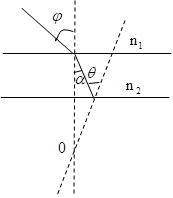
复赛试题解答

【题一答案】

先证明一个折射不变量：

正弦定理： （5’） 

又∵ （5’）

解得：

（5’）

又∵物理上一个微分方程给定加上初始条件，则解唯一 （5’）

考察如图：

余弦定理：

又∵



 （5’）

显然只需 （5’）

此条件显然可以满足

∵对P,Q两点有

 （5’）

 （5’）

【题二答案】

（1）由于是微扰，说以我们不妨设：

（1’）

角动量守恒：

（2’）

径向牛二律：

（2’）

代入得：

（2’）

代入并做近似处理：

（3’）

在平衡位置我们有：

（3’）

代入上式得：

（2’）

所以径向振动角频率为ω。

（实际上为椭圆轨道，我们在另一方面证明了轨道的闭合性）。

1. 由于是微扰，说以我们不妨设：

（1’）

角动量定理：

（3’）

左右两边积分得：

（3’）

代入并做近似处理：

（3’）

径向牛二律：

（3’）

代入并做近似处理得：

（3’）

再次代入； (3’)

并做近似处理：

（3’）

（3’）

【题三答案】

先计算发射光子能量，由动量守恒：

（3’）

所以 （3’）

假设发射能量为E的光子后，动量守恒：

（3’）

能量守恒：

（3’）

由上式解得：

（4’）

由洛伦兹变换不变量 （3’）

又因为 （3’）

（3’）

又因为相对论多普勒效应 （3’）

所以 （3’）

所以 （3’）

所以 （3’）

解得 （5’）

代入得： （3’）

【题四答案】

（1） （过程略，有错不得分）（10’）

（2）设球心与环心连线和竖直线夹角为，环与球摩擦力为f,

对球壳： （2’）

对环： （2’）

（2’）

（2’）

所以由上式解得： （2’）

又因为 （2’）

所以由上式解得：

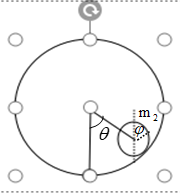
又因为sin （2’）

所以由上式可得：

（1’）

（3）能量解法，如图：此球壳中心为势能零点： （2’）

由几何关系（2’）

 （2’）

由几何关系：（2’）

代入R=3r可得：

（2’）

.（2’）

又因为 （3’）

易证明时，稳定，时， 稳定。

时，以代入略去高阶小量后可解：

(2’）

（2’）

时 同上可解得：

（2’）

（） （2’）

【题五答案】

(1)我们首先列出A板对应的辐射能流：

板A 板B

首次辐射 B反射 B吸收

再次反射 B反射 B吸收

再次反射 B反射 B吸收

…… …… ……

以上列出的所有反射波模式同时存在于两个金属板之间。

(分析正确板间的能流得5’)

-

（5’）

代入前述所得，给出

最后 （5’）

由B板为起源的另外一族辐射场所给出的结果同理为：

（2’）

所求的辐射能流为以上二者叠加：。 （叠加定理，3’）

(2)插入外来板之后最终外来板会在其本身没有直接与外界热源接触的条件下通过两边的辐射场最终达到平衡态，稳态条件为向两边辐射的净能流为零。

直接写出

（两个能流共8’）

平衡条件 （2’）

最终解出

（给出最后结果得最后5’）

【题六答案】

(1)贮存在两个线圈之间的能量为：

将上式整理为：

令 ，

求解：

可以得到：

因为

故为极小值

或

(2)

当线圈形成耦合共振时输入端的等效阻抗分别为：

假设为输入电压，考虑输入电压为：

与输出电压：

进而可以得到：

因此负载功率为：

(3)

能量输出效率为：

其中：

进而带入之后有：

例如给定如下数值：

（4’）

(4)

对式子微分可以得到极值的时候应该满足的条件：

令，上式化简后可以得到：

解二次方程可以得到：

【题七答案】

（1）固有电矩在外电场中的势能是

由此得总极化强度

（2）对于弱场，有，也即

每个偶极子的极化率

（3）电子的运动外力有电场力，阻尼力和回复力

该受迫阻尼振动方程的解为

极化率

介电常数

由电磁学，相对介电常数与折射率之间满足方程

(4)考虑到n是复数，其虚部对应着传播长度，电磁波的振幅发生衰减。

代回得到

当，由以上形式得出

所以

材料对电磁波吸收系数应该正比于波矢k与，定义为

在传播时

(5)群速度满足

在共振区，有，于是

由折射率实部满足

代入以上式子，得到

这表明,在共振频率附近,群速可以超过光速,但这并不违背因果律,因为此时色散曲线变 化很快,群速度已失去了实际意义,不能再作为能量传播的速度