# 第十届全国中学生物理竞赛预赛试题

一、将正确的答案前面的字母填在横线上方（16分，每小题8分）

1．由于大气中CO2含量增多，导致全球气温增高，这被称为温室效应，是环境保护面临的一个重大问题。CO2对地面附近气温产生影响，主要是因为CO2气\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

（A）对射来的太阳光中的红外线有强烈的吸收作用，这就足以使全球气温增高

（B）在一昼夜中对射来的太阳光中吸收的热大于它向地球外四周辐射的热，这就使CO2的温度升高，导致全球气温增高

（C）对由地面向外辐射的红外线有强烈的吸收作用，是这些被吸收的热使大气温度升高

（D）强烈吸收由地面向外辐射的红外线，又向各方向辐射红外线，其中约一半向地面辐射，从而地面附近气温增高

（E）对由地面向外辐射的红外线有强烈的反射作用，使这些能量返回地面，从而地面附近气温增高。

2．十九世纪末到二十世纪初，标志近代物理学诞生的两项最重要的科学成就是下列诸项中的\_\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_\_\_。

（A）晶体管的发明 （B）麦克斯韦电磁场理论的建立

（C）狭义相对论的建立 （D）原子的核式结构的确定

（E）赫兹实验证实电磁波的存在 （F）世界上第一台激光器研制成功

（G）电子的发现 （H）量子论的提出

（I）放射性元素的发现 （J）超导电性的发现

二、（16分，每小题8分）

1．图中纵坐标为光电效应实验中所加电压（*U*），横坐标为光子的频率（*ν*0），若某金属的极限频率为*ν*0，普朗克恒量为*h*，电子电量为*e*，试在图中画出能产生光电流的区域（用斜线表示）。

图10-1

2．一光学系统如图1所示，A为物平面，垂直于光轴，L为会聚透镜，M为与光轴成45°角的平面镜。P为像面，垂直于经平面镜反射后的光轴。图2为同一光学系统的透视图。设物为A面上的一个“上”字（如图2），试在图2中实像面P上画出像的形状。

图10-3

图10-2

三、

图10-4

半径为*R*、质量为*M*1的均匀圆球与一质量为*M*2的重物分别用细绳AD和ACE悬挂于同一点A，并处于平衡，如图所示。已知悬点A到球心O的距离为*L*，不考虑绳的质量和绳与球心的摩擦，试求悬挂圆球的绳AD与竖直方向AB的夹角*θ*。

四、

磁流体发电机的示意图如图所示，横截面为矩形的管道长为*l*，宽为*a*，高为*b*，上下两个侧面是绝缘体，相距为*a*的两个侧面是电阻可忽略的导体，此两导体侧面与一负载电阻*R*L相联。整个管道放在一匀强磁场中，磁感应强度的大小为*B*，方向垂直于上下侧面向上。现有电离气体（正、负带电粒子）持续稳定地流经管道，为了使问题简化，设横截面上各点流速相同。已知流速与电离气体所受的摩擦阻力成正比；且无论有无磁场存在时，都维持管两端电离气体的压强差皆为*p*。设无磁场存在时电离气体的流速为*v*0，求有磁场存在时此流体发电机的电动势的大小*ε*。已知电离气体的平均电阻率为*ρ*。

图10-6

五、

如图中所示ad为一平行板电容器的两个极板，bc是一块长宽都与a板相同的厚导体板，平行地插在a､d之间，导体板的厚度bc＝ab＝cd｡极板a､d与内阻可忽略的电动势为*ε*的蓄电池以及电阻*R*相联如图，已知在没有导体板bc时电容器a､d的电容为*C*。现将导体板bc抽走，设已知抽走过程中所做的功为*A*，求这过程中电阻*R*上消耗的电能。

六、

晶体三极管的基极B、反射极E和集电极C的电势分别用*U*B、*U*E和*U*C表示。理想的硅NPN开关三极管的性能如下：

图10-7

当*U*B较*U*E高0.6V或更高，即*U*B－*U*E≥0.6V时，三极管完全导通，即发射极E与集电极C之间相当于用导线直接接通。

当*U*B－*U*E＜0.6V时，三极管关断。即发射极E与集电极C之间完全不通。开关三极管只有完全导通与关断两个状态。如图1所示是一个有实际用途的电路，Ⅰ和Ⅱ都是理想的硅NPN开关三极管。要求：

（1）在图2中画出输出电压*U*2随输入电压*U*1变化的图线。

（2）举出此电路一个可能的应用。

图10-8

七、

一圆锥透镜如图所示，S、Sʹ为锥面，M为底面；通过锥顶A垂直于底面的直线为光轴。平行光垂直入射于底面。现在把一垂直于光轴的平面屏P从透镜顶点A向右方移动。设不计光的干涉与衍射。

（1）用示意图画出在屏上看到的图像。当屏远移时图像怎样变化？

（2）设圆锥底面半径为*R*，锥面母线与底面的夹角为*β*（3°～5°），透镜材料的折射率为*n*。令屏离锥顶A的距离为*x*，求出为描述图像变化需给出的屏的几个特殊位置。

图10-9

八、

10个同样的扁长木块一个紧挨一个地放在水平底面上，如图10-10所示，每个木块的质量*m*＝0.40kg，长*l*＝0.50m，它们与底面间的静摩擦和滑动摩擦系数均为*μ*2＝0.10。原来木块处于静止状态。左方第一个木块的左端上方放一质量为*M*＝1.0kg的小铅块，它与木块间的静摩擦和滑动摩擦系数均为*μ*1＝0.20。现突然给铅块一向右的初速度*v*0＝4.3m/s，使其在大木块上滑行。试确定铅块最后的位置在何处（落在地上还是停在哪块木块上）。取重力加速度*g*＝10m/s2。设铅块的线度与l相比可以忽略。

图10-10

图10-11

L

九、

如图所示为一放在支架上的直立汽缸，其上部圆筒的体积为*V*m，内有一质量为2*m*、截面积为2*S*的很薄的活塞A。下部圆筒足够长，内有一质量为*m*、截面积为*S*的活塞B。两圆筒由一细而短的管道连通。活塞均可在各自的圆筒内无摩擦地上下滑动。活塞A的上方盛有1摩尔的理想气体，活塞A、B之间盛有2摩尔的同种理想气体。达到平衡时，A上方气体的温度为*T*0，A、B之间的气体的体积大于*V*m。该理想气体每摩尔的内能*U*可用*U*＝*cT*来表示，*c*为恒量，*T*为热力学温度。设活塞、汽缸壁、管道都是不导热的，活塞B处的大气压强为*p*0今通过上圆筒顶部的电热丝L对A上方气体缓慢加热，若在整个过程中传递给A上方气体的热量为*Q*0，问：

（1）在达到平衡时，A上方气体的温度*T*f等于多少？

（2）在加热过程中，活塞B对大气所做的功*W*等于多少？