

# Δομή Περιγραμμάτων Μαθημάτων ΔΜΠΣ Μαθηματικής Προτυποποίησης

## ΠΕΡΙΓΡΑΜΜΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

### (1) ΓΕΝΙΚΑ

<b>ΣΧΟΛΗ</b>	ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ		
<b>ΤΜΗΜΑ</b>	ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ		
<b>ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΠΟΥΔΩΝ</b>	Μεταπτυχιακό		
<b>ΔΠΜΣ</b>	ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΠΡΟΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ ΣΕ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΤΗ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ		
<b>ΚΩΔΙΚΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b>	9571	<b>ΕΞΑΜΗΝΟ ΣΠΟΥΔΩΝ</b>	1
<b>ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b>	Προβλήματα Βελτιστοποίησης και Μεταβολικές Αρχές της Μαθηματικής Φυσικής		
<b>ΑΥΤΟΤΕΛΕΙΣ ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ</b> <i>σε περίπτωση που οι πιστωτικές μονάδες απονέμονται σε διακριτά μέρη του μαθήματος π.χ. Διαλέξεις, Εργαστηριακές Ασκήσεις κ.λπ. Αν οι πιστωτικές μονάδες απονέμονται ενιαία για το σύνολο του μαθήματος αναγράψτε τις εβδομαδιαίες ώρες διδασκαλίας και το σύνολο των πιστωτικών μονάδων</i>	<b>ΕΒΔΟΜΑΔΙΑΙΕΣ ΩΡΕΣ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ</b>	<b>ΠΙΣΤΩΤΙΚΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ</b>	
<i>Διαλέξεις – Ασκήσεις</i>	4	6 ECTS	
<i>Εργαστήριο</i>	-		
<i>Εργασίες</i>	1		
<i>Προσθέστε σειρές αν χρειαστεί. Η οργάνωση διδασκαλίας και οι διδακτικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται περιγράφονται αναλυτικά στο (4).</i>			
<b>ΤΥΠΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ</b> <i>γενικού υποβάθρου, ειδικού υποβάθρου, ειδίκευσης γενικών γνώσεων, ανάπτυξης δεξιοτήτων</i>	ΓΕΝΙΚΟΥ ΥΠΟΒΑΘΡΟΥ (μάθημα Κορμού)		
<b>ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ:</b>	[ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΓΝΩΣΕΩΝ]: Λογισμός συναρτήσεων πολλών μεταβλητών, Συναρτησιακή Ανάλυση, Μηχανική		
<b>ΓΛΩΣΣΑ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ και ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ:</b>	ΕΛΛΗΝΙΚΗ		
<b>ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΠΡΟΣΦΕΡΕΤΑΙ ΣΕ ΦΟΙΤΗΤΕΣ ERASMUS</b>	ΝΑΙ [στην Αγγλική, ως υλικό μελέτης (reading course), με δυνατότητα ορισμένων πρόσθετων διαλέξεων στην Αγγλική γλώσσα]		
<b>ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ (URL)</b>	Χρησιμοποιείται σύνδεσμος σε κοινό folder με όλους τους συμμετέχοντες φοιτητές, μέσω Dropbox.		

## (2) ΜΑΘΗΣΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### Μαθησιακά Αποτελέσματα

Περιγράφονται τα μαθησιακά αποτελέσματα του μαθήματος οι συγκεκριμένες γνώσεις, δεξιότητες και ικανότητες καταλλήλου επιπέδου που θα αποκτήσουν οι φοιτητές μετά την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος.

Συμβουλευτείτε το Παράρτημα Α

- Περιγραφή του Επιπέδου των Μαθησιακών Αποτελεσμάτων για κάθε ένα κύκλο σπουδών σύμφωνα με το Πλαίσιο Προσόντων του Ευρωπαϊκού Χώρου Ανώτατης Εκπαίδευσης
- Περιγραφικοί Δείκτες Επιπέδων 6, 7 & 8 του Ευρωπαϊκού Πλαισίου Προσόντων Διά Βίου Μάθησης και το Παράρτημα Β
- Περιληπτικός Οδηγός συγγραφής Μαθησιακών Αποτελεσμάτων

### Γνώσεις:

[Καταχωρίστε σε περίπου 10 γραμμές μία σύντομη περιγραφή των γνώσεων που παρέχονται από το μάθημα, χρησιμοποιώντας τις βασικές λέξεις-κλειδιά του περιεχομένου του μαθήματος (π.χ. τους τίτλους των αντίστοιχων ενοτήτων του μαθήματος)]

(Στο επίπεδο 7 (μεταπτυχιακός κύκλος σπουδών) ο σπουδαστής πρέπει να αποκτά -  
- εξειδικευμένη γνώση  
- γνώση της αιχμής της τεχνολογίας  
- γνώση διασύνδεσης διαφορετικών πεδίων

Επομένως και να  
συνδυάζει...  
αναγνωρίζει...  
συγκρίνει...)

Το μάθημα εισάγει τον Διαφορικό Λογισμό μη-γραμμικών συναρτησιακών και τελεστών (σε γενικούς γραμμικούς χώρους με νόρμα, χώρους Banach). Το θέμα αυτό είναι κεντρικής σημασίας για την μη-γραμμική Ανάλυση, γενικώς, και βασικό εργαλείο διατύπωσης και μελέτης των προβλημάτων Βελτιστοποίησης και των Μεταβολικών Αρχών στην Μηχανική αλλά και σε άλλους κλάδους της Μαθηματικής Φυσικής. Με την βοήθεια αυτών των γνώσεων μελετώνται, στην συνέχεια, διάφορα προβλήματα βελτιστοποίησης, και παρουσιάζεται η Lagrangian και Hamiltonian θεώρηση της Κλασσικής Μηχανικής. Τέλος, μελετώνται οι Μεταβολικές Αρχές σε έναν κλάδο της Φυσικής (Μηχανική Ρευστών ή Ελαστοδυναμική ή Ηλεκτρομαγνητισμό), ανάλογα με τα ενδιαφέροντα των συμμετεχόντων φοιτητών. Με αυτές τις γνώσεις, ο φοιτητής συνδυάζει προχωρημένα μαθηματικά εργαλεία με εφαρμοσμένα προβλήματα της Φυσικής και της Τεχνολογίας, και καθίσταται ικανός να διατυπώνει Μεταβολικές Αρχές και να τις αξιοποιεί για την Αναλυτική και Αριθμητική μελέτη των προβλημάτων αυτών. Τα προβλήματα βελτιστοποίησης είναι κεντρικού ενδιαφέροντος στην Τεχνολογία, ενώ οι Μεταβολικές Αρχές προσφέρουν μια ενοποιημένη διατύπωση για όλους τους κλάδους της Φυσικής, και είναι το θεμελιώδες προαπαιτούμενο για την σύγχρονη Θεωρητική Φυσική.

### Δεξιότητες:

Με την επιτυχή ολοκλήρωση του μαθήματος ο φοιτητής/τρια θα είναι σε θέση να:

- Κατανοήσει την άμεση εφαρμοσιμότητα των «αφηρημένων» μαθηματικών εννοιών και μεθόδων σε προβλήματα της Φυσικής και της Τεχνολογίας, αλλά και να συνδέσει τις θεωρητικές γνώσεις με μεθόδους αριθμητικής επίλυσης τέτοιων

προβλημάτων.

- Εξηγήσει την κοινή προέλευση των Μεταβολικών Αρχών, οι οποίες ισχύουν σε όλους πρακτικά τους κλάδους της Φυσικής.
- Υπολογίσει συνθήκες βελτιστοποίησης σε δύσκολα προβλήματα βελτιστοποίησης, και να διατυπώσει εξισώσεις που διέπουν προβλήματα Multiphysics και τεχνοοικονομικά προβλήματα.
- Γενικεύσει τις ιδέες και μεθόδους της Μεταβολικής (Αναλυτικής) Μηχανικής σε άλλους κλάδους της Φυσικής (Μηχανική Ρευστών ή Ελαστοδυναμική ή Ηλεκτρομαγνητισμό), καθώς και σε προβλήματα Multiphysics.
- Παραγάγει Μεταβολικές Αρχές για νέα προβλήματα, και να τις χρησιμοποιήσει για την επίλυση αυτών.
- Προβλέπει την συμπεριφορά σύνθετων διεπιστημονικών προβλημάτων (συζευγμένα πεδία, Multiphysics, τεχνοοικονομικά) μέσω Μεταβολικής μαθηματικής προτυποποίησης και αριθμητικών λύσεων.

[Καταχωρίστε στα διαδοχικά bullets (5-10) τις δεξιότητες που αποκτά κανείς, με την ολοκλήρωση του μαθήματος, όπως π.χ. προκύπτουν από τις απαιτήσεις των εξετάσεων του μαθήματος]

#### Γενικές Ικανότητες

Λαμβάνοντας υπόψη τις γενικές ικανότητες που πρέπει να έχει αποκτήσει ο πτυχιούχος (όπως αυτές αναγράφονται στο Παράρτημα Διπλώματος και παρατίθενται ακολούθως) σε ποια / ποιες από αυτές αποσκοπεί το μάθημα:

Αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση δεδομένων και πληροφοριών, με τη χρήση και των απαραίτητων τεχνολογιών

Προσαρμογή σε νέες καταστάσεις

Λήψη αποφάσεων

Αυτόνομη εργασία

Ομαδική εργασία

Εργασία σε διεθνές περιβάλλον

Εργασία σε διεπιστημονικό περιβάλλον

Παράγωγή νέων ερευνητικών ιδεών

Σχεδιασμός και διαχείριση έργων

Σεβασμός στη διαφορετικότητα και στην πολυπολιτισμικότητα

Σεβασμός στο φυσικό περιβάλλον

Επίδειξη κοινωνικής, επαγγελματικής και ηθικής υπευθυνότητας

και ευαισθησίας σε θέματα φύλου

Άσκηση κριτικής και αυτοκριτικής

Προαγωγή της ελεύθερης, δημιουργικής και επαγωγικής σκέψης

.....

Άλλες...

.....

#### Ικανότητες:

Με την επιτυχή παρακολούθηση του μαθήματος καλλιεργείται η ικανότητα για:

- Αυτόνομη εργασία, μέσω ανάθεσης εργασίας (σχετικά ευρείας έκτασης, σε αντικείμενο συναφές με αυτό του μαθήματος).
- Επιλογή μαθηματικής διατύπωσης (π.χ., διαφορικές εξισώσεις vs. μεταβολικών αρχών), και μεθοδολογίας μελέτης/επίλυσης δεδομένου προβλήματος.
- Διατύπωση φυσικών/τεχνολογικών προβλημάτων σε μαθηματική γλώσσα, και σύνθεση προχωρημένων μαθηματικών τεχνικών για την μελέτη τους.
- Επιλογή κατάλληλου μαθηματικού μοντέλου για την διατύπωση και επίλυση συναφών προβλημάτων.
- Συνδυασμό επιστημονικών μεθόδων και πηγών για την μελέτη συγκεκριμένου προβλήματος. Αυτό προωθείται στο πλαίσιο του μαθήματος, με την ενθάρρυνση των φοιτητών να επεξεργάζονται ερωτήματα με αυτόνομη εύρεση σχετικών πηγών.
- Εξοικείωση με την δημιουργική και παραγωγική χρήση των προχωρημένων μαθηματικών σε εφαρμοσμένα προβλήματα. (Π.χ., μπορεί να κατασκευάζει Μεταβολικές Αρχές σε καινοτόμα προβλήματα κατ' αναλογία με άλλες υπάρχουσες ή με δοκιμές ή με εύλογες γενικεύσεις).

Επιλέξτε από τον ανωτέρω πίνακα και συμπληρώστε ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες του μαθήματος

[Καταγράψτε τις γενικές ικανότητες που αναμένονται να αναπτυχθούν με την ολοκλήρωση του μαθήματος, μη-συσχετιζόμενες τόσο άμεσα με το αντικείμενο του μαθήματος, όσο μάλλον με τις μεθόδους, τις τεχνικές/προσεγγίσεις, και τις διδακτικές και άλλες στρατηγικές που αξιοποιούνται]

### (3) ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

- **Εισαγωγή**

Υπενθυμίσεις θεμάτων Ανάλυσης και Συναρτησιακής Ανάλυσης που χρειάζονται στο μάθημα: Στοιχεία της τοπολογίας Μετρικών χώρων, Χώροι Banach, Χώροι Hilbert, Χώροι συναρτήσεων. Γραμμικά και μη Γραμμικά συναρτησιακά.

Παραδείγματα σημαντικών συναρτησιακών από την Φυσική και την Τεχνολογία, και συσχετισμένα προβλήματα βελτιστοποίησης.

- **A Ενότητα**

Πολυγραμμικοί και πολυωνυμικοί τελεστές. Παράγωγοι συναρτησιακών και τελεστών (Συναρτησιακές Παράγωγοι κατά Gateaux, Frechet, Hadamard, Volterra). Διαφορικός Λογισμός συναρτησιακών και τελεστών κατά Volterra και κατά Frechet.

- **B Ενότητα**

Αναγκαίες συνθήκες ακροτατοποίησης (βελτιστοποίησης), Εξισώσεις Euler-Lagrange. Μεταβολικές εξισώσεις. Σχέση μεταβολικών εξισώσεων με εξισώσεις άλλων μορφών (διαφορικές, ολοκληρωτικές, ολοκληροδιαφορικές). Ικανές συνθήκες ακροτατοποίησης. Μεταβολικές εξισώσεις (Αρχές) στην Μηχανική και στην σύγχρονη Μαθηματική Φυσική. Εξισώσεις Lagrange πρώτου και δευτέρου είδους. Γενικευμένες ορμές και εξισώσεις Hamilton. Πρώτη και δεύτερη μορφή της Αρχής του Hamilton. Διατηρήσιμες ποσότητες, Θεώρημα Noether. Εξίσωση Hamilton-Jacobi. Εφαρμογές.

- **Γ Ενότητα**

Μεταβολικές αρχές και Μηχανική του Συνεχούς Μέσου. Στην συνέχεια αναπτύσσεται **μια από τις ακόλουθες περιοχές: 1) Μεταβολική Ελαστοδυναμική** (Ελαστοδυναμικές εξισώσεις και Αρχή του Hamilton. Παραγωγή θεωριών δοκών και πλακών από την Αρχή του Hamilton. Εφαρμογές). **2) Μεταβολική Υδροδυναμική** (Αστρόβιλη ροή και Αρχή του Hamilton. Μεταβολικές αρχές για τα μη γραμμικά κύματα ελεύθερης επιφάνειας. Αρχή του Luke. Αρχή του Hamilton για ροές με στροβιλότητα. Εφαρμογή στα υδάτινα κύματα). **3) Μεταβολική ηλεκτροδυναμική** (Lagrangian και Hamiltonian διατύπωση των εξισώσεων Maxwell. Εφαρμογές σε συζευγμένα πεδία. Υδρο-πιεζο-ηλεκτρικά συστήματα).

[Με βάση τον τωρινό Οδηγό Σπουδών καταγράψτε τις βασικές ενότητες του μαθήματος, όχι μόνο ως τίτλους/λέξεις-κλειδιά, αλλά αναπτύσσοντας σε 2-3 γραμμές κάθε ενότητα. Ενδεικτικά, θα μπορούσαν να καταγραφούν περίπου οι ενότητες που αντιστοιχούν στις διδακτικές εβδομάδες ενός ακαδημαϊκού εξαμήνου]

#### (4) ΔΙΔΑΚΤΙΚΕΣ και ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ - ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

<b>ΤΡΟΠΟΣ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ</b> Πρόσωπο με πρόσωπο, Εξ αποστάσεως εκπαίδευση κ.λπ.	Εξ αποστάσεως εκπαίδευση																								
<b>ΧΡΗΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ</b> Χρήση Τ.Π.Ε. στη Διδασκαλία, στην Εργαστηριακή Εκπαίδευση, στην Επικοινωνία με τους φοιτητές	Χρήση Τ.Π.Ε. στην Επικοινωνία με τους Φοιτητές: (σημειώσεις, ασκήσεις, βασικά papers) τοποθετούνται σε folder στο Dropbox, και είναι διαθέσιμα σε όλους τους παρακολουθούντες το μάθημα. Επικοινωνία με τους Φοιτητές μέσω email. Ανάθεση εργασιών και υποβολή από τους σπουδαστές, μέσω email.																								
<b>ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ</b> Περιγράφονται αναλυτικά ο τρόπος και μέθοδοι διδασκαλίας. Διαλέξεις, Σεμινάρια, Εργαστηριακή Άσκηση, Άσκηση Πεδίου, Μελέτη & ανάλυση βιβλιογραφίας, Φροντιστήριο, Πρακτική (Τοποθέτηση), Κλινική Άσκηση, Καλλιτεχνικό Εργαστήριο, Διαδραστική διδασκαλία, Εκπαιδευτικές επισκέψεις, Εκπόνηση μελέτης (project), Συγγραφή εργασίας / εργασιών, Καλλιτεχνική δημιουργία, κ.λπ.  Αναγράφονται οι ώρες μελέτης του φοιτητή για κάθε μαθησιακή δραστηριότητα καθώς και οι ώρες μη καθοδηγούμενης μελέτης σύμφωνα με τις αρχές του ECTS	<table border="1"><thead><tr><th>Δραστηριότητα</th><th>Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου</th></tr></thead><tbody><tr><td>Διαλέξεις</td><td>13 x 4 = 52 ώρες</td></tr><tr><td>Μελέτη</td><td>13 x 4 = 52 ώρες</td></tr><tr><td>Εργασίες κατ' οίκον</td><td>4 x 6 = 24 ώρες</td></tr><tr><td>Εργαστήριο</td><td>0</td></tr><tr><td>Εκπόνηση/Παρουσίαση Εργασίας</td><td>20 x1 = 20 ώρες</td></tr><tr><td>Εκπαιδευτικές επισκέψεις</td><td>0</td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td><b>Σύνολο Μαθήματος</b></td><td>[ECTS×13×2,2]</td></tr></tbody></table>	Δραστηριότητα	Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου	Διαλέξεις	13 x 4 = 52 ώρες	Μελέτη	13 x 4 = 52 ώρες	Εργασίες κατ' οίκον	4 x 6 = 24 ώρες	Εργαστήριο	0	Εκπόνηση/Παρουσίαση Εργασίας	20 x1 = 20 ώρες	Εκπαιδευτικές επισκέψεις	0									<b>Σύνολο Μαθήματος</b>	[ECTS×13×2,2]
	Δραστηριότητα	Φόρτος Εργασίας Εξαμήνου																							
	Διαλέξεις	13 x 4 = 52 ώρες																							
	Μελέτη	13 x 4 = 52 ώρες																							
	Εργασίες κατ' οίκον	4 x 6 = 24 ώρες																							
	Εργαστήριο	0																							
	Εκπόνηση/Παρουσίαση Εργασίας	20 x1 = 20 ώρες																							
Εκπαιδευτικές επισκέψεις	0																								
<b>Σύνολο Μαθήματος</b>	[ECTS×13×2,2]																								
<b>ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΦΟΙΤΗΤΩΝ</b> Περιγραφή της διαδικασίας αξιολόγησης  Γλώσσα Αξιολόγησης, Μέθοδοι αξιολόγησης, Διαμορφωτική ή Συμπερασματική, Δοκιμασία Πολλαπλής Επιλογής, Ερωτήσεις Σύντομης Απάντησης, Ερωτήσεις Ανάπτυξης Δοκιμίων, Επίλυση Προβλημάτων, Γραπτή Εργασία, Έκθεση / Αναφορά, Προφορική Εξέταση, Δημόσια Παρουσίαση, Εργαστηριακή Εργασία, Κλινική Εξέταση Ασθενούς, Καλλιτεχνική Ερμηνεία, Άλλη / Άλλες  Αναφέρονται ρητά προσδιορισμένα κριτήρια αξιολόγησης και εάν και που είναι προσβάσιμα από τους φοιτητές.	Γλώσσα Αξιολόγησης: Ελληνικά (για φοιτητές Erasmus: Αγγλικά)  Εργασία κατ' Οίκον: 10%  Γραπτή Εξέταση (επίλυση προβλημάτων): 80%  Εργαστήριο: 0%  Εκπόνηση/Παρουσίαση Εργασίας: 10 %  Να υπάρχει ρητή αναφορά των παραπάνω κριτηρίων στο mycourses																								

#### (5) ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ-ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

<p><b>-Προτεινόμενη Βιβλιογραφία :</b> [Η πολλαπλή βιβλιογραφία του μαθήματος]</p> <p><b>Βασική βιβλιογραφία</b> ΑΘΑΝΑΣΟΥΛΗ, Σημειώσεις του διδάσκοντος (ανανεωνόμενες κάθε χρόνο)</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) CARTAN (1971) <i>Differential Calculus</i>, Hermann, Paris</li><li>2) MA (1995) <i>Classical Analysis on Normed Spaces</i>, World Scientific, Singapore</li><li>3) VOLTERRA (2005/1959/1930) <i>Theory of Functionals and of Integral and Integro-Differential Equations</i>, Dover Publ. Inc, New York</li><li>4) GELFAND and FOMIN (1963) <i>Calculus of Variations</i>, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey</li><li>5) LIBERZON (2012) <i>Calculus of Variations and Optimal Control Theory. A Concise Introduction</i>, Princeton Univ. Press</li><li>6) GANTMACHER (1975) <i>Lectures in Analytical Mechanics</i>, MIR Publ., Moscow</li><li>7) BERDICHEVSKY (2009) <i>Variational Principles of Continuum Mechanics – I. Fundamentals, II. Applications</i>, Springer</li><li>8) BADIN, CRISCIANI (2018) <i>Variational Formulation of Fluid and Geophysical Fluid Dynamics. Mechanics, Symmetries and Conservation Laws</i>, Springer</li></ol> <p><b>Πρόσθετη βιβλιογραφία</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) SAGAN (1992/1969) <i>Introduction to the Calculus of Variations</i>, Dover Publ. Inc, New York</li><li>2) GOLDSTEIN, POOLE, SAFKO (2002) <i>Classical Mechanics</i>, 3rd Edition, Addison Wesley</li></ol>
---

- 3) *ARNOLD (1989) Mathematical Methods Of Classical Mechanics, Springer*
- 4) *PAPASTAVRIDIS (2014) Analytical Mechanics. A Comprehensive Treatise on the Dynamics of Constrained Systems, World Scientific, Singapore*
- 5) *DELL'ISOLA, GAVRILYUK (2011) Variational Models And Methods In Solid And Fluid Mechanics, CISM Course, Udine, Springer*
- 6) *CHAKRABORTY (1987) Variational Classical Electrodynamics, Physics Reports, 156, No. 1*

-**Συναφή επιστημονικά περιοδικά:** [ 1-2 Εθνικά ή Διεθνή περιοδικά συναφή με το αντικείμενο του μαθήματος]

- 1) *Numerical Functional Analysis and Optimization*
- 2) *International Journal of Engineering Science*
- 3) *Proceedings of the Royal Academy of London, Series A*