问题一：解：设处于价带能级上的电子个数为N，根据热力学规律，在稳定状态下，掺杂的磷中多余的电子满足玻尔兹曼分布，即在温度T=300K下，处于导带能级上的电子个数为，处于导带下能级处的电子个数为，则在磷的掺杂浓度，体积的硅半导体中，磷提供的游离电子数为

其中玻尔兹曼常数。

解得

则

故硅半导体中有个磷提供的电子跃迁到了半导体的导带能级上。

问题二：1.答：这个冰箱能降温。

解：因为冰箱制冷时，其原理相当于一个热机对外界做功的逆过程，即制冷剂从低温处（冰箱内部，）吸收热量，并对外界（电路）做负功W（消耗电能），将热量转移到高温处（冰箱外部，）。

根据热力学第二定律，所有热机中可逆热机效率最高，为

考虑冰箱制冷所能降到的热力学极限温度，设冰箱为可逆热机，则

随着时间的推移，冰箱内部温度不断下降，即不断增大，即不断增大，又因为冰箱功率W不变，故冰箱制冷剂从冰箱内部吸收热量的功率不断减小，当制冷剂从冰箱中吸收热量的功率与灯泡（产生热量）的功率）（100瓦）相等时，冰箱内部温度达到恒定而不再下降，此时

故

即冰箱内热力学温度达到冰箱外部热力学温度（室温）的二分之一，若室温为300K，则冰箱能降到的热力学极限温度为150K。

2.答：假设空调与电阻丝的功率相同，空调制热的原理相当于一个热机对外界做功的逆过程，即制冷剂从低温处（外挂机处）吸收热量，并且对外界（电路）做负功（消耗电能）在高温处（室内机）放出热量，即空调制热为，而电阻丝加热器制热的原理为单纯地将电能转化为热能，相同时间内，电阻丝制热等于其消耗的电能W，显然在相同的时间内，空调的制热量大于等功率的加热电阻丝的制热量，即空调加热的效率比同功率的电阻丝加热器要高。

3.答：制热空调外挂机吹出来的风比环境温度低。因为制热时，空调中的制冷剂在室内机处被压缩液化放出热量，在外挂机处气化吸收热量，使外挂机处吹出来的风温度降低。

4.答：同样的一台空调在夏天制冷的时候，它的外挂机吹出来的风比环境温度高。因为制冷时，空调中的制冷剂在室内机处气化吸收热量，在外挂机处被压缩液化释放热量，使外挂机吹出来的风温度升高。

问题三：1.证明：根据牛顿第二定律，在电场E的驱动下质量为m，电量为e的电子的加速度为

在时间间隔内不发生碰撞而在时刻内发生碰撞的概率为，这一类电子中速度达到v的个数所占的比例为。

则在所有电子中速度达到v的个数占的比例为

在某一个时刻，所有电子的平均漂移速度为

2.证明：设t=0时刻有个电子，到t时刻为止没有经历过碰撞的电子数为N(t)。

因为平均碰撞时间为，表示dt时间内发生碰撞的概率为，故在dt时间内发生碰撞的电子数为

又可表示为

两边同时积分得

整理得

代入初始电子数可得

故到t时刻为止都没经历过碰撞的电子数N(t)与时间t的关系为

在个电子中，在时间间隔内不发生碰撞而在时刻内发生碰撞的电子数即为到t时刻都没经历过碰撞的电子数与到t+dt时刻都没经历过碰撞的电子数之差

故单个电子在时间间隔内不发生碰撞而在时刻内发生碰撞的概率为

问题四：1.解：颗粒物的动力学方程可化为

两边同时积分得

整理得，颗粒物速度随时间的变化关系为

其中a为待定的系数。

将初速度代入可得

故一个颗粒物速度随时间的变化关系为

2.解：第一个式子左端的量纲为

右端的量纲为

由

得的量纲为

而的量纲为

故与是同一个量纲。

3.证明：由于在dt时间内，颗粒发生碰撞的概率为，故经过dt时间，颗粒有的概率动量变为0，有的概率动量保持不变，为p(t)，因此统计平均意义上，经过dt时间，颗粒的动量为

题目中颗粒物的动力学方程可化为

代入即可得

又已知的表达形式为，故与是同一个表达形式。