2.1.4. Virtüel iş teoremi :

Bir katı cisim P dış kuvvetlerinin ve mesnet reaksiyonlarının tesiri altında dengede bulunsun. Dengede bulunan bu cisme ikinci bir $\overline{P}$ kuvvet takımını tatbik edelim. $\overline{P}$ kuvvet takımı kendi içinde dengede yani bileşkesi sıfır fiktif (hayali, keyfi) kuvvet takımı olsun. Cisim bu $\overline{P}$ fiktif kuvvet takımı dolayısıyla bir miktar deformasyon yapacaktır. Bu deformasyon cismin mesnet şartlarına uygun ve onun geometrik şeklini bozmayan ve sonsuz küçük bir deformasyondur. Buna mümkün olan anlamında virtüel deformasyon denir. Şimdi cismin içinde sonsuz küçük bir (dx dy dz) elemanını düşünelim. Bu eleman yüzey kuvvetleri ile kitle kuvvetlerinin tesiri altında dengededir. Virtüel deformasyon dolayısıyla (dx dy dz) elemanı genel olarak şu hareketleri yapabilir :

a. Ötelenme ve ağırlık merkezi etrafında dönme yani katı hareket

b. Deformasyon yani şeklinin değişmesi

Şimdi (dx dy dz) elemanına P dış kuvvetlerinden dolayı tesir eden yüzeysel kuvvetlerin ve kitle kuvvetlerinin bu virtüel deformasyonda yaptıkları işi hesaplıyalım :

dA_m : Kitle kuvvetlerinin katı hareket dolayısıyla yaptığı iş

dA_f : Yüzeysel kuvvetlerin yaptıkları toplam iş

dA_v : Yüzeysel kuvvetlerin sadece deformasyon dolayısıyla yaptıkları iş. Buna virtüel deformasyon işi denir.

$dA_f - dA_v$: Yüzeysel kuvvetlerin sadece katı hareket dolayısıyla yaptıkları iş

dx dy dz elemanına P kuvvetlerinden dolayı tesir eden yüzeysel kuvvetlerle kitle kuvvetleri dengede oldukları için bileşkeleri sıfırdır. O halde mekanikten biliyoruz ki bunların sadece katı hareket dolayısıyla yaptıkları iş de sıfırdır.

$$dA_m + dA_f - dA_v = 0$$

$$dA_m + dA_f = dA_v$$

Bu denklemi bütün(dx dy dz)elemanları için yazar toplarsak yani cisim için hacim integrali alırsak

$A_m + A_f = A_v$ denklemini elde ederiz.

(dx dy dz)elemanına P kuvvetlerinden dolayı tesir eden yüzeysel kuvvetler eleman yüzeydeyse P dış kuvvetleri ve gerilmeler; cismin içindeyse gerilmelerden ibarettir. Birbirlerine komşu olan(dx dy dz)elemanlarına tesir eden gerilmeler; etki ve tepki prensibi dolayısıyla birbirlerine eşit ve fakat zıt yönlüdür. O halde bunların sadece katı hareket dolayısıyle yaptıkları işlerin cebirsel toplamı da sıfırdır. Kitle kuvvetlerini de dış kuvvetlerden sayabileceğimizden aşağıdaki denklemi buluruz.

Dış kuvvetlerin virtüel işi = Virtüel deformasyon işi

İşte bu denkleme" Virtüel iş teoremi" denir. Bir daha ifade edersek P dış kuvvetleri ile yüklü ve dengede bir cisme virtüel bir deformasyon yaptıracak olursak; virtüel deformasyon esnasında dış kuvvetlerin yaptıkları toplam iş, virtüel deformasyon işine eşittir. P dış kuvvetlerinin tatbik noktalarının virtüel deformasyon dolayısıyle yapacakları deplasmanların kuvvetler üzerindeki izdüşümlerini $\overline{\delta}_p$ ile gösterirsek :

$$\Sigma P \cdot \overline{\delta}_p = \text{Virtüel deformasyon işi}$$