# 第十四届全国中学生物理竞赛复赛试卷

全卷共六题，总分为140分。

一、（20分）

如图所示，用两段直径均为d＝0.02米且相互平行的小圆棒A和B水平地支起一根长为L＝0.64米、质量均匀分布的木条。设木条与二圆棒之间的静摩擦系数μ0＝0.4，滑动摩擦系数*μ*＝0.2。现使A棒固定不动，并对B棒施以适当外力，使木棒B向左缓慢移动。试讨论分析木条的移动情况，并把它的运动情况表示出来。设木条与圆棒B之间最先开始滑动。

*B*

*A*

图复14-1

*L*

二、（20分）

正确使用高压锅（见图1）的办法是：将已加上密封锅盖的高压锅加热，当锅内水沸腾时，加上一定重量的高压阀，此时可以认为锅内空气已全部排除，只有水的饱和蒸汽。继续加热，水温将继续升高，到高压阀被蒸汽顶起时，锅内温度即达到预期温度。

某一高压锅的预期温度为120℃，如果某人在使用此锅时，未按上述程序，而在水温被加热至90℃时就加上高压阀（可以认为此时锅内水汽为饱和汽），问当继续加热到高压阀开始被顶起而冒汽时，锅内温度为多少？

锅盖

出气孔

图复14-2

高压锅

高压阀

图复14-3



已知：大气压强*p*0＝1.013×105帕；90℃时水的饱和汽压*p*w（90）＝7.010×104帕；120℃时水的饱和汽压*p*w（120）＝1.985×105帕；在90℃到120℃之间水的饱和汽压*p*w和温度*t*（℃）的函数关系*p*w（*t*）如图2所示。

三、（20分）

滑线变阻器常用来限流和分压，其原理电路分别如图1和图2所示。已知电源两端电压为*U*（内阻不计），负载电阻为*R*0，滑线变阻器的全电阻为*R*，总匝数为*N*，A、C两端的电阻为*R*AB。



*C*

*B*

*A*

*U*

*R*0

图复14-4

*U*′

*C*

*B*

*A*

*U*

*R*0

图复14-5

（1）在图1中，当滑动端C移动时，电流*I*的最小改变量Δ*I*为多少（设变阻器每匝阻值≪*R*0）？

（2）在图1中，为使在整个调节范围内电流*I*的最小改变量Δ*I*不大于*I*的0.1%，滑线变阻器的匝数*N*不得小于多少匝？

（3）在图2中，滑线变阻器的额定电流*I*e不得小于多少？

（4）在图2中，设*R*0≫*R*，证明：负载端电压*U*ʹ与*R*AC有简单的正比关系。

四、（25分）

如图所示，OABC是一桌球台面。取OA为*x*轴，OC为*y*轴，P是红球，坐标为（*x*，*y*），Q为白球，坐标为（*x*ʹ，*y*ʹ）（图中未画出Q球在台面上的位置）。已知OA＝BC＝25分米，AB＝OC＝12分米。

图复14-6

*P*

*A*

*B*

*y*

*C*

*O*

*x*

（1）若P球的坐标为：*x*＝10分米，*y*＝8分米。问Q球的位置在什么范围内时，可使击出的Q球顺次与AB、BC、CO和OA四壁碰撞反弹，最后击中P球？

（2）P球有没有一些位置是Q球无论在什么地方出发，按上述次序从四壁反弹后都无法击中的？如没有，加以证明；如有，找出这些位置的范围（白球Q同四壁的碰撞均为弹性碰撞，两球体积很小，可看作质点）。

五、（25分）

一光学系统的结构如图所示，薄透镜L1为会聚透镜，焦距为*f*1；薄透镜L2为发散透镜，焦距为－*f*2。成像面P处放有照相底片，L1和P的位置固定不动，现给定*f*1＝3.00厘米，P与L1之间的距离*l*＝4.50厘米。L1与L2之间的距离*d*是可调的。要求通过调节*d*使无穷远处的物或近处的物都能在底片上成像，问：

图复14-7

物体

*O*2

*O*1

*L*2

*L*1

*u*1

*d*

*P*

*l*

（1）如果*f*2＝3.00厘米，物体从无穷远处移到*u*1＝100.0厘米处，则L2移动的距离为多少？

（2）是否只要*f*2和*d*取值适当，不管物体在什么地方都能在P上成像？如不能，则对物距有何限制？

（3）如果要求采用一个焦距确定的L2，通过调节*d*的数字使物距满足上面第2问的要求的物体都能在P上成实像，则L2的焦距*f*2应满足什么条件及相应的*d*的调节范围。

六、（30分）

一宇宙人在太空（那里万有引力可以忽略不计）玩垒球。辽阔的太空球场半侧为均匀电场*E*，另半侧为均匀磁场*B*，电场和磁场的分界面为平面，电场方向与界面垂直，磁场方向与垂直纸面向里。宇宙人位于电场一侧距界面为*h*的P点，O点是P点至界面垂线的垂足，D点位于纸面上O点的右侧，OD与磁场B的方向垂直，OD＝*d*。如图所示，垒球的质量为*m*，且带有电量－*q*（*q*＞0）。

（1）宇宙人是否可能自P点以某个适当的投射角（与界面所成的*θ*角）*α*0及适当的初速度*v*P投出垒球，使它经过D点，然后历经磁场一次自行回至P点？试讨论实现这一游戏，*d*必须满足的条件并求出相应的*α*0和*v*P。

（2）若宇宙人从P点以初速度*v*0平行与界面投出垒球，要使垒球击中界面上的某一D点，初速度*v*0的指向和大小应如何？

*O*

*D*

*P*

*h*

*B*

*E*