问题一：1.证明：对于连接任意两个状态A,B的任意两个可逆过程（1）,（2），假设（1）,（2）两个可逆过程的熵变不等，即

则对于由A状态经过（1）到B状态再经过（2）返回A状态这一可逆循环，其熵变为

即

又由克劳修斯不等式，对任意循环

于是有

故这一可逆过程的内能变化为

由A状态回到A状态，物质竟然内能减少，也就是说相同的状态有不同的内能，这显然是荒谬的，因此假设错误。

故对于连接相同两个状态的不同的可逆过程，其熵变相等。

2.解：设N为气体具有的分子个数，n为单个气体分子的（未被冻结的）自由度数目，为气体在A处的温度（热力学温标K），分别为气体在A,B,C处的体积，分别为气体在A,B,C处的压强。代表玻尔兹曼常数。

对于A到B过程，由于其为等温膨胀并吸热，熵变为

对于A经过C到B过程，其熵变可分解为A到C和C到B两过程熵变之和，即

其中，对于A到C过程，由于其为绝热膨胀过程，与外界热量交换为0，故熵变为0，即

对于C到B过程，其熵变为

(i)因为A到B过程为等温过程，故

(ii)因为A到C过程为绝热过程，故

其中，故

将①、②式代入\*式中，得

故对于A经过C到B过程，其熵变为

故，A到B过程的熵变等于A经过C到B过程的熵变。

问题二：本题中气体对外做的功W为正表示对外做正功（体积膨胀），为负表示对外做负功（体积收缩）；和外界交换的热量Q为正代表吸热，为负代表放热；内能变化为正代表内能增加，为负代表内能减少。

1.解：设气体的物质的量为n，定容热容量为（若气体为空气，则常温下）。代表，代表玻尔兹曼常数。

过程中，气体温度不变，故其内能变化为0，即

对外界做功为

根据热力学第一定律，和外界交换的热量为

过程中，气体体积不变，故其对外界做功为0，即

内能变化为

根据热力学第一定律，与外界交换的热量为

过程中，气体温度不变，故其内能变化为0，即

对外界做功为

根据热力学第一定律，和外界交换的热量为

过程中，气体体积不变，故其内能变化为0，即

根据理想气体状态方程，气体内能变化为

根据热力学第一定律，和外界交换的热量为

2.解：整个循环气体从热源总共吸收的热量为

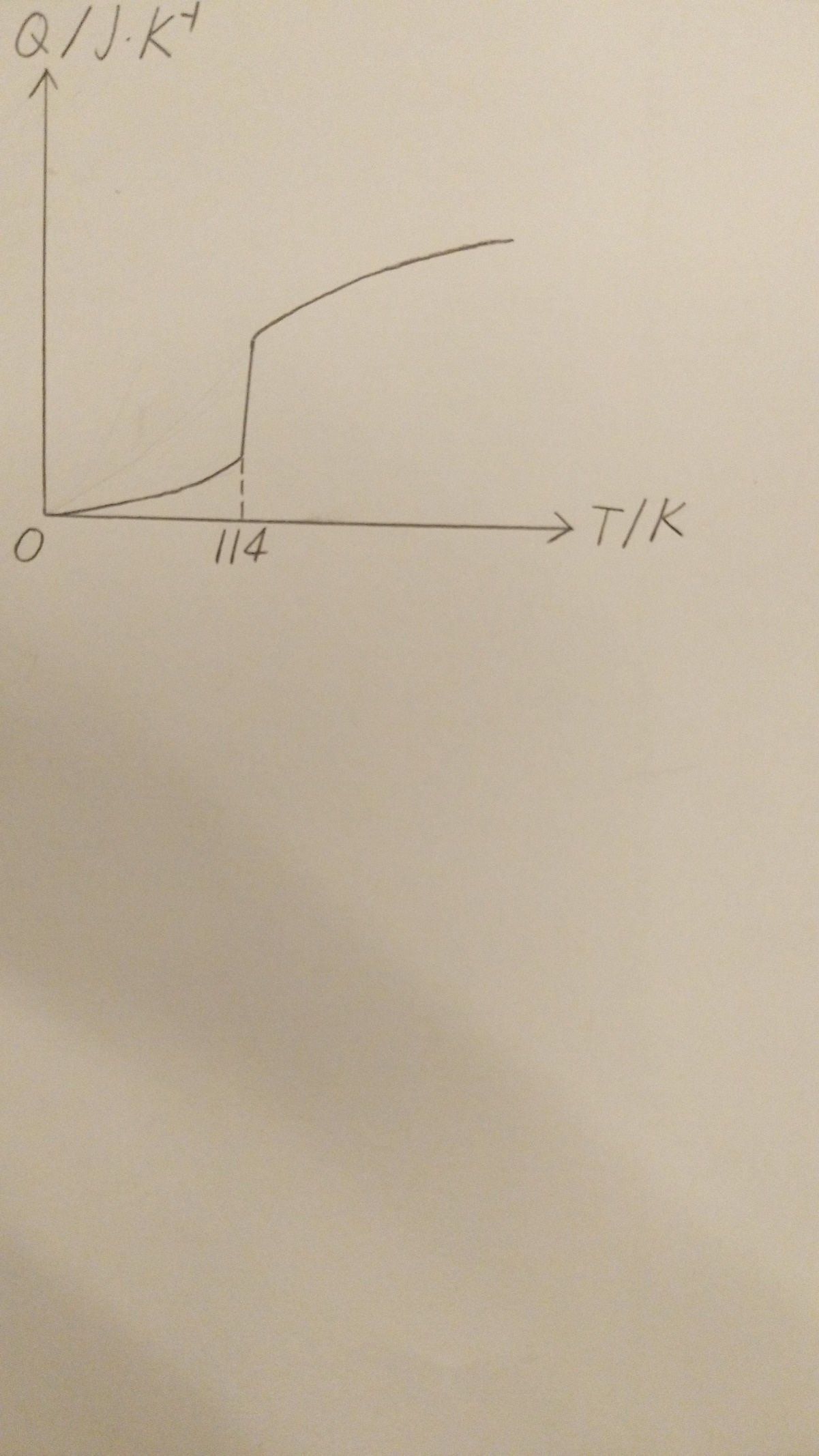
对外做功为

此热机的效率为

此热机的效率与工作于和两个热源的Carnot热机的效率相等。

因为根据热力学第二定律，所有热机中可逆热机效率最高，且对于任何可逆热机，这一效率都为。

问题三：答：如图。



作图依据：由于图中线上各点都为可逆过程，故

则

因此S-T图中曲线的斜率即为图中曲线上相同横坐标处的函数值。