# 第十五届全国中学物理竞赛预赛试题

说明：全卷共八题，总分为140分

一．（24分，每小题6分）

1. 下雨时，雨点竖直落到地面，速度为10m/s。若在地面上发放一横截面积为80cm2，高10m的圆柱形量筒，则经30分钟，筒内接的雨水水面高度为1cm。现因风的影响，雨水下落时偏斜30°，若用同样的量筒接的雨水量与无风时相同，则所需时间\_\_\_\_\_\_\_分钟。
2. 一个质量为*m*、管口截面为*S*的薄壁长玻璃管内灌满密度为*ρ*的水银，现把它竖直倒插在水银槽中，再慢慢向上提起，直到玻璃管口刚与槽中的水银面接触。这时，玻璃管内水银高度为*H*，现将管的封闭端挂在天平另一个盘的挂钩上，而在天平另一个盘中放砝码，如图1。要使天平平衡，则所加砝码质量等于\_\_\_\_\_\_\_。



1. 考虑到地球上物体除受地球的引力外还受到太阳的引力作用，若用弹簧秤称量同一物体的重量时，白天的示数与夜晚的示数是否相同？试说明理由。（设地球上各点到太阳的距离之差忽略不计）
2. 一个由日本和印度物理学家组成的工作小组作了如下实验：

将6×104 kg铁放在很深的矿井中，以完全隔断宇宙射线的影响，在铁旁有铁和中很多很多探测器，只要铁核中有核子（质子或中子）发生衰变，这个事件总能被记录下来。

实验从1980年冬开始到1982年夏结束，历时1.5年，一共记录了三个核子的衰变。

已知*N*个平均寿命为τ的粒子经过*t*时间后的数目为*N*＝*N*0e-个，根据以上事实，试估算出核子的平均寿命。

已知核子质量*m*＝1.66×10-27kg，当0＜*x*≪1时，e-*x*≈1－*x*

二．（10分）

一固定的斜面，倾角为*θ*＝45°，斜面长*L*＝2.00m。在斜面下端有一与斜面垂直的挡板。一质量为*m*的质点，从斜面的最高点沿斜面下滑，初速度为零。下滑到最底端与挡板发生弹性碰撞。已知质点与斜面间的滑动系数*μ*＝0.20，试求此质点从开始到发生第11次碰撞的过程中运动的总路程。

三．（10分）

真空中，有五个电量均为*q*的均匀带电薄球壳，他们的半径分别为*R*，*R*/2，*R*/4，*R*/8，*R*/16，彼此内切于P点（如图所示）.球心分别为O1、O2、O3、O4、O5，求O1与O5间的电势差。

四．（20分）

如图所示，已知透镜主光轴OO′，发光点A，A经过透镜所成的像A′，以及两个互相垂直且几何尺寸，位置都已给定的平面镜M1和M2，

（1）在题中给定的图画上，用作图法画出透镜的位置和大小及焦点的位置，已知透镜的直径为2*R*；

（2）图中的物点C对整个光学系统成几个实象？几个虚象？

（3）在题中给定的图画上，再画出C点所成实象的光路图。



五．（25分）

如图所示，质量*M*＝0.4kg的靶盒位于光滑水平的导轨上，连接靶盒的弹簧的一端与墙壁固定，弹簧的倔强系数*k*＝200N/m，当弹簧处于自然长度时，靶盒位于O点。P是一固定的发射器，他根据需要瞄准靶盒，每次发射出一颗水平速度*v*0＝50m/s，质量*m*＝0.10kg的球形子弹.当子弹打入靶盒后，便留在盒内（假定子弹与盒发生非弹性碰撞）。开始时靶盒静止。今约定，每当靶盒停在或到达O点时，都有一颗子弹进入靶盒内。

（1）若相继有6颗子弹进入靶盒，问每一颗子弹进入靶盒后，靶盒离开O点的最大距离各为多少？他从离开O点到回到O点经历的时间各为多少？

（2）若P点到O点的距离为*s*＝0.25m，问至少应发射几颗子弹后停止射击，方能使靶盒来回运动而不会碰到发射器。

六．（25分）

如图所示，在*x*＞0的空间各点，存在*x*轴正方向的电场，其中在*x*≤*d*的区域中，电场是非均匀电场，场强E的大小随*x*增大，即*E*＝*bx*，*b*＞0，为已知常量在*x*≥*d*的区域中，电场是匀强的，场强为*E*＝*bd*。在*x*＜0的空间各点，电场的分布与*x*＞0的空间中的分布对称，只是场强的方向都沿着*x*轴负方向。一电子，其电荷为－*e*，质量为*m*，在*x*＝*d*处以沿*y*轴正方向的初速*v*0开始运动，如图所示。求：

（1）电子的*x*方向分运动的周期；

（2）电子运动的轨迹与*y*轴的各个交点中，任意两个相邻交点间的距离。



七．（16分）

1mol理想气体缓慢地经历了一个循环过程，在*p*-*V*图中这一过程是一个椭圆，如图所示。已知此气体若处在与椭圆中心Oʹ点所对应的状态时，其温度为*T*0＝300K。求在整个循环过程中气体的最高温度*T*1，和最低温度*T*2各是多少。

八．（10）

某电视台有一台用于智力竞赛的抢答显示系统（抢答机），它可供红黄蓝三个参赛队使用，抢答机用继电器控制，其线路如图1所示。主持人宣布问题要求抢答，然后说现在开始以后，最先按下按钮的队的指示灯亮，其余队再按则无反应。而亮灯的队松开按钮，导致自己的指示灯点亮，主持人可判该队犯规。为了解除摸对指示灯点亮的状态，主持人只需按一下自己操作台的按钮，即可恢复初始的待命状态.现在为能满足四个队参加比赛，必须增加一个供绿队使用的绿灯线路，为此需将原线路改装，技术人员以将原线路连好，如图2所示。请你将尚未连好的接线继续接妥，使其整体成为一台供四个队参赛用的抢答机。







图2中（a）和（b）是完全相同线路图。（a）图作为草稿图，不记分数，（b）图是正式答案线路图，作为评分依据，不得涂改。

说明：

（1）各图中“\_/\_”表示按钮开关，按下时为接通，松手时自动弹起为断开。

（2）图3中L为电磁铁线圈，不通电时，继电器不吸合，如图3（a）所示，这时三对常闭接点A1与A1′接通，A2和A2′接通，A3和A3′接通；三对常开接点B1和B1′，B2和B2′，B3和B3′，均不接通.L通电时，继电器吸合。如图3（b）所示，三对常闭接点断开，三对常开接点中B1与B1′接通，B2与B2′接通，B3和B3′接通。

（3）作图时，不连接的交叉线如图4所示。

（4）两连接的交叉线，在连接处画上黑点，如图5所示。