

5<sup>η</sup> Σειρά Ασκήσεων Κβαντομηχανικής

Θερμή παράκληση όπως παραδώσετε τις ασκήσεις σε αρχείο .docx, το οποίο θα φέρει στην πρώτη σελίδα του αρχείου σας **ΜΟΝΟ**:

- α) το όνομα σας (με **bold** χαρακτήρες Times New Roman 12pt),
- β) το επώνυμο σας (με **bold** χαρακτήρες Times New Roman 12pt),
- γ) τον αριθμό μητρώου σας (με **bold** χαρακτήρες Times New Roman 12pt),
- δ) την ημερομηνία παράδοσης (με **bold** χαρακτήρες Times New Roman 12pt) και
- ε) τα στοιχεία των συναδέλφων σας που συμμετέχουν στην ομάδα (με απλούς χαρακτήρες Times New Roman 12pt)!!!

Παράδειγμα:

Γεώργιος Λαϊνόπουλος, 2646
15 Δεκεμβρίου 2023
Δανάη Κατρινά, 3847
Γεώργιος Καρτούλης, 3745
Ευτέρπη Παραθύρη, 2754

Στο επάνω μέρος της κάθε σελίδας (δηλ. στο header):

- α) την ονομασία και τον αριθμό της σειράς ασκήσεων και

στο κάτω μέρος της κάθε σελίδας (δηλ. στο footer):

- α) τον αριθμό της σελίδας.

Φύλλα ασκήσεων ΜΗ συμμορφούμενα με τις ανωτέρω οδηγίες

ΔΕΝ βαθμολογούνται!!!

Καλείσθε να λειτουργήσετε σε ομάδες των 4-5 ατόμων για την

επίλυση των ασκήσεων, αναλαμβάνοντας κάθε μέλος της ομάδας

συγκεκριμένο αριθμό ασκήσεων. Μετά την επίλυση των ασκήσεων

που αναλάβατε **πρέπει να προχωρήσετε στην επεξήγησή τους και στα**

**υπόλοιπα μέλη της ομάδας σας!!!**

Οι ασκήσεις θα παραδοθούν την 15<sup>η</sup> Δεκεμβρίου 2023 και ώρες 12:00 έως 18:00

μέσω της εφαρμογής Google Forms

(<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdQOQJvRREilt6gat6vEtg>)

[A3JMoSRRH0-vzTtfcHH6GvkbSqw/viewform](#)). Αρχεία με εμφανείς ομοιότητες μεταξύ τους, θα μηδενισθούν! Για κανένα λόγο ΔΕΝ θα γίνουν αρχεία δεκτά σε κατοπινό χρόνο!!! Απαιτείται ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ και ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑΚΗ επίλυση της κάθε άσκησης!!! Πρέπει να αναγράφετε παντού μονάδες (σε κάθε αποτέλεσμα) και να προσέχετε στη χρήση των σημαντικών ψηφίων (απώλεια βαθμολογίας έως και 70 % σε αντίθετη περίπτωση)!!!

Άλλες ηλεκτρονικές διευθύνσεις ΠΕΡΑΝ της ακαδημαϊκής σας ΔΕΝ γίνονται δεκτές και θα ακυρώνεται η συνολική σας απάντηση και κατάθεση αρχείου! Η ονομασία του αρχείου σας θα πρέπει να είναι της μορφής:

"ΕΠΙΘΕΤΟ\_ΟΝΟΜΑ\_5ο\_σετ\_Κβαντομηχανικής.docx",

όπου ΕΠΙΘΕΤΟ το/τα επίθετό/επίθετά σας με ελληνικά κεφαλαία και ΟΝΟΜΑ το/τα όνομά/ονόματά σας με ελληνικά κεφαλαία, π.χ.

ΜΙΣΙΟΥ-ΛΕΛΟΥ\_ΑΡΙΑΔΝΗ-ΟΛΓΑ\_5ο\_σετ\_Κβαντομηχανικής.docx

ΔΙΑΤΗΡΕΙΣΤΕ ΤΙΣ ΠΑΥΛΕΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΑΣ ΟΠΩΣ ΣΑΣ ΠΡΟΤΕΙΝΕΤΑΙ!!!

ΜΗΝ ΓΡΑΦΕΤΕ ΤΟ ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΑΣ ΔΥΟ ΦΟΡΕΣ ΣΤΟ ΟΝΟΜΑ ΤΟΥ ΑΡΧΕΙΟΥ ΣΑΣ!!!

Όλα τα μέλη της κάθε ομάδας ΟΦΕΙΛΟΥΝ να παραδώσουν αρχείο με τις λυμένες ασκήσεις!!! Δείξτε παρακαλώ συνέπεια στην τήρηση των ανωτέρω οδηγιών!!!

Χρησιμοποιείστε τις ιστοσελίδες <https://www.derivative-calculator.net/> και <https://www.integral-calculator.com/> για την ευκολότερη αντιμετώπιση των επόμενων ερωτήσεων αυτοεξέτασης αλλά και των παρακάτω προβλημάτων (ιδιαίτερα για την απεικόνιση συναρτήσεων!!!).

Από την «Αυτοεξέταση πολλαπλής επιλογής» του **κεφαλαίου 9** του βιβλίου Κβαντομηχανική Ι του Στέφανου Τραχανά: **ΝΑ ΚΑΤΑΝΟΗΣΕΤΕ τις απαντήσεις στις ερωτήσεις 1 έως 3, 5 και 7 έως 14.**

Σχετικά με το κεφάλαιο 9 του βιβλίου Κβαντομηχανική Ι του Στέφανου Τραχανά **ΝΑ ΛΥΣΕΤΕ** τα ακόλουθα προβλήματα:

- 1) Έστω ηλεκτρόνιο στην πρώτη διεγερμένη κατάσταση του ατομικού υδρογόνου με μηδενική προβολή του διανύσματος της στροφορμής στον άξονα  $z$  και μοναδιαίο μέτρο αυτής. Προχωρήστε στο ατομικό σύστημα μονάδων και υπολογίστε α) την μέση κινητική και την μέση δυναμική ενέργεια του ηλεκτρονίου, β) την μέση απόσταση του ηλεκτρονίου από τον πυρήνα και γ) την πιθανότητα να συναντήσουμε το ηλεκτρόνιο σε διπλό κώνο γωνίας  $60^\circ$  γύρω από τον άξονα  $z$ .
- 2) Ηλεκτρόνιο σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή περιγράφεται από την συνάρτηση:

$$\psi = M (\psi_{100} + 2\psi_{211} + \psi_{32-1}),$$

όπου οι διάφορες συμμετέχουσες κυματοσυναρτήσεις βρίσκονται στην κανονικοποιημένη τους μορφή. Υπολογίστε τον συντελεστή κανονικοποίησης  $M$  ώστε και η  $\psi$  να αποτελεί κανονικοποιημένη κατάσταση, καθώς και τις μέσες τιμές των μεγεθών  $l^2$ ,  $l_z$  και  $E$ . Ποια η τιμή της  $\Delta l_z$ ; Διατυπώστε την χρονικά εξελιγμένη μορφή της συνάρτησης  $\psi$ .

- 3) Σωματίδιο μάζας  $m_e$  κινείται στην περιφέρεια κύκλου ακτίνας  $r$ . Προσδιορίστε τις επιτρεπόμενες τιμές της ενέργειας του σωματιδίου, αποδώστε το ενεργειακό διάγραμμα και δείξτε ποιος είναι ο ενεργειακός εκφυλισμός.

**Πρόσθετες ενδιαφέρουσες διδακτικές ιστοσελίδες σχετικές με το άτομο του υδρογόνου:**

<https://phet.colorado.edu/en/simulation/hydrogen-atom>

[https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=15&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiWILyv7ZnYAhUCIxQKHccoDkAQFgiAATAO&url=https%3A%2F%2Fen.wikipedia.org%2Fwiki%2FHydrogen\\_atom&usg=AOvVaw2wAcNm9jT\\_5FpDWeJoAgyt](https://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=15&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiWILyv7ZnYAhUCIxQKHccoDkAQFgiAATAO&url=https%3A%2F%2Fen.wikipedia.org%2Fwiki%2FHydrogen_atom&usg=AOvVaw2wAcNm9jT_5FpDWeJoAgyt)

<http://chemed.chem.purdue.edu/genchem/topicreview/bp/ch6/bohr.html>

<https://www.visionlearning.com/en/library/Chemistry/1/Atomic-Theory-IV/231>

Από την «Αυτοεξέταση πολλαπλής επιλογής» του **κεφαλαίου 10** του βιβλίου Κβαντομηχανική I του Στέφανου Τραχανά: **ΝΑ ΚΑΤΑΝΟΗΣΕΤΕ** τις απαντήσεις στις ερωτήσεις 3, 5, 7, 11, 13, 15, 16, 18 και 19.

Σχετικά με το κεφάλαιο 10 του βιβλίου Κβαντομηχανική I του Στέφανου Τραχανά **ΝΑ ΛΥΣΕΤΕ** τα ακόλουθα προβλήματα:

- 1) Δείξτε σχεδιαστικά τις ενεργειακές στάθμες που προκύπτουν από καταστάσεις τύπου  $d$  και τύπου  $p$  λόγω φαινομένου *Zeeman*. Σε επόμενο στάδιο εφαρμόστε τους κανόνες επιλογής ( $\Delta l$  και  $\Delta m_l$ ) και δείξτε την εξέλιξη της μετάβασης  $d \rightarrow p$ . Μπορείτε να ισχυριστείτε ότι ισχύει το ίδιο για οποιεσδήποτε επιτρεπόμενες αρχικές και τελικές τιμές μέτρου της στροφορμής;
- 2) Το **πρόβλημα 2** του κεφαλαίου 10 στο βιβλίο Κβαντομηχανική I του Στέφανου Τραχανά.
- 3) Η μέση τιμή της  $z$ -συνιστώσας του σπιν σωματιδίου με  $s = 1/2$  είναι ίση με  $-1/6$ . Ποιες οι πιθανότητες να βρούμε το σωματίδιο με σπιν «πάνω» ή «κάτω» κατά τον άξονα  $z$ ; Μπορείτε να γενικεύσετε για κάθε άξονα;
- 4) Το **πρόβλημα 4** του κεφαλαίου 10 στο βιβλίο Κβαντομηχανική I του Στέφανου Τραχανά.
- 5) Βρείτε τα κανονικοποιημένα διανύσματα στήλης με καθορισμένη προβολή  $s_x = \pm 1/2$  στον άξονα  $x$ . Το ίδιο πρόβλημα για την κατεύθυνση  $y$ .
- 6) Το **πρόβλημα 5** του κεφαλαίου 10 στο βιβλίο Κβαντομηχανική I του Στέφανου Τραχανά.
- 7) Το **πρόβλημα 6β** του κεφαλαίου 10 στο βιβλίο Κβαντομηχανική I του Στέφανου Τραχανά.
- 8) Το **πρόβλημα 7** του κεφαλαίου 10 στο βιβλίο Κβαντομηχανική I του Στέφανου Τραχανά.