: 09.02.2021

cl. 9a _ S.19-2 _ Teorema impulsului și Legea cons. impulsului pentru un sistem de două sau (n)-puncte materiale (p.m)

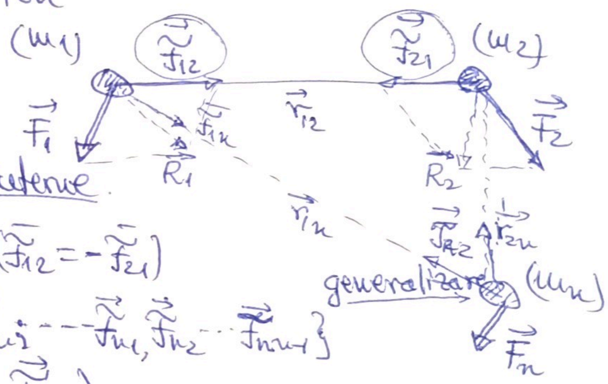
1.- Sistem de puncte materiale (2/n) - aflate în interacțiune.
2.- Forțe și sisteme de forțe interne ($\vec{\mathcal{F}}$) și externe ($\vec{F}$)
3.- Legea de variație a imp. pt. un sist. de 2-p.m. și generalizarea ei pt. un sist. de n-p.m.
4.- Legea de conservare pt. un sist. de 2-p.m. și generalizarea la n-p.m.

---

(1) Alegem un sistem fizic alcătuit din 2/n (două) corpuri ($m_1, m_2, \ldots m_n$) aflate în interacțiune (ex: prin forța Newton de atracție universală, $F = k\frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$) asimilate cu p.m - puncte materiale în interacțiune prin aceste forțe numite interne ($\vec{\mathcal{F}}_{12}, \vec{\mathcal{F}}_{21}$), asupra cărora mai acționează și câte o forță externă ($\vec{F}_1, \vec{F}_2$) alcătuind sist. forțelor externe

(2)

Def: Perechile de forțe ($\vec{\mathcal{F}}_{12}, \vec{\mathcal{F}}_{21}$) ~~de~~ tip Newton care se exercită între oricare două p.m. din sistemul de corpuri, aflate în interacțiune definesc sist. de forțe interne.



ex: (2-p.m): $\{\vec{\mathcal{F}}_{12}, \vec{\mathcal{F}}_{21}\}$; $\vec{\mathcal{F}}_{12} + \vec{\mathcal{F}}_{21} = 0$ (P_3) ($\vec{\mathcal{F}}_{12} = -\vec{\mathcal{F}}_{21}$)

(n-p.m): $\{\vec{\mathcal{F}}_{12}, \vec{\mathcal{F}}_{13} \cdots \vec{\mathcal{F}}_{1n}; \vec{\mathcal{F}}_{21}, \vec{\mathcal{F}}_{23}, \cdots \vec{\mathcal{F}}_{2n}; \cdots \vec{\mathcal{F}}_{n1}, \vec{\mathcal{F}}_{n2} \cdots \vec{\mathcal{F}}_{nn-1}\}$

P_3: $\left(\sum_{n \neq m} \vec{\mathcal{F}}_{nm} = 0\right)$; $(\vec{\mathcal{F}}_{nm} = -\vec{\mathcal{F}}_{mn})$

Def. Sistemul forțelor externe $[\vec{F}_1, \vec{F}_2, \ldots, \vec{F}_n]$ care acționează asupra oricărui corp/p.m al sistemului de p.m, dar din afara acestuia definește Sistemul de forțe externe

(3) Aplicăm legea de variație a impulsului separat fiecărui p.m. al sist. astfel. (2-p.m.)

(m_1): $(\vec{F}_1 + \vec{\mathcal{F}}_{12}) \cdot \Delta t = \Delta(m_1 \vec{v}_1) = \Delta \vec{p}_1$

(m_2): $(\vec{F}_2 + \vec{\mathcal{F}}_{21}) \cdot \Delta t = \Delta(m_2 \vec{v}_2) = \Delta \vec{p}_2$

unde: $(\vec{F}_1 + \vec{F}_2) = \vec{F}$ → rezultanta forțelor externe

(P_3): $\vec{\mathcal{F}}_{12} + \vec{\mathcal{F}}_{21} = 0$. - forțele interne se anulează/compensează

$$(+)\ \Delta t\left[\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \underbrace{\vec{\mathcal{F}}_{12} + \vec{\mathcal{F}}_{21}}_{=0}\right] = \Delta(m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2) = \Delta(\vec{p}_1 + \vec{p}_2)$$

$(\vec{p}_1 + \vec{p}_2) = \vec{P}$ - impulsul rezultant al sist. de 2-p.m

rezultă: $(\vec{F}_1 + \vec{F}_2) \cdot \Delta t = \Delta(\vec{p}_1 + \vec{p}_2)$; $(\vec{F}_1 + \vec{F}_2) = \vec{F}$;

$\vec{F} \cdot \Delta t = \Delta \vec{P}$ → $\boxed{\vec{H} = \Delta \vec{P}}$ - Leg. de variație a impulsului total pt un sist 2-p.m

unde $(\vec{F}_1 + \vec{F}_2) \cdot \Delta t \equiv \vec{F} \cdot \Delta t \equiv \vec{H}$ impulsul total al forțelor externe.

(3) $\boxed{\Delta \vec{P} = \vec{H}}$ Legea de variatie a imp. total al unui sist. de 2-p.m.

Def: Variatia impulsului total, $\Delta \bar{P} = \Delta(\bar{p}_1 + \bar{p}_2)$, al unui sist. de 2-p.m. aflate in interactiune prin forte interne ($\bar{F}_{ij} = -\bar{F}_{ji}$), ($\bar{F}_{ij} + \bar{F}_{ji} = 0$) este măsurată de impulsul total al fortelor externe ($\vec{H} = \vec{F} \cdot \Delta t$) sau impulsul total al rezultantei fortelor externe, $\vec{F} = (\vec{F}_1 + \vec{F}_2)$

Generalizare la sist. de n-p.m. ($m_1, m_2, \dots, m_n$) aflate in interactiune, prin forte interne ($\tilde{F}_{ij}$) si sub actiunea unui sist. de f. externe ($\bar{F}_1, \bar{F}_2, \dots, \bar{F}_n$)

P_3: $\sum_{i \neq j}^{n} (\tilde{F}_{ij}) = 0$, ($\tilde{F}_{ij} + \tilde{F}_{ji} = 0$; $\tilde{F}_{ij} = -\tilde{F}_{ji}$)
- rezultanta fortelor interne este zero - forte de tip actiune-reactiune.

$\vec{F} = (\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n) = \sum_{i=1}^{n} (\vec{F}_i) \neq 0$
rezultanta fortelor externe.

$\vec{P} = (\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_n)$
impulsul total al sist. n-p.m.

$\vec{H} = (\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n) \cdot \Delta t = \vec{F} \cdot \Delta t$.
impulsul total a rezultantei celor n-forte(lor) externe.

deci reunind notiunile/notatiile avem:

$\boxed{\Delta \vec{P} = \vec{H}}$ th. de variatie a impulsului unui sist. de n-p.m. aflate in interactiune, si sub influenta fortelor externe.

Def

Variatia impulsului total, $\Delta \vec{P}$ al unui sistem de n-p.m. aflate in interactiune si sub actiunea unui sist. de forte externe ($\bar{F}_1, \bar{F}_2 \dots \bar{F}_n$) este masurată de $\vec{H} = \vec{F} \cdot \Delta t$ - impulsul total al rezultantei fortelor externe. $\vec{F} = (\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n)$

Discutie: 1) dacă: $\vec{F} = (\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n) \neq 0$.
atunci avem teorema de variatie a imp. total.

(2) dacă: $\vec{F} = (\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n) = 0$.
atunci avem teorema de conservare a imp. total

(4) Legea de conservare a impulsului unui sist. de 2/n-p.m.

Def Împulsul total, $\bar{P} = (\bar{p}_1 + \bar{p}_2 + \dots + \bar{p}_n)$, al unui sist. de 2/n-p.m. ramane constant /(se conservă) dacă $\vec{F} = (\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n)$, rezultanta fortelor externe ce actioneazǎ asupra sist. este nulǎ/zero.

$\boxed{\Delta \bar{P} = 0 = (\vec{P}_f - \vec{P}_i)}$

sau $\boxed{\vec{P}_f = \vec{P}_i}$ Legea cons. unui sist. de n-p.m.