

## Ύλη Μηχανικής Ι 2023-2024

Διαστατική Ανάλυση.

Κινηματική σε καρτεσιανές συντεταγμένες (εκφράσεις θέσης, στοιχειώδους μετατόπισης, ταχύτητας και επιτάχυνσης). Κινηματική σε πολικές, κυλινδρικές και σφαιρικές συντεταγμένες (εκφράσεις θέσης, στοιχειώδους μετατόπισης και ταχύτητας). Κυκλική κίνηση (διανυσματικές εκφράσεις ταχύτητας και επιτάχυνσης). Εκφράσεις ταχύτητας και επιτάχυνσης χρησιμοποιώντας τα μοναδιαία πάνω και κάθετα στην τροχιά (εύρεση επιτροχίας, κεντρομόλου επιτάχυνσης και ακτίνας καμπυλότητας).

Νόμοι Νεύτωνα. Απαιτούμενες αρχικές συνθήκες.

Ευθύγραμμη κίνηση με αντίσταση, εύρεση  $u(t)$ ,  $z(t)$ ,  $u(z)$ . Πλάγια βολή με αντίσταση. Διαταρακτική μέθοδος (πως βρίσκουμε ξεχωριστά την μηδενικής τάξης λύση και την πρώτης τάξης διόρθωση).

Διατήρηση ορμής, ολική, μερική. Διατήρηση στροφορμής, ολικής και  $z$  συνιστώσας. Έργο δύναμης. Συντηρητικές δυνάμεις. Δυναμική ενέργεια, εύρεσή της από δύναμη. Ισοϋψείς της  $V$  και σχέση με δύναμη. Ολοκλήρωμα ενέργειας (από ΘΜΚΕ και άμεσα από το νόμο Νεύτωνα).

Χρήση της δυναμικής ενέργειας σε μονοδιάστατα προβλήματα: σχέση  $t-x$  – γραφική μελέτη της δυναμικής ενέργειας – περιγραφή κίνησης μέσω του γραφήματος της  $V$ , όρια κίνησης – σημεία ισορροπίας – ανάπτυγμα Taylor για μελέτη μικρών ταλαντώσεων γύρω από ευσταθές σημείο ισορροπίας. Διαγράμματα φάσης για ελκτική, απωστική δύναμη και κάθε άλλη περίπτωση.

Μονοδιάστατα προβλήματα σε καμπυλόγραμμες συντεταγμένες, όπως επίπεδο ιδανικό εκκρεμές (εξίσωση κίνησης 2ης τάξης από νόμο Νεύτωνα και 1ης τάξης από ολοκλήρωμα ενέργειας, όρια κίνησης, μικρές κινήσεις γύρω από τις θέσεις ισορροπίας). Προβλήματα σε πάνω από μία διαστάσεις που ανάγονται σε μονοδιάστατα (χρήση ολοκληρώματος στροφορμής ή άλλου, για απαλοιφή της μιας μεταβλητής).

Ταλαντώσεις: αμείωτες (πλάτος ταλάντωσης για τυχαίες αρχικές συνθήκες), ισοχρονικότητα του αρμονικού ταλαντωτή, φθίνουσες ταλαντώσεις (ασθενής, κρίσιμη και ισχυρή απόσβεση), εξαναγκασμένες χωρίς απόσβεση (σύνθεση ταλαντώσεων, διακρότημα), εξαναγκασμένες με απόσβεση (μέση ισχύς διεγέρτη, συντονισμός).

Μη-αδρανειακά συστήματα αναφοράς. Σχέση μεταξύ  $u_\alpha$  και  $u_\sigma$ . Ψευδοδυνάμεις που πρέπει να προσθέσει στο νόμο Νεύτωνα ο μη-αδρανειακός παρατηρητής:  $-ma_0$  (αρχή της ισοδυναμίας), φυγόκεντρος (αντίστοιχη δυναμική ενέργεια αν  $\omega = \text{σταθ.}$ ), Coriolis. Κίνηση σώματος κοντά στην επιφάνεια της περιστρεφόμενης Γης, ενεργός βαρύτητα, μελέτη πλάγιας βολής διαταρακτικά.

Κίνηση φορτίου σε ομογενές μαγνητικό πεδίο και σε συνδυασμό με σταθερή δύναμη και με δύναμη ελατηρίου (επίλυση μέσω μιγαδικών).

Κεντρικές δυνάμεις. Διατήρηση στροφορμής, κίνηση επίπεδη, αναγωγή σε μονοδιάστατη (ενεργός δυναμική ενέργεια  $V_{\text{eff}}$  και γραφή του ολοκληρώματος ενέργειας μέσω αυτής, σχέση  $t-r$ , περιγραφή ακτινικής κίνησης μέσω του γραφήματος της  $V_{\text{eff}}$ , αψίδες). Εξίσωση τροχιάς μέσω ολοκληρώματος ενέργειας και μέσω της διαφορικής 2ης τάξης ως προς  $u=1/r$ . Εύρεση δύναμης από την τροχιά και αντίστροφα. Παράμετρος κρούσης και σχέση με στροφορμή. Ανάπτυγμα Taylor για μελέτη διαταραχών γύρω από κυκλικές τροχιές (περίοδος και κυκλική συχνότητα ευσταθών κυκλικών τροχιών).

Κίνηση σε ελκτική δύναμη  $-k/r^2$  (όπως βαρύτητα). Ελλειπτικές τροχιές (απόκεντρο, περίκεντρο, μεγάλος και μικρός ημιάξονας, εκκεντρότητα και σχέση τους με την ενέργεια και την στροφορμή), παραβολικές τροχιές και υπερβολικές τροχιές (ασύμπτωτες). 3ος νόμος Kepler για την περίοδο.

Το πρόβλημα των δύο σωμάτων: εξίσωση για την σχετική θέση του  $m_2$  ως προς το  $m_1$ , ανηγμένη μάζα.

Σκέδαση: διαφορική διατομή και σχέση της με την γωνία εκτροπής. Σκέδαση από σκληρή σφαίρα.

Λαγκρανζιανός φορμαλισμός. Εύρεση Λαγκρανζιανής  $L(q_i, \dot{q}_i, t)$  και εξισώσεων κίνησης μέσω αυτής. Ολοκληρώματα κανονικής ορμής και ενέργειας. Χαμιλτονιανή δυναμική.

Δυναμική στερεού σώματος. Κινητική ενέργεια μεταφορικής/περιστροφικής κίνησης. Κίνηση σβούρας.

Βαρυτικό πεδίο σφαιρικού φλοιού και γεμάτης σφαίρας. Εύρεση έντασης βαρυτικού πεδίου  $g$  από κατανομή μάζας  $\rho$  μέσω νόμου Gauss (ολοκληρωτικού και διαφορικού). Πεδίο σφαιρικά συμμετρικών κατανομών. Εύρεση δυναμικού από  $g$ . Ασυνέχεια του  $g$  λόγω επιφανειακής πυκνότητας μάζας  $\sigma$ . Βαρυτική δυναμική ενέργεια κατανομής ύλης.

Τα μέρη με κίτρινο είναι εκτός εξεταστέας ύλης.