

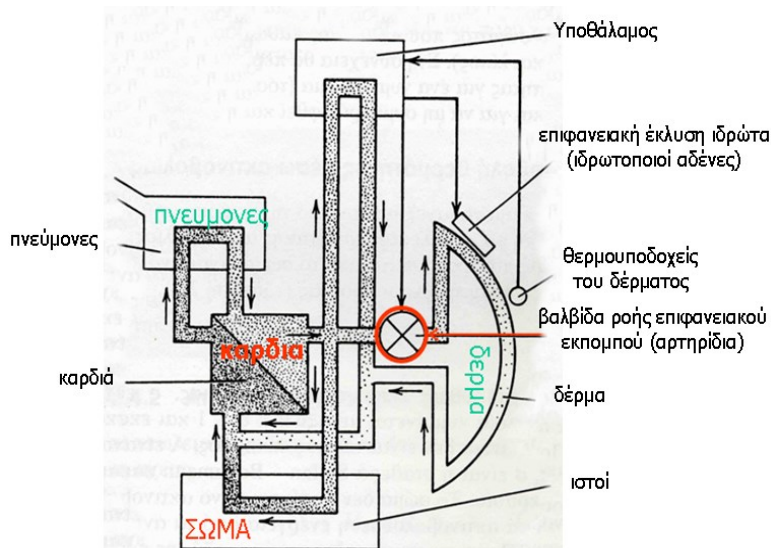
# Κατατακτήριες Εξετάσεις στην Ιατρική Φυσική – Χαρακτηριστικές Ερωτήσεις

## ΓΕΝΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ ΦΥΣΙΚΗ

### Ενέργεια

1. Η γλυκόζη η οποία χρησιμοποιείται και στην ενδοφλέβια διατροφή, οξειδώνεται κατά την αντίδραση:  $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6H_2O + 6CO_2 + 686...kcal$ . Δίδεται ότι 1 γραμμομόριο (mole) γλυκόζης = 180 gr, 1 mole  $O_2$  = 32 gr, 1 mole  $H_2O$  = 18 gr, 1 mole  $CO_2$  = 44 gr. Υπολογίστε το «θερμικό ισοδύναμο του οξυγόνου», το «θερμικό ισοδύναμο της γλυκόζης» και τον «αναπνευστικό λόγο».
2. Περιγράψτε το φαινόμενο του βρασμού. Ορίστε την έννοια της σχετικής υγρασίας.
3. Γιατί τα τριχοειδή αγγεία πρέπει να ευρίσκονται πολύ κοντά στα κύτταρα; Αποδείξτε την απάντησή σας για χρόνο κρούσεων, 1 sec. Δίδεται:
  - i. Η πιθανότερη απόσταση την οποία διανύει ένα μόριο μετά από N κρούσεις με άλλα μόρια είναι  $D = \lambda \sqrt{N}$  με  $\lambda$  = μέση απόσταση την οποία διανύει ένα μόριο μεταξύ δύο κρούσεων και N ο αριθμός κρούσεων.
  - ii. Πυκνότητα μορίων στους ιστούς = 1000 x [Πυκνότητα μορίων στον αέρα]
  - iii.  $\lambda(\text{ιστών}) \ll \lambda(\text{αέρα})$  με  $\lambda(\text{ιστών}) = 10^{-11}$  m
  - iv. Ένα μόριο πραγματοποιεί στους ιστούς  $10^{12}$  κρούσεις/sec
  - v. Διάμετρος μέσου κυττάρου:  $10^{-5}$  m

4. Στο σχήμα, παρουσιάζεται το ανθρώπινο σώμα ως σύστημα αποβολής θερμότητας. Επιλέξτε τα όργανα του ανθρώπινου σώματος τα οποία αντιστοιχούν στις έννοιες: κύριος ψύκτης, βοηθητικός ψύκτης, διπλή αντλία, παραγωγός θερμότητας, θερμοστάτης.



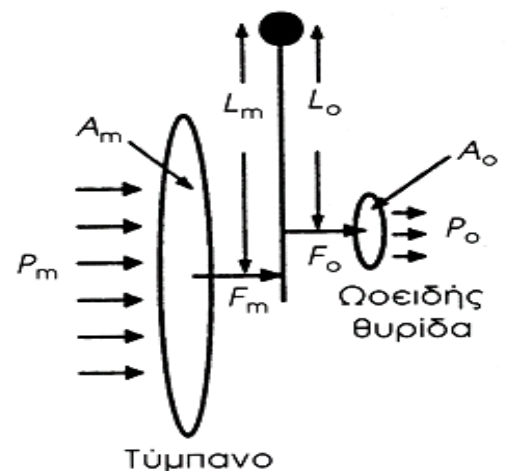
ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΒΟΛΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ

5. Απόλυτη και σχετική μέτρηση θερμοκρασίας: σε ποια κατηγορία ανήκει η μέτρηση της θερμοκρασίας με την κλίμακα Κελσίου και Kelvin. Δώστε παράδειγμα
6. Ορίστε την θερμοκρασία ξεκινώντας από την κινητική θεωρία των ιδανικών αερίων. Σχολιάστε τον ορισμό αυτό.
7. Δύο υδραργυρικά θερμοόμετρα δείχνουν  $20^\circ C$  και  $40^\circ C$  αντίστοιχα. Η κινητική ενέργεια των μορίων του Hg στους  $40^\circ C$  είναι διπλάσια σε σχέση με αυτήν στους  $20^\circ C$ ; Ναι όχι και γιατί;
8. Ποια η φυσική σημασία της απόλυτης θερμοκρασίας ενός ιδανικού αερίου;
9. Ποιά είναι το σημαντικό βιολογικό πλεονέκτημα των ομοιόθερμων οργανισμών έναντι των ποικιλόθερμων;
10. Περιγράψτε συνοπτικά πως η φλεβική κυκλοφορία μειώνει την απώλεια θερμότητας ή βοηθά στην ψύξη του σώματος.

11. Δώστε την φυσική σημασία της α) Πίεσης  $P$ , β) της Θερμοκρασίας  $T$ , γ) της Παγκόσμιας Σταθεράς των αερίων  $R$ , δ) της σταθεράς του Boltzman  $k$ .
12. Με ποιους τρόπους η θερμότητα φθάνει από το εσωτερικό στην επιφάνεια του σώματος; Περιγράψτε συνοπτικά.
13. Με ποιους μηχανισμούς πραγματοποιείται, υπό φυσιολογικές συνθήκες, η απαγωγή θερμότητας από το ανθρώπινο σώμα στο εξωτερικό περιβάλλον; Περιγράψτε εν συντομία αυτούς τους μηχανισμούς:
14. Χρησιμοποιώντας την καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων δώστε τον ορισμό της απόλυτης θερμοκρασίας ιδανικού αερίου συναρτήσει της μέσης κινητικής ενέργειας των μορίων του. Σχολιάστε τον ορισμό αυτό.

### Ακουστική – Ηχος & Ομιλία

1. Τι καλούμε φαινόμενο Doppler και πως εξαρτάται από την σχετική ταχύτητα του παρατηρητή ως προς την πηγή στην περίπτωση ακουστικών κυμάτων;
2. Σχεδιάστε ένα απλοποιημένο μοντέλο του ανθρώπινου φωνητικού μηχανισμού
3. Σχεδιάστε αδρά σε άξονες “ένταση ήχου (dB) – Συχνότητα (Hz)” την ευαισθησία του ωτός και τα επίπεδα πόνου και ενόχλησης. Σχολιάστε.
4. Τι είναι ακοομετρία κατωφλίου;
5. Παραθέστε και περιγράψτε συνοπτικά τα αντικειμενικά και υποκειμενικά χαρακτηριστικά των ήχων.
6. Ποιά είναι η διαφορά ανοικτού και κλειστού κώδωνα ενός στηθοσκοπίου; Περιγράψτε τις διαφορετικές εφαρμογές.
7. Ποιό είναι το βέλτιστο σχήμα ενός στηθοσκοπίου;
8. Ένταση ηχητικού κύματος (ορισμός, μονάδες μετρήσεως). Δυο ηχητικά κύματα έχουν εντάσεις 10 και  $1000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ , αντιστοίχως. Πόσα decibel παραπάνω είναι ο δεύτερος ήχος από τον πρώτο;
9. Το σχήμα παριστά τον μηχανισμό ενίσχυσης του ήχου από το τύμπανο (μέσω των οσταρίων) στην ωοειδή θυρίδα.  $F_m$  και  $F_o$  = δύναμη η οποία ασκείται στο τύμπανο και στην ωοειδή θυρίδα αντίστοιχα,  $L_m$  και  $L_o$  = τα μήκη των οσταρίων τα οποία δρουν ως υπομόχλια για τις δυνάμεις  $F_m$  και  $F_o$  αντίστοιχα.  $A_m$  και  $A_o$  = το εμβαδόν του τυμπάνου και της ωοειδούς θυρίδας αντίστοιχα.  $P_m$  και  $P_o$  = Οι εξασκώμενες πιέσεις στο τύμπανο και την ωοειδής θυρίδα αντίστοιχα. Δίδεται  $L_m/L_o = 1.3$ ,  $A_m/A_o = 15$ . Να ευρεθεί α) ο λόγος των πιέσεων (κέρδος)  $P_o/P_m$  και β) η ενίσχυση σε decibels του έσω ωτός.



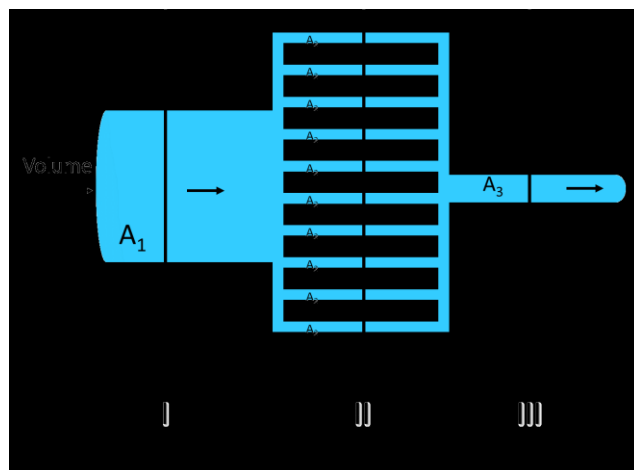
10. Εάν ένας ήχος έχει δεκαπλάσια ένταση από έναν άλλο, κατά πόσα bel διαφέρουν μεταξύ τους;
11. Ορίσατε το bel, το decibel σε σχέση με την ένταση και την πίεση δύο ήχων.
12. Τι συμβαίνει με την ένταση της ακτινοβολίας από μία σημειακή πηγή ακτινοβολήσης όταν η τελευταία απομακρύνεται από το ακτινοβολούμενο αντικείμενο; Μειώνεται, αυξάνεται ή παραμένει η αυτή; Γιατί;
13. Πως ορίζεται η χαρακτηριστική ακουστική εμπέδηση ενός υλικού και με τι ισούται στη περίπτωση διάδοσης απλών αρμονικών ακουστικών κυμάτων;
14. Τι ονομάζουμε α) απλή αρμονική κίνηση, β) απλό αρμονικό κύμα, γ) μήκος κύματος, δ) πλάτος κύματος. Πως συνδέονται α) η συχνότητα με το μήκος κύματος; β) η συχνότητα με την περίοδο του κύματος;
15. Τι ονομάζουμε ακουστότητα του ήχου και σε τι μονάδες την εκφράζουμε; Ποιά η διαφορά της από το επίπεδο έντασης του ήχου;
16. Ποιός ο ρόλος του μέσου αυτιού στην ακοή; Τι μετράμε με την μέθοδο της τυμπανομετρίας
17. Ορίσατε την ακουστική πίεση, την χαρακτηριστική ακουστική εμπέδηση, την ένταση του ήχου και την ακουστότητα. Τι είναι το ακουόγραμμα;
18. Τι αναπαριστά μια ισοφωνική καμπύλη;
19. Τι καλούμε επίπεδο έντασης ενός ήχου, τι ακουστότητα και τι είναι το phon;

### Καρδιά

1. Αν θεωρήσουμε π.χ. ότι η αριστερή κοιλία είναι ελαστική σφαίρα ακτίνας  $r$ , ποιό είναι το φυσικό έργο το οποίο παράγεται από την καρδιά;
2. Σχεδιάστε σε άξονες “ρυθμός ροής - πίεση” την μεταβολή του ρυθμού ροή για φυσιολογική και φραγμένη αρτηρία. Αν απαιτείται από την καρδιά να αυξήσει τον ρυθμό ροής από  $V_A$  σε  $V_B$  τι συμβαίνει με την πίεση στις δύο περιπτώσεις;. Ποια επιβαρύνεται περισσότερο και γιατί;
3. Σχεδιάστε αδρά και περιγράψτε το μηχανικό ισοδύναμο της καρδιάς
4. Ήχοι της καρδιάς: περιγράψτε που οφείλονται, πως εκμεταλλευόμαστε για διαγνωστικούς λόγους τα διάφορα φαινόμενα τα οποία εμπλέκονται;
5. Ποιά είναι η φυσική συνιστώσα των καρδιακών παθήσεων (ταχυκαρδία και υπέρταση) σχετικά με το έργο το οποίο παράγεται από την καρδιά;
6. Σχεδιάστε το κυκλοφορικό σύστημα ως σύστημα κυκλοφορίας κλειστού κυκλώματος με δύο αντλίες
7. Ευρήματα του Poiseuille. Συγκρίνατε τον ρυθμό ροής σε δύο αγγεία όταν (με όλες τις άλλες παραμέτρους ίδιες) διαφέρουν α) στην ακτίνα, β) στο ιξώδες, γ) στην διάφορα πίεσης στα δύο άκρα του αγγείου, δ) στο μήκος του αγγείου
8. Στο σημείο στένωσης ενός αγγείου, η δυναμική πίεση πως μεταβάλλεται σε σχέση με την δυναμική πίεση στο αγγείο σε σημείο μετά την στένωση; Ποιά είναι η εξίσωση συνέχειας, πριν, κατά και μετά την στένωση;
9. Ένα αγγείο διατομής  $5 \text{ cm}^2$  διακλαδίζεται σε α) 10 αγγεία διατομής  $1 \text{ cm}^2$  έκαστο, β) 10 αγγεία διατομής  $0,5 \text{ cm}^2$  έκαστο και γ) 2 αγγεία διατομής  $1 \text{ cm}^2$  έκαστο. Η ταχύτητα σε κάθε διακλαδιζόμενο αγγείο πως αλλάζει σε σχέση με την ταχύτητα του αρχικού αγγείου. Εντάξτε τα τριχοειδή σε μία από τις άνω κατηγορίες και συγκρίνετε την ταχύτητα σε αυτά σε σχέση με την

ταχύτητα του αίματος στην αρτητή. Η ταχύτητα την οποία θεωρείτε ότι έχει το αίμα στα τριχοειδή αγγεία πως εξηγείται;

10. Στενωμένη αρτηρία: εξηγήστε τι συμβαίνει με την πίεση του αίματος και την ταχύτητά του στο στενωμένο και στο μη στενωμένο τμήμα της αρτηρίας.
11. Νομος του Starling για τα τριχοειδή αγγεία
12. Περιγράψτε την αρχή λειτουργίας του μετρητή Coulter (μέτρηση ερυθρών αιμοσφαιρίων)
13. Κυλινδρικό αγγείο διαμέτρου  $A_1 = 10 \text{ cm}^2$  διαμοιράζεται σε 10 όμοια αγγεία διαμέτρου  $A_2 = 0,5 \text{ cm}^2$  έκαστο. Στην συνέχεια, τα 10 όμοια αγγεία επανενώνονται σε 1 αγγείο διαμέτρου  $A_3 = 1 \text{ cm}^2$ . Ποια είναι η ροή όγκου καθώς και η ταχύτητα του αίματος στις τομές I, II και III;



## Οστά

1. Ποιες οι λειτουργίες τις οποίες επιτελούν τα οστά στο ανθρώπινο σώμα;
2. Εξηγήστε γιατί η επιφάνεια διατομής των οστών στην περιοχή της άρθρωσης είναι μεγαλύτερη από την επιφάνεια των οστών πάνω ή κάτω από την άρθρωση.
3. Σε ποιες κατηγορίες κατατάσσονται οι μύες. Αναλύστε.
4. Τι καλείται ροπή. Δώστε ένα παράδειγμα ροπής στο ανθρώπινο σώμα.
5. Εξηγήστε γιατί τα οστά αποτελούνται από συνδυασμό σπογγώδους και συμπαγούς οστού.
6. Σε πόσες και ποιες ομάδες χωρίζονται τα ανθρώπινα οστά

## Πίεση

1. Περιγράψτε την αρχή λειτουργίας του σφυγμομανομέτρου
2. Εξηγήστε με ποιές διαδικασίες πίεσης και κάτω από ποιές συνθήκες ανταλλάσσονται υγρά μεταξύ τριχοειδών αγγείων και διάμεσου υγρού στους ιστούς.
3. Σχεδιάστε σε άξονες πίεσης – όγκου την μεταβολή της πίεσης στο εσωτερικό της κύστης καθώς πληρούται συνεχώς με ούρα. Σχολιάστε την κλίση της καμπύλης
4. Περιγράψτε εν συντομία την διαδικασία της στατικής μέτρησης της αρτηριακής πίεσης του αίματος και εξηγήστε την φυσική αρχή η οποία την διέπει.

5. Εξηγήστε γιατί η πίεση του κυκλοφορικού συστήματος διαφέρει κατά μήκος του σώματος (π.χ. κεφαλή, κάτω άκρα, καρδιά). Τι πρέπει να κάνει ένα άνθρωπος ώστε η πίεση να είναι περίπου η αυτή παντού.
6. Στο ανθρώπινο σώμα υπάρχουν περιοχές οι οποίες έχουν πίεση μικρότερη από την ατμοσφαιρική. Γιατί; Δώστε παραδείγματα.
7. Εξηγήστε με βάση τον νόμο του Henry (τον οποίο και καταγράψτε) τι συμβαίνει με την επίδραση του αζώτου στους ιστούς καθώς ο αυτοδύτης κατέρχεται σε όλο και μεγαλύτερα βάθη.
8. Αν οι πνεύμονες είναι γεμάτοι από αέρα κατά την ανάδυση (από τον βυθό προς την επιφάνεια της θαλάσσης) γιατί μπορεί να προκληθεί σοβαρή βλάβη στους πνεύμονες;
9. Σχεδιάστε σε άξονες πίεσης - %αναλογία εισπνεομένου οξυγόνου την καμπύλη “επίπεδο θάλασσας ισοδύναμο με μίγμα οξυγόνου”. Σχολιάστε σύντομα.
10. Η μερική πίεση του αέρα στην επιφάνεια της θάλασσας είναι άζωτο: 0,8 atm και οξυγόνο 0,2 atm. Σε βάθος 30 m δώστε την αντίστοιχη μερική πίεση σε atm. των δύο αερίων.
11. Τι εκφράζει ο νόμος του Henry και πως εκδηλώνεται στην νόσο των δυτών;

### Οπτική - Οφθαλμός

1. Από ποιά τμήματα αποτελείται το διπλό σύστημα φακών του ανθρώπινου οφθαλμού; Ποιό το ποσοστό συνεισφοράς του κάθε τμήματος στην δυνατότητα εστίασης του οφθαλμού;
2. Ποιός ο ρόλος του ακτινωτού μυ στη εστίαση του οφθαλμού; Ποιό είναι το απώτερο και ποιό το εγγύτερο σημείο όρασης;
3. Ποιός ο ρόλος του φακού στην όραση;
4. Δώστε το διάγραμμα της χρονικής απόκρισης των ραβδίων και των κωνίων σε σχέση με την ένταση του φωτός. Σε χαμηλή ένταση φωτός, η όραση είναι έγχρωμη ή ασπρόμαυρη και γιατί.
5. Ποιό είναι οι γεωμετρικοί λόγοι βάσει των οποίων ο οφθαλμός είναι μυωπικός; Τι είδους διορθωτικό φακό θα πρέπει να τοποθετήσει ένας μύωπας για την διόρθωση της όρασης;
6. Χρωματικό σφάλμα των φακών και πως επιτυγχάνεται η διόρθωση του.
7. Διακριτική ικανότητα οπτικού μικροσκοπίου - παράμετροι από τις οποίες εξαρτάται.
8. Διατυπώστε τους νόμους της ανάκλασης και της διάθλασης του φωτός.
9. Για να κτυπήσει κάποιος ένα ψάρι με ψαροντούφεκο όταν ευρίσκεται έξω από το νερό, που πρέπει να στοχεύσει: κατευθείαν πάνω στο ψάρι, λίγο πιο πάνω από το ψάρι, λίγο πιο κάτω από το ψάρι, λίγο πιο δεξιά από το ψάρι; Δικαιολογήστε;
10. Γιατί με γυμνό οφθαλμό δεν βλέπουμε καλά μέσα στην θάλασσα ενώ με την χρήση μάσκας βλέπουμε;
11. Άτομο με φυσιολογική όραση δοκιμάζει γυαλιά μυωπίας με ισχύ δυο διοπτριες. Ποιο θα είναι το αποτέλεσμα ; (εξετάστε αν και για ποιες αποστάσεις μπορεί να εστιάσει σωστά).
12. Ποιες είναι οι κυριότερες διαθλαστικές ανωμαλίες του οφθαλμού και πως τις αντιμετωπίζουμε με διορθωτικούς φακούς;
13. Ποιός ο ρόλος του φακού στην όραση; Αν ο φακός του οφθαλμού ενός ατόμου ήταν κατασκευασμένος από υλικό με δείκτη διάθλασης 1,6 τι είδους αμετρωπία θα παρουσίαζε και πως θα ήταν δυνατόν να διορθωθεί;

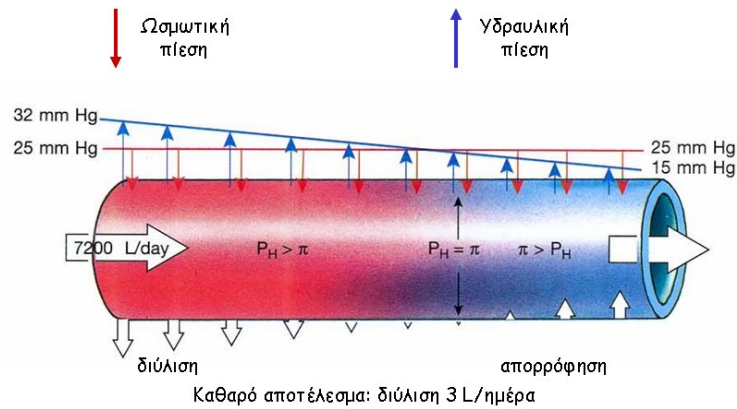
14. Θεωρείστε ότι και οι δύο σφαιρικές επιφάνειες του κερατοειδούς του οφθαλμού έχουν ακτίνα καμπυλότητας  $z = 8 \text{ mm}$ , ο δείκτης διαθλάσεως του είναι ίσος με 1,40 και το υδατώδες υγρό πίσω από αυτόν έχει δείκτη διαθλάσεως ίσο με 1,30. Υπολογίστε την ισχύ του κερατοειδούς στον αέρα. Αν ο οφθαλμός ευρίσκεται σε νερό με δείκτη διαθλάσεως ίσο με 1,30 ποιά θα είναι η ισχύς του κερατοειδούς;
15. Υπερμετρωπικός οφθαλμός δεν διακρίνει ευκρινώς σε απόσταση μικρότερη του μισού μέτρου. Τι φακό θα πρέπει να τοποθετήσει για να διορθώσει το πρόβλημα;

### Βιοσήματα

1. Ποιο είναι το πλεονέκτημα των εμύελων σε σχέση με τις αμύελες νευρικές ίνες;
2. Ποια είναι η τυπική ταχύτητα διάδοσης ενός δυναμικού δράσης σε ένα νευρικό κύτταρο; Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν την ταχύτητα διάδοσης;
3. Τι είναι το δυναμικό ηρεμίας ενός κυττάρου. Εξηγήστε.
4. Τι είναι το δυναμικό δράσης ενός κυττάρου. Εξηγήστε.
5. Ποια ηλεκτρικά σήματα μπορούν να ανιχνευθούν στο ανθρώπινο σώμα; Δώστε παραδείγματα τυπικών εξετάσεων.
6. Βιολογικά Σήματα (Βιοσήματα): Δώστε τον ορισμό, παραδείγματα και σχολιάστε σύντομα
7. Δώστε τη χρονική μεταβολή του δυναμικού δράσης και εξηγήστε τη μορφή της καμπύλης με τη βοήθεια των χρονικών μεταβολών διαβατότητας των ιόντων  $\text{Na}^+$  και  $\text{K}^+$  μέσω της κυτταρικής μεμβράνης.
8. Ποιό λειτουργικό σκοπό εξυπηρετεί η μικρή διάρκεια του δυναμικού δράσης (περίπου 1 ms) στον νευράξονα και η μεγάλη (περίπου 50 ms) στα κύτταρα της καρδιάς; Πως μετρώνται αυτές οι χρονικές διάρκειες;
9. Τι καλούμε "βιοσήμα". Δώστε μερικά παραδείγματα βιοσημάτων διαφορετικής φύσεως. Ποιά είναι τα "βήματα" της "ψηφιακής επεξεργασίας βιοσημάτων".

### Ωσμωτική Πίεση

1. Πως η ώσμωση συνεισφέρει στην ανταλλαγή προϊόντων μεταξύ κυττάρων και ενός αρτηριοφλεβιδίου;
2. Σε ένα τριχοειδές αγγείο γιατί προκαλείται διύλιση στο αρτηριακό άκρο και απορρόφηση στο φλεβικό άκρο;
3. Η ώσμωση είναι μεγαλύτερη της υδραυλικής πίεσης στο αρτηριακό άκρο και μικρότερη στο φλεβικό άκρο; Εξηγήστε την απάντησή σας.
4. Ορίστε την ωσμωτική πίεση και τον ρόλο που διαδραματίζει στην λειτουργία του νεφρώνα.
5. Περιγράψτε το μηχανικό ισοδύναμο ενός νεφρώνα και τον ρόλο της ώσμωσης στην διύλιση των υγρών. Τι συμβαίνει στην περίπτωση διαβητικού ατόμου;
6. Περιγράψτε το φαινόμενο της ώσμωσης και εξηγήστε ποιόι παράγοντες και πως συνεισφέρουν σε αυτό.
7. Σχολιάστε το σχήμα ως προς τις πιέσεις οι οποίες ασκούνται (τριχοειδές αγγείο και ροή αίματος):

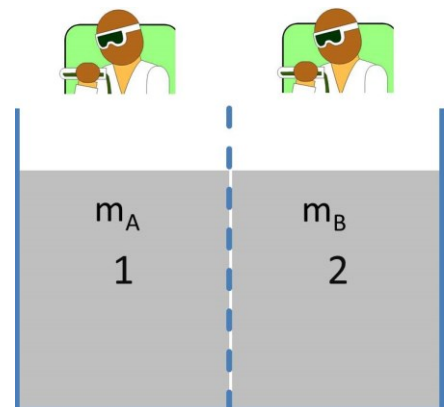


8. Κατά την εξαναγκασμένη από τον διαλύτη (ρυθμός ροής  $A \text{ m}^3/\text{s}$ ) μετακίνηση μίας διαλελυμένης ουσίας (με συγκέντρωση διαλύματος  $B \text{ σωματίδια}/\text{m}^3$ ) ποιά είναι η ροή της διαλυμένης ουσίας; Δώστε ένα παράδειγμα από το ανθρώπινο σώμα.
9. Ωσμωτική πίεση: Περιγράψατε τον νόμο Van't Hoff και ορίστε τι είναι ισότονα, υπέρτονα και υπότονα διαλύματα.
10. Σε ανοικτό δοχείο το οποίο περιέχει διαλύτη νερό τοποθετείται ημιπερατή μεμβράνη η οποία χωρίζει το δοχείο σε δύο διαμερίσματα 1 και 2.

Στο διαμέρισμα 1 προστίθεται ουσία A μάζας  $m_A$  μεγάλου μοριακού βάρους η οποία δεν διαπερνά την ημιπερατή μεμβράνη.

Στο διαμέρισμα 2 προστίθεται ουσία B μάζας  $m_B$  (όπου  $m_B = 2m_A$ ) μικρού μοριακού βάρους.

Πως θα αλλάξει η ισορροπία στα δύο διαμερίσματα 1 και 2. Θα παραμείνει σταθερό, θα αυξηθεί ή θα μειωθεί το ύψος της στήλης διαλύματος στα δύο διαμερίσματα;



$$2m_A = m_B$$

## ΑΚΤΙΝΟΦΥΣΙΚΗ

### Ατομική Φυσική - Αλληλεπίδραση Ακτινοβολίας – Ύλης

1. Σχεδιάστε σε άξονες “αριθμός νετρονίων – αριθμός πρωτονίων” την κατανομή των νουκλιδίων σε ένα πυρήνα ατόμου και εξηγήστε το σχήμα το οποίο προκύπτει.
2. Από ποιο φαινόμενο εξαρτάται κυρίως η εξασθένηση των φωτονίων στις χαμηλές ενέργειες (μέχρι 100-150 keV περίπου); Γιατί αυτό το φαινόμενο είναι η φυσική βάση της Ακτινοδιαγνωστικής;
3. Περιγράψτε συνοπτικά τα τρία βασικά φαινόμενα αλληλεπίδρασης ακτινοβολίας – ύλης (φωτοηλεκτρικό, Compton, δίδυμος γέννησις). Ποιο είναι το κύριο από αυτά φαινόμενο στην ακτινοδιάγνωση και γιατί;
4. Ορίστε και περιγράψτε τον γραμμικό συντελεστή εξασθένησης μίας δέσμης φωτονίων όταν εισέρχεται σε ένα υλικό.
5. Ορίστε και σχολιάστε το “πάχος υποδιπλασιασμού HVL”.
6. Ποιά είναι η διαφορά της διατομής ενός γεωμετρικού σχήματος (π.χ. ενός αγγείου) και της ενεργούς διατομής μίας δέσμης ακτινοβολίας όταν προσπίπτει στο αγγείο αυτό;
7. Μία πηγή εκπομπής ακτινοβολίας διαθέτει τρία επίπεδα ενέργειας: Α (όπου η φωτοηλεκτρική απορρόφηση είναι το μοναδικό φαινόμενο εξασθένησης της δέσμης το οποίο λαμβάνει χώρα), Β (όπου το φαινόμενο Compton είναι το μοναδικό φαινόμενο εξασθένησης της δέσμης το οποίο λαμβάνει χώρα) και Γ (όπου ο μηχανισμός της δίδυμης γέννησης είναι το μοναδικό φαινόμενο εξασθένησης της δέσμης το οποίο λαμβάνει χώρα). 1 g αίματος και 1 g οστού εκτίθενται ταυτόχρονα στην πηγή αυτή και στα τρία επίπεδα ενέργειας Α, Β και Γ. Σχολιάστε (συγκριτικά μεταξύ τους) αν η δόσεις είναι ίσες ή διαφορετικές.
8. Ορίστε και σχολιάστε την έννοια της ισχύος ανασχέσεως φορτισμένων σωματιδίων κατά την διαδρομή τους όταν διασχίζουν την ύλη.
9. Περιγράψτε, σχεδιάστε και σχολιάστε την καμπύλη Bragg για δέσμη πρωτονίων.
10. Νόμος του αντιστρόφου του τετραγώνου των αποστάσεων και σημειακή πηγή ακτινοβολίας. Αποδείξτε τον νόμο, εξάγετε τον μαθηματικό τύπο και δώστε παράδειγμα.
11. Τι είναι η ακτινοβολία πεδήσεως (bremsstrahlung)
12. Ορίστε την μονάδα ηλεκτρονιοβολτ (eV)
13.  $^{12}_6\text{C}$ ,  $^{13}_6\text{C}$ ,  $^{14}_6\text{C}$  Πόσα πρωτόνια, νετρόνια και ηλεκτρόνια υπάρχουν σε αυτά τα ισότοπα άνθρακα?
14. Η ένταση της ακτινοβολίας οποιασδήποτε σημειακής πηγής (ορατό φως, ιονίζουσα ακτινοβολία, κ.α.) μειώνεται όσο απομακρύνεται ο παρατηρητής από την πηγή και υπακούει στον «Νόμο του αντιστρόφου του τετραγώνου της απόστασης». Περιγράψτε τον νόμο και δώστε ένα παράδειγμα.
15. Ποιά είναι η βασική ποιοτική διαφορά μεταξύ μικροκυμάτων, υπέρυθρης ακτινοβολίας, ορατού φάσματος φωτός, ακτίνων Χ, ακτίνων γ και κοσμικής ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας;
16. Περιγράψτε συνοπτικά τους μηχανισμούς αλληλεπιδράσεων νετρονίων – ύλης.
17. Περιγράψτε συνοπτικά τι είναι τα θερμικά νετρόνια. Παίζει ρόλο ο ατομικός αριθμός του στοιχείου υλικού το οποίο εκτίθεται σε μία δέσμη νετρονίων στην απορρόφηση των τελευταίων.
18. Περιγράψτε συνοπτικά την σημασία των νετρονίων στην Ιατρική.



## Δοσιμετρία - Ακτινοπροστασία

0. Συμπληρώστε τον πίνακα αναγράφοντας μόνο «ναι» στις κατάλληλες θέσεις:

Μονάδα Ακτινοβολιών	η μονάδα εκπέμπει					Ακτινοδιαγνωστικό Τμήμα	Ακτινοθεραπευτικό Τμήμα	Τμήμα Πυρηνικής Ιατρικής	εάν η μονάδα είναι εκτός λειτουργίας, η παραμονή ατόμου στον χώρο της εγκυμονεί κινδύνους για την υγεία του ή όχι, από την ακτινοβολία;
	ηλεκτρόνια	φωτόνια	H/M ακτινοβολία	δεν εκπέμπει	Υπέρηχους				
Αξονικός Τομογράφος									
Γραμμικός Επιταχυντής									
Μονάδα Κοβαλτίου-60									
Μονάδα Βραχυθεραπείας Ιριδίου									
Υπερηχοτομογράφος									
Αγγειογράφος									
Εξομοιωτής (Simulator)									
γ-camera									
Μονάδα Βραχυθεραπείας Καισίου									
SPECT camera									
PET camera									
Μαγνητικός Τομογράφος									
Σπινθηρογράφος									

1. Περιγράψτε την έννοια LET (γραμμικώς εναποτιθέμενη ενέργεια) για δέσμη φορτισμένων σωματιδίων
2. Ορίστε την απορροφώμενη δόση σε ένα μέσον όταν εκτίθεται σε δέσμη ακτινοβολίας.
3. Ορίστε την Kerma σε ένα μέσον όταν εκτίθεται σε δέσμη ακτινοβολίας.
4. Ποιά είναι η αρχή λειτουργίας ενός ανιχνευτή ιοντιζουσών ακτινοβολιών με αέριο;
5. Περιγράψτε συνοπτικά τι είναι ένας θάλαμος ιονισμού
6. Περιγράψτε συνοπτικά τι είναι ένας μετρητής Geiger-Muller. Με την βοήθεια του οργάνου αυτού είναι δυνατόν να μετρηθεί με ικανοποιητική ακρίβεια η δόση ακτινοβολίας σε έναν ασθενή;
7. Τι είναι η δοσιμετρία φωταύγειας; Περιγράψτε συνοπτικά.
8. Τι είναι η δοσιμετρία θερμοφωταύγειας; Περιγράψτε συνοπτικά.
9. Ποιές είναι οι εφαρμογές της δοσιμετρίας θερμοφωταύγειας στην Ιατρική;
10. Διατίθενται 1) θάλαμος ιονισμού τύπου δακτυλήθρες και 2) μετρητής ακτινοβολίας τύπου Geiger-Muller. Απαιτείται α) να μετρηθεί η δόση σε ομοίωμα ασθενούς για τις ανάγκες της ακτινοθεραπείας, β) να ανιχνευθεί χυμένη ραδιενεργός ουσία στο δάπεδο και γ) να μετρηθεί το μαγνητικό πεδίο Μαγνητικού Τομογράφου. Ποιος ανιχνευτής είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί και για ποια περίπτωση;
11. Ένας ασθενής πραγματοποίησε τρεις αξονικές τομογραφίες στην περιοχή της πυέλου και 4 ακτινογραφίες λεκάνης (2 πρόσθιες και 2 πλάγιες). Η συνολική δόση την οποία έλαβε στην κύστη ήταν 10 mGy. Για πόσο διάστημα (προσεγγιστικά) ο ασθενής αυτός θα πρέπει να απομονωθεί από τους οικείους του και το ιατρικό προσωπικό;
13. Σε σταθερή απόσταση 2 m από πηγή ακτινοβολίας ένα άτομο λαμβάνει 1 mSv/hour. Πόση δόση θα έχει απορροφήσει σε 4 ώρες;

14. Τα δοσίμετρα προσωπικού (τοποθετούνται στην εξωτερική πλευρά της μπλούζας): Προστατεύουν τον εργαζόμενο από την ακτινοβολία; Καταγράφουν την απορροφηθείσα δόση από τον εργαζόμενο; Διαχωρίζουν την ιονίζουσα από την μη ιονίζουσα ακτινοβολία; Αιτιολογήστε την απάντησή σας.
15. Αν απαιτηθεί, ποιο άτομο θα πρέπει να βοηθά μέσα στον θάλαμο έναν παιδί να μένει ακίνητο κατά την ακτινογράφιση (πατέρας, μητέρα, νοσηλεύτης, ιατρός, ακτινοφυσικός); Αιτιολογήστε την απάντησή σας.
16. Τι είναι το Sievert;
17. Γιατί χρησιμοποιούμε Gray και Sievert για τον ορισμό της απορροφώμενης δόσης; Είναι πάντα ισοδύναμα μεταξύ τους; Εξηγήστε.
18. Σχολιάστε γιατί η απόσταση από μία πηγή εκπομπής ακτινοβολίας και η θωράκιση αποτελούν βασικές μεθόδους ακτινοπροστασίας.
19. Ιοντισμός και διέγερση ατόμου. Ορισμός και διαφορές.
20. Ποιός ο νόμος εξασθένησης δέσμης μονοενεργειακών φωτονίων κατά την διέλευσή της διαμέσου της ύλης.
21. Τι σημαίνει “άμεσα” και “έμμεσα” ιονίζουσα ακτινοβολία; Δώστε παραδείγματα και από τις δύο κατηγορίες.
22. Απαντήστε με ένα ΝΑΙ ή ένα ΟΧΙ και με το πρόσημο του φορτίου όπου χρειαστεί:

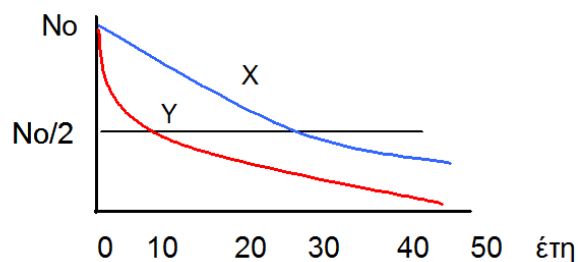
	Μάζα ηρεμίας	Φορτίο
Νετρόνιο		
Ηλεκτρόνιο		
Κυκλοτρόνιο		
Πρωτόνιο		
Φωτόνιο		

23. Μια δέσμη άγνωστης ακτινοβολίας βομβαρδίζει ένα φιλμ. Το όλο σύστημα ευρίσκεται στο εσωτερικό μαγνητικού πεδίου. Παρατηρούνται δύο κηλίδες στο φιλμ, μία στο κέντρο και μια πλάγια. Τι συμπεραίνετε;
24. Να ορισθεί η παράμετρος: Πάχος ημιεξασθένησεως (μαθηματική διατύπωση του ορισμού και μονάδες μετρήσεως. Εάν το πάχος ημιεξασθένησεως δέσμης μονοχρωματικής ακτινοβολίας είναι 2 mm (για ορισμένο απορροφητικό υλικό), ποιο πρέπει να είναι το πάχος του υλικού αυτού ώστε η ένταση της δέσμης να είναι, κατά προσέγγιση, το ένα χιλιοστό της αρχικής τιμής εντάσεως;
25. Να ορισθούν οι έννοιες και να γραφούν οι μονάδες μετρήσεως των φυσικών μεγεθών, ενεργότητα, έκθεση στην ακτινοβολία, απορροφώμενη δόση ιονίζουσας ακτινοβολίας, ισοδύναμη δόση, ένταση ακτινοβολίας.

### Πυρηνική Ιατρική - Ραδιενέργεια

1. Περιγράψτε τα φυσικά χαρακτηριστικά του Τεχνητίου ( $Tc^{99m}$ ) και πως παράγεται. Γιατί είναι σημαντικό ραδιοϊσότοπο στην Πυρηνική Ιατρική;
2. Περιγράψτε συνοπτικά τα κριτήρια με τα οποία γίνεται η επιλογή ουσιών/φαρμάκων και ραδιονουκλιδίων για την χρήση ραδιοφαρμάκων στην διάγνωση στην Πυρηνική Ιατρική
3. Δώστε συνοπτικά τις ιδιότητες του ιδανικού διαγνωστικού ραδιοφαρμάκου στην Πυρηνική Ιατρική.

4. Δώστε συνοπτικά τις ιδιότητες του ιδανικού θεραπευτικού ραδιοφαρμάκου στην Πυρηνική Ιατρική.
5. Ποιές είναι (συνοπτικά) οι θεραπευτικές εφαρμογές της Πυρηνικής Ιατρικής;
6. Μία ραδιενεργή ουσία πρέπει να είναι κυρίως εκπομπός φωτονίων ή ηλεκτρονίων για θεραπευτική ή διαγνωστική χρήση και γιατί;
7. Δώστε σύντομα τον ορισμό της τομογραφικής γ-camera με την τεχνική της Υπολογιστικής Τομογραφίας Ενός Φωτονίου (SPECT) και της τομογραφικής γ-camera με την τεχνική της Ποζιτρονιακής Τομογραφικής Εκπομπής (PET).
8. Περιγράψτε την αρχή λειτουργίας (σε ποιο φυσικό φαινόμενο στηρίζεται) η τεχνική της camera Ποζιτρονιακής Τομογραφικής Εκπομπής (Positron Emission Tomography - PET).
9. Μετασχηματισμός ραδιενεργών πυρήνων σε σειρά: Σχεδιάστε σε άξονες (% σχετική ενεργότης – χρόνος) ένα παράδειγμα αιώνιας ραδιενεργού ισορροπίας και ένα παράδειγμα μεταβατικής ραδιενεργού ισορροπίας. Εξηγήστε συνοπτικά τι ρόλο παίζει στην διαμόρφωση της καμπύλης ο χρόνος υποδιπλασιασμού του πατρικού πυρήνα.
10. Ορίστε τον χρόνο υποδιπλασιασμού  $T_{1/2}$  και την σταθερά διασπάσεως  $\lambda$  ενός ραδιοϊσοτόπου καθώς και την μονάδα ενεργότητας στο SI.
11. Τι είναι η *in vitro* Πυρηνική Ιατρική.
12. Περιγράψτε τον νόμο της ραδιενεργούς φθοράς. Τι είναι ο χρόνος ημιζωής ενός ραδιενεργού στοιχείου.
13. Δώστε την εξίσωση ραδιενεργούς μετατροπής του Μολυβδενίου σε Τεχνητίο στην Πυρηνική Ιατρική.
14. Δώστε τον ορισμό του Bequerel.
15. Δώστε την εξίσωση ραδιενεργούς μετατροπής του Μολυβδαινίου στην Πυρηνική Ιατρική.
16. Περιγράψτε την ραδιενεργή διάσπαση  $\alpha$ ,  $\beta^-$  και  $\beta^+$ .
17. Σε άξονες “σχετική ενεργότητα – αριθμός χρόνων ημιζωής” σχεδιάστε την μεταβολή α) πατρικού πυρήνα με εξαιρετικά μεγάλο χρόνο υποδιπλασιασμού, β) πατρικού πυρήνα με απλώς μεγάλο χρόνο υποδιπλασιασμού, γ) πατρικού πυρήνα με μικρό χρόνο υποδιπλασιασμού



18. Το σχήμα παριστάνει την ραδιενεργή φθορά δύο δειγμάτων X και Y  
 α) Ποιό από τα δύο έχει μεγαλύτερη πιθανότητα ραδιενεργούς φθοράς;  
 β) Ποιός είναι ο χρόνος ημιζωής του κάθε δείγματος;
19. Ποιά είναι τα βασικά μηχανήματα – όργανα μέτρησης της Πυρηνικής Ιατρικής και για ποιά λειτουργία προορίζονται;
20. Περιγράψτε συνοπτικά την λειτουργία του κύριου οργάνου μέτρησης στην Πυρηνική Ιατρική τον “στερεό σπινθηριστή”
21. Σε τι διαφέρει η αρχή λειτουργίας λήψης εικόνας στην Πυρηνική Ιατρική από αυτήν της ακτινογραφίας;
22. Ασθενής ο οποίος έλαβε Τεχνητίο για πραγματοποίηση σπινθηρογράφηματος οστών: εκπέμπει ακτινοβολία; Εάν ναι πως μειώνεται αυτή; Είναι υψηλότερος ο ρυθμός της από ασθενή ο οποίος έλαβε δόση 2 Gy στην Ακτινοθεραπεία από γραμμικό επιταχυντή;

23. Ποιά φαινόμενα λαμβάνουν χώρα όταν ακτίνες  $\gamma$  προσπέσουν στον κρύσταλλο της  $\gamma$ -κάμερα και τι γνωρίζετε για αυτά;
24. Τι είναι φωτοπολλαπλασιαστής και ποια η συμβολή του κατά τη λειτουργία της  $\gamma$ -camera;
25. Πως σχετίζονται η φυσική, βιολογική και πραγματική ημιζωή ενός ραδιοφαρμάκου;
26. Πως λειτουργεί ο κρύσταλλος σπινθηριστής στην  $\gamma$ -camera;
27. Η χορηγούμενη ραδιενέργεια για μια στατική εξέταση ήπατος είναι διαφορετική από αυτή των δυναμικών εξετάσεων νεφρού. Εξηγήσατε το γιατί.

### Ακτινοθεραπεία

1. Δοχείο A, μάζας πεντακοσίων (500) Kg πληρούται με ύδωρ, ακτινοβολείται ομοιογενώς και απορροφά δόση 1000 Gy. Δοχείο B, πληρούται με ύδωρ μάζας εκατό (100) Kg, ακτινοβολείται ομοιογενώς και απορροφά δόση 200 Gy. Θεωρώντας 1 Kg μάζας νερού από το δοχείο A και 1 Kg μάζας νερού από το δοχείο B, ποιο από τα δυο δείγματα απορρόφησε περισσότερη ενέργεια ανά Kg (δόση) και γιατί.
2. Ακτινοθεραπεία με χρήση ταχέων νετρονίων. Περιγράψτε συνοπτικά.
3. Ακτινοθεραπεία με χρήση θερμικών ή επιθερμικών νετρονίων. Περιγράψτε συνοπτικά.
4. Ακτινοθεραπεία με χρήση πρωτονίων. Περιγράψτε συνοπτικά.
5. Περιγράψτε συνοπτικά την ακτινοθεραπευτική μέθοδο η οποία καλείται "ραδιοχειρουργική" ή "ακτινοχειρουργική".
6. Ποιά είναι η εμβέλεια (το βάθος διείσδυσης) θεραπευτικής δέσμης ηλεκτρονίων κατά την είσοδό τους στην ύλη. Σχεδιάστε δύο καμπύλες εμβέλειας ηλεκτρονίων μικρής (π.χ. 2 MeV) και μεγάλης (π.χ. 8 MeV) ενέργειας σε άξονες "% δόση βάθους  $\rightarrow$  βάθος διείσδυσης".
7. Κατά την ακτινοβολήση μαλακών ιστών χρησιμοποιούνται τρεις μονάδες παραγωγής ακτίνων X ενέργειας: η 1<sup>η</sup> στο διάστημα 100 keV – 5 MeV, η 2<sup>η</sup> στο διάστημα 5 MeV – 10 MeV και η 3<sup>η</sup> στο διάστημα 50 MeV – 100 MeV. Σχεδιάστε αδρά τις τρεις καμπύλες κατανομής δόσης στο ίδιο γράφημα και σε άξονες "% δόση βάθους  $\rightarrow$  βάθος διείσδυσης".
8. Σχεδιάστε σε άξονες «% δόσης βάθους – βάθος ιστών» και περιγράψτε συνοπτικά την καμπύλη κατανομής δόσης σε ιστό, δέσμης φωτονίων υψηλής ενεργείας προερχομένης από γραμμικό επιταχυντή.
9. Τι είναι ο εξομοιωτής θεραπείας και που χρησιμεύει στην διαδικασία της ακτινοθεραπείας;
10. Ο γραμμικός επιταχυντής ο οποίος χρησιμοποιείται στην Ακτινοθεραπεία, τι είδους σωματρία επιταχύνει και τελικά η δέσμη η οποία εξέρχεται από τι αποτελείται;
11. Ποιές είναι οι διαφορές ενός γραμμικού επιταχυντή και μίας μονάδος Κοβαλτίου-60;
12. Ποιά βήματα περιλαμβάνει ο σχεδιασμός του πλάνου θεραπείας ενός ασθενούς ο οποίος υποβάλλεται σε ακτινοθεραπεία;
13. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της χρήσης δέσμης ηλεκτρονίων στην ακτινοθεραπεία
14. Ένας ασθενής έλαβε δόση 200 cGy στον πνεύμονα από μια συνεδρία εξωτερικής ακτινοθεραπείας με την βοήθεια μονάδος Γραμμικού Επιταχυντή. Ο ασθενής θα πρέπει για λόγους ακτινοπροστασίας του προσωπικού να απομονωθεί σε ειδικό θάλαμο; Εάν ναι, για πόσο χρονικό διάστημα; Εξηγήστε την απάντησή σας.

15. Περιγράψτε συνοπτικά την αρχή λειτουργίας ενός γραμμικού επιταχυντή.
16. Στην Ακτινοθεραπεία η ενέργεια της δέσμης ηλεκτρονίων εκφράζεται σε μονάδες MeV ενώ η ενέργεια της δέσμης φωτονίων σε MV. Γιατί αυτή η διαφορά;

### Ακτινολογία

1. Περιγράψτε συνοπτικά την αρχή λειτουργίας του αξονικού τομογράφου. Γιατί η λυχνία περιστρέφεται γύρω από τον ασθενή; Δεν αρκεί μια ακτινοβολή της λυχνίας σε μια σταθερή θέση ώστε να σχηματιστεί η εικόνα;
2. Σχεδιάστε μια ακτινοδιαγνωστική λυχνία ακτίνων X και αναφέρατε τις βασικές συνιστώσες της.
3. Τι είναι ακτινοσκόπηση και τι ενισχυτής εικόνας.
4. Περιγράψτε την αρχή λειτουργίας του ακτινογραφικού φιλμ και τις παραμέτρους οι οποίες επηρεάζουν την ποιότητα της εικόνας η οποία εντυπώνεται σε αυτό.
5. Ανακατασκευή και παρουσίαση της εικόνας στην υπολογιστική τομογραφία. Σύνομη περιγραφή.
6. Τι είναι ο ηθμός ή φίλτρο μίας ακτινογραφικής λυχνίας; Περιγράψτε.
7. Τι είναι χαρακτηριστική καμπύλη ακτινογραφικού φιλμ και ποιές πληροφορίες δίνει;
8. Ποιά τα βασικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από την χρήση αντιδιαχυτικού διαφράγματος κατά την ακτινογράφιση;
9. Για ποιο λόγο γίνεται χρήση φίλτρων αλουμινίου κατά την ακτινογράφιση;
10. Τι σημαίνει “χωρική διακριτική ικανότητα - Spatial Resolution” και “ικανότητα αντίθεσης - Contrast Resolution” στην ακτινολογική απεικόνιση;
11. Τι είναι ασάφεια εικόνας και ποιές οι συνιστώσες της;

### Ακτινοβιολογία

1. Ποιές οι διαφορές μεταξύ στοχαστικών και μη στοχαστικών αποτελεσμάτων κατά την ακτινοβολήση ιστού βάσει ακτινοβιολογικών παραμέτρων.
2. Τι είναι η σχετική βιολογική δραστηριότητα RBE;
3. Ποιο καλείται το φαινόμενο του ώμου;
4. Τι είναι οι καμπύλες επιβίωσης και που χρησιμοποιούνται;
5. Που χρησιμοποιούνται τα βιομαθηματικά μοντέλα στην ακτινοβιολογία. Περιγράψτε.
6. Αναλύστε τη θεωρία παράλληλων και σειριακών οργάνων. Που εφαρμόζεται;

### Υπέρηχοι

1. Περιγράψτε συνοπτικά τα βιολογικά αποτελέσματα των υπερήχων
2. Κατά την κλινική εφαρμογή των υπερήχων γιατί πρέπει να χρησιμοποιείται η χαμηλότερη δυνατή ακουστική έκθεση για να αντληθούν οι απαραίτητες πληροφορίες; Ορίστε τον θερμικό δείκτη.

## MRI

1. Ποιά είναι η βιολογική σημασία και ποιά η χρήση των χρόνων T1 και T2 στην απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού (MRI).
2. Τι είναι ο δείκτης SAR, και πού χρησιμοποιείται στο Μαγνητικό Συντονισμό.
3. Τι είδους σκιαγραφικά μέσα χρησιμοποιούνται στο Μαγνητική Τομογραφία;
4. Ποιες καλούνται ανατομικές και ποιες παθολογικές εικόνες στο MRI και γιατί;
5. Τι είναι η συχνότητα συντονισμού και πού χρησιμοποιείται στη δημιουργία εικόνας;
6. Τι είναι η Μαγνητική Φασματοσκοπία; Πού εφαρμόζεται;
7. Ποια είναι η απορροφώμενη δόση ιονίζουσας ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια μιας μαγνητικής τομογραφίας (MRI) σε σχέση με αντίστοιχη αξονική τομογραφία (CT); Εξηγείστε.
8. Ποιά τα πλεονεκτήματα (από πλευράς αρχής λειτουργίας) του μαγνητικού τομογράφου έναντι του αξονικού τομογράφου;