**培尖教育2018年学科竞赛夏令营物理模拟卷（一）**

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．如图所示，在光滑的水平面上有一个质量为的匀质正方形板，板上有一个质量同为的小虫，小虫沿着正方形板的边缘缓慢爬动。正方形板上有一个箭头图案，在小虫爬动过程中该图案会随之旋转。

（1）试求小虫相对于正方形板爬行一周后，板上箭头转过的角度；

（2）把正方形板换成正三角形板，质量仍为，试求

（i）板相对于过其质心，且垂直于板的平面的轴的转动惯量

（ii）小虫相对于正三角形板爬行一周后，板上箭头转过的角度。

小虫

2．有一个点电荷q处在真空中，在空间另一半区域是相对介电系数为的介质，点电荷q与介质交界面的距离为d

（1）求点电荷q的受力。

（2）试求介质面上束缚电荷面密度分布

（3）试求如图以角发出的电场线与介质面交于何处？



3．行李箱大致可以模型化为如图所示的样子，提杆质量为，长度为，有四个轮子固定在箱底（侧面只能看到两个），半径为r，侧面看箱子高为2a，厚度为a，可看成质量均匀分布，质量为10m，4个轮子的总质量为2m，可视为圆盘参与计算，箱体的底部与地面相距为；

（1）若轮子与地面间的摩擦系数相当之大，在把手处施加水平向右的作用力，试求在箱子的两轮刚刚翘起后，施加的水平作用力的大小；

（2）若箱子相对于原来的情况偏转了一个角度，且保持恒定作匀加速运动，试求此时在箱子把手处施加的水平作用力的大小。



4．在空间中存在着电场和磁场，电场是由位于点处的正电荷产生的，磁场沿轴的正方向，大小为。一个带正电的粒子被限制在平面上运动，真空介电常量已知。



（1）若粒子作半径为的圆周运动，试求其运动速度；

（2）若在以做圆周运动时，径向给予一个微扰，试求径向振动的角频率（答案表达式中允许出现。

5．根据热力学基本方程，理想气体的熵可以写作，但这种熵的形式不适合粒子束变化的系统。我们可以通过采取某些方法得到的形式。

（1）我们注意到，熵是一个广延量，请以此为条件，得到的形式（可包含待定常量）

（2）我们来看以下一个粒子数不变的具体系统

在一个如图所示的柱体内有数密度为的理想气体，温度为，现在将容器的两个底面分别与热源相接触，后来内部压强达到恒定，认为温度随线性变化，满足关系式；



（1）求内部气体的压强；

（2）求这一过程中的熵变.

6.我们将灯泡中的灯丝视为一种柱形黑体，对于钨丝，电阻率为，当其在220V标准交流电下工作时，功率为100W，温度为2800，斯忒潘常量为

（1）求钨丝的半径和长度；

（2）已知钨的熔点为，电阻的温度系数为0.00482，线胀系数为，试求该灯的最大电压是多少。（可以认为电阻率电阻丝的线度都是随温度时线性变化的）

7，如图所示，有一根杆，质量为，杆的一端铰接在点，杆长为，质量均匀分布。在时刻给杆的末端一个垂直于纸面的冲量，使杆的末端获得一个的速度。（在初态垂直于纸面，且），初态；

（1）若杆不带电，求的最大值；

（2）若在点下方处有一个固定的点电荷，杆均匀带电，总电量为，且满足关系式；

（i）求系统电势能的表达式（用表示）；

（ii）再求杆与竖直方向夹角的最大值。



8．光子和质子有时会发生介子反应，反应方程式为，其中，，

（1）一束质子经过250的加速电压后（原来质子的速度可以忽略不计）出射出去，求出射质子的速度

（2）用一束光迎面射向这束质子，则质子有一定的概率和光子相碰，对于相碰的质子，假设恰好可以发生介子反应，试求解射出的质子束的速度。

（3）发生介子反应后，粒子在运动过程中会发生衰变：，其中，试求介子与入射光的夹角为直角时，介子的速度。