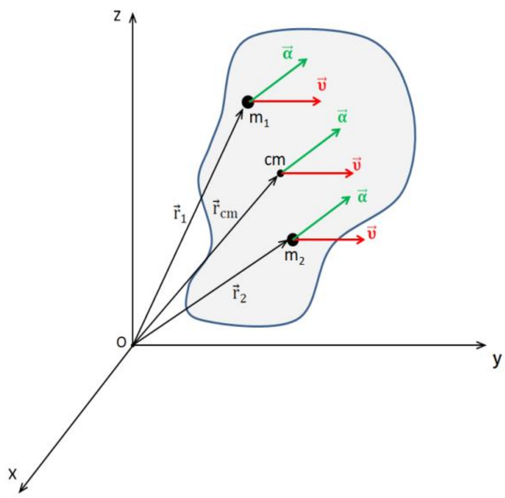
ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ ΣΤΕΡΕΟΥ ΚΑΙ ΣΥΝΘΗΚΗ Στ=0

Η παρούσα δημοσίευση είναι για συναδέλφους φυσικούς και για μαθητές και υποψήφιους με ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τη Φυσική. Αποτελεί γενίκευση σχετικής εξαιρετικής εργασίας του αείμνηστου Βαγγέλη Κορφιάτη που μου κοινοποίησε ο Αποστόλης Παπάζογλου και τον ευχαριστώ γι αυτό, στην πολύ ενδιαφέρουσα δημοσίευση του Παύλου Αλεξόπουλου με τίτλο «μια «παράνομη» σύνθετη κίνηση».

Ως γνωστόν κατά τη μεταφορική κίνηση στερεού **όλα** τα υλικά σημεία από τα οποία θεωρούμε ότι αποτελείται, έχουν **κάθε στιγμή** την ίδια ταχύτητα $\vec{\boldsymbol{\upsilon}}$, συνεπώς και την ίδια επιτάχυνση , $\vec{\boldsymbol{\alpha}}$ (σχήμα) .

Πέρυσι δημοσίευσα την απόδειξη της σχέσης $\boldsymbol{\Sigma\vec{\tau}_{\varepsilon\xi}=\frac{d\vec{L}_{o\lambda}}{dt}}$ για σύστημα υλικών σημείων. Εφαρμόζουμε λοιπόν αυτή τη σχέση στη μεταφορική κίνηση στερεού, θεωρώντας το σαν σύστημα τεράστιου πλήθους υλικών σημείων:



$$\Sigma\vec{\tau}^{(O)}_{\vec{F}_{\varepsilon\xi}} = \frac{d\vec{L}^{(O)}_{o\lambda}}{dt} = \frac{d(\sum_{i=1}^{n}\vec{L}_i^{(O)})}{dt} = \sum_{i=1}^{n}\left(\frac{d\vec{L}_i^{(O)}}{dt}\right) = \sum_{i=1}^{n}\left(\frac{d(\vec{r}_i\times\vec{p}_i)}{dt}\right) =$$

$$= \sum_{i=1}^{n}\left(\frac{d\vec{r}_i}{dt}\times\vec{p}_i\right)+\sum_{i=1}^{n}\left(\vec{r}_i\times\frac{d\vec{p}_i}{dt}\right) = \sum_{i=1}^{n}(\vec{\upsilon}_i\times\vec{p}_i) + \sum_{i=1}^{n}\left[\vec{r}_i\times\left(m_i\frac{d\vec{\upsilon}_i}{dt}\right)\right]$$

$$= 0 + \sum_{i=1}^{n}(\vec{r}_i\times m_i\vec{\alpha}) = \left(\sum_{i=1}^{n} m_i\vec{r}_i\right) \times \vec{\alpha}$$

Όμως εξ ορισμού: $\vec{r}_{cm} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(m_i\vec{r}_i)}{M}$ ή $\sum_{i=1}^{n}(m_i\vec{r}_i) = M\vec{r}_{cm}$ οπότε :

$\boldsymbol{\Sigma\vec{\tau} = M\vec{r}_{cm}\times\vec{\alpha} = \vec{r}_{cm}\times M\vec{\alpha} = \vec{r}_{cm}\times\Sigma\vec{F}}$ **(2).**

Συμπεράσματα: Κατά τη **μεταφορική** κίνηση στερεού:

1. Η συνθήκη $\Sigma\vec{\tau} = \vec{0}$ **δεν** ισχύει γενικά ως προς οποιοδήποτε σημείο του στερεού , ή γενικότερα ως προς οποιοδήποτε σημείο, όπως συμβαίνει κατά την ισορροπία του.
2. Η συνθήκη $\Sigma\vec{\tau} = \vec{0}$ ισχύει ως προς το κέντρο μάζας του στερεού ($\Sigma\vec{\tau}_{\vec{F}_{\varepsilon\xi}}^{(cm)}=\vec{0}$) καθώς τότε είναι $\vec{r}_{cm} = \vec{0}$ όπως προκύπτει από την (2).

3. Γενικώς, για να ισχύει η $\Sigma\vec{\tau} = \vec{0}$ θα πρέπει $\vec{r}_{cm} \times \Sigma\vec{F} = \vec{0}$ ή $\vec{r}_{cm} \times \vec{\alpha} = \vec{0}$, δηλαδή, το διάνυσμα θέσης του κέντρου μάζας του στερεού ως προς ένα σύστημα αναφοράς Oxyz , $\vec{r}_{cm}$, να έχει **την ίδια διεύθυνση** με τα διανύσματα $\Sigma\vec{F}$ ή $\vec{\alpha}$. Ισοδύναμα, τα διανύσματα $\vec{r}_{cm}$ και $\vec{\alpha}_{cm} = \vec{\alpha}$ να είναι **συγγραμμικά**, δηλαδή**, η συνθήκη $\boldsymbol{\Sigma\vec{\tau} = \vec{0}}$ ισχύει ως προς οποιοδήποτε σημείο του φορέα της $\boldsymbol{\vec{\alpha}_{cm}}$.**

4. Αν ΣF=0 (ευθύγραμμη ομαλή μεταφορική κίνηση) τότε από τις (2) προκύπτει ότι και Στ=0 **ως προς οποιοδήποτε σημείο** πράγμα αναμενόμενο σύμφωνα με τον 1^{o} Νόμο ή Νόμο της αδράνειας του Νεύτωνα καθώς η ηρεμία (ακινησία) και η ευθύγραμμη ομαλή κίνηση είναι φυσικώς εντελώς ισοδύναμες καταστάσεις.

Επιπλέον:

α. Τα συμπεράσματα 1 και 2 **ισχύουν και για ευθύγραμμη και για καμπυλόγραμμη μεταφορική κίνηση!**
β. **Αν οι φορείς όλων των δυνάμεων που ενεργούν στο στερεό διέρχονται από το κέντρο μάζας του , τότε η κίνησή του είναι μεταφορική!**
γ. Στη μεταφορική κίνηση στερεού και στη συνιστώσα μεταφορική κίνηση μιας σύνθετης κίνησης (Αρχή της επαλληλίας) μπορούμε να κάνουμε **παράλληλη μεταφορά** όσων δυνάμεων δεν ενεργούν στο κέντρο μάζας, ώστε να εφαρμόζονται σε αυτό.