

**厦门大学《大学物理B（下）》课程**

**期末试卷（A卷）**

**2017－2018第1学期（2018.1）**

一、（15分）

如图，轻弹簧和小球组成弹簧振子系统。现将小球从平衡位置向下拉10 *cm*后从静止释放，已知振动周期*T* = 2 *s*, 假设向下为正位移，试求：

（1）小球的振动方程；

（2）小球第一次经过平衡位置时的速度；

（3）小球第一次在平衡位置上方5 *cm*处的加速度。

解：

（1）已知 *A* = 10 cm, *T* = 2 s, 有



故小球的振动方程为。 （5分）

（2）有小球的振动方程，可知

速度 （5分）

（3）有小球的速度方程，可知

加速度

根据条件，可知，所以 （5分）

二、（10分）

三个同方向、同频率简谐运动的运动方程分别为 （SI）；



（SI）；

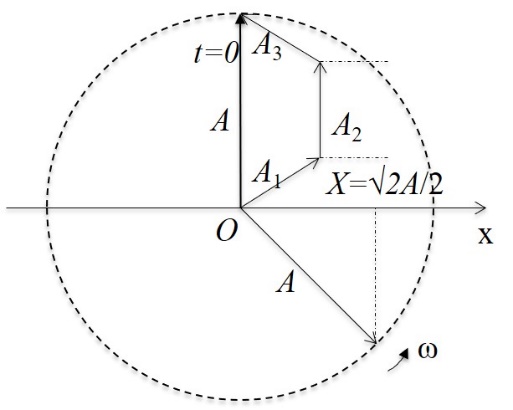
（SI）。

求：（1）合振动的角频率、振幅、初相及合振动表达式；

（2）合振动由初始位置运动到（*A*为合振动的振幅）处所需要的最短时间。



（可采用旋转矢量法进行分析解答）

解：

（1）由于同方向、同频率简谐运动的合成运动仍然是同频率的简谐运动，所以所求合振动的角频率与分振动相同，为314 rad/s。

利用振幅矢量图将三个分振动的振幅矢量A1、A2和A3首尾相接进行合成计算，可得合振动的振幅为

合振动的初相为

合振动的表达式为 （SI）

（2）由图可得旋转矢量A由初始位置第一次转到使时，所转过的角度为，需要的时间为

三、(15分)

一平面波沿着*x*轴正方向传播到介质分界面***M***，在***B***点发生反射并形成波节，已知坐标原点***O***到介质界面***M***的垂直距离***L*** = 1.75 m, 波长***λ*** = 1.4 m，入射波在原点***O***处的振动方程为，假设反射波不衰减，试求：

（1）入射波的波动方程；

（2）反射波的波动方程；

（3）***OB***之间其余波节的位置；

解：（1）已知坐标原点***O***的振动方程为

则入射波的波动方程为： （4分）

（2）反射波的波动方程，已知反射点***B***为波节，故要考虑半波损失。

入射波达到***B***点的振动***O***的振动方程为：

在B点的反射波的振动方程为： （3分）

设由***B***到***C***的距离为*L-x*，故C点的相位为B点落后，所以反射波的波动方程为：

 （2分）

（3）波节位置，入射波与反射波在某点相遇后干涉减弱的位置，即为波节的位置。故*x*处入射波与反射波的相位差为：

 （2分）

当时振动减弱，即

在 （2分）

所以，当 （2分）

四、（10分）

在一平面玻璃上，端正地放一锥顶角很大的圆锥形平凸透镜，形成劈尖角***φ***很小的空气薄层。若用波长为 λ 的平行单色光垂直照射凸透镜，试问：

（1）干涉条纹的形状；

（2）级明纹和暗纹的位置***r***（如图）。（结果用、λ和***φ***表示）

解：

（1）由于空气薄膜的等厚线为同心圆，故干涉条纹的形状为一圈圈的同心圆环。（2分）

（2）设半径为*r*处的空气薄膜的厚度为*h*，需考虑半波损失带来的影响（1分），则

 （2分）

而，故有 （1分）

 （2分）

整理，可得

 （2分）

五、（15分）

在杨氏双缝实验中，已知双缝间距*d* = 3 *mm*，缝距屏的距离为*D*＝3 *m*，若用波长为 λ＝550 *nm*的单色光照射双缝，试求：

S1

S2

***r*1**

***r*2**

*P*

*x*

*O*

S1

S2

***r*1'**

***r*2'**

*M*

*x'*

*O*

（1）干涉条纹的间隔；

（2）厚度为，折射率为（>1）的薄膜挡于S2前。试定性说明插入薄膜后，屏上*Ox*轴正方向区域的干涉条纹移动的方向；

（3）若厚度，条纹移动的距离为5 *mm*，试计算薄膜折射率。

解：（1）条纹间隔， （3分）

将代入上式，可得

 （2分）

（2）插入薄膜后，屏上*Ox*轴正方向区域的干涉条纹将下移。（3分）

（3）未加薄膜时，设P点为*k*级明纹处，则在P点应满足

，故，

插入薄膜后，设*k*级明纹移至*M*点处，则在*M*点应满足



由于，则有 

由于，故，所以插入薄膜后，屏上*Ox*轴正方向区域的干涉条纹下移距离为



已知，，故折射率为

 （7分）

六、（12分）

用波长为的平行光垂直照射在宽度为的狭缝上，在缝后放置一焦距的凸透镜，将屏幕置于缝后凸透镜焦平面处，求，

（1）第一级暗纹到衍射图样中心的距离；

（2）第二级明纹到衍射图样中心的距离；

（3）改用波长为的平行光垂直照射，中央明条纹的线宽度将如何变化？

解：

（1）单缝衍射的暗纹分布满足 

当较小时，，暗纹中心位置 （2分）

所以，第一级暗纹到衍射图样中心的距离

 （2分）

（2）明纹分布满足 

明纹中心位置 （2分）

第二级 （）明纹到衍射图样中心的距离：

 （2分）

（3）中央明纹的宽度 （2分）





可见，改变光的波长后，中央明纹增宽0.2mm。 （2分）

七、（13分）

在垂直入射光栅的平行光中，有两种波长成分和，已知*nm*，的第3级光谱线与的第4级光谱线在离中央明纹中心5 *mm*处重叠，且的第5级光谱线缺级。所用透射焦距为0.5 *m*。求：

（1）为多少？

（2）光栅常数*d*为多少？

（3）光栅的最小缝宽*b*为多少？

解：（1）由光栅方程： （2分）

在重叠处有 

 （2分）

（2）





 *m* （4分）

（3）根据缺级条件：

 （2分）

最小缝宽相应于，即第k级干涉明纹由于落在单缝衍射第1级暗纹上而缺级。

 *m*. （3分）

八、（10分）

在偏振化方向成正交的两偏振片之间有一偏振片绕沿光传播方向的转轴以角速度匀速转动。有一强度为*I*0的自然光先后通过这三个偏振片。求：

（1）出射光强度*I*与时间*t*的关系函数（选取中间偏振片与第一个偏振片的偏振化方向一致时为计时起点）；

（2）出射光的最大强度及其出现的条件。

解：

（1） （5分）

（2）时，*I*最大， （3分）

 （2分）