

[illegible]

所在学校

2010.12.12

准考证号

题号	一	二			
	1 ~ 10	11	12	13	14
分数					
阅卷人					
题号	三			总分	
	15	16	17		
分数					
阅卷人					

答题说明：前 14 题是必做题，满分是 120 分；文管组和农林医组只做必做题；除必做题外，非物理 B 组限做 15 题，满分 140 分；非物理 A 组限做 15、16 题，满分 160 分；物理组限做 15、17 题，满分 160 分。请同学们自觉填上与准考证上一致的考生类别，若两者不符，按废卷处理，请各组考生按上述要求做题，多做者不加分，少做者按规定扣分。

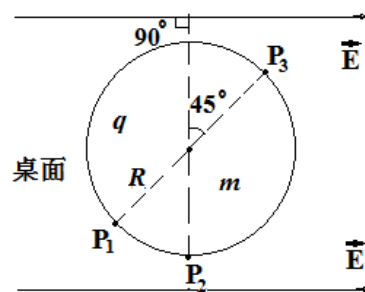
姓名

# 考场

2.如图所示,光滑绝缘水平桌面上有场强为  $\vec{E}$  的均匀电场,质量  $m$ 、半径  $R$  的匀质薄圆板均匀带电,电量  $q > 0$ 。可以

$P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$  的方位已经在图中示出。设置转轴后，从静止

释放的圆板便会作定轴转动，转动角速度的最大值依次记为  $\omega_{1\max}$ 、 $\omega_{2\max}$ 、 $\omega_{3\max}$ ，三个中最大者为\_\_\_\_\_。当角速度达到此值时，转轴提供的支持力大小  
为\_\_\_\_\_。

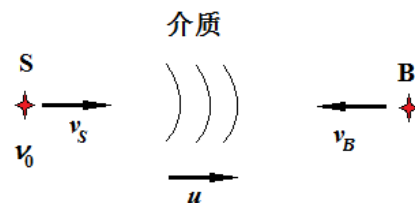


3.多普勒效应示意图见右，波源 S 的振动频率为  $\nu_0$ ，S 朝着接收者 B 的运动速度为  $\nu_s$ 。机械波在介质中的传播速度为  $u$ ，B 朝着 S 运动的速度为

$\nu_B$ 。则当  $u > \nu_s > 0, \nu_B = 0$  时，B 的接收频率

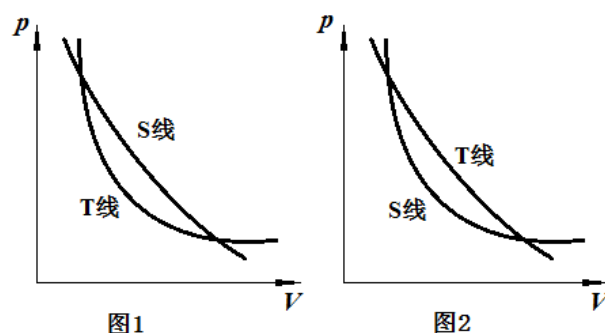
$\nu_1 =$ \_\_\_\_\_；当  $\nu_s = 0, \nu_B > 0$  时，B 的接收频率

$\nu_2 =$ \_\_\_\_\_。



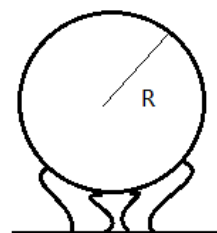
4.已知  $40^\circ\text{C}$  和  $0^\circ\text{C}$  的饱和水蒸气压强分别为  $55\text{mmHg}$  和  $5\text{mmHg}$ 。处于  $40^\circ\text{C}$  的某高温作业区大气相对湿度为 75%（即其中水气分压强等于饱和水蒸气压强的 0.75 倍），压强为  $760\text{mmHg}$ 。在一试管中充满此种大气后封口，再将其温度降至  $0^\circ\text{C}$ ，此时试管内 \_\_\_\_\_（填写“会”或“不会”）出现小水珠，试管内气体压强为\_\_\_\_\_mmHg。

5.将系统的等温线简称为 T 线，绝热线简称为 S 线。图 1、2 中 T 线与 S 线都有两个交点，这两幅图中违反热力学第一定律的是\_\_\_\_\_（填“图 1”或“图 2”或“图 1 和图 2”），违反热力学第二定律的是\_\_\_\_\_（同上）。



6. 真空中一正点电荷  $q$  处于一立方体内中心处，则通过该立方体表面的总电通量为\_\_\_\_\_；通过该立方体的上表面的电通量为\_\_\_\_\_。

7. 已知空气的击穿场强为  $E_0$ ，则置于空气中的半径为  $R$  的球形高压起电器（可看作图示导体球壳置于绝缘底座上）最高电压为 \_\_\_\_\_；若此高压起电器置于真空中，导体球壳上所带电量有无上限（回答有、无、不确定），并说明原因 \_\_\_\_\_。

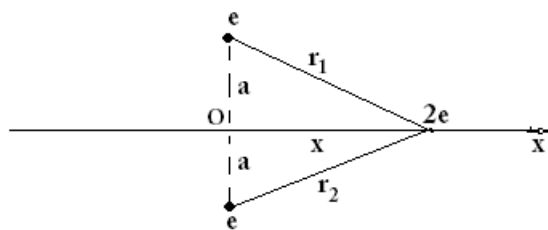




二、计算题（必做，共 4 题，每题 15 分，共 60 分）

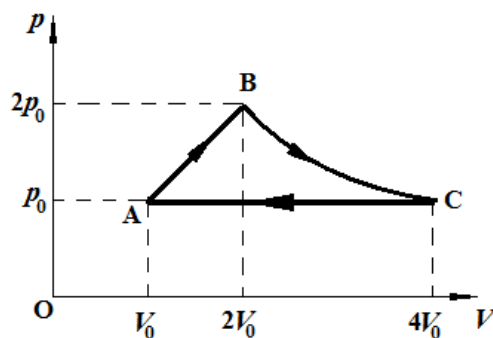
11. （15 分）如图所示，水平面上两个带有

电量  $+e$  的点电荷，距离为  $2a$ ，有一  $\alpha$  粒子（所带电量为  $+2e$ ），很快地从这两个点电荷中间穿过，其路径恰好在两点电荷连线的中垂线上。如果  $\alpha$  粒子的速度很快，以致于两点电荷在  $\alpha$  粒子穿过时仍保持静止，试求



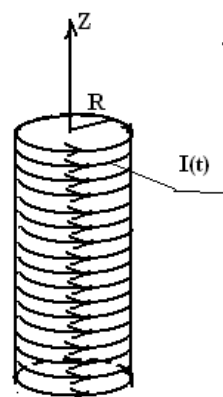
- 1) 当  $\alpha$  粒子处在位置  $x$  处时，两点电荷构成的体系与  $\alpha$  粒子之间的相互作用能；
- 2)  $\alpha$  粒子在哪些位置时受作用力最大。

知

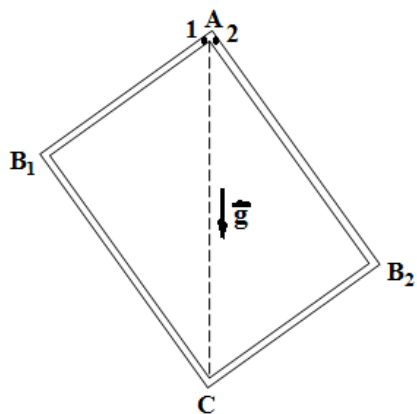
$$\ln 2 = 0.6931, \quad \ln 3 = 1.099, \quad \ln 5 = 1.609)$$


13. (15 分) 等离子体是部分或完全电离的气体, 即由大量自由电子和正离子及中性原子、分子组成, 所含正负电荷数处处相等, 宏观上近似电中性。电离了的正离子和自由电子的数密度相等, 但离子质量  $m_{\text{离子}} \gg$  电子质量  $m_e$ 。图示的半径为  $R$  的载流长直螺线管, 单位长度绕有  $N$  匝线圈。若在螺线管内沿轴向放置一个半径为  $R_0$  的圆柱形长直玻璃管, 半径  $R_0$  略小于  $R$  (可视为  $R_0 \approx R$ ), 管内充满等离子体气体, 电子和离子数密度均为  $n_0$ , 令  $t=0$  时刻, 螺线管接通电流  $I(t) = kt$  ( $k$  为正常数, 电流方向如图所示)。

- 1) 求通电以后某  $t > 0$  时刻管内的磁感应强度的大小和方向以及管内外涡旋电场的大小和方向;
- 2) 上述玻璃管内产生涡旋电场后, 求出  $t$  时刻等离子体中距中心轴  $r$  处的感应电流密度及其方向;
- 3) 忽略感应电流所产生的轴向磁场, 说明正离子和自由电子在螺线管产生的磁场中受到的洛伦兹力的方向, 并讨论通电后管内气体的运动状况, 并说明理由。



(2) 将(1)问所得  $T_1$ 、 $T_2$  中小者记为  $T_0$ , 假设管道匀质, 球 1、2 质量同为  $m$ , 将固定端 C 所受水平外力记为  $\vec{F}$ , 试在  $0 \leq t < T_0$  (略去小球在  $B_1$  或  $B_2$  拐弯处的无穷小时段) 时间范围内, 确定  $\vec{F}$  的方向(朝右还是朝左)和大小  $F$ 。



三. 计算题 (每题 20 分。文管组和农林医组不做; 非物理 B 组限做第 15 题; 非物理 A 组限做第 15、16 题; 物理组限做第 15、17 题)

15. (20 分, 文管组和农林医组不做, 其他组必做)

四块面积同为  $S$ 、原不带电的导体薄平板 A、B、C、D, 依次平行放置, 相邻间距很小, 分别记为  $d_1$ 、 $d_0$ 、 $d_2$ , 如图 1 所示。给 B 充以电量  $q > 0$ , 再用图 1 中虚直线所示的细导线连接 B、C, 最终达到静电平衡。

(1) 试求 A 到 D 的电势降  $U_{AD}$ ;

现将图 1 所示系统达到静电平衡后, 通过理想导线, 电键  $K_1$  和  $K_2$ , 电动势为  $\mathcal{E}$  的直流电源以及

电阻分别为  $R_0$ 、 $R_x$  和  $r$  的电阻器连接成图 2 所示电路。开始时  $K_1$ 、 $K_2$  均断开, 而后接通  $K_1$ , 直到电路达到稳定状态。

(2) 试求该过程中从电源正极朝平板 A 流去的电量  $Q$ , 并判断  $Q$  的正负号;

最后再接通  $K_2$ , 测得流过电阻器  $r$  的电流强度始终为零。

(3) 设  $R_x$  为未知量, 试求  $R_x$ , 并给出  $\mathcal{E}$  的取值范围。

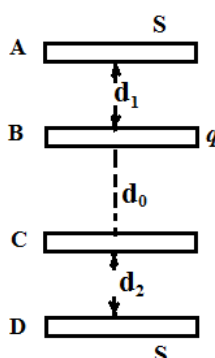


图1

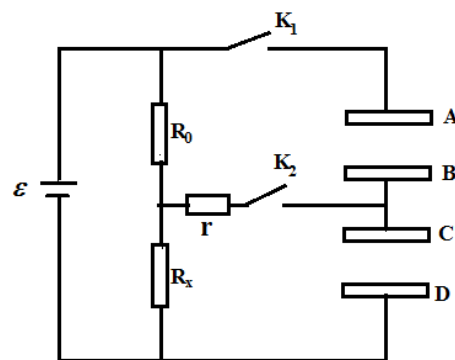


图2



知

积分参考公式  $\int \sqrt{a^2 + x^2} dx = \frac{x}{2} \sqrt{a^2 + x^2} + \frac{a^2}{2} \ln(x + \sqrt{a^2 + x^2}) + C$

17. (20 分, 物理组必做, 其他组不做)

如图所示, 质量同为  $m$  的两个相同等腰直角三角形斜木块平放在光滑水平地面上, 且已通过某种约束使其始终不会翻转, 斜面底端相互接触。一根劲度系数为  $k$ , 自由长度恰好等于每个斜木块底面长度两倍的弹性轻杆, 两端分别连接质量同为  $m$  的小球, 开始时两个小球静止在两个斜木块的顶端。自由释放后, 两个小球可以无摩擦地沿斜面滑动, 斜木块底面作水平运动, 弹性杆随之在竖直方向上运动, 过程中假设杆始终处于水平状态。将斜木块给小球支持力大小记为  $N$ , 已知小球开始运动后  $N$  第二次达到极小值时, 杆刚好落地, 试求  $N$  第二次达到极大值时杆的长度。

