**培尖教育2018年学科竞赛夏令营物理模拟（十六）**

**参考答案**

题一.

（1）由牛顿第二定律得



解得



1. 设某时刻由正电荷指向负电荷的方向矢量与轴正方向夹角为，质心方向速度为、方向速度为，质心坐标为，由角速度恒定得



对系统由质心运动定理得





积分得





再次积分得





此即质心的轨迹方程

1. 设粒子处的感生电场强度为，由法拉第电磁感应定律得



解得



考虑电场力对质心的冲量作用，在微元时间内，电场力对质心元冲量大小记为，则



电场力对质心元冲量的方向以角速度匀速旋转，经过总时间，匀速旋转的元矢量首尾相连便组成一个圆，前个周期内的矢量和为零，只有最后个周期内的矢量和有贡献，贡献大小记为，则



同理，再考虑洛伦兹力对质心的冲量作用，在微元时间内，洛伦兹力对质心元冲量大小记为，某时刻磁感应强度已减小至，则



洛伦兹力对质心元冲量的方向以角速度匀速旋转，经过总时间，由于磁感应强度缓慢减小，匀速旋转的元矢量首尾相连便组成一个向圆心缓慢收敛的圆状螺旋线，矢量和记为



由于洛伦兹力与电场力正交，故与的夹角即为

质心所受的总冲量记为，则



由动量定理即得质心的终极速度



题二.

1. 由机械能守恒得



由运动学关联得



其中，联立解得



再由运动学关联得





1. 由运动学关联得



由牛顿运动定律、角动量定理得



联立解得



题三.

推导可得光子辐射压强



由条件知



由此得



计算星体的引力势能，有



由位力定理、理想气体状态方程、能量按自由度均分定理得



代入得



即有



解得



题四.

1. 
2. 

题五.

（1）在以速度大小向轴正方向平动的惯性参考系中，根据伽利略变换，电场强度变为零，磁感应强度仍为。在系中，粒子做匀速圆周运动，运动轨迹





换回实验室参考系中，得到粒子在实验室参考系中的运动轨迹



代入得



显然这表示一条摆线（滚轮线）

1. 设某时刻粒子的动量为，坐标为，质量为。由方向动量定理得



等式两边累加求和得



由能量守恒得



由狭义相对论知



联立以上各式并利用得



将、作比值



分离变量得



积分，得到粒子的运动轨迹



题六.

1. 由组合数学的知识

（2）利用以及得

（3）三维分子链的情形

系统的玻尔兹曼熵

1. 分子链上的拉力

题七.

1. 由能量守恒，可令，

取散射波的相位差为，光经过原子后，新的波为散射波与透射波的叠加，复振幅可以表达为

介质中的光为平面波，经过原子前后振幅不变，有

考虑到散射振幅比由原子本身的性质决定，因此可得

1. 分析可得，由此得到
2. 散射光向反方向传播由于叠加会抵消为零。

题八.

人体的固有频率为