**Carnot Prensibi ve Mutlak sıcaklık eşeli**

**Carnot kendi adı ile anılan prensibine göre *aynı sıcaklıklar arasında çalışan bütün tersinir makinaların verimlerinin aynıdır.***

**Buna göre**

**Eğer suyun donma ve kaynama noktalarını 00C ve 1000C olarak**

**alırsak**

**T = αq idi**

**T100 = αq100**

**T0 = αq0**

**Bunları birbirinden çıkarırsak**

**T100 -T0 = α(q100 - q0)**

****

**Buradan**

|  |
| --- |
|  |

**Bu mutlak sıcaklık veya Kelvin eşelinin temelidir. Sıcaklık ısı makinesine gelen ve giden ısıların bir ölçütüdür.**

****

**Bunu ilk fark eden Lord Kelvin olmuştur . Bu yüzden mutlak sıcaklık eşeline onun adı verilmiştir.**

**Dolayısı ile Carnot makinesinin verimi mutlak sıcaklıklar cinsinden yazılabilir.**

****

**T1 = 0K ise η=1-0 =1**

**ki bunun anlamı alınan ısının tamamının işe döndürüldüğüdür. Bu da II kanuna aykırıdır**

**Mutlak sıfırın altına inilmesi durumunda ise**

****

**ki bu durumda yoktan iş elde edilmiş olmaktadır ki bu da hem I hem de II kanuna aykırıdır**

**Entropinin bir hal fonksiyonu olduğunun ispatı**

****

****

**Bunu biraz daha açalım . Birçok ufak Carnot çevriminden oluşan bir toplam proses alalım**

**Bu prosesleri hepsini yapınca toplam proses de yapılmış olur**

****

****

****

**Bunu açarsak**

|  |
| --- |
|  |

****

**Buda entropinin bir hal fonksiyonu olduğunu gösterir.**

**Tüm çevrimler için**

****

**Limit durumunda toplam proses bir seri çevrim ile gösterilebilir.**

****

**Buda entropinin bir hal fonksiyonu olduğunu gösterir**

**Clausius eşitsizliği**

**Clausius tersinmez sistemlerde**

**ve tersinir sistemlerde de**

****

**olduğunu bulmuştur**

**Bu prensibi**

****

**şeklinde açıklamıştır**

**Buna göre tersinmez sistemlerde sistemin dolayısıyla evrenin entropisi artar iken tersinir sistemlerde değişmez .**

**Minimum enerji Prensibi**

**Adyabatik olarak yalıtılmış bir ortamda bulunan mükemmel bir jeneratörün ucuna sürtünmesiz bir ipe asılmış olan bir ağırlık bağlayalım . Ağırlık yere doğru indikçe jeneratörü döndürür ve elektrik enerjisi elde edilir.**

**Burada görüldüğü üzere mekanik enerji elektrik enerjisine döndürülmektedir. Sürtünmesiz ve adyabatik bir sistem göz önüne aldığımıza göre**

**qter =0 ∴ΔSsis=0, ΔSort=0 ve ΔStop=0**

**Burada bir çelişki varmış gibi görülmektedir. Olay kendiliğinden cereyan etmesine rağmen entropi değişimi sıfır olarak bulunmaktadır. Ancak bu kriter sabit enerjili sistemler için geçerlidir. Buradan şu sonuç çıkar : *enerji sabit iken entropi maksimuma giderken , entropi sabit iken enerji minimuma gider***

**Soğutmanın İşlemi**

**Bildiğimiz gibi soğuk ortamdan sıcak ortama ısı aktarılırken sistem üzerinde bir iş yapılmalıdır( çünkü işlem doğal yönünün aksine döndürülmektedir)Bu işi yapan makinelere *soğutucu* denir . Soğutucular tersine çalışan ısı makineleridir**

**Soğutmada en önemli sorun yapılması gereken minimum işi hesaplamaktır**

**Soğuk bir sistemden bir q ısısı çekip sıcak sisteme verelim**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Bu durumda entropi değişimi** |

|  |
| --- |
|  |
|  |

**Burada T1>T2 olduğundan ΔS <0 çıkar ve bu proses kendiliğinden olmaz. Entropiyi artırmanın yegane yolu sisteme verilen q1 ısısının sistem tarafından absorplanan q2 ısısını aşmasını sağlamaktır. Bu da ancak sistem üzerinden bir iş yapmak sureti ile sisteme enerji eklemek suretiyle mümkün olur. Bunu bir grafik üzerinde gösterelim**

**Buradaki en önemli sorun prosesin olması için verilmesi gereken minimum enerji miktarını hesaplamaktır. Buna performans katsayısı (c) adı verilir. Buna göre performans katsayısı**

****

**lql =soğuk ısı deposundan alınan ısı**

**w = Prosesin cereyan etmesi için yapılması gereken minimum iş**

**Ne kadar az iş yapılırsa proses c değeri de o kadar yüksek olur**

**Sıcak depoya verilen ısı**

****

****

**Bir soğutucunun tersinir yani en verimli çalışması durumundaki performans katsayısına c0 dersek**

****

**Bundan sonra yapılması gereken şey q değerlerini sıcaklıklar cinsinden ifade etmektir.**

****

**Soğuk deponun entropi değişimi =**

****

**Sıcak deponun entropi değişimi =**

**Proses tersinir olarak cereyan ettiğine göre**

****

****

**Buradan**

****

|  |
| --- |
|  |

**Düşük Sıcaklığın Muhafazası İçin Gerekli İş**

**Bir başka önemli sorunda düşük sıcaklık bir kere sağlandıktan sonra bunun nasıl muhafaza edileceğidir. Hiçbir yalıtım mükemmel değildir. Newton’un soğuma kanuna göre sıcaklık artışı T2-T1 farkına bağlıdır. Düşük sıcaklığın muhafazası için soğuk cisme giren ısı ondan uzaklaştırılan ısıya eşit olmalıdır. Buradan**

****

**Burada A numunenin boyuna ve termal yalıtıma bağlı olan bir sabittir .**

**Minimum güç P ise sıcaklığı muhafaza etmek için ısının minimum uzaklaştırma hızıdır**

****

**Buradan**

****

**Görüldüğü gibi güç sıcaklık farkının karesi ile orantılıdır . Dolayısıyla soğutucuları sıcak bir günde çalıştırmak soğuk bir günde çalıştırmaktan çok daha masraflıdır.**

**Termodinamiğin üçüncü kanunu**

Richard, Planck ve Walters gibi araştırmacılar saf kristallerin entropileri üzerine yaptıkları araştırmalar sonunda temel bir prensip öne sürmüşlerdir . Onlara göre mutlak sıfır noktasında saf kristallerin mutlak entropileri sıfır alınabilir. Bu prensip çözeltiler ve aşırı doymuş sıvılar için geçerli değildir. Buna göre



daha önceden gördüğümüz üzere bir sistemin düzensizliği ile mutlak entropisi arasında

ile

