

第九届全国中学生物理竞赛预赛第一试试题

姓名_____成绩_____

全卷共九题，总分 140 分

一、(20 分)

1. (8 分) 将答案填写在题中横线上方。

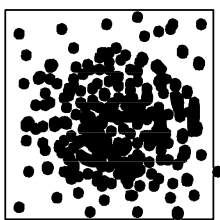
相对湿度是_____。

水的比热[容]是_____焦耳/千克·开。

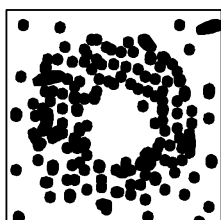
纯水在_____°C 时密度最大。

100°C 的纯水的饱和蒸汽压是_____帕。

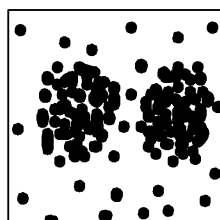
2. (4 分) 氢原子基态电子云分布的正确图形是图 9-1 中四个图中的_____图。



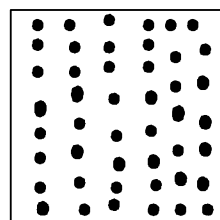
A



B



C



D

3. (4 分) 1991 年 11 月 9 日在欧洲 14 国的欧洲联合环形装置上，成功地实现了一项有重大意义的试验，它是关于_____的试验。

4. (4 分) 某地有一大型摆钟，其走时由钟摆的摆动来控制，若将钟摆看作单摆，当摆长为 l_1 时，摆钟指示经过时间为 24 小时的时候，比标准钟指示快 12 分 0 秒，要使摆钟走时正确，其摆长应调到多少？

二、(15分) 用密度为 D ，电阻率为 ρ 的导线做成正方形线框，线框平面在竖直平面内，从高处自由落下，初速度为零。有一沿水平方向的匀强磁场区域，在竖直方向其线度与线框边长相等 (见图 9-2)，磁感应强度的大小为 B ，方向与线框平面垂直，若要线框通过磁场区域时的速度恒定，试求线框开始下落时的高度 h (不计空气阻力)。

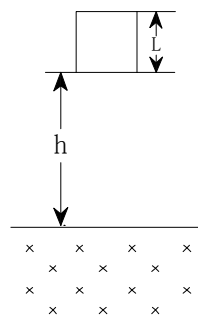


图 9-2

三、(15分) 如图 9-3 所示，在一内径均匀的绝热的环形管内，有三个薄金属片制成的活塞将管隔成三部分，活塞的导热性和封闭性良好，且可无摩擦地在圆环内运动。三部分中盛有同一种理想气体。容器平放在水平桌面上，起始时，I、II、III三部分气体的压强都是 p_0 ，温度分别是 $t_1 = -3^\circ\text{C}$ ， $t_2 = 47^\circ\text{C}$ ， $t_3 = 27^\circ\text{C}$ 。三个活塞到圆环中心连线之间的夹角分别是 $\alpha_1 = 90^\circ$ ， $\alpha_2 = 120^\circ$ ， $\alpha_3 = 150^\circ$ 。

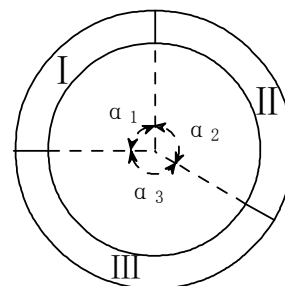


图 9-3

1. 试求最后达到平衡时，三个活塞到圆环中心的连线之间的夹角各是多少？

2. 已知一定质量的理想气体的内能的变化量与其温度的变化量成正比 (与压强、体积的变化无关)，试求达到平衡时气体的温度和压强。

四、(15分)有一水果店,所用的秤是吊盘式杆秤,量程为10kg。现有一较大的西瓜,超过此秤的量程。店员A找到另一秤砣,与此秤砣完全相同,把它与原秤砣结在一起作为秤砣进行称量。平衡时,双秤砣位于6.5kg刻度处。他将此读数乘以2得13kg,作为此西瓜的质量,卖给顾客。店员B对这种称量结果表示怀疑。为了检验,他取另一西瓜,用单秤砣正常称量得8kg,用店员A的双秤砣法称量,得读数为3kg,乘以2后得6kg。这证明了店员A的办法是不可靠的。试问,店员A卖给顾客的那个西瓜的实际质量是多大?

五、(15分)有些仪器,如静电加速器,其高压电极外面都有一接地的金属罩,罩内充有一定压强的气体。假定电极是一金属球,接地金属罩是一同心金属薄球壳(如图9-4),仪器工作时要求电极与金属罩之间的电势差为 U_0 。选择适当的电极半径 R_1 和球壳半径 R_2 ,有可能使靠近电极表面处的场强低于气体的击穿场强,从而使气体不被击穿。

1. 若 R_1 已给定,则在理想情况下, R_2 取何值,电极处的场强有最小值?
2. 在实际情况中往往适当选择 R_1/R_2 之值,使电极处的场强为上述最小值的若干倍,但仍低于击穿场强,求当电极处的场强为上述最小值的4倍时, R_1/R_2 应选的值。

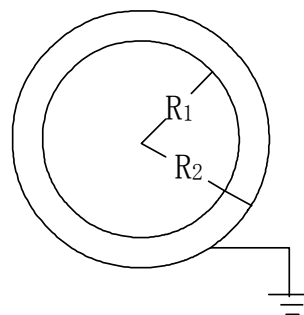


图 9-4

六、(15分) 图 9-5 为地球绕日运行的示意图。地球运行轨道在 XY 平面内， A 为此椭圆的中心，太阳中心位于坐标系原点处，地球的自转轴与 X 轴垂直，与 Z 轴的夹角为 θ 。图 9-6 所示为 XY 平面上运行的椭圆轨道。图 9-7 是地球和月球运行的示意图，地球自转的方向已在图中标出。试回答以下问题：

1. θ 的值等于多少？答：_____。
2. 在图 9-6 上用 Ch、Q、X、D 分别标出春分 (Ch)、秋分 (Q)、夏至 (X)、冬至 (D) 时地球所在的位置。
3. 根据人们对月球绕地球运动的观察结果可以判定月球绕地球运行的方向。在图 9-7 中用箭头画出月球运行的方向，并说明你作为此判断的理由。

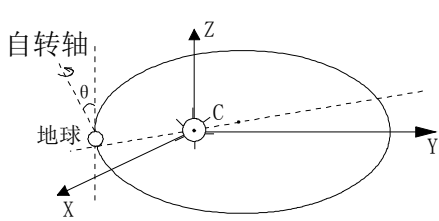


图 9-5

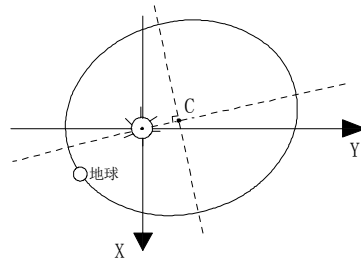


图 9-6

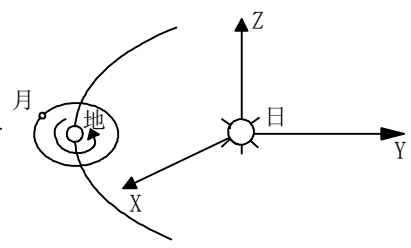


图 9-7

七、(15分) 设有一块透明光学材料，由折射率略有不同的许多相互平行、厚度为 $d=0.1\text{mm}$ 的薄层密接构成。图 9-8 表示与各薄层垂直的一个截面，**AB** 为此材料的端面，与薄层界面垂直。 OO' 表示截面的中心线。各薄层的折射率 n_k 的数值为 $n_k=n_0-k\nu$ ，其中 $n_0=1.4142$ ， $\nu=0.0025$ 。今有一光线 PO 以入射角 $\theta_0=30^\circ$ 射向 O 点。求此光线在材料内能够达到的离 OO' 最远的距离。

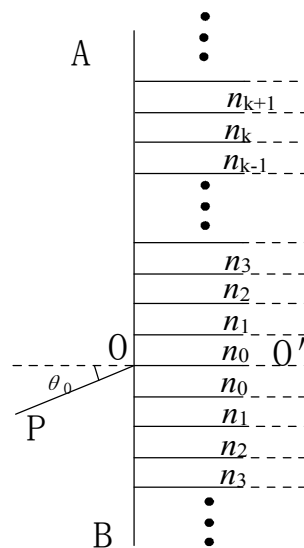


图 9-8

八、(20分) 图 9-9 中 A 是某种材料制成的小球，B 为某种材料制成的均匀刚性薄球壳。假设 A 与 B 的碰撞是完全弹性的，B 与桌面的碰撞是完全非弹性的。已知球壳 B 的质量为 m ，内半径为 a ，放置在水平的、无弹性的桌面上。小球 A 的质量亦为 m ，通过一自然长度为 a 的柔软的弹性轻绳悬挂在球壳内壁的最高处，如图所示。弹性轻绳被拉长时相当于倔强系数为 k 的弹簧，且 $ka=9mg/2$ 。起初将小球 A 拉到球壳内的最低处，然后轻轻释放。试详细的、定量的讨论小球以后的运动。

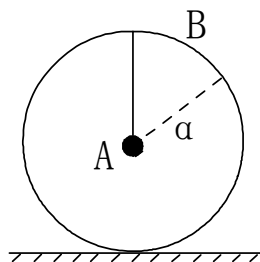


图 9-9

九、(10分) 远距离开动与停止电动机，通常用电磁开关（交流接触器），其构造示意图如图 9-10 所示。T₁T₂ 为由电磁铁驱动的电路板，上面画斜线部分为导电体。电磁铁 M 不通电时，T₁T₂ 处于图示位置，主接点 A₁ 与 A₁'、A₂ 与 A₂' 均不接通；电磁铁 M 通电时，T₁T₂ 被吸引向上移动，使主接点 A₁ 与 A₁' 接通，A₂ 与 A₂' 接通。电磁开关通常还附有四对接点 B₁、B₁'；B₂、B₂'；C₁、C₁' 和 C₂、C₂'，都称为辅助接点。电磁铁不通电时，接点 B₁ 与 B₁'，B₂ 与 B₂' 均不接通，而接点 C₁ 与 C₁' 接通，C₂ 与 C₂' 接通。电磁铁通电时，情况正好相反。

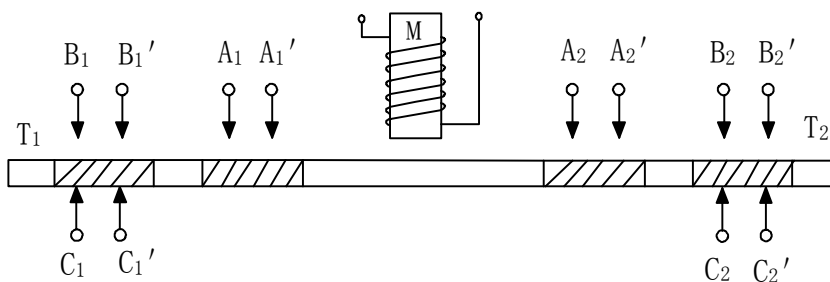


图 9-10

控制用的按钮开关的构造如图 9-11 所示。D、D' 为一对接点，按钮下装有弹簧，不按钮或按后手又松开时，按钮都处在图中所示位置，D、D' 接通；按下按钮时，D、D' 切断。E、E' 为另一对接点，按下按钮时接通，不按按钮或按后手又松开时切断。

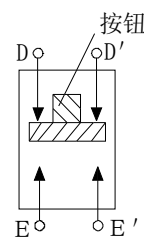


图 9-11

现在，电机的主电路（主接点与电源、电机的连线）已经接好如图 9-12，请在图上画连线，连线控制电路以满足下述要求：在离电机较远的甲、乙两处地方，均设开机按钮和停机按钮，当电机停止时，按下任何一个开机按钮（随即松开），电机即开始运转；当电机运转时，按下任何一个停机按钮（随即松开），电机即可停机（辅助接点限定只利用 B₂、B₂'）。

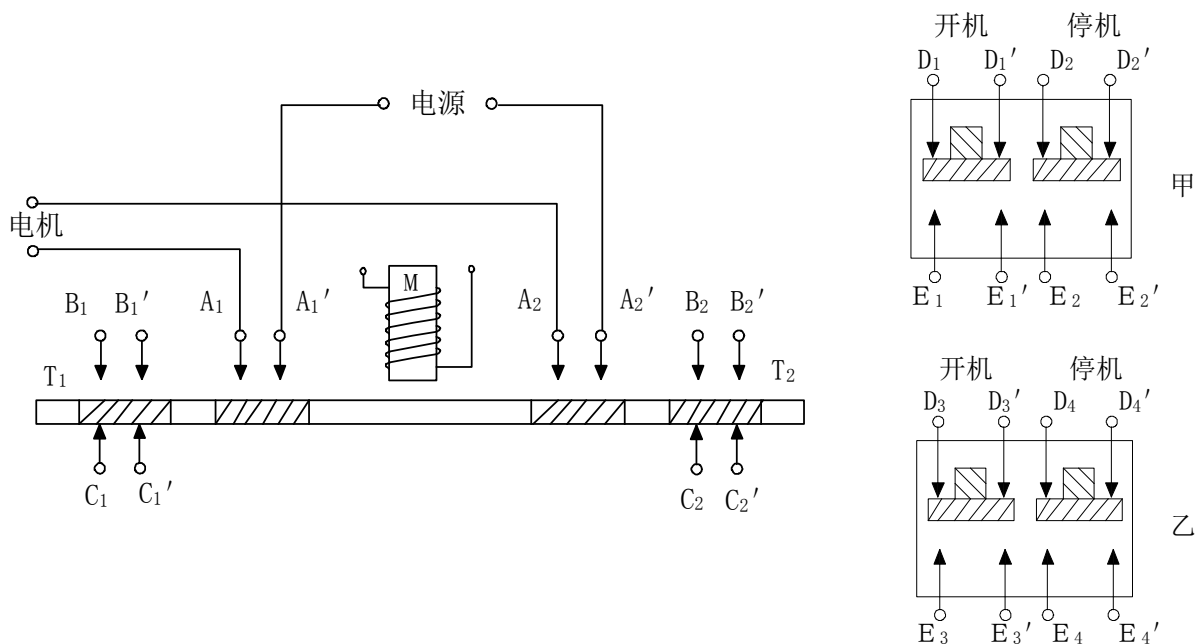


图 9-12