dots\dots\dots 2 \text{分}$$

设 v_0 为离开电场时速度，由 $qU = \frac{1}{2} mv_0^2$ 得 $v_0 = 2.8 \times 10^6 \text{m/s}$ 2分

$$r = \frac{mv_0}{qB} = \sqrt{2} \times 10^{-2} \text{m} \quad \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

$$\sin \theta = \frac{d}{r} = \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ 即 } \theta = 45^\circ \quad \dots\dots\dots 1 \text{分}$$

$$\Delta d = d - (r - r \cdot \cos \theta) = 0.59 \text{cm} \quad \dots\dots\dots 1 \text{分}$$