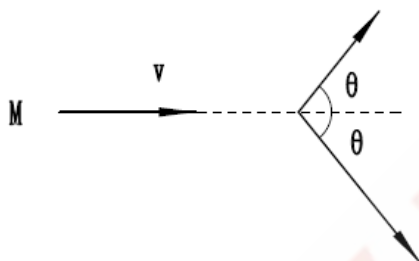


# 培尖教育 2018 年学科竞赛夏令营物理模拟卷（九）

考试时间：150 分钟 总分 320 分

（请在答题卷上作答）

1（15 分）质量为  $M$  的物体，爆炸形成了两个物体，炸裂后均与原方向成  $\theta$  角飞出，求至



少放出了多少动能。

2（20 分）如图，杆被约束只能上下运动，一个不规则的物体在绕  $O$  点转动，不规则物体和杆的接触点为  $A$ ， $O$  在杆的正下方， $O$  到  $A$  的距离  $l$ ，接触点  $A$  处的曲率中心为  $C$ ，曲率半径  $AC = \rho$ ， $\angle OAC = \theta$

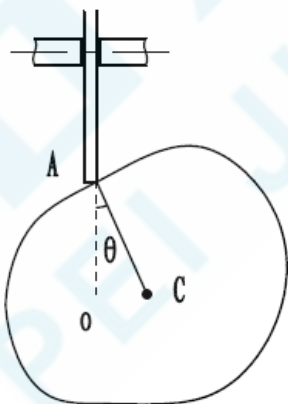
（1）求杆的速度

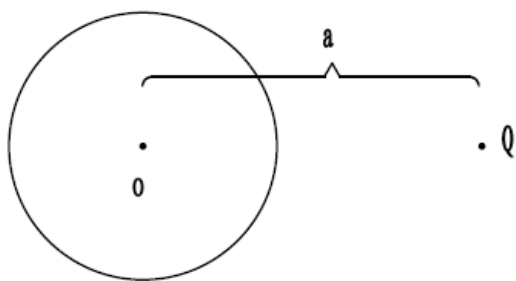
（2）求杆的加速度

3（15 分）在自由空间中，存在匀强电场  $E$ ，沿着  $E$  的方向分布有两个电荷，电荷  $A$  带电  $+q_1$ ，质量  $m_1$ ；电荷  $B$  带电  $+q_2$ ，质量  $m_2$ 。两电荷连线与电场线方向平行，求两电荷相距最近距离

4(30 分)电像法与静电能，有一个半径为  $R$  的金属球壳在真空中静止放置，回答（1）至（4）问

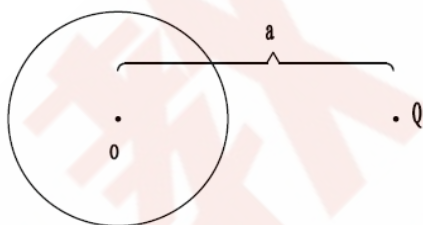
（1）在外部距  $O$  为  $a$  处放置一个电量为  $Q$  的电荷，问产生球外电场的等效电荷及其位置。在内部距  $O$  为  $b$  处放置一个电量为  $Q$  的电荷，问产生球外电场的等效电荷及其位置及产生球内电场的等效电荷及其位置。（直接写出即可）



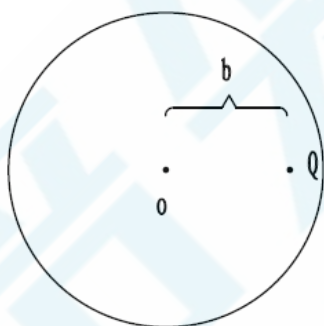


( 1 )

- (2) 在外部距 O 为  $a$  处放置一个电量为  $Q$  的电荷，问系统的总静电能  
 (3) 在内部距 O 为  $b$  处放置一个电量为  $Q$  的电荷，问系统的总静电能

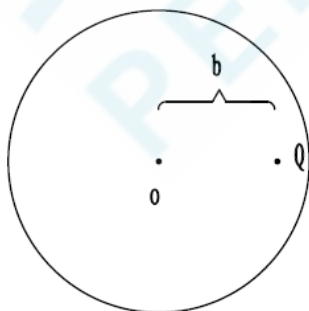


( 1 )



( 2 )

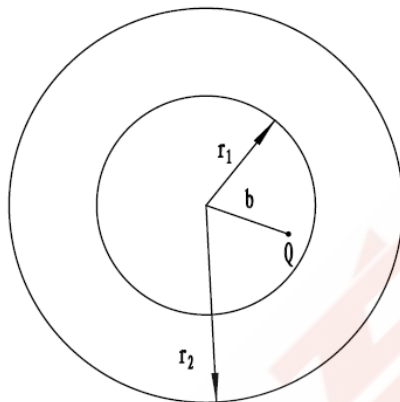
- (4) 在内部距 O 为  $b$  处放置一个电量为  $Q$  的电荷，将球壳接地，问系统的总静电能



( 2 )

现使球壳有一定厚度，相当于半径 $r_2$ 实心金属球中挖去了一个半径 $r_1$ 的空腔，回答（5）至（6）题

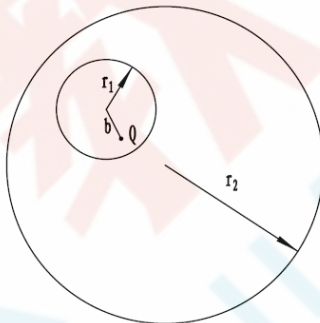
（5）空腔中心与原金属球中心重合时，在距离球心为  $b$  处 ( $b < r_1$ ) 放置一个带电为  $Q$



( 4 )

的点电荷，问体系的总静电能

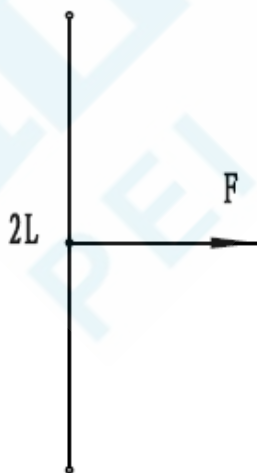
（6）内外两层球心不重合，两球心相距为  $c$ ，在距离空腔球心为  $b$  处 ( $b < r_1$ ) 放置一个



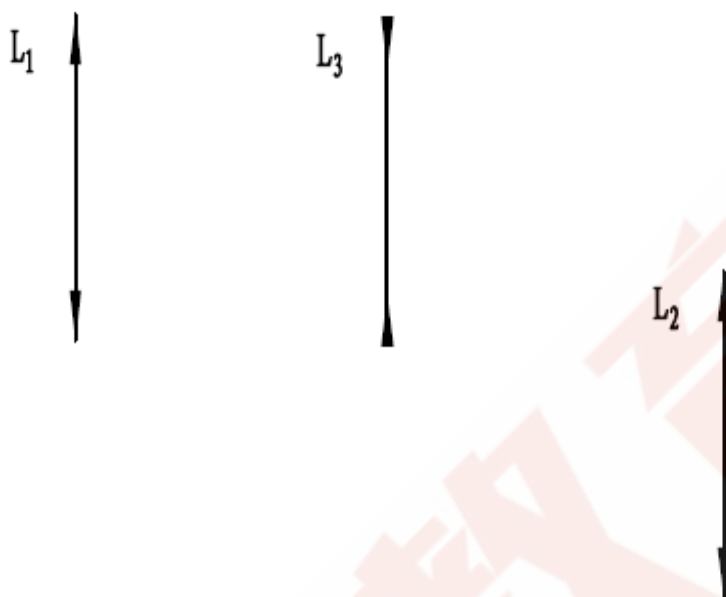
( 5 )

带电为  $Q$  的点电荷，问体系的总静电能

5 (20 分) (1) 长为  $2L$  的绳子，两端各挂一个小球，开始绳子伸直，用恒力  $F$  垂直于绳作用于绳子中点由图一所示位置拉到图二所示位置求两小球的  $x$  方向速度，系数保留三位有效数字



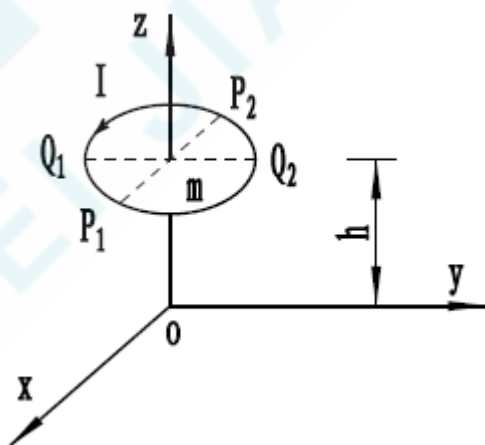
(2) 振幅为  $A$  的往复运动, 受回复力  $F = -ax^2$ ,  $x$  为偏移平衡位置位移, 试求回复运动的运动周期, 系数保留三位有效数字



6 (15 分) 两个焦距为  $f$  的凸透镜  $L_1$ 、 $L_2$  和一个焦距为  $-f$  的凹透镜  $L_3$  如图所示放置,  $L_1$  与  $L_2$ ,  $L_2$  与  $L_3$  间距离均为  $x$ , 试探索如何放置物 (物在  $L_1$  左端) 使得所成的像与物之间关于  $L_2$  对称

7 在外磁场中的超导体, 平衡后超导体内部的磁感应强度为 0, 超导体表面外侧的磁感应强度处处与表面平行, 如图所示  $O$ - $xyz$  坐标系中,  $xy$  平面是水平面, 其中有一超导平板,  $z$  轴竖直向上, 超导平板在  $z=0$  处, 在  $z=h$  处有一质量为  $m$ 、半径为  $r$ , 环心在  $z$  轴上, 环平面为水平面的匀质金属圆环,  $r \ll h$ , 在圆环内通以稳恒电流, 刚好使圆环飘浮在  $z=h$  处

- (1) 试求圆环中的电流强度
- (2) 若使圆环保持水平, 从平衡位置稍稍偏上或偏下, 则圆环将上下振动, 求振动周期  $T_1$
- (3) 当圆环出在平衡位置时, 其中与  $x$  轴平行的直径标为  $P_1P_2$ , 与  $y$  轴平行的直径标为  $Q_1Q_2$



$Q_1Q_2$ . 若保持  $P_1P_2$  不动, 使圆环绕  $P_1P_2$  稍有倾斜, 即使  $Q_1Q_2$  与  $y$  轴有很小的夹角, 求振动周期  $T_2$ .

8 根据电磁学理论, 当一电荷做加速运动时, 会辐射出电磁波, 其辐射功率为

$$\frac{dE}{dt} = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{2q^2 a^2}{3c^3} \right)$$

式中,  $q$  为电荷电量,  $a$  为电荷加速度,  $c$  为光速。今考虑一个电子在均匀磁场中所做的圆周运动。设磁场强度为  $B=1.0 \times 10^{-2} \text{T}$ , 电子进入磁场初速度为  $v_0=6.0 \times 10^6 \text{m/s}$

- (1) 当电子辐射电磁波时, 起始圆轨迹半径是多少
  - (2) 由于辐射的损失, 电子所做圆运动轨迹半径  $r$  将逐步减小, 试求  $r$  与  $t$  的关系式为何
  - (3) 经多少时间后, 电子的轨迹半径会变为起始的一半?
- ( $q=1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ ,  $m=9.1 \times 10^{-31} \text{kg}$ ,  $c=3.0 \times 10^8 \text{m/s}$ ,  $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}=9 \times 10^9$ )