# 第十四届全国中学生物理竞赛预赛试题

全卷共九题，总分为140分

一．（10分）

一质点沿*x*轴作直线运动，其中*v*随时间*t*的变化如图（a）所示，设*t*＝0时，质点位于坐标原点O处。试根据*v*-*t*图分别在图（b）及图（c）中尽可能准确的画出：

（1）表示质点运动的加速度*a*随时间t变化关系的*a*-*t*图；

（2）表示质点运动的位移*x*随时间*t*变化关系的*x*-*t*图。

-20

-10

0

10

20

*v*/m s-1

*t*/s

9

8

7

6

5

4

3

2

1

图（a）

-30

-10

-20

0

10

20

*a*/m s-1

*t*/s

9

8

7

6

5

4

3

2

1

图（b）

30

*x*/m

-30

-10

80

0

40

20

*t*/s

9

8

7

6

5

4

3

2

1

图（c）

60

二．（12分）

三个质量相同的物块A，B，C用轻弹簧和一根轻线相连，挂在天花板上，处于平衡状态，如图所示。现将A，B之间的轻线剪断，在刚剪断的瞬间，三个物体的加速度分别是（加速度的方向以竖直向下为正）：

图预14-4

*C*

*B*

*A*

A的加速度是\_\_\_\_\_\_\_\_；

B的加速度是\_\_\_\_\_\_\_\_\_；

C的加速度是\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

三．（10分）

测定患者的血沉，在医学上有助于医生对病情作出判断，设血液是由红血球和血浆组成的悬浮液，将此悬浮液放入竖直放置的血沉管内，红血球就会在血浆中匀速下沉，其下沉速率称为血沉。某人的血沉*v*的值大约是10毫米/小时。如果把红血球近似看作是半径为*R*的小球，且认为它在血浆中所受的粘滞阻力为*f*＝6π*ηRv*。在室温下*η*≈1.8×10-3帕·秒。已知血浆的密度*ρ*0≈1.0×103千克/米3，红血球的密度*ρ*≈1.3×103千克/米3。试由以上数据估算红血球半径的大小（结果取一位有效数字）。

四.（12分）

有一半径为*R*的不导电的半球薄壳，均匀带电，倒扣在*xOy*平面上，如图所示图中*O*为球心，ABCD为球壳边缘，AOC为直径。有一电量为*q*的点电荷位于OC上的E点，OE＝*r*。已知将此点电荷由E点缓慢移至球壳顶点T时，外力需要作功*W*，*W*＞0，不计重力影响。

*E*

*T*

*P*

*R*

*C*

*B*

*z*

*y*

图预14-5

*D*

*A*

*R*

*O*

*x*

（1）试求将此点电荷由E点缓慢移至A点外力需做功的正负大小，并说明理由；

（2）P为球心正下方的一点，OP＝*R*。试求将此点电荷由E点缓慢移至P点外力需做功的正负及大小，并说明理由。

五．（16分）

某暗盒内是由若干定值电阻连接成的电路。从该电路中引出四个端钮1，1′，2，2′，如图（a）所示。

图预14-6

2

2′

1

1′

（*a*）

*I*1

*U*1

*I*2

2

2′

1

1′

（*b*）

*I*1′

*U*2

*I*2′

2

2′

1

1′

（*c*）

*E*,*r*

*R*L

2

2′

1

1′

（*d*）

（1）当2-2′端短接，1-1′端加*U*＝9.0V电压时，测得*I*1＝3.0A，*I*2＝3.0A，方向如图（b）所示；

（2）当1-1′端短接，2-2′加*U*＝3.0V电压时，测得*I*1′＝1.0A，*I*2ʹ＝1.5A，方向如图（c）所示。

1．试判断确定暗盒内能满足上述条件的最简单电路并构成此电路的各电阻的阻值；

2．当1-1端接电动势*E*＝7.0V、内阻*r*＝1.0Ω的电源而2-2′端接*R*＝6.0Ω的负载时，如图（d）所示，该负载获得的功率P是多少？

六．（20分）

如图所示，一薄壁钢筒竖直放在水平桌面上，桶内有一与底面平行并可上下移动的活塞K，它将筒割成A，B两部分，两部分的总容量*V*＝8.31×10-2米3。活塞导热性能良好，与桶壁无摩擦，不漏气。筒的顶部轻轻放上一质量与活塞K相等的铅盒，盖与筒的上端边缘接触良好（无漏气缝隙）。当桶内温度*t*＝27℃时，活塞上方A中盛有*n*A＝3.00摩尔的理想气体，下方B中盛有*n*B＝0.400摩尔的理想气体，B中气体中体积占总容积的1/10。现对桶内气体缓慢加热，把一定的热量传给气体，当达到平衡时，B中气体体积变为占总容积的1/9。问桶内气体温度*t*′是多少？已知桶外大气压强为*p*0＝1.04×105帕，普适气体常数*R*＝8.31焦/摩尔·开。

图预14-7

# A

*K*

# B

.

七．（20分）

A、B、C为三个完全相同的表面光滑的小球，B、C两球各被一长为*L*＝2.00米的不可伸长的轻线悬挂于天花板下，两球刚好接触。以接触点*O*为原点作一直角坐标系*Oxyz*，*z*轴竖直向上，*Ox*与两球的连心线重合，如图所示。今让A球射向B，C两球，并与两球同时发生碰撞。碰撞前，A球速度方向沿*y*轴负方向反弹，速率*v*A0＝4.00米/秒。相碰后，A球沿*y*轴负方向反弹，速率*v*A＝0.40米/秒。

图预14-8

*B O C*

*z*

*y*

*x*

（1）求B，C两球被碰后偏离O点的最大位移量；

（2）讨论长时期内B，C两球的运动情况（忽略空气阻力，取*g*＝10米/秒2）。

八．（20分）

在焦距为20.00厘米的薄凸透镜的主轴上离透镜中心30.00厘米处有一小发光点S，一个厚度可以忽略的光锲C（顶点*α*很小的三棱镜）放在发光点与透镜之间，垂直于主轴，与透镜的距离为2.00厘米，如图所示。设光锲的折射率*n*＝1.5，锲角*α*＝0.028弧度，在透镜的另一侧离透镜中心46.52厘米处放一平面镜M，其反射面向着透镜并垂直于主轴。问最后形成的发光点的位置在何处？（只讨论近轴光线，小角度近似适用，在分析过程中应作出必要的光路图）。

*M*

*L*

*C*

*S*

图预14-9

九．（20分 ）

如图，电源的电动势为*U*，电容器的电容为*C*，K是单刀双掷开关。MN，PQ是两根位于同一水平面的平行光滑长导轨，它们的电阻可以忽略不计。两导轨间距为*L*，导轨处磁感应强度为B的均匀磁场中，磁场方向垂直于两导轨所在的平面并指向图中纸面向里的方向。*l*1和*l*2是两根横放在导轨上的导体小棒，它们在导轨上滑动时与导轨保持垂直并接触良好，不计摩擦。两小棒的电阻相同，质量分别为*m*1和*m*2，且*m*1＜*m*2，开始时两根小棒均静止在导轨上，现将开关K先合向1，然后合向2。求：

图预14-10

*Q*

*P*

*M*

*l*2

*l*1

2

1

*C*

*U*

*N*

*L*

*K*

（1）两根小棒最终速度大小；

（2）在整个过程中的焦耳热损耗。（当回路中有电流时，该电流所产生的磁场可以忽略不计）