# 第十七届全国中学生物理竞赛预赛

一、（共10分）

1、（5分）1978年在湖北省随县发掘了一座战国早期（距今大约2400多年前）曾国国君的墓葬——曾侯乙墓，出土的众多墓葬品中被称为中国古代文明辉煌的象征的是一组青铜铸造的编钟乐器（共64件）敲击每个编钟时，能发出音域宽广、频率准确的不同音调，与铸造的普通圆钟不同，圆钟的横截面呈圆形，每个编钟的横截面均呈杏仁状，图甲为圆钟的截面，图乙为编钟的截面，分别敲击两个钟的A、B、C和D、E、F三个部位，则圆钟可发出\_\_\_\_\_\_\_\_\_个基频的音调，编钟可发出\_\_\_\_\_\_\_\_\_个基频的音调。

2、（5分）我国在1999年11月20日用新型运载火箭成功地发射了一艘实验航天飞行器，它被命名为\_\_\_\_\_\_\_\_\_号，它的目的是为\_\_\_\_\_\_\_\_\_作准备。

二、（15分）

一半径为*R*＝1.00m的水平光滑圆桌面，圆心为O，有一竖直的立柱固定在桌面上的圆心附近，立柱与桌面的交线是一条凸的平滑的封闭曲线C，如图所示，一根不可伸长的柔软的细绳，一端固定在封闭曲线上的某一点，另一端系一质量为*m*＝7.5×10-2kg的小物块，将小物块放在桌面上并把绳拉直，再给小物块一个方向与绳垂直大小为*v*0＝4.0m/s的初速度，物块在桌面上运动时，绳将缠绕在立柱上，已知当绳的张力为*T*0＝2.0N时，绳即断开，在绳断开前物块始终在桌面上运动。

（1）绳刚要断开时，绳的伸直部分的长度为多少？

（2）若绳刚要断开时，桌面圆心O到绳的伸直部分与封闭曲线的接触点的连线正好与绳的伸直部分垂直，问物块的落地点到桌面圆心O的水平距离为多少？已知桌面高度*H*＝0.80m，物块在桌面上运动时未与立柱相碰，取重力加速度大小为10m/s2。

三、（15分）

有一水平放置的平行平面玻璃板*H*，厚3.0cm，折射率*n*＝1.5，在其下表面下2.0cm处有一小物S，在玻璃板上方有一薄凸透镜L，其焦距*f*＝30cm，透镜的主轴与玻璃板面垂直，S位于透镜的主轴上，如图所示，若透镜上方的观察者顺着主轴方向观察到S的像就在S处，问透镜与玻璃板上表面的距离为多少？

四、（20分）

某些非电磁量的测量是可以通过一些相应的装置转化为电磁量来测量的，一平板电容器的两个极板竖直放置在光滑的水平平台上，极板的面积为*S*，极板间的距离为*d*，极板1固定不动，与周围绝缘，极板2接地，且可在水平平台上滑动并始终与极板1保持平行，极板2的两个侧边与劲度系数为*k*，自然长度为*L*的两个完全相同的弹簧相连，两弹簧的另一端固定，图为这一装置的俯视图，先将电容器充电至电压*U*后即与电源断开，再在极板2的右侧的整个表面上施以均匀的向左有持续压强*p*，使两极板之间的距离发生微小变化，如图所示，测得此时电容器的电压改变量为Δ*U*，设作用在电容器极板2上的静电作用力不致引起弹簧的可测量到的形变，试求待测压强*p*。

五、（20分）

如图所示，在正方形导线回路所围的区域A1A2A3A4内分布有方向垂直于回路平面向里的匀强磁场，磁感强度*B*随时间以恒定的变化率增大，回路中的感应电流为*I*＝1.0mA，已知A1A2、A3A4两边的电阻皆为零，A4A1边的电阻*R*1＝3.0kΩ，A2A3边的电阻*R*2＝7.0kΩ。

（1）试求A1A2两点间的电压*U*12、A2A3两点间的电压*U*23、A3A4两点间的电压*U*34、A4A1两点间的电压*U*41；

（2）若一内阻可视为无限大的电压表V位于正方形导线回路所在的平面内，其正负端与连线位置分别如各图所示，求三种情况下电压表的示数*U*1、*U*2、*U*3。



六、（20分）

绝热容器A经一阀门与另一容积比A的容积大得很多的绝热容器B相连，开始时阀门关闭，两容器中盛有同种理想气体，温度均为30℃，B中气体的压强为A中的两倍，现将阀门缓慢打开，直至压强相等时关闭，问此时容器A中气体的温度为多少？假设在打开到关闭阀门的过程中处在A中的气体与处在B中的气体之间无热交换，已知每摩尔该气体的内能为*U*＝*RT*，式中*R*为普适气体恒量，*T*是绝对温度。

七、（20分）

当质量为*m*的质点距离一个质量为*M*、半径为*R*的质量均匀分布的致密天体中心的距离为*r*（*r*≥*R*）时，其引力势能为*E*p＝－，其中*G*＝6.67×10-11N·m2 kg-2为万有引力常量，设致密天体是中子星，其半径*R*＝10km，质量*M*＝1.5*M*日（*M*日＝2.0×1030kg，为太阳质量）。

（1）1kg的物质从无限远处被吸引到中子星的表面时所释放的引力势能为多少？

（2）在氢核聚变反应中，若参加核反应的原料的质量为*m*，则反应中的质量亏损为0.0072*m*，问1kg的原料通过核聚变提供的能量与第1问中所释放的引力势能之比是多少？

（3）天文学家认为：脉冲星是旋转的中子星，中子星的电磁辐射是连续的，沿其磁轴方向最强，磁轴与中子星的自转轴方向有一夹角（如图所示）在地球上的接收器所接收到的一连串周期出现的脉冲是脉冲星的电磁辐射，试由上述看法估算地球上接收到的两个脉冲之间的时间间隔的下限。

八、（20分）

如图所示，在水平桌面上放有长木板C，C上右端是固定挡板P，在C上左端和中点处各放有小物块A和B，A、B的尺寸以及P的厚度皆可不计，A、B之间和B、P之间的距离皆为*L*，设木板C与桌面之间无摩擦，A、C之间和B、C之间的静摩擦系数及滑动摩擦系数均为*μ*，A、B、C（连同挡板P）的质量相同，开始时，B和C静止，A以某一初速向右运动，试问下列情况是否可能发生？要求定量求出能发生这些情况时物块A的初速度*v*0应满足的条件，或定量说明不能发生的理由。

（1）物块A与B发生碰撞；

（2）物块A与B发生碰撞（设为弹性碰撞）后，物块B与挡板P发生碰撞；

（3）物块B与挡板P发生碰撞（设为弹性碰撞）后，物块B与A在木板C上再发生碰撞；

（4）物块A从木板C上掉下来；

（5）物块B从木板C上掉下来。

# 参考答案

一、

1、1，2 2、神舟，载人飞行。

二、

（1）桌面光滑，绳始终与速度垂直，所以绳子拉力不做功，速度大小不变。

设刚要断开时伸直部分绳长为*x*，则*T*0＝，

所以*x*＝＝0.6 m，

（2）设绳刚要断时物体位于*P*点，*v*0垂直于绳子，离开桌面后以初速*v*0作平抛运动，所以*H*＝*gt*2，*s*1＝*v*0 *t*，

*s*＝＝＝2.5 m。



三、

这里有三次成像，先由下表面成像为*S*1，由折射定律：sin *i*＝*n* sin *r*，又*i*和*r*都很小，所以＝*n*，即*S*1*A*＝*nSA*，

再由上表面成像为*S*2，由折射定律：*S*1*B*＝*nS*2*B*＝*S*1*A*＋*AB*，

再通过透镜成像，设透镜与上表面间距离为*x*，则物距为*u*＝*x*＋*S*2*B*，像距为*v*＝－（*x*＋*SA*＋*AB*），代入透镜公式，再代入数据得：*x*＝1.0cm。



四、

电量不变，*U*与*C*成反比，而*C*又与*d*成反比，

所以*U*与*d*成正比，即*U*＝*Ad*，

设极板2向左移动距离为*Δd*，电容器电压减小*ΔU*，

则*U*－*ΔU*＝*A*（*d*－*Δd*），即*Δ*＝*Δ*，

设弹簧偏离*θ*角，伸长了*ΔL*，则*pS*＝2*kΔL* sin *θ*，

又sin *θ*＝*ΔΔ*＝*Δ*，

所以*p*＝（）3。

五、

（1）*ε*＝*I*（*R*1＋*R*2）＝10 V，*ε*1＝*ε* / 4＝2.5 V，

*U*12＝－*ε*1＝－2.5V，*U*23＝*I R*2－*ε*1＝4.5V，*U*34＝－*ε*1＝－2.5V，*U*41＝*I R*1－*ε*1＝0.5V

（2）*A*1*V*1*A*4*A*1回路电动势为零，所以*I R*1－*IVRV*＝*I R*1－*V*1，*V*1＝3.0V

同理*V*2＝7.0V

因为*A*3*A*4边电阻为零，所以*V*3＝0。

六、

对*A*，由*pV*＝*μRT*，得：*M*＝*μ*，因为*B*容积很大，所以视其内部气体压强不变，打开阀门后有*M*’＝*μ*，进入*A*中的气体质量为：*ΔM*＝*M*’－*M*＝*μ*（－）

这些气体在*B*中时所占体积为：*ΔV*＝*ΔμRT*，把它压入*A*时，*B*中其它气体对它做的功为*W*＝2*pΔV*＝*pV*（－1），因为没有热交换，所以*W*＝*ΔU*，即

（－1）＝2×2.5（1－），则*T*’＝353K。

七、

（1）所释放的引力势能应等于始末位置的引力势能之差，故有

*Δ*＝＝＝2.0×1016J·kg-1

（2）聚变中每千克质量的核反应原料提供的能量为*Δ*＝0.0072 c2，所以*Δ*/ *Δ*＝31

（3）*ΔmπR* ≤ *Δ*，

所以*T*≥2*π*＝4.4×10-4s。

八、

（1）由*μmg*＝*maA*，*μmg*－*f*＝*maC*，*f*＝*maB*，而*aB*＝*aC*，此时*f*＝*μmg* / 2，小于最大静摩擦力，若刚好*A*和*B*不发生碰撞，则*A*运动到*B*处时速度与*B*相同，由动量守恒得：

*mv*0＝3 *mv*1，再由动能定理得：*mv*12－*mv*02＝－*μmg*（*s*1＋*L*），2*mv*12＝*μmgs*1，可解得：*v*0＝*μ*，若*v*0＞A和B将发生碰撞，

（2）若A和B发生碰撞，则碰时A、B动量守恒，速度互换，B代替A继续运动，若要刚好不与挡板碰撞，则*B*运动到*P*时三都速度相等，由动量守恒得：*mv*0＝3 *mv*2，由动能定理得：3*mv*22－*mv*02＝－*μmg* 2*L*，可解得：*v*0＝*μ*，若*v*0＞B和P将发生碰撞，

（3）B和P发生碰撞后速度互换，*C*以较大的加速度（*aC*＝2*μg*）向右减速运动，A和B以较小的相同加速度（*aA*＝*aB*＝*μg*）向右加速运动，最后，或者三者速度相等，或者A掉下来，B和A不可能在板上再发生碰撞，

（4）若A刚不掉下来，则运动到左端时三者速度相等，*mv*0＝3 *mv*3，3*mv*22－*mv*02＝－*μmg* 4*L*，所以可解得：*v*0＝*μ*，若*v*0＞A从C上掉下来，

（5）若A能从C上掉下来，设A刚掉下时三者速度分别为：*vA*、*vB*、*vC*，*vA*＝*vB*＜*vC*，

则*mv*0＝2*m vA*＋*m vC*，2*mvA*2＋*mvC*2－*mv*02＝－*μmg*4*L*

若B刚好不从C上掉下来，则B运动到C左端时B、C速度相等，

则*m vB*＋*m vC*＝2 *mv*4，2*mv*42－*mvB*2－*mvC*2＝－*μmg L*，

可以解得：*v*0＝*μ*，若*v*0＞B就从C上掉下来。