**培尖教育2018年学科竞赛夏令营物理模拟卷（五）**

学号： 姓名： 学校：

...............................................................................装................................................订...............................................线.............................................................

**考试时间：150分钟 总分320分**

**（请在答题卷上作答）**

1. 在台球比赛中，选手常常会将球打向球台的内边缘，在内边缘碰撞后会反射，若把球看成一个质点，则反射规律将和完全相同。但实际上，球在打向边缘前在球台上做纯滚动。但在碰撞后瞬间，球的平动会发生反射，但球的角速度却并不会随之改变。

1. 试求球与内边缘碰撞后再次达到纯滚动后的运动方向与将其看成质点的反射方向偏角的值
2. 试求小球运动轨迹的方程（在匀速运动前）
3. 试求小球停下来所用的时间

（球的速度为V，半径为R,入射角为θ，球与球台的摩擦系数为μ。忽略球与球台内侧面的摩擦，并假设V不会太小以至于反弹后停止运动，小球匀质。）

2. 对如图所示的半无限电阻网络，有三个接点，电阻网络上的电阻阻值分别为r，R1，R2。

（1）求1，3两端的电阻；

（2）求1，2两端的电阻和2，3两端的电阻（本问有）。



3. 三线摆

三线摆是实验室常见的一种仪器，它由一个水平的摆盘和三条长度相同的摆线组成，摆线与圆盘的连接点与圆心之间所呈的夹角均为，如图所示，将三线摆的摆盘绕着竖直轴旋转一个小角度后，会近似地做简谐运动。三线摆上面的固定圆盘半径为，摆盘的半径为。已知摆盘的质量为，绕着竖直轴的转动惯量为，摆盘平面与上面固定圆盘平面之间的距离为，重力加速度为;



（1）若绳子的质量可以忽略，试推导三线摆小角度振动的周期；

（2）但是实际上绳子也是具有一定的质量的，每根绳子的质量为，试求此时的振动周期。

4. 如图所示，有一个由四个边长为a的匀质薄板制成的正四面体容器，每个薄板的质量为m。

1. 试求该薄板相对于其一条棱边的转动惯量。
2. 将该容器放在一个地面上使容器沿着一个容器于地面的接触棱为轴小角度扰动，角度大小为θ，并且容器与地面接触时，发生动能损失，变为原来的e2，接触棱与地面不发生滑动。

①求从θ0处释放直至该运动停止所用的时间。

②在该容器内部装上蜂蜜，装满蜂蜜时，蜂蜜的质量为m（由于蜂蜜黏性极大，可认为小扰动情形下蜂蜜与容器相静止）求加满蜂蜜时从释放到停止运动所需要的时间。



5. 我们来考虑一下水珠的准静态热力学过程，所满足的方程对于水珠需同时考虑其表面张力即热容的影响，不妨将其分别视为表面层（内能只与表面积有关）与不可压缩的其余部分（内能只与温度有关）

（1）现只考虑表面层，已知表面张力系数与温度的关系，为，其内能与表面积关系，试计算对于高温热源为低温热源温度为的卡诺循环的效率

（2）考虑整个水珠若其热容恒为C，写出其绝热过程方程。

（3）试计算作为一个整体的水珠满足对于高温热源温度为,低温热源温度为的卡诺循环效率。

6. 一个带电圆环，电荷线密度为。半径为，现将一个电荷量为的正点电荷放置在距球心为的位置（）

(i)试求点电荷q的与圆心距离随时间变化的函数，即求r（t）；

(ii)求初态系统的电能.已知圆环自能为W（2阶）

(iii)若有一个垂直于纸面的微扰，求其末态速度



7，电像法 是根据静电场的唯一性定理，在导体或介质分界面附近存在电荷时，用虚拟的镜像电荷代替边界上感应电荷的影响，以此作为求解静电边值问题的一种方法。

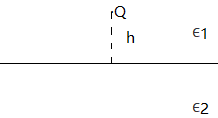
（1）由于同一种电荷分布对于导体内外产生的影响不同。现考虑孤立的半径为R的理想导体球壳，一点电荷与导体球心相距为d，导体表面会有相应的电荷分布，求出该种电荷分布分别对导体内外的等效像电荷。(提醒：题目并未给出R、d大小关系)

（2）在（1）中，内、外各种像电荷的总量分别是否与实际的总感应电荷的量相同？为什么？

（3）现考虑电介质现象中的像电荷。如图一点电荷位于上部介质中，感应电荷在界面上会有一层分布，现要求：

求出该感应电荷分别在上下区域的对应的像电荷；

求出点和面密度与距离Q在界面上的垂足O距离r的关系



8，若在空间的某一个容器中，有一些气体，速度平均分布函数为，在该容器的内壁上有一个小孔，面积A很小。气体通过小孔泻流的过程中，由于泻流出去的分子数很小，可以忽略掉原容器内速率分布函数的变化

1. 求单位时间从小孔出去的分子数目dN/dt，其中容器内的气体分子数密度为；
2. 接上问，求泻流出去的分子的速率分布函数；
3. 若经过多次泻流，试用表示出第i次泻流后的速率分布函数；
4. 若本来的即三维气体的麦克斯韦分布，m，k，T均已给出

(i)试论述三维气体泻流i次后，其速率分布即为3+i维的气体在T下的麦克斯韦分布

(ii)求n维空间下“球面”的表面积公式（可含积分号，半径为R，n>3）

(iii)令n=4，求S4 （半径为R）

[已知，其中n维空间下“球面”的面积满足，其中为“球面”半径]