



Co-funded by
the European Union

Διδακτική ενότητα: Φυσική Λείζερ και Ιατρικές Εφαρμογές

DiFC - Πανεπιστήμιο του Παλέρμο



BIOS4YOU
AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY

Project Number: KA220-BW-23-30-126516

"Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them."



CEIPES Eduact



Περιεχόμενα

Εισαγωγή:	2
Το φως ως φορέας πληροφοριών	2
Ενότητα 1: Εξερεύνηση	5
Άτομα	5
Ποια είναι η δομή του ατόμου;	5
Το φαινόμενο λέιζερ	7
Η εκπομπή λέιζερ	8
Το άτομο τριών επιπέδων	9
Ενότητα 2: Εκτέλεση	11
Ενότητα 3: Βελτίωση	12
Λέιζερ διοξειδίου του άνθρακα (CO₂)	12
Λέιζερ αργού	12
Λέιζερ Nd: YAG (Νεοδυμίου: Υττρίου-Αλουμινίου-Γρανάτη)	13
Θεραπεία του καρκίνου με λέιζερ	13
Συρρίκνωση ή καταστροφή όγκων άμεσα	13
Λέιζερ που χρησιμοποιούν φωτοδυναμική θεραπεία	14
Σύνοψη:	15
Αναφορές:	16





Γενικό θέμα της μαθησιακής διαδρομής	Βιοφωτονική και με βάση το φως διαγνωστικό
Συγκεκριμένη ονομασία της μαθησιακής μονάδας	Φυσική Λέιζερ και Ιατρικές Εφαρμογές
Ηλικία των χρηστών-στόχων	14-18 ετών
Απαιτήσεις για τον εκπαιδευόμενο	Βασικές γνώσεις Μαθηματικών, Φυσικής, Χημείας, Βιολογίας.
Περιγραφή της μαθησιακής μονάδας	Θα καθοδηγήσει εκπαιδευτικούς και μαθητές μέσα από μια διεπιστημονική διδακτική/μαθησιακή πορεία για να ανακαλύψουν τα βασικά της τεχνολογίας λέιζερ.
Θέμα: Εμπλεκόμενα μέρη	Βιολογία, Χημεία, Φυσική, Μαθηματικά, Μηχανική
Λέξεις-κλειδιά	Φως, λέιζερ, άτομο, Κβαντομηχανική, AR, Οπτικοποίηση
Βασικά προσόντα, δεξιότητες και γνώσεις που μπορούν να αποκτηθούν	Επίλυση προβλημάτων, σχεδιαστική σκέψη, συλλογισμός, εννοιολογικές και πρακτικές γνώσεις Φυσικής, Χημείας, Μαθηματικών,
Χρησιμοποιήθηκαν πόροι και διδακτικά βοηθήματα	Διαδικτυακοί πόροι, εικονικά εργαστήρια, ερευνητικά άρθρα, επιστημονικές βάσεις δεδομένων
Κριτήρια αξιολόγησης και αξιολόγηση	Διαφορετικά επίπεδα γνώσης των εννοιών και των δεξιοτήτων που επιτεύχθηκαν





Εισαγωγή:

Το φως ως φορέας πληροφοριών

Το φως, όπως όλοι γνωρίζουμε, είναι ένα πολύ σημαντικό μέσο για την εξερεύνηση του σύμπαντος. Το χρώμα του φωτός που βλέπουμε μας δίνει σημαντικά δεδομένα. Από την αρχή κιόλας..., μπορούμε να διακρίνουμε τα πράγματα που βλέπουμε με τα χρώματά τους.

Η συζήτηση για την προέλευση και τη δομή της έχει προβληματίσει φιλόσοφοι από την αρχή της ιστορίας. Κάθε ένας από τους πρώτους φιλοσόφους έγραψε τη γνώμη του για τη φύση του φωτός. Μόνο τον 17ο αιώνα η ανάπτυξη της σύγχρονης επιστήμης έθεσε τη συζήτηση αυτού του θέματος με έναν σύγχρονο τρόπο μέσω μιας μαθηματικής θεωρίας.

Γνωρίζουμε ότι τα πράγματα προέρχονται από σωματίδια (η ύλη αποτελείται από αυτά) και από κύματα (οι ναυτικοί και οι μουσικοί το γνωρίζουν καλά...), επομένως πρέπει να καταλάβουμε αν το φως αποτελείται από σωματίδια ή από κύματα.

Ο Ισαάκ Νεύτωνας, από την ύπαρξη των ακτίνων και των γραμμικών τροχιών τους, είπε ότι το φως αποτελείται από διαφορετικά σωματίδια ύλης (ένα για κάθε χρώμα), που εκπέμπονται από ύλη. Η διάθλαση εξηγείται στη συνέχεια από τις δυνάμεις που ασκούνται στα σωματίδια του φωτός κατά τη μετάβασή τους μέσω της επιφάνειας διαχωρισμού δύο μέσων

Αντιστρόφως, Ο Christiaan Huygens έγραψε στο έργο του *Traité de la Lumière* (Συνθήκη για το φως) ότι το φως αποτελείται από κύματα που διατρέχουν μια πολύ λεπτή και ειδική ύλη που ονομάζεται





αιθέρας, που είναι σε όλο το σύμπαν. Ο αιθέρας είναι ένα ελαστικό μέσο φτιαγμένο από πολύ ελαφριά σωματίδια ύλης. Αυτή η ιδέα του επέτρεψε να εξηγήσει τις ιδιότητες του φωτός (διάθλαση, συμβολή, περίθλαση, χρώματα) με έναν πολύ παρόμοιο τρόπο με τις γνωστές ιδιότητες του ήχου. Όπως μπορούμε να έχουμε από διαφορετικά μήκη κύματος της διαταραχής στον αέρα/νερό/ρευστό, Διαφορετικοί ήχοι που έχουμε από τα διαφορετικά μήκη κύματος της διαταραχής στον αιθέρα, τα διαφορετικά χρώματα που μπορούμε να δούμε.

Η επιτυχία της κυματικής θεωρίας του Huygens στην εξήγηση οδήγησε την επιστημονική κοινότητα να υιοθετήσει τη θεωρία του και να αφήσει στην άκρη τη σωματιδιακή θεωρία του φωτός.

Η ανάπτυξη της μελέτης των ηλεκτρικών και μαγνητικών φαινομένων οδήγησε τον James Clerk Maxwell να κατανοήσει ότι το φως είναι ένα ηλεκτρικό και μαγνητικό φαινόμενο. Το φως, στο όραμά του, είναι ένα κύμα που διαπερνά τον χώρο που μεταφέρεται από αυτή τη λεπτή ουσία που ονομάζεται αιθέρας.

Στις αρχές του XX αιώνα, οι φυσικοί διαπίστωσαν ότι μερικές φορές το φως φαίνεται να αλληλεπιδρά με την ύλη σε ένα συνεχές σαν κύμα, αλλά με διακριτό τρόπο ως σωματίδιο ή ως πακέτο ή κβάντο ενέργειας. Το φωτοηλεκτρικό φαινόμενο, το φαινόμενο Compton, και η ακτινοβολία μέλανος σώματος είναι μερικά από αυτά πρωτοφανή. Η εξήγηση αυτών των επιδράσεων ήρθε από την ανάπτυξη της κβαντομηχανικής.

Η ανακάλυψη του φαινομένου LASER (Ενίσχυση Φωτός μέσω Διεγερμένης Εκπομπής Ακτινοβολίας) είναι μια άλλη συνέπεια της Κβαντομηχανικής, η οποία ίσως είναι η φυσική θεωρία με τη μεγαλύτερη επιτυχία.

Αυτή η μελέτη στοχεύει να διεγείρει το ενδιαφέρον για ένα θέμα που





προσφέρεται για μια διεπιστημονική προσέγγιση στον τομέα των STEM μέσω της ανακάλυψης των βασικών στοιχείων της τεχνολογίας λέιζερ και να αυξήσει την περιέργεια για ένα θέμα του οποίου η έρευνα είναι...στην πρώτη γραμμή της έρευνας και έχει σημαντικές επιπτώσεις σε κάθε τομέα της σύγχρονης ζωής, συμπεριλαμβανομένου της ευημερίας και την υγεία μέσω διαγνωστικών και χειρουργικών εφαρμογών.

Η διερεύνηση της παραγωγής και χρήσης της τεχνολογίας λέιζερ ενισχύεται μέσω της άσκησης Επαυξημένης Πραγματικότητας «Τεχνολογία Λέιζερ και Ιατρικές Εφαρμογές», που αναπτύχθηκε χρησιμοποιώντας το Delightex Studio – Spaces (Marker). Αυτή η εμπειρία AR καθοδηγεί τους μαθητές σε πέντε διαδραστικές σκηνές: ατομικά συστήματα τριών επιπέδων με αντιστροφή πληθυσμού, διεγερμένη εκπομπή και ενίσχυση φωτονίων, σχεδιασμός οπτικών κοιλοτήτων με καθρέφτες και ιατρικές εφαρμογές λέιζερ (CO₂, Αργόν, Nd:YAG). Έξι ενσωματωμένα κουίζ παρέχουν άμεση ανατροφοδότηση, επιτρέποντας στους μαθητές να οπτικοποιήσουν αόρατες κβαντικές διεργασίες και να συνδέσουν την ατομική φυσική με την κλινική πρακτική.





Ενότητα 1: Εξερεύνηση

Άτομα

Ποια είναι η δομή του ατόμου;

Το άτομο είναι το μικρότερο μέρος της ύλης που έχει χημικές ιδιότητες. Σε 1 γραμμάριο υδρογόνου, υπάρχουν $6.022 \cdot 10^{23}$ άτομα. Περιέχει τους τρεις τύπους στοιχειωδών σωματιδίων που αποτελούν την ύλη. Τα πρωτόνια (θετικά φορτισμένα σωματίδια) και τα νετρόνια (ουδέτερα φορτισμένα σωματίδια) βρίσκονται στον πυρήνα, ενώ τα μικρότερα ηλεκτρόνια (αρνητικά φορτισμένα σωματίδια) περιστρέφονται γύρω από τον πυρήνα σε περιοχές που ονομάζονται ηλεκτρονιακά κελύφη ή ενεργειακά επίπεδα, δημιουργώντας ένα νέφος αρνητικού φορτίου που εξισορροπεί το θετικό φορτίο των πρωτονίων και καθορίζει τις χημικές ιδιότητες του ατόμου. Η μάζα του ατόμου είναι το άθροισμα των μαζών αυτών των σωματιδίων, αλλά επειδή τα ηλεκτρόνια είναι ελαφρύτερα, μόνο το 0,06% της μάζας του ατόμου είναι ηλεκτρονικό.

Ωστόσο, τα ηλεκτρόνια δίνουν στο άτομο όλες τις χημικές του ιδιότητες. Ο αριθμός των ηλεκτρονίων είναι ο Ατομικός Αριθμός του στοιχείου. Η Κβαντομηχανική μας λέει ότι τα ηλεκτρόνια στο άτομο μπορεί να έχουν μόνο ορισμένες ενέργειες με διακριτό τρόπο.

Η ενέργεια του n-οστού επιπέδου δίνεται από τον τύπο

$$E_n = -hcR_{\infty} \frac{Z^2}{n^2}$$

πού h είναι η σταθερά του Πλανκ, c είναι η ταχύτητα του φωτός, R_{∞} είναι ο τύπος του Rydberg, και Z είναι ο Ατομικός Αριθμός του ατόμου.

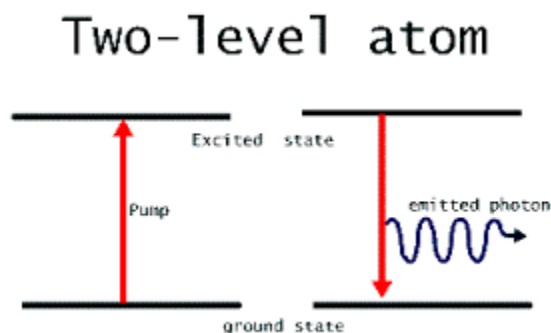
Όταν ένα ηλεκτρόνιο μεταβαίνει από ένα υψηλότερο επίπεδο ενέργειας σε ένα χαμηλότερο επίπεδο, εκπέμπει ένα κβάντο ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας (ένα φωτόνιο). Η ενέργεια είναι η διαφορά των ενεργειών των εμπλεκόμενων επιπέδων, και εκπέμπεται με συχνότητα φ δίνεται από τον τύπο



$$\varphi_A = \frac{KAI_2 - KAI_1}{\omega}$$

όντας E_2 η ενέργεια του υψηλότερου επιπέδου (δηλαδή του αρχικού επιπέδου του ηλεκτρονίου) και το E_1 η ενέργεια του κατώτερου επιπέδου (δηλαδή του επιπέδου προορισμού).

Αυτού του είδους η εκπομπή ονομάζεται **αυθόρμητος** ή **εκπομπή ακτινοβολίας**.



Για να κατανοήσουμε πλήρως τη δυναμική αυτού του είδους εκπομπής, είναι σημαντικό να θυμηθούμε ορισμένα χαρακτηριστικά της σύστασης του ατόμου.

Τα ηλεκτρόνια υπακούουν στους νόμους της Κβαντομηχανικής που μας λένε ότι

- δεν μπορούμε να βρούμε τη θέση και την ορμή των σωματιδίων με άπειρη ακρίβεια (**Αρχή της Αβεβαιότητας του Χάιζενμπεργκ**)





- Μπορούμε να γνωρίζουμε την πιθανότητα εύρεσης ενός σωματιδίου σε μια συγκεκριμένη θέση στο χώρο μόνο μέσω της χρήσης του **Σρέντινγκερ** εξίσωση. Οι λύσεις αυτής της εξίσωσης μας δίνουν την πιθανότητα ως μία συνάρτηση των συντεταγμένων του χώρου. Ως αποτέλεσμα, μπορούμε να απεικονίσουμε τη ζώνη του χώρου όπου η πιθανότητα αλληλεπίδρασης με ένα σωματίδιο είναι μη αμελητέο.

Στην περίπτωση των ηλεκτρονίων στο άτομο, οι λύσεις των Σρέντινγκερ εξίσωση ονομάζονται τροχιακά.

Η **Αρχή Αποκλεισμού Pauli** επιτρέπει μόνο δύο ηλεκτρόνια (ένα για κάθε κατεύθυνση της ηλεκτρονικής ιδιότητας που ονομάζεται σπιν) να καταλαμβάνουν ένα τροχιακό, δηλαδή να ικανοποιούν τις συνθήκες της εξίσωσης Schroedinger.

Η δομή των ενεργειακών επιπέδων του ατόμου και οι μεταβάσεις μεταξύ τους εξαρτώνται από αυτούς τους κανόνες.

Το φαινόμενο λείζερ

Η λέξη λείζερ είναι το ακρωνύμιο της λέξης Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (Ενίσχυση Φωτός μέσω Διεγερμένης Εκπομπής Ακτινοβολίας).

Ο λόγος αυτού του ονόματος προέρχεται από το γεγονός ότι όταν έχουμε κάποια ηλεκτρόνια σε επίπεδο ενέργειας υψηλότερο από το επίπεδο της ελάχιστης, Ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα της σωστής συχνότητας μπορεί να διεγείρει την αποσύνθεση των ηλεκτρονίων σε χαμηλότερο επίπεδο. Το εκπληκτικό σε αυτή την περίπτωση είναι ότι το εκπεμπόμενο ηλεκτρομαγνητικό κύμα έχει την ίδια συχνότητα, φάση και κατεύθυνση. ωστο κύμα διέγερσης περιστατικού.





Αυτό σημαίνει ότι το προσπίπτον φως ενισχύεται σε μεγάλο βαθμό επειδής

- η ίδια κατεύθυνση του εκπεμπόμενου φωτός οδηγεί σε πολύ χαμηλή εξάπλωση της φωτεινής ακτίνας (**ευθυγράμμιση**)
- Η ίδια φάση υποδηλώνει ότι δεν υπάρχει συμβολή μεταξύ των φωτονίων (**συνοχή**)

Για να επιτύχουμε μια εξαιρετικά ισχυρή διεγερμένη εκπομπή, πρέπει να αντλήσουμε μεγάλο αριθμό ηλεκτρονίων στο ίδιο επίπεδο και να τα αφήσουμε να διασπαστούν ταυτόχρονα στο χαμηλότερο επίπεδο.

Το πρόβλημα σε αυτήν την περίπτωση είναι ότι αν αντλήσουμε κάποια ηλεκτρόνια σε υψηλότερο ενεργειακό επίπεδο μέσω διεγερμένης απορρόφησης ενέργειας, τα άτομα εκπέμπουν με τον ίδιο ρυθμό που συμβαίνει η άντληση. Πρέπει να «κλειδώσουμε» τα ηλεκτρόνια σε ένα επίπεδο που δεν διασπάται με τον ίδιο ρυθμό όπως η άντληση.

Η εκπομπή λείζερ

Οι νόμοι της Κβαντομηχανικής που εφαρμόζονται στα ηλεκτρονικά επίπεδα μας λένε ότι ο ρυθμός αποσύνθεσης δεν είναι ο ίδιος για κάθε ζεύγος επιπέδων. Κάθε μετάβαση έχει ένας χαρακτηριστικός χρόνος αποσύνθεσης. Ορισμένες μεταβάσεις έχουν ένα πολύ σύντομο χρόνο αποσύνθεσης (δηλαδή το ηλεκτρόνιο παραμένει στο ανώτερο επίπεδο για ελάχιστο χρόνο) ενώ άλλες μεταβάσεις μπορεί να μην συμβούν με ένα πολύ καιρό.

Ένα σύστημα με πολλά πανομοιότυπα άτομα σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή N_2 (σε μονάδα όγκου) τα άτομα έχουν τουλάχιστον ένα ηλεκτρόνιο στο επίπεδο 2, ο οποίος έχει υψηλότερη ενέργεια από το





αντίστοιχο επίπεδο 1 (χαμηλότερη ενέργεια) όπου μπορεί να πάει το ηλεκτρόνιο.

Ο αριθμός των ατόμων ΔN_2 αυτό κάντε αυτήν τη μετάβαση (**2** σε **1**) σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα Δt δίνεται από τον τύπο

$$\frac{\Delta N_2}{\Delta t} = -A N_2$$

όπου ο αριθμός **A** ονομάζεται Αϊνστάιν συντελεστής και είναι το αντίστροφο του μέσου χρόνου ζωής με αυθόρμητη εκπομπή τ_{spont} του ηλεκτρονίου σε επίπεδο **2**.

Μετά τη ζωή τ_{spont} ο μέσος αριθμός ατόμων στο επίπεδο **2** είναι $\frac{N_2}{e}$ -πού $e = 2.71828...$ είναι ο Νέπερ αριθμός.

Όταν το άτομο δέχεται ηλεκτρομαγνητικό κύμα του οποίου η συχνότητα είναι ίδια με αυτή της ατομικής μετάβασης, τα φωτόνια του κύματος αναγκάζουν το άτομο να υποστεί τη μετάβαση.

Η θεμελιώδης διαφορά μεταξύ διεγερμένη εκπομπή και η αυθόρμητη εκπομπή είναι ότι το εκπεμπόμενο φωτόνιο έχει την ίδια φάση και κατεύθυνση ως το κύμα συμβάντος.

Προφανώς, λαμβάνουμε ενίσχυση της ακτινοβολίας εάν ο αριθμός των ηλεκτρονίων (πληθυσμός) στο επίπεδο 2 είναι υψηλότερο από το επίπεδο του πληθυσμού 1.

Το άτομο τριών επιπέδων

Μια αποτελεσματική διαμόρφωση για την επίτευξη μιας συσκευής λέιζερ είναι η χρήση όχι μόνο δύο επιπέδων (το επίπεδο της μετάβασης λέιζερ) ενός ατόμου, αλλά και μιας διαμόρφωσης τριών επιπέδων, προκειμένου





να επιτευχθεί η λεγόμενη αντιστροφή πληθυσμού στο υψηλό επίπεδο από το οποίο το ερέθισμα του προσπίπτοντος κύματος επιτρέπει στα άτομα να εκπέμπουν ταυτόχρονα.

Για να επιτύχουμε την αντιστροφή πληθυσμού, πρέπει να προωθήσουμε το ηλεκτρόνιο από το επίπεδο 1 στο επίπεδο 2 μέσω ενός ηλεκτρομαγνητικού κύματος της σωστής συχνότητας που δίνει στα άτομα την ενέργεια να μεταπηδήσουν στο υψηλότερο επίπεδο.

Αν έχουμε μόνο δύο επίπεδα, το ηλεκτρομαγνητικό κύμα αντλεί τα ηλεκτρόνια στο χαμηλότερο επίπεδο στο υψηλότερο επίπεδο με τον ίδιο ρυθμό που το κύμα διεγείρει την εκπομπή από το επίπεδο 2 στο επίπεδο 1. Πρέπει να «παγιδεύσουμε» το ηλεκτρόνιο στο υψηλότερο επίπεδο.

Χρησιμοποιώντας τρία επίπεδα ενός ατόμου, μπορούμε να αντλήσουμε το ηλεκτρόνιο σε υψηλό επίπεδο (επίπεδο 3). Το ηλεκτρόνιο διασπάται ταχέως σε ένα ενδιάμεσο επίπεδο (επίπεδο 2) και παραμένει εκεί μέχρι ένα κύμα της σωστής συχνότητας να διεγείρει την αποσύνθεση σε επίπεδο 1.

Αυτή η διαδικασία απαιτεί δύο διαφορετικά κύματα διέγερσης με διαφορετικές συχνότητες. Το πρώτο (ακτινοβολία άντλησης) έχει τη

$$\text{συχνότητα}_{31} = \frac{KAI_3 - KAI_1}{\omega}$$

ενώ η δεύτερη (διεγερτική ακτινοβολία) έχει τη συχνότητα

$$\varphi_{21} = \frac{KAI_2 - KAI_1}{\omega}$$

Η συσκευή θα τεθεί σε κατάσταση «έτοιμη» λόγω της αναστροφής του πληθυσμού που προκαλείται από το κύμα άντλησης. Όταν χρειαστούμε την εκπομπή λέιζερ, αφήνουμε το διεγερτικό κύμα να διαπεράσει το





υλικό, και τα ηλεκτρόνια στο δεύτερο επίπεδο διασπώνται όλα ταυτόχρονα, δίνοντας ισχυρή εκπομπή ακτινοβολίας.

Προκειμένου να αξιοποιηθεί πλήρως το διεγερτικό προσπίπτον κύμα στη συσκευή λέιζερ, Το ενεργό υλικό βρίσκεται μέσα σε καθρέφτες.

Αυτά τα κάτοπτρα δημιουργούν μια συντονισμένη κοιλότητα που ενισχύει η εκπομπή ακτινοβολίας.

Από το ενεργό υλικό, σαν το ρουμπίνι στη σύγχρονη τεχνολογία, χρησιμοποιούνται επίσης διοδικά λέιζερ.

Ενότητα 2: Εκτέλεση

Για να κατανοήσουμε τη συσκευή λέιζερ, πρέπει να επικεντρωθούμε σε κύρια χαρακτηριστικά της εκπομπής λέιζερ:

- **Μονοχρωματικότητα:** Όλα τα φωτόνια που εκπέμπονται έχουν την ίδια συχνότητα
- **Συνοχή:** Το εκπεμπόμενο κύμα έχει την ίδια φάση σε κάθε μέρος του.
- **Κατευθυντικότητα:** Το εκπεμπόμενο κύμα έχει πολύ καλά καθορισμένη κατεύθυνση με πολύ μικρή εξάπλωση
- **Λαμπρότητα:** Η εκπεμπόμενη ισχύς πάνω από τη μονάδα επιφάνειας και η γωνία στερεάς είναι πολύ υψηλές
- **Σύντομη ώθηση:** Το εκπεμπόμενο φως μπορεί να έχει πολύ μικρή διάρκεια

Το μονοχρωματικό χαρακτηριστικό του λέιζερ είναι ίσως το πιο σημαντικό. Έχει αρκετές σημαντικές εφαρμογές στη βιοτεχνολογία. Για παράδειγμα, επιτρέπει τη μεταφορά ισχύος μόνο στον επιλεγμένο ιστό. Για να γίνει αυτό, χρειάζεται μόνο να επιλέξετε μια συσκευή λέιζερ που έχει συχνότητα εκπομπής στην περιοχή όπου οι βιολογικοί ιστοί είναι ευαίσθητοι (δηλαδή, ένα συγκεκριμένο μήκος κύματος που απορροφάται έντονα από τον





ιστό-στόχο, όπως αιμοσφαιρίνη, μελανίνη ή νερό, ανάλογα με την εφαρμογή).

Η Συνοχή και η Κατευθυντικότητα επιτρέπουν την αυστηρή εστίαση στην επιλεγμένη θέση.

Η Λαμπρότητα ενισχύει τη μεταφορά ισχύος στους ιστούς.

Η Βραχεία ώθηση επιτρέπει την αποφυγή μεταφοράς υπερβολικής ενέργειας στους ιστούς.

Στην άσκηση AR, οι μαθητές εξερευνούν την παραγωγή λέιζερ μέσω διαδοχικών σκηνών που δείχνουν ατομική διέγερση, διεγερμένη εκπομπή και λειτουργία οπτικής κοιλότητας και στη συνέχεια εφαρμόζουν αυτή τη γνώση απαντώντας σε κουίζ σχετικά με την κατάλληλη επιλογή λέιζερ για διαφορετικές ιατρικές διαδικασίες.

Ενότητα 3: Βελτίωση

Ως παράδειγμα, οι μαθητές θα είναι σε θέση να επιλέξουν τα σωστά ατομικά επίπεδα που θα χρησιμοποιήσουν για τη βαθμονόμηση ενός λέιζερ ότι μπορεί να καταστρέψει ογκώδης κύτταρα του δέρματος.

Ο μαθητής θα επιλέξει τις σωστές συχνότητες γνωρίζοντας ότι τα κύτταρα που πρόκειται να καταστραφούν είναι ευαίσθητα σε συγκεκριμένες συχνότητες.

Οι κύριοι τύποι λέιζερ που χρησιμοποιούνται σήμερα στη θεραπεία του καρκίνου περιλαμβάνουν:

- Διοξείδιο του άνθρακα (**CO2**)
- Αργόν (**Με**)
- Νεοδύμιο: γρανάτης αλουμινίου ύπτριο (**Nd: YAG**)

Οι γιατροί και άλλοι ειδικοί υγείας που χρησιμοποιούν αυτά τα λέιζερ





χρειάζονται ειδική εκπαίδευση στον τρόπο χρήσης και ασφαλούς χειρισμού τους.

Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) λέιζερ

Τα λέιζερ CO₂ δεν εισχωρούν βαθιά στους ιστούς όπως τα λέιζερ Nd:YAG. Μπορούν να κόψουν ή να εξατμίσουν (να διαλύσουν) τον ιστό και να προκαλέσουν μικρή αιμορραγία. Προκαλούν μικρή ζημιά στον περιβάλλοντα ή βαθύ ιστό. Χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία προκαρκινικών καταστάσεων και ορισμένων καρκίνων πρώιμου σταδίου.

Λέιζερ αργού

Τα λέιζερ αργού, όπως και τα λέιζερ CO₂, φτάνουν μόνο σε μικρή απόσταση μέσα στον ιστό. Είναι χρήσιμα στη θεραπεία δερματικών προβλημάτων και ορισμένων τύπων όγκων των ματιών. Μερικές φορές, χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια κολονοσκοπήσεων (εξετάσεις για την ανίχνευση καρκίνου του παχέος εντέρου) για την αφαίρεση πολυπόδων πριν γίνουν καρκινοειδής. Αυτοί μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί με φωτοευαίσθητα φάρμακα για την εξόντωση καρκινικών κυττάρων σε μια θεραπεία γνωστή ως φωτοδυναμική θεραπεία (PDT).

Ένας άλλος τρόπος με τον οποίο μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι για να βοηθήσουν στη διακοπή της αιμορραγίας σφραγίζοντας τα αιμοφόρα αγγεία σε ασθενείς που υποβάλλονται σε ακτινοθεραπεία για ορισμένους τύπους καρκίνου. Αυτό μπορεί να χρειαστεί επειδή μερικές φορές η ακτινοθεραπεία μπορεί να βλάψει τα αιμοφόρα αγγεία κοντά στους όγκους, προκαλώντας ρήξη και αιμορραγία.

Λέιζερ Nd: YAG (Νεοδυμίου: Υττρίου-Αλουμινίου-Γρανάτη)

Το φως από αυτό το λέιζερ μπορεί να διεισδύσει βαθύτερα στους ιστούς σε σχέση με άλλους τύπους λέιζερ και μπορεί να προκαλέσει γρήγορη πήξη του αίματος. Τα λέιζερ Nd:YAG μπορούν να χρησιμοποιηθούν μέσω





λεπτών εύκαμπτων σωλήνων που ονομάζονται ενδοσκόπια για να φτάσουν σε δυσπρόσιτα μέρη του σώματος, όπως ο οισοφάγος (σωλήνας κατάποσης) ή το παχύ έντερο (κόλον). Αυτό το φως μπορεί επίσης να ταξιδέψει μέσω εύκαμπτων οπτικών ινών (λεπτών, διαφανών σωλήνων) που τοποθετούνται σε έναν όγκο, όπου η θερμότητα του φωτός μπορεί να τον καταστρέψει.

Θεραπεία του καρκίνου με λέιζερ

Τα λέιζερ μπορούν να χρησιμοποιηθούν με 2 βασικούς τρόπους για τη θεραπεία του καρκίνου:

- Για να συρρικνώσετε ή να καταστρέψουμε έναν όγκο με θερμότητα
- Για να ενεργοποιήσετε μια χημική ουσία (έναν φωτοευαίσθητοποιητικό παράγοντα) που σκοτώνει μόνο τα καρκινικά κύτταρα

Τα λέιζερ μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνα τους ή σε συνδυασμό με άλλες θεραπείες για τον καρκίνο, όπως π.χ. χημειοθεραπεία (χημεία) ή ακτινοθεραπεία.

Συρρίκνωση ή καταστροφή όγκων άμεσα

Τα λέιζερ CO₂ και Nd:YAG χρησιμοποιούνται για τη συρρίκνωση ή την καταστροφή όγκων. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν με λεπτούς, εύκαμπτους σωλήνες που ονομάζονται ενδοσκόπια. Τα ενδοσκόπια επιτρέπουν στους γιατρούς να βλέπουν και να εργάζονται μέσα σε ορισμένα μέρη του σώματος που δεν θα μπορούσαν να προσεγγιστούν διαφορετικά παρά μόνο με μεγάλη χειρουργική επέμβαση. Η χρήση ενός ενδοσκοπίου βοηθά επίσης στην τοποθέτηση της δέσμης λέιζερ ώστε να χτυπήσει τον στόχο της με ακρίβεια.

Ακολουθούν ορισμένα παραδείγματα για το πώς τα λέιζερ αντιμετωπίζουν τον καρκίνο ή τις προκαρκινικές παθήσεις





συνθήκες:

- Πολύποδες παχέος εντέρου: Τα λέιζερ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αφαίρεση μικρών όγκων στο κόλον και το ορθό που θα μπορούσαν να γίνουν καρκινοειδής, που ονομάζονται πολύποδες.
- Προκαρκινώματα και πρώιμοι καρκίνοι: Τα λέιζερ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη θεραπεία ορισμένων προ καρκινωμάτων του δέρματος και του τραχήλου της μήτρας, καθώς και πρώιμων καρκίνων του δέρματος.
- Προχωρημένος καρκίνος: Τα λέιζερ μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη θεραπεία καρκίνων που προκαλούν απόφραξη των αεραγωγών καταστρέφοντας ένα μέρος του όγκου.
- Όγκοι εγκεφάλου: Η διάμεση θερμοθεραπεία με λέιζερ (LITT) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θεραπεία ορισμένων όγκων του εγκεφάλου. Χρησιμοποιεί θερμότητα για να βοηθήσει στη συρρίκνωση των όγκων καταστρέφοντας τα κύτταρα ή αφαιρώντας τα πράγματα που χρειάζονται για να ζήσουν (όπως οξυγόνο και τροφή).

Λέιζερ που χρησιμοποιούν φωτοδυναμική θεραπεία

Για τους περισσότερους τύπους φωτοδυναμική θεραπεία(PDT), ένα ειδικό φάρμακο που ονομάζεται φωτοευαισθητοποιητικός παράγοντας εισάγεται στην κυκλοφορία του αίματος. Με την πάροδο του χρόνου, απορροφάται από τους ιστούς του σώματος. Το φάρμακο παραμένει για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα στα καρκινικά κύτταρα από ό,τι στα φυσιολογικά κύτταρα.

Οι φωτοευαισθητοποιητές ενεργοποιούνται ή ενεργοποιούνται από ορισμένους τύπους φωτός. Όταν τα καρκινικά κύτταρα που περιέχουν τον φωτοευαισθητοποιητή εκτίθενται στο φως ενός λέιζερ αργού, προκαλείται





μια χημική αντίδραση που τα σκοτώνει. Η έκθεση στο φως πρέπει να χρονίζεται προσεκτικά, ώστε να χρησιμοποιείται όταν το μεγαλύτερο μέρος του παράγοντα έχει φύγει από τα υγιή κύτταρα αλλά εξακολουθεί να βρίσκεται στα καρκινικά κύτταρα.

Η φωτοδυναμική θεραπεία (PDT) χρησιμοποιείται μερικές φορές για τη θεραπεία καρκίνων και προκαρκίνων του οισοφάγου, του χοληδόχου πόρου, της ουροδόχου κύστης και ορισμένων μορφών καρκίνου του πνεύμονα που μπορούν να προσεγγιστούν με ενδοσκόπια.

Επίσης, μελετάται η χρήση του σε άλλους καρκίνους, όπως π.χ. τον εγκέφαλο, πάγκρεας και προστάτη. Οι ερευνητές εξετάζουν διαφορετικά είδη λέιζερ και νέα φωτοευαίσθητοποιητικά φάρμακα που θα μπορούσαν να λειτουργήσουν καλύτερα.

Σύναψη:

Σε αυτήν την ενότητα, Εξερευνούμε τα κύρια χαρακτηριστικά των συσκευών λέιζερ. Αναλύουμε τα χαρακτηριστικά της ύλης και των ατόμων. Ότι κάνω αυτό είναι εφικτό να ληφθεί το φως λέιζερ.

Βλέπουμε πώς το τριών επιπέδων η διαμόρφωση του ατόμου είναι η καλύτερη για να δημιουργηθεί η αντιστροφή πληθυσμού. Η αντιστροφή πληθυσμού πράξεις ως δεξαμενή ηλεκτρονίων. Όταν διεγείρεται από τη σωστή συχνότητα, όλα τα ηλεκτρόνια εκπέμπουν συνολικά με την ίδια συχνότητα και φάση.

Αυτού του είδους η εκπομπή επιτρέπει εστιάζοντας το ηλεκτρομαγνητικό κύμα σε μια μικρή περιοχή και παράγοντας μια σύντομη ώθηση με την επιθυμητή ποσότητα ισχύος. Η ακόλουθη θέρμανση του επιτυχία η ύλη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την τήξη και τη συγκόλληση υλικών ή στη βιοϊατρική εφαρμογές για την καταστροφή ασθενών ιστών ή για καυτηρίαση.

Οι μαθητές, μέσω της χρήσης του AR, μπορούν να εξερευνήσουν όλα αυτά





τα χαρακτηριστικά προκειμένου να έχουν μια σαφή εικόνα των φυσικών διεργασιών που εμπλέκονται στο φαινόμενο λέιζερ και στην κατασκευή των συσκευών λέιζερ.

Οι φοιτητές εφαρμόζουν τις αποκτηθείσες γνώσεις αξιολογώντας τις κατάλληλες επιλογές λέιζερ για κλινικά σενάρια, συμπεριλαμβανομένου του βάθους διείσδυσης στους ιστούς, των επιφανειακών θεραπειών και των εφαρμογών φωτοδυναμικής θεραπείας.

Φάση	Περιγραφή
Εξερευνώ	- Έρευνα και Ανακάλυψη: Κβαντομηχανική και διαμόρφωση ατόμων
	- Ανάπτυξη Περιεχομένου: Ατομικά επίπεδα
	- Ανάλυση Αναγκών: Ηλεκτρομαγνητισμός, κύματα, ημιαγωγοί, δίοδος, ανατομία.
Εκτελώ	- Υλοποίηση Προγράμματος Σπουδών: Έλεγχος γνώσεων
	- Διαδραστικές ασκήσεις: Ρύθμιση συσκευών λέιζερ
	- Συλλογή σχολίων:
Επαυξάνω	- Ενσωμάτωση AR: Κατασκευή συσκευής λέιζερ
	- Διαδραστική Μάθηση: Ρύθμιση μιας συσκευής λέιζερ για λειτουργία
	Παιχνιδοποιημένο Περιεχόμενο:
	- Πόντοι και Εμβλήματα: ένα δυναμικό σύστημα βαθμολόγησης όπου κερδίζετε «πόντους» ή καθόλου απαντώντας στις ερωτήσεις - Αποστολές και Επίπεδα: Το επίπεδο δυσκολίας της ερώτησης επιτρέπει τον χειρισμό των εννοιών. - Ανταμοιβές για Εξερεύνηση: Το σύστημα συλλογής πόντων τους ενθαρρύνει να εφαρμόσουν τις γνώσεις τους για να κερδίσουν περισσότερους πόντους σε κάθε φάση και, στο τέλος, μπορούν να δημιουργήσουν μια λίστα κατάταξης με τους πόντους που κέρδισαν. - Συνεργατικές Παιχνιδοποιημένες Εργασίες: Μπορούν να συνεργαστούν για να επιτύχουν τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα.
	Αξιολογήσεις που βασίζονται σε AR: Αντικαταστήστε τις παραδοσιακές δοκιμές με αξιολογήσεις που βασίζονται σε AR.





Αναφορές:

Ατομική δομή και επίπεδα: <https://www.youtube.com/watch?v=uiwRhxoZ5sI>

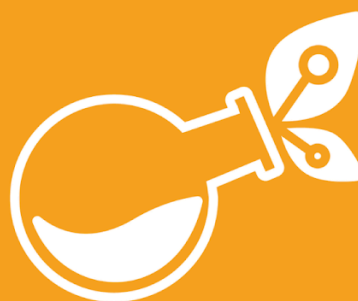
Λείζερ διόδου: https://www.youtube.com/watch?v=_l4fyOtyvPg

Θεραπεία
καρκίνου: <https://www.cancerresearchuk.org/about-cancer/treatment/other/laser-treatment>





Co-funded by
the European Union



BIOS4YOU AR 2.0

BIO-INSPIRED STEM TOPICS FOR ENGAGING YOUNG GENERATIONS
THANKS TO THE USE OF AUGMENTED REALITY



Project Number: KA220-BW-23-30-126516

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the European Education and Culture Executive Agency (EACEA). Neither the European Union nor EACEA can be held responsible for them.