# 第十一届全国中学生物理竞赛预赛第一试试卷

全卷共十一题，总分为140分

## 一、（10分）

氢原子光谱中，赖曼系（由各激发态跃进到基态所发射的各光谱线组成的谱线系）、巴耳末系及帕邢系各系的最短波长的谱线所对应的光子能量是多少？（氢原子的电离能是13.6电子伏特）

答：赖曼系最短波长的谱线所对应的光子能量是\_\_\_\_\_\_\_\_\_电子伏特；

巴耳末系最短波长的谱线所对应的光子能量是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_电子伏特；

帕邢系最短波长的谱线所对应的光子能量是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_电子伏特。

## 二、（10分）

一光电管阴极对于波长*λ*＝4.91×10-7米的入射光，发射光电子的遏止电压为0.71伏特，当入射光的波长为多少时，其遏止电压变为1.43伏特？（电子电量*e*＝1.6×10-19库仑，普朗克常数*h*＝6.63×10-34焦耳·秒）

## 三、（10分）

太阳中能量来源的一种途径是4个质子和2个电子结合成一个α粒子，并释放能量，若质子质量*m*p＝1.007277原子质量单位，电子质量*m*e＝0.000549原子质量单位，α粒子的质量*m*α＝4.00150原子质量单位，则上述核反应所释放的能量为多少电子伏特？（已知1原子质量单位＝1.66×10-27千克）

## 四、（10分）

顶杆AB可在竖直滑槽K内滑动，其下端由凹轮M推动，凸轮绕O轴以匀角速*ω*转动，见图。在图示的瞬时，OA＝*r*，凸轮轮缘与A接触法线*n*与OA之间的夹角为*α*，试求此瞬时顶杆AB的速度。

M

*ω*

O

*α*

*n*

K

B

A



## 五、（12分）

要在一张照片上同时拍摄物体正面和几个不同侧面的像，可以在物体的后面放两个直立的大平面镜AO和BO，使物体和它对两个平面镜所成的像都摄入照相机，如图1。图中带箭头的圆圈P代表一个人的头部，白色半圆代表人的脸部，此人正面对着照相机的镜头；有斜线的半圆代表脑后的头发；箭头表示头顶上的帽子图2为俯视图。若两平面镜的夹角∠AOB＝72°，设人头的中心恰好位于角平分线OC上，且照相机到人的距离远大于人到平面镜的距离。

试在图2中画出P的所有的像的位置并用空白和斜线分别表示人脸和头发，以表明各个像的方位。

在图2左边的方框中画出照片上得到的所有的像（分别用空白和斜线表示人脸和头发，用箭头表示头顶上的帽子）

图预11-3

图预11-2

*P*

*O*

*B*

*A*

*P*

*C*

*B*

*A*

*O*

## 六、（12分）

有一个两端开口、粗细均匀的U形玻璃细管，放置在竖直平面内，处在压强为*p*0的大气中，两个竖直支管的高度均为*h*，水平管的长度为2*h*，玻璃细管的半径为*r*，*r*≪*h*。今将水平管内灌满密度为*ρ*的水银，如图所示。

图预11-4

2*h*

*h*

（1）如将U型管两个竖直支管的开口分别密封起来，使其管内空气压强均等于大气压强。问当U型管向右作匀加速移动时，加速度应为多大时才能使水平管内水银长度稳定为*h*；

（2）如将其中一个竖直支管的开口密封起来，使其管内气体压强为1个大气压。问当U型管绕以另一个竖直支管（开口的）为轴作匀速转动时，转速*n*应为多大才能使水平管内水银长度稳定为*h*。

（U型管作以上运动时，均不考虑管内水银液面的倾斜）

## 七、（12分）

跳水运动员从高于水面*H*＝10米的跳台自由落下，假设运动员的质量*m*＝60千克，其体形可等效为一长度*L*＝1.0米、直径*d*＝0.30米的圆柱体，略去空气阻力。运动员入水后，水的等效阻力*F*作用与圆柱体的下端面*，F*的量值随入水深度*Y*变化的函数曲线如图。该曲线可近似看作椭圆的长、短轴*OY*和*OF*重合。椭圆与*Y*轴相交于*Y*＝*h*处，与*F*轴相交于*F*＝*mg*处。为了确保运动员的安全，试计算水池中水的深度*h*至少应等于多少。（水的密度取*ρ*＝1.0×103千克/米3）

*Y*

*F*



*h*

*O*

图预11-5

## 八、（12分）

如图所示，一根长的薄导体平板沿*X*轴放置，板面位于水平位置，板的宽度为*L*，电阻可忽略不计，aebcfd是圆弧形均匀导线，其电阻为3*R*，圆弧所在的平面与*X*轴垂直，圆弧的两端a和d与导体板的两个侧面相接触，并可在其上滑动。圆弧ae＝eb＝cf＝fd＝圆周长，圆弧bc＝圆周长，一内阻*R*g＝*nR*的体积很小的电压表位于圆弧的圆心O处，电压表的两端分别用电阻可以忽略的直导线与b和c点相连，整个装置处在磁感应强度为*B*、方向竖直向上的匀强磁场中。当导体板不动而圆弧导线与电压表一起以恒定的速度*v*沿*X*轴方向平移运动时

*L*

图预11-6

*B*

*B*

*f*

*e*

*d*

*c*

*b*

*a*

*O*

*X*

V

（1）求电压表的读数；

（2）求e点与f点的电势差*U*e－*U*f。

## 九、（16分）

在如图所示的电路中，三个电容器*C*Ⅰ、*C*Ⅱ、*C*Ⅲ的电容值均等于*C*，电源的电动势*ε*，*R*Ⅰ、*R*Ⅱ为电阻。K为双掷开关。开始时，三个电容器都不带电。先接通oa，再接通ob，再接通oa，再接通ob，……，如此反复换向，设每次接通前都已达到静电平衡，试求：

*R*1

*R*2

*C*3

*ε*

*C*1

*o*

图预11-7

*C*2

*b*

*a*

*K*

（1）当K第*n*次接通ob并达到平衡后，每个电容器两端的电压各是多少？

（2）当反复换向的次数无限增多时，在所在电阻上消耗的总电能是多少？

## 十、（16分）

有一半导体砷化镓发光管，它发出波长为0.9微米的红外光，发光区为直径AB等于3毫米的圆盘，发光面上覆盖一折射率*n*＝3.4的半球形介质，如图所示，问：要使发光区发出的全部光线在球面上都不发生全反射，介质半球的半径*R*至少应该多大？

图预11-8

*O*

*B*

*A*

*R*

## 十一、（20分）

图预11-9

有一木板可绕其下端的水平轴转动，转轴位于一竖直墙面上，如图，开始时木板与墙面的夹角15°，在夹角中放一正圆柱形木棍，截面半径为*r*，在木板外侧加一力*F*使其保持平衡。在木棍端面上画上一竖直向上的箭头。已知木棍与墙面之间和木棍与木板之间的静摩擦系数分别为*μ*1＝1.00，*μ*2≈0.577。若极缓慢地减小所加的力*F*，使角慢慢张开，木棍下落。问当夹角张到60°时，木棍端面上的箭头指向什么方向？附三角函数表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *θ* | 7.5° | 15° | 30° | 60° |
| sin*θ* | 0.131 | 0.259 | 0.500 | 0.866 |
| cos*θ* | 0.991 | 0.966 | 0.866 | 0.500 |

# 第十一届预赛试题参考解答

一、13.6；3.4；1.51

二、m

三、eV

四、*ωr*tan*α*

五、略

六、1. 

2. 

七、m

八、1.

2. 

九、1.*U*Ⅰ,UⅡ=UⅢ=

2. 

十、*R*＞5.1mm

十一、顺时转135°处