综合试题一解答

一、

①（由开三律可得，略）

② ③

④

⑥

⑦

⑧

⑨

⑩

又⑪

⑪式⑫

代入数据可得⑬

(①式5分②③式各2分④⑤式各2分⑥⑦式各3分⑧⑨式各5分⑩⑪⑫式各3分⑬式2分)

二.

（1） …………………①

又 ……………………②

①②式解得： ………………….③

（2）以LIGO单臂端点处为引力势能零点，则其质量为m粒子势能为④

光子在引力场传播有红移，红移量为:

 …………………⑤

 …………………⑥

 …………………⑦

 …………………⑧

 …………………⑨

300次反射 …………………⑩

 …………………

代入数据可得 …………………

(~,~式分别4分)

三.

（1）,……………①

(2)令(此为波函数的一般形式) ……………②

代入原方程可得：……………③

……………④

相速度 ……………⑤

群速度……………⑥

(3)很小，将展开后， ……………⑦

……………⑧

由题意：10-5，，……………⑨

近似可得：……………⑩

(4)由题意得：令

则：……………

将原式做变量替换后积分可得： ……………

（R>r时）……………

(R<r时) ……………

（5）假设导线通过电量，内球壳带电量，外球壳带电量Q-，则由内外球壳电势相等可得：

……………

化简可得：

……………………………………………………………

(~式每式2分，~式每式3分)

四.

(1)单个电子的运动方程为: ………………

由题意可知，电子的运动是稳定的简谐运动，猜解为： ………………

加速度为： ………………………………

代入运动方程可得：， …………………………

因此位移随时间的函数为： ………………………

(2)从(1)中可知： ………………………………

单位体积内有n个电子，极化强度为： ……………………

由此得到极化率和相对介电常数：…………………………………

 …………………………………………

介质对电磁波的折射率为： ………………………

(3)正常透射要求折射率是正实数，因此：时低频电磁波无法透入电浆…………

(,~式分别4分，,式分别2分)

五.

（1）绳向下与地面发生碰撞，在时间内，有质量的绳子与地面发生完全非弹性碰撞，…………………………………

(2)绳向上运动，设某一瞬间悬在空中的绳质量为m，速度为v，它拖动地面质量为的绳子达到共同速度………………………………

能量损耗(已忽略二阶及以上的小量)…………………………

故一周内有=………………………

总能量…………………………

………………………………

(注：本题有多种解题方法，参考解答应该是最简单一种，只要建模合理得出答案相同均能得到全部分数)

六.

(1)假设活塞向下偏移一小量x，这时活塞受到的合力为

 …………………

由于气体经历绝热过程，因此有………………

 ……………

初态气体压力与活塞重力相等: ……………

因此合力为: ……………

为线性回复力，由于氦气为单原子分子气体，………………

由理想气体状态方程可得

 ……………………

因此活塞振动的角频率为

 ………………

(2)先将气体体积压缩到原来的一半，这时气体压强和温度分别为

, ……………

无初速度释放活塞，设活塞与最初的平衡位置距离x，活塞向下为正，则气体压强和温度为

, ……………

这个过程中气体对活塞做功为

 ……………………

由功能原理

 …………………

代入已知各量，得到数值解, …………………

气体的体积：， ……………

(~式分别3分，~式分别4分)

七.

1. ………………①

…………………②

…………………………③

…………………④……………⑤

………………⑥

1. …………………⑦

…………………………⑧

………………………………⑨



………………⑩

……………………………⑪

1. …………⑫ ……………⑬

⑫③式可得：…………⑮

，…………………⑯

……………⑰

（①②③④⑥式各2分，⑦-式各3分，~,式各3分）

八.

（1）首先我们知道有经典力学推出来的方程解为：………

然后我们将本问中的方程化为r对的微分方程：

…………………

两边对求微商可得：………………

利用u进行无量纲化可得：…………………

我们对方程进行一阶近似（代入）：…………………

令满足：……………………

解得：…………………………

………………………

将上式进行一阶修正为：………………

因此…………………………

（2）同第一问的推导可得光子运动方程：………………

我们代入零级近似:可得：…………………

此方程有一个特解：……………………

零级解在u=0时方位角为，我们计算一级解为…………………

代入方程满足：…………………

我们利用为小量的近似可得：………………………

因此最终得到光线偏转角为：………………………

（可见利用广义相对论计算出来的光线偏转角为经典牛顿力学计算出来结果的2倍）

（注1式与11式参考解答略去计算过程，考生作答时需要给出具体过程，11式3分；1~10式与12~17式每式2分）