



Co-funded by
the European Union

Το Φωτοβολταϊκό Ταξίδι: Αιχμαλωτίζοντας τον Ήλιο



BIOS4YOU
AR 2.0

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

Project Number: 2023-1-DE03-KA220-SCH-000126516

"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."





Πίνακας περιεχομένων

- Εισαγωγή
- Γενικές πληροφορίες
- Παιδαγωγικές προδιαγραφές
- Τεχνικές προδιαγραφές





Εισαγωγή

Αυτό το έγγραφο περιγράφει την άσκηση Επαυξημένης Πραγματικότητας (AR) με τίτλο Το Φωτοβολταϊκό Ταξίδι: Καταγράφοντας τον Ήλιο, η οποία έχει σχεδιαστεί για μαθητές ηλικίας 17–19 ετών στο πλαίσιο του έργου BioS4You AR 2.0.

Στόχος αυτής της άσκησης είναι να βοηθήσει τους μαθητές να κατανοήσουν πώς πραγματοποιείται η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας μέσω της τομής φυσικών φαινομένων (ενέργεια φωτονίων), βιολογικών δομών (ημιαγωγικά υλικά) και τεχνολογικών αρχών (φωτοβολταϊκό φαινόμενο) μέσω μιας σαφούς, διαδοχικής και διαδραστικής μαθησιακής εμπειρίας. Χρησιμοποιώντας το Delightex Studio – Spaces (Marker), οι μαθητές έχουν πρόσβαση σε ένα περιβάλλον AR όπου πλοηγούνται σε προοδευτικές σκηνές που δείχνουν πώς τα φωτόνια φωτός απορροφώνται από τα ηλιακά κύτταρα, μετατρέπονται σε ζεύγη ηλεκτρονίων-οπών στη σύνδεση P-N και μετασχηματίζονται σε χρήσιμο ηλεκτρικό ρεύμα που ρέει μέσω ενός κυκλώματος.

Αυτό το έγγραφο ακολουθεί το τυπικό πρότυπο άσκησης AR BioS4You και είναι οργανωμένο στις ακόλουθες ενότητες:

Γενικές πληροφορίες: τίτλος, συγγραφείς, ομάδα-στόχος, διάρκεια, λέξεις-κλειδιά και θέματα

Παιδαγωγικές Προδιαγραφές: μαθησιακοί στόχοι, μεθοδολογία, ενσωμάτωση με το πρόγραμμα σπουδών

Τεχνικές προδιαγραφές: υλικό, λογισμικό, σχεδιασμός εμπειρίας AR

Η άσκηση έχει αναπτυχθεί χρησιμοποιώντας την προσέγγιση 3Ε (Εξερευνήστε – Εκτελέστε – Βελτιώστε), ενθαρρύνοντας τους μαθητές να εξερευνήσουν τους φωτοβολταϊκούς μηχανισμούς βήμα προς βήμα, να αλληλεπιδράσουν με κινούμενες οπτικές αναπαραστάσεις και να αναστοχαστούν καθ' όλη τη διάρκεια της μαθησιακής διαδικασίας.

Χάρη στην Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR), οι μαθητές βυθίζονται σε ένα εμπλουτισμένο περιβάλλον όπου κείμενο, εικόνες, τρισδιάστατα αντικείμενα και κινούμενα σχέδια εμφανίζονται επικαλυμμένα σε πραγματικές επιφάνειες. Αυτός ο συνδυασμός ψηφιακών μέσων και φυσικού χώρου βοηθά στην οπτικοποίηση αόρατων διεργασιών (απορρόφηση φωτονίων, διαχωρισμός φορτίου, ροή ηλεκτρονίων), στην ενίσχυση των διεπιστημονικών συνδέσεων μεταξύ φυσικής (οπτική, ενέργεια), χημείας (ημιαγωγοί, προσμίξεις) και μηχανικής (σχεδιασμός κυκλωμάτων, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας) και υποστηρίζει μια βαθύτερη κατανόηση του πώς η φωτεινή ενέργεια μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω της φωτοβολταϊκής μετατροπής.





Όνομα της
άσκησης:

Περιγραφή
του οι
ασκήσεις:

Γενικές Πληροφορίες

Το Φωτοβολταϊκό Ταξίδι: Αιχμαλωτίζοντας τον Ήλιο

Από τα φωτόνια στα ηλεκτρόνια: η φυσική της μετατροπής της ηλιακής ενέργειας

Ο τίτλος αντικατοπτρίζει τόσο το επιστημονικό περιεχόμενο όσο και την καθηλωτική φύση της άσκησης. Το Φωτοβολταϊκό Ταξίδι δίνει έμφαση στη συστηματική διαδικασία μέσω της οποίας το φως μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια, ενώ το «Capturing the Sun» μεταφέρει την πλήρη διαδρομή από τα ηλιακά φωτόνια στο χρησιμοποιήσιμο ρεύμα μέσω προοδευτικής πλοήγησης στη σκηνή.

Ο υπότιτλος «Από φωτόνια σε ηλεκτρόνια: η φυσική της μετατροπής της ηλιακής ενέργειας» υπογραμμίζει τη διεπιστημονική προοπτική της άσκησης: τη φυσική πλευρά, όπου η ενέργεια των φωτονίων πρέπει να υπερβαίνει το ενεργειακό χάσμα ημιαγωγών για να δημιουργήσει ζεύγη ηλεκτρονίων-οπών, τη χημική πλευρά, όπου η πρόσμιξη των επαφών P-N δημιουργεί ένα ενσωματωμένο ηλεκτρικό πεδίο που διαχωρίζει τους φορείς φορτίου και αποτρέπει τον ανασυνδυασμό, και τη μηχανική πλευρά, όπου τα ηλεκτρόνια ρέουν μέσω εξωτερικών κυκλωμάτων για να παρέχουν χρήσιμη ηλεκτρική ενέργεια σε φορτία. Αυτή η δομή καθιστά το θέμα διεπιστημονικό και προσβάσιμο σε ένα διεθνές κοινό μαθητών 17-19 ετών, ενσωματώνοντας τη φυσική (ενέργεια φωτονίων, ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία), τη χημεία (υλικά ημιαγωγών, μηχανισμοί πρόσμιξης) και τη μηχανική (σχεδιασμός κυκλωμάτων, τεχνολογία ανανεώσιμων πηγών ενέργειας) σε ένα ενιαίο διαδραστικό σενάριο που υλοποιείται μέσω του Delightex Studio – Spaces (Marker).

Το Φωτοβολταϊκό Ταξίδι: Καταγράφοντας τον Ήλιο έχει σχεδιαστεί για μαθητές ηλικίας 17–19 ετών, με στόχο την εξερεύνηση των θεμελιωδών αρχών της μετατροπής της ηλιακής ενέργειας μέσω της Επαυξημένης Πραγματικότητας. Ο κύριος στόχος είναι να βοηθηθούν οι μαθητές να κατανοήσουν πώς το ηλιακό φως μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια μέσω μιας ακολουθίας φυσικών, χημικών και μηχανικών διεργασιών: απορρόφηση φωτονίων από ημιαγωγικά υλικά, δημιουργία ζεύγους ηλεκτρονίων-οπών στη





σύνδεση P-N, διαχωρισμός φορτίου από το ενσωματωμένο ηλεκτρικό πεδίο και ροή ρεύματος μέσω ενός εξωτερικού κυκλώματος.

Χρησιμοποιώντας το Delightex Studio – Spaces (Marker), οι μαθητές πλοηγούνται σε 5 διαδοχικές σκηνές AR τοποθετημένες σε μια πραγματική επιφάνεια (όπως ένα γραφείο ή ένα τραπέζι στην τάξη). Η πρώτη σκηνή εισάγει το θέμα με έναν τίτλο και ένα κουμπί START. Η δεύτερη σκηνή δείχνει πώς τα φωτόνια φτάνουν στο ηλιακό πάνελ και καταδεικνύει τη σημασία της ενέργειας των φωτονίων σε σχέση με το ενεργειακό χάσμα των ημιαγωγών. Η τρίτη σκηνή δείχνει πώς η επαφή P-N δημιουργεί ένα ενσωματωμένο ηλεκτρικό πεδίο που διαχωρίζει τα ζεύγη ηλεκτρονίων-οπών, με κινούμενες σφαίρες που αναπαριστούν φορείς φορτίου που κινούνται σε αντίθετες κατευθύνσεις. Η τέταρτη σκηνή εμφανίζει το πλήρες κύκλωμα με ηλεκτρόνια που ρέουν μέσω ενός εξωτερικού φορτίου (λάμπας), επιδεικνύοντας τη μεταφορά ενέργειας και τη ροή ρεύματος, καταλήγοντας σε ένα οπτικό εφέ πυροτεχνήματος όταν ανάβει η λάμπα. Η πέμπτη σκηνή παρουσιάζει μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση με τρία διαδοχικά κουίζ που ελέγχουν την εννοιολογική κατανόηση των σειριακών συνδέσεων, τους περιορισμούς των υπέρυθρων φωτονίων και τους μηχανισμούς πρόληψης ανασυνδυασμού.

Η άσκηση ακολουθεί την προσέγγιση 3E (Εξερευνήστε – Εκτελέστε – Βελτιώστε): οι μαθητές εξερευνούν τον φωτοβολταϊκό μηχανισμό βήμα προς βήμα, εκτελούν αλληλεπιδράσεις πατώντας κουμπιά για να προχωρήσουν στις σκηνές και να απαντήσουν σε κουίζ, και ενισχύουν την κατανόησή τους μέσω άμεσης οπτικής ανατροφοδότησης και διαδοχικής αξιολόγησης. Η πλήρης εμπειρία διαρκεί περίπου 5-7 λεπτά, καθιστώντας την κατάλληλη τόσο για ενσωμάτωση στην τάξη όσο και για ατομικές εργασίες για το σπίτι. Συνδυάζοντας διαγράμματα, επικαλύψεις κειμένου, κινούμενα σχέδια και διαδραστικά στοιχεία στην επαυξημένη Πραγματικότητα (AR), η άσκηση καθιστά ορατές τις αόρατες διαδικασίες και συνδέει αφηρημένες έννοιες φυσικής (ενέργεια φωτονίων, ενεργειακό χάσμα) με συγκεκριμένες εφαρμογές μηχανικής (ηλιακούς συλλέκτες, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας),





Συμμετέχοντες:

Ηλικιακό
εύρος
συμμετεχόντων:

Θέμα STEM
και ειδικό
θέμα:

ενθαρρύνοντας τη διεπιστημονική μάθηση STEAM.

Η άσκηση είναι κατάλληλη τόσο για μεμονωμένους μαθητές όσο και για μικρές ομάδες 3-5 ατόμων. Συνιστάται η εργασία σε ομάδες για την τόνωση της συζήτησης, τη σύγκριση διαφορετικών παρατηρήσεων σε κάθε στάδιο της φωτοβολταϊκής διαδικασίας (απορρόφηση φωτονίων, διαχωρισμός φορτίου, ροή ρεύματος) και την ανάπτυξη δεξιοτήτων συλλογικής επίλυσης προβλημάτων.

Σε ομαδικό περιβάλλον, οι μαθητές μπορούν συλλογικά να αναλύσουν πώς η ενέργεια των φωτονίων καθορίζει την παραγωγή ζεύγους ηλεκτρονίων-οπών, να συζητήσουν τον ρόλο της σύνδεσης P-N στην πρόληψη του ανασυνδυασμού και να συζητήσουν πρακτικές εφαρμογές όπως οι σειριακές έναντι των παράλληλων συνδέσεων ηλιακών κυψελών. Αυτή η συνεργατική προσέγγιση ενθαρρύνει την αλληλοβοήθεια και ενισχύει την εμπλοκή με το διεπιστημονικό περιεχόμενο, καθιστώντας αφηρημένες έννοιες όπως η ενέργεια ενεργειακού χάσματος και η δυναμική των φορέων φορτίου πιο προσιπές μέσω της κοινής εξερεύνησης των σκηνών AR.

- Ελάχιστη ηλικία: 17 ετών
- Μέγιστη ηλικία: 19 έτη

Για να συμμετάσχουν στη δραστηριότητα, οι μαθητές θα πρέπει να έχουν βασική κατανόηση της φυσικής και της χημείας, ιδίως των εννοιών της ενέργειας, του ηλεκτρισμού, του φωτός ως ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και των ημιαγωγών υλικών. Συνιστάται προηγούμενη γνώση της βασικής ατομικής δομής (ηλεκτρόνια, πυρήνες) και των ηλεκτρικών κυκλωμάτων (ρεύμα, τάση). Αυτές οι προϋποθέσεις διασφαλίζουν ότι οι μαθητές μπορούν να συνδέσουν τις απεικονίσεις επαυξημένης πραγματικότητας (AR) με τις υπάρχουσες γνώσεις τους και να εκτιμήσουν τη διεπιστημονική φύση της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας.

Θέμα STEM: Φυσική, Χημεία, Μηχανική, Τεχνολογία

Ειδικό Θέμα: Φωτοβολταϊκό φαινόμενο, μετατροπή ηλιακής ενέργειας, φυσική ημιαγωγών, δυναμική επαφών P-N, ηλεκτρικά κυκλώματα και τεχνολογία





ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Η κύρια πρόκληση του θέματος:

Οι μαθητές συχνά δυσκολεύονται να συνδέσουν αφηρημένες έννοιες της φυσικής (ενέργεια φωτονίων, ενεργειακό χάσμα) με χημικές δομές (πρόσμιξη ημιαγωγών, επαφή P-N) και εφαρμογές μηχανικής (σχεδιασμός κυκλωμάτων, συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας). Η ηλιακή ενέργεια συνήθως διδάσκεται σε ξεχωριστά επιστημονικά τμήματα: οπτική στο μάθημα της φυσικής, επιστήμη υλικών στη χημεία και κυκλώματα στη μηχανική, γεγονός που δυσκολεύει τους μαθητές να κατανοήσουν πλήρως τον ολοκληρωμένο μηχανισμό. Επιπλέον, η αόρατη φύση της δημιουργίας ζεύγους ηλεκτρονίων-οπών και του διαχωρισμού φορτίου καθιστά αυτές τις διαδικασίες αφηρημένες και δύσκολες στην απεικόνιση.

Πώς η AR βοηθά στην απλοποίηση της έννοιας:

Μέσω του Delightex Studio, οι μαθητές μπορούν να αλληλεπιδράσουν με διαδοχικές σκηνές AR που δείχνουν την πλήρη φωτοβολταϊκή διαδρομή βήμα προς βήμα. Κάθε σκηνή εστιάζει σε ένα συγκεκριμένο στάδιο (άφιξη φωτονίων → σύνδεση P-N → ροή ρεύματος → αξιολόγηση) με οπτικές αναπαραστάσεις: διαγράμματα που δείχνουν τη δομή του ηλιακού κυττάρου, κινούμενα εφέ σωματιδίων που απεικονίζουν την κίνηση των φωτονίων, χρωματικά κωδικοποιημένες σφαίρες που αναπαριστούν ηλεκτρόνια και οπές και οπτικά εφέ πυροτεχνημάτων που καταδεικνύουν τη μεταφορά ενέργειας. Αυτή η διαδοχική οπτικοποίηση AR γεφυρώνει το χάσμα μεταξύ αφηρημένων εννοιών και απτής κατανόησης, βοηθώντας τους μαθητές να δουν πώς η φωτεινή ενέργεια γίνεται ηλεκτρικό ρεύμα μέσω της φυσικής των ημιαγωγών. Τα ενσωματωμένα κουίζ ενισχύουν την κριτική σκέψη σχετικά με τα ενεργειακά κατώφλια, τις σειριακές συνδέσεις και την πρόληψη ανασυνδυασμού.

Η στρατηγική παιχνιδοποίησης ακολουθεί τις συστάσεις των κατευθυντήριων γραμμών του BIOS4YOU WP2, εστιάζοντας στη μάθηση βασισμένη σε προκλήσεις και στην άμεση ανατροφοδότηση που μπορεί να εφαρμοστεί ρεαλιστικά με το Delightex Studio – Spaces (Marker).





Μάθηση βασισμένη σε προκλήσεις:

Στους μαθητές ανατίθεται η εργασία να παρακολουθήσουν ολόκληρο το ταξίδι της ηλιακής ενέργειας από την άφιξη των φωτονίων έως την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Κάθε σκηνή επαυξημένης πραγματικότητας παρουσιάζει ένα συγκεκριμένο στάδιο αυτής της διαδρομής και οι μαθητές πρέπει να αλληλεπιδρούν με κουμπιά για να προχωρούν διαδοχικά, καθιστώντας τη μαθησιακή διαδικασία ενεργητική και όχι παθητική.

Άμεση ανατροφοδότηση:

Τα ενσωματωμένα κουίζ Delightex παρέχουν άμεση αυτόματη ανατροφοδότηση όταν οι μαθητές απαντούν σε ερωτήσεις σχετικά με τις ενεργειακές απαιτήσεις φωτονίων, τη συνάρτηση σύνδεσης P-N και τους μηχανισμούς ροής ρεύματος. Οι σωστές απαντήσεις επιβεβαιώνονται αμέσως με οπτικούς εορτασμούς (πυροτεχνήματα λάμπας, διατήρηση χρώματος), ενώ οι λανθασμένες απαντήσεις προκαλούν οπτικές συνέπειες (αποκορεσμός χρώματος, διακοπή κίνησης) χωρίς να αποκαλύπτεται άμεσα η λύση, ενθαρρύνοντας τη συλλογιστική και την επανάληψη της προσπάθειας.

Οπτικές συνέπειες:

Αντί για πόντους ή σήματα, η ανατροφοδότηση αναπαρίσταται μέσω της εξέλιξης των ίδιων των σκηνών AR και μέσω οπτικών εφέ. Η επιτυχής απάντηση σε κουίζ προωθεί την αφήγηση από την άφιξη φωτονίων στον διαχωρισμό φορτίου και στη ροή ρεύματος, δημιουργώντας μια αίσθηση εξερεύνησης και ανακάλυψης. Τα κινούμενα στοιχεία (εφέ σωματιδίων για φωτόνια, κινούμενες σφαίρες για φορείς φορτίου, εφέ πυροτεχνημάτων για μεταφορά ενέργειας) παρέχουν οπτικές ανταμοιβές που ενισχύουν την κατανόηση. Οι λανθασμένες απαντήσεις προκαλούν οπτικό αποκορεσμό, καθιστώντας άμεσα εμφανή την επίδραση της σωστής γνώσης.





Γραπτή ή
γραφική
περιγραφή
των
Επαυξημέν
ων
πληροφορι
ών:

Στοιχείο παιχνιδιού ρόλων:

Οι μαθητές ενεργούν ως εξερευνητές του φωτοβολταϊκού συστήματος, πλοηγούμενοι μέσα στο ηλιακό στοιχείο για να ανακαλύψουν πώς το ηλιακό φως μετατρέπεται σε ηλεκτρισμό. Σε ομάδες, συζητούν και συγκρίνουν την κατανόησή τους για κάθε στάδιο, ενθαρρύνοντας τη συνεργατική επίλυση προβλημάτων.

Η εμπειρία AR αναπτύσσεται στο Delightex Studio – Spaces (Marker) και περιλαμβάνει τα ακόλουθα στοιχεία:

Τίτλος και εισαγωγική σκηνή

Τρισδιάστατο κείμενο που εμφανίζει την επιγραφή "Το Φωτοβολταϊκό Ταξίδι: Καταγράφοντας τον Ήλιο" με υπότιτλους και εικόνα φόντου, καθώς και ένα κουμπί ΕΝΑΡΞΗΣ για να ξεκινήσετε την εξερεύνηση.

Διαγράμματα και εικόνες

Εικόνες υψηλής ποιότητας που δείχνουν τη διατομή του ηλιακού πάνελ με στρώσεις τύπου n και τύπου p, λεπτομέρεια της σύνδεσης P-N με ροές ηλεκτρονίων και οπών, και πλήρες διάγραμμα κυκλώματος που δείχνει το ηλιακό στοιχείο συνδεδεμένο σε λάμπα/φορτίο με διαδρομή επιστροφής (σκηνές 2, 3, 4).

Διαδραστικά κουμπιά

Ορθογώνια στοιχεία με δυνατότητα κλικ με την ένδειξη ΕΝΑΡΞΗ, ΕΠΟΜΕΝΟ, ΚΟΥΙΖ, ΕΠΑΝΕΚΚΙΝΗΣΗ, τα οποία πατούν οι μαθητές για πλοήγηση μεταξύ σκηνών.

Κινούμενα οπτικά εφέ

Κίτρινα συστήματα σωματιδίων που προσομοιώνουν φωτόνια που ταξιδεύουν από τον ήλιο στο ηλιακό πάνελ (σκηνή 2), μπλε και κόκκινες σφαίρες με σύμβολα ηλεκτρονίων (-) και οπών (+) που κινούνται σε αντίθετες κατευθύνσεις για να δείξουν τον διαχωρισμό φορτίου (σκηνή 3), κινούμενα σχέδια σφαιρών που δείχνουν ηλεκτρόνια να ρέουν μέσω κυκλώματος και να συσσωρεύονται στη λάμπα (σκηνή 4) και εφέ σωματιδίων πυροτεχνημάτων όταν η λάμπα ανάβει για να γιορτάσει τη μεταφορά ενέργειας.

Ενσωματωμένες ενότητες κουίζ





Απαιτούνται
εξωτερικά
(ή
επιπλέον)
εργαλεία

Κουίζ Native Delightex που παρουσιάζουν ερωτήσεις με τρεις επιλογές απάντησης και αυτόματη ανατροφοδότηση διακλάδωσης. Η σκηνή 2 ρωτά για την ενέργεια φωτονίων έναντι του ενεργειακού χάσματος, η σκηνή 3 για τη δημιουργία ηλεκτρικού πεδίου σύνδεσης P-N, η σκηνή 4 για το γιατί σταματά το ρεύμα όταν καλύπτεται ο πίνακας και η σκηνή 5 παρουσιάζει τρεις διαδοχικές εννοιολογικές ερωτήσεις σχετικά με τις συνδέσεις σε σειρά, τους περιορισμούς στο υπέρυθρο και την πρόληψη ανασυνδυασμού.

Επικαλύψεις κειμένου

Σύντομες επεξηγηματικές λεζάντες σε κάθε σκηνή που περιγράφουν τη διαδικασία (π.χ., "Τα φωτόνια μεταφέρουν ενέργεια προς το ηλιακό πάνελ", "Η σύνδεση P-N δημιουργεί ένα ηλεκτρικό πεδίο που διαχωρίζει τους φορείς φορτίου", "Τα ηλεκτρόνια ρέουν μέσω του εξωτερικού κυκλώματος, τροφοδοτώντας το φορτίο").

Όλα τα στοιχεία είναι τοποθετημένα σε μια επιφάνεια που ανιχνεύεται με δείκτη, επιτρέποντας στους μαθητές να δουν την πλήρη διαδρομή του φωτοβολταϊκού μηχανισμού σε επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) πάνω στο φυσικό τους γραφείο ή τραπέζι στην τάξη. Η διαδοχική δομή σκηνών καθοδηγεί τους μαθητές μέσα από το διεπιστημονικό περιεχόμενο (φυσική → χημεία → μηχανική) σε μια λογική, εύκολη στην παρακολούθηση εξέλιξη.

- Συσκευές: smartphone ή tablet με εγκατεστημένη την εφαρμογή Delightex (iOS ή Android)
- Δείκτες AR: απαιτούνται. Το Delightex Studio – Spaces (Marker) χρησιμοποιεί AR που βασίζεται σε δείκτες. Οι μαθητές σαρώνουν τον παρεχόμενο δείκτη για να ξεκινήσουν την εμπειρία AR και να δουν τις σκηνές του φωτοβολταϊκού μηχανισμού στη συσκευή τους.
- Εκτυπωμένα φύλλα εργασίας: για να επιτρέψουν στους μαθητές ή τις ομάδες να καταγράψουν την ακολουθία των γεγονότων (απορρόφηση φωτονίων, διαχωρισμός φορτίου, ροή ρεύματος), να αναλογιστούν τα αποτελέσματα κάθε σταδίου και να προετοιμάσουν μια σύντομη αναφορά που να συνδέει τη φυσική (ενέργεια, οπτική), τη χημεία





Παιδαγωγικές προδιαγραφές

Εδώ θα συλλέξουμε πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο χρήσης της άσκησης στο μάθηση συνεδρία και τα αποτελέσματα και τα οφέλη της χρήσης της, από παιδαγωγική άποψη.

Πώς μπορούν αυτές οι εμπλουτισμένες πληροφορίες να χρησιμοποιηθούν για να αντιμετωπιστεί ένα θέμα STEAM

The AR experience transforms the abstract concept of solar energy conversion into a tangible, interactive journey that students can physically explore on their classroom desk. Instead of reading about photovoltaic effect in a physics textbook or memorizing semiconductor band structure from a chemistry diagram, students navigate through 5 sequential scenes that show the complete mechanism step-by-step. The combination of visual diagrams, animated effects (photon particles, moving charge carriers, lamp fireworks), and interactive progression creates an engaging narrative where physics (photon energy), chemistry (semiconductor doping), and engineering (circuit design) are seamlessly integrated. Students see how photons with sufficient energy generate electron-hole pairs, watch these charges separate at the P-N junction, and follow electrons flowing through an external circuit to power a load. This multisensory AR approach makes the invisible visible and the abstract concrete, significantly increasing engagement and understanding compared to traditional lecture-based or static image-based instruction. The challenge-based quizzes at each stage reinforce critical thinking, and the visual feedback system (color desaturation for wrong answers, fireworks for success) creates emotional investment in learning. Optional exploration of renewable energy applications allows curious students to connect classroom learning with real-world sustainability challenges.

με πιο ενδιαφέροντα τρόπο για τους μαθητές;





The exercise addresses interdisciplinary understanding by connecting physical principles (photon energy, electromagnetic radiation), chemical structures (semiconductor doping, P-N junction formation), and engineering applications (circuit design, renewable energy technology). Students develop the ability to visualize invisible processes such as electron-hole pair generation and charge carrier separation. By navigating through scenes in logical order, students understand cause-and-effect relationships in the complete photovoltaic pathway: photon absorption requires sufficient energy relative to bandgap, P-N junction creates built-in electric field for charge separation, and current flows only when external circuit is complete. Students identify key concepts including photon energy thresholds, bandgap limitations, n-type and p-type semiconductor doping, electron and hole charge carriers, P-N junction electric field, and series vs parallel circuit connections, understanding their specific functions in solar energy conversion. The integrated quizzes require reasoning about energy requirements, charge separation mechanisms, and circuit behavior, moving beyond memorization to applied understanding. Students learn why infrared photons cannot generate current in silicon, how series connections increase voltage, and what prevents electron-hole recombination.

The AR placement on the desk helps students develop spatial mental models of how photons interact with three-dimensional semiconductor structures and how charge carriers move through physical circuits. This spatial reasoning is essential for understanding real-world solar panel installations and optimization. The AR placement on the desk helps students develop spatial mental models of how photons interact with three-dimensional semiconductor structures and how charge carriers move through physical circuits. This

Ποια αποτελέσματα αναμένονται να επιτευχθούν με τη χρήση του;

Students are expected to demonstrate improved comprehension of the complete photovoltaic mechanism compared to traditional instruction, as measured by quiz performance and post-activity assessments. The multisensory AR experience should improve retention of key concepts including bandgap energy, charge separation, and circuit behavior. Students should show higher engagement and motivation during the AR activity compared to passive learning methods, evidenced by active participation, peer discussion, and curiosity about renewable energy applications. Students should articulate connections between physics (photon energy), chemistry (semiconductor properties), and engineering (circuit design) rather than treating them as separate topics. They should explain how these disciplines integrate in photovoltaic technology. Students should correctly identify that photon energy must exceed bandgap energy, understand why the P-N junction prevents recombination, explain how series connections increase voltage, and recognize why infrared light cannot generate current in silicon solar cells. When working in groups, students should demonstrate improved peer discussion and collaborative problem-solving around photovoltaic concepts, sharing insights about charge carrier dynamics, circuit optimization, and real-world solar energy applications.

Ποια οφέλη αναμένονται να επιτευχθούν με τη χρήση του;

AR makes advanced interdisciplinary content accessible to 17-19 year old students by using visual representations and sequential storytelling to reduce cognitive load. By overlaying digital information on the physical classroom, AR connects theoretical knowledge with everyday experiences of light and electricity. The integrated quizzes provide instant feedback for self-correction during learning rather than on later exams, allowing students to adjust understanding in real-time. The 5-7 minute duration suits various contexts including classroom activities, homework assignments, and flipped learning scenarios, working effectively for individuals or groups. Students develop digital literacy with AR educational tools relevant for future learning environments and careers in STEM fields. The AR experience optimizes only





Τεχνικές προδιαγραφές

Σε αυτό το μέρος είναι απαραίτητο να διευκρινιστεί εάν η άσκηση σχεδιάστηκε για να υλοποιηθεί με τεχνολογία επαυξημένης πραγματικότητας (AR). Αυτό το μέρος είναι θεμελιώδες για τη διαδικασία μετάφρασης. Παρακαλούμε συμπεριλάβετε κείμενο, ηχητικό κείμενο και όλο το απαραίτητο υλικό.

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ AR

Τεχνολογία

<https://edu.delightex.com/NPS-QRW>



Delightex Studio – Χώροι (Δείκτης)

Η άσκηση έχει σχεδιαστεί για να υλοποιείται εξ ολοκλήρου με Επαυξημένη Πραγματικότητα. Χρησιμοποιεί επαυξημένη πραγματικότητα (AR) βασισμένη σε δείκτες, καθώς το Delightex Studio – Spaces (Marker) απαιτεί από τους μαθητές να σαρώσουν έναν τυπωμένο δείκτη για να ξεκινήσουν την εμπειρία επαυξημένης πραγματικότητας (AR) και να δουν τις σκηνές του φωτοβολταϊκού μηχανισμού που επικαλύπτονται στο φυσικό τους περιβάλλον.

Εάν χρειάζεται δείκτης,

Απαιτείται ένας συγκεκριμένος δείκτης για το Delightex Studio – Spaces (Δείκτης). Ο δείκτης είναι μια εκτυπωμένη εικόνα ή μοτίβο που οι μαθητές σαρώνουν





Περιγραφή του δείκτη

με την κάμερα του smartphone ή του tablet τους για να ξεκινήσουν την εμπειρία AR. Ο δείκτης μπορεί να είναι μια προσαρμοσμένη εικόνα που σχετίζεται με το φωτοβολταϊκό θέμα (όπως μια εικόνα ήλιου ή ηλιακού πάνελ) ή ένας τυπικός δείκτης Delightex που παρέχεται από την πλατφόρμα.

Μόλις ο δείκτης εντοπιστεί από την κάμερα της συσκευής, οι σκηνές επαυξημένης πραγματικότητας (AR) εμφανίζονται αγκυρωμένες στη θέση του δείκτη, επιτρέποντας στους μαθητές να δουν τη διαδρομή του φωτοβολταϊκού μηχανισμού που επικαλύπτεται στον φυσικό χώρο εργασίας τους. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να εκτυπώσουν τον δείκτη σε τυπικό χαρτί και να τον διανείμουν στους μαθητές ή να τον εμφανίσουν σε μια μεγαλύτερη επιφάνεια για ομαδική προβολή.

Απαιτούμεν ο υλικό και λογισμικό:

- Υλικό: Smartphone ή tablet με κάμερα και σύνδεση στο διαδίκτυο. Απαιτούνται γυροσκόπιο και επιταχυνσιόμετρο (στάνταρ στις περισσότερες σύγχρονες συσκευές)
- Λογισμικό: Εφαρμογή Delightex (δωρεάν, διαθέσιμη σε Android και iOS). Οι εκπαιδευτικοί χρειάζονται έναν εκπαιδευτικό λογαριασμό Delightex για να έχουν πρόσβαση και να μοιράζονται το έργο AR.
- Άλλο: Έντυπη ένδειξη για την εκκίνηση της εμπειρίας AR. Απαιτείται σύνδεση στο Διαδίκτυο για την αρχική λήψη του έργου AR.

Τύπος επαυξημένων ν δεδομένων

Η εμπειρία AR ενσωματώνει διαφορετικούς τύπους περιεχομένου:

- Τρισδιάστατο κείμενο (τίτλος "Το Φωτοβολταϊκό Ταξίδι: Καταγράφοντας τον Ήλιο", ετικέτες σκηνής, ετικέτες κουμπιών)
- Εικόνες (διαγράμματα ηλιακών πάνελ που δείχνουν στρώσεις τύπου n/τύπου p, λεπτομέρεια σύνδεσης P-N, διάγραμμα κυκλώματος με λάμπα/φορτίο)
- Διαδραστικά επίπεδα (ορθογώνια κουμπιά με την ένδειξη ΕΝΑΡΞΗ, ΕΠΟΜΕΝΟ, ΚΟΥΙΖ, ΕΠΑΝΕΚΚΙΝΗΣΗ)
- Κινούμενα σωματίδια (κίτρινα σωματίδια φωτονίων από τον ήλιο σε πάνελ, μπλε σφαίρες ηλεκτρονίων με σύμβολο -, κόκκινες σφαίρες οπών με σύμβολο +, εφέ πυροτεχνήματος για φωτισμό λαμπτήρων)





Γραπτή
περιγραφή
των
δεδομένων
AR

- Επικαλύψεις κειμένου (σύντομες επεξηγηματικές λεζάντες που περιγράφουν κάθε στάδιο του φωτοβολταϊκού μηχανισμού)
- Ενσωματωμένες ενότητες κουίζ (εγγενή κουίζ Delightex με ερωτήσεις και απαντήσεις πολλαπλής επιλογής)

Όταν οι μαθητές ανοίγουν την άσκηση με την εφαρμογή Delightex και σαρώνουν τον δείκτη, ξεκινούν με την εισαγωγική σκηνή που εμφανίζει τον τίτλο "Το Φωτοβολταϊκό Ταξίδι: Καταγράφοντας τον Ήλιο" ως τρισδιάστατο κείμενο με υπότιτλους και εικόνα φόντου. Πατώντας το κουμπί ΕΝΑΡΞΗ, μεταβαίνουν στη δεύτερη σκηνή που δείχνει φωτόνια (κίτρινα σωματίδια) που ταξιδεύουν από έναν κινούμενο ήλιο προς ένα διάγραμμα ηλιακού πάνελ, με επεξηγηματικό κείμενο σχετικά με τις ενεργειακές απαιτήσεις των φωτονίων σε σχέση με το ενεργειακό χάσμα ημιαγωγών. Εμφανίζεται ένα κουμπί κουίζ που ρωτά τι καθορίζει εάν ένα φωτόνιο μπορεί να παράγει ηλεκτρική ενέργεια.

Πατώντας το κουμπί NEXT μετά τη σωστή απάντηση στο κουίζ, μεταβαίνετε στην τρίτη σκηνή που απεικονίζει τη σύνδεση P-N με κινούμενες μπλε σφαίρες (ηλεκτρόνια με σύμβολα $-$) που κινούνται προς τα πάνω προς την περιοχή τύπου n και κόκκινες σφαίρες (οπές με σύμβολα $+$) που κινούνται προς τα κάτω προς την περιοχή τύπου p, καταδεικνύοντας τον διαχωρισμό φορτίου από το ενσωματωμένο ηλεκτρικό πεδίο. Ένα κουίζ ρωτά τι δημιουργεί αυτό το ηλεκτρικό πεδίο.

Η τέταρτη σκηνή εμφανίζει το πλήρες διάγραμμα κυκλώματος από το ηλιακό στοιχείο μέσω καλωδίων προς τη λάμπα/φορτίο και πίσω. Ο ήλιος επανατοποθετείται προς τα αριστερά και εκπέμπει ακτίνες φωτονίων. Μπλε και κόκκινες σφαίρες ταξιδεύουν μέσα στο κύκλωμα και συσσωρεύονται στη λάμπα, η οποία στη συνέχεια εκρήγνυται σε ένα εφέ σωματιδίων πυροτεχνήματος για να γιορτάσει τη μεταφορά ενέργειας. Ένα κουίζ ρωτά γιατί το ρεύμα σταματά όταν το πάνελ είναι καλυμμένο.

Η πέμπτη σκηνή παρουσιάζει τρία διαδοχικά κουίζ αξιολόγησης. Το Κουίζ 1 εμφανίζεται πρώτο, ρωτώντας πώς να αυξηθεί η τάση εξόδου (απάντηση: σύνδεση





Εάν η εικόνα

Εάν κείμενο

κελιών σε σειρά). Μετά τη σωστή απάντηση, εμφανίζεται το Κουίζ 2, ρωτώντας γιατί τα υπέρυθρα φωτόνια δεν μπορούν να παράγουν ρεύμα στο πυρίτιο (απάντηση: ενέργεια < ενεργειακό χάσμα). Μετά τη σωστή απάντηση, εμφανίζεται το Κουίζ 3, ρωτώντας τι εμποδίζει τον ανασυνδυασμό ηλεκτρονίων-οπών (απάντηση: ηλεκτρικό πεδίο σύνδεσης P-N). Εάν το Κουίζ 2 ή 3 απαντηθεί λανθασμένα, τα Κουίζ 2 και 3 επαναφέρονται στην αδιαφάνεια 0 και ο μαθητής πρέπει να προσπαθήσει ξανά από το Κουίζ 1.

Αφού απαντηθούν σωστά και τα τρία κουίζ, εμφανίζεται ένα μήνυμα παρακίνησης: «Συγχαρητήρια! Ολοκληρώσατε με επιτυχία το Φωτοβολταϊκό Ταξίδι! Τώρα καταλαβαίνετε πώς το ηλιακό φως γίνεται ηλεκτρισμός». Στη συνέχεια, εμφανίζεται ένα κουμπί ΕΠΑΝΕΚΚΙΝΗΣΗΣ, επιτρέποντας στους μαθητές να επαναλάβουν την άσκηση από τη Σκηνή 1.

Η διαδοχική εξέλιξη αυτών των 5 σκηνών διαρκεί περίπου 5-7 λεπτά και καθοδηγεί τους μαθητές σε ολόκληρη τη διεπιστημονική πορεία, από τη φυσική (ενέργεια φωτονίων) έως τη χημεία (δομή ημιαγωγών) και τη μηχανική (σχεδιασμός κυκλωμάτων και εφαρμογές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας).

Εάν τα δεδομένα AR είναι εικόνες, οι απαιτούμενες μορφές είναι .jpg και .png (καλύτερο μέγεθος < 2Mb). Η άσκηση χρησιμοποιεί πολλαπλές εικόνες: διάγραμμα ηλιακού πάνελ με στρώσεις τύπου n/τύπου p (σκηνή 2-3), μπλε PNG σφαίρας ηλεκτρονίων με σύμβολο - (σκηνή 3-4), κόκκινη PNG σφαίρας οπών με σύμβολο + (σκηνή 3-4) και διάγραμμα κυκλώματος που δείχνει ηλιακό στοιχείο → λάμπα → επιστροφή (σκηνή 4). Όλες οι εικόνες θα πρέπει να είναι εκπαιδευτικά διαγράμματα υψηλής ανάλυσης που να δείχνουν με σαφήνεια δομές και ροές, βελτιστοποιημένα για προβολή σε κινητά.

Σύντομα επεξηγηματικά μηνύματα εμφανίζονται ως επικαλύψεις κειμένου μέσα στο Delightex Studio. Σκηνή 1: Τίτλος και υπότιτλος. Σκηνή 2: "Αφιξη φωτονίων - Όταν το ηλιακό φως χτυπά το ηλιακό πάνελ, τα φωτόνια μεταφέρουν ενέργεια προς το ημιαγωγικό υλικό. Μόνο φωτόνια με επαρκή ενέργεια μπορούν να παράγουν





ηλεκτρική ενέργεια." Σκηνή 3: "Διαχωρισμός φορτίου - Η σύνδεση P-N δημιουργεί ένα ενσωματωμένο ηλεκτρικό πεδίο που διαχωρίζει τα ζεύγη ηλεκτρονίων-οπών." Σκηνή 4: "Ροή ρεύματος - Τα ηλεκτρόνια ρέουν από τον ακροδέκτη τύπου N μέσω του εξωτερικού κυκλώματος, τροφοδοτώντας το φορτίο." Σκηνή 5: Κουίζ αξιολόγησης με επιλογές πολλαπλής επιλογής. Όλο το κείμενο χρησιμοποιεί σαφείς, ευανάγνωστες γραμματοσειρές κατάλληλες για προβολή επαυξημένης πραγματικότητας σε κινητές συσκευές.

Εάν το
βίντεο

-

Εάν ο ήχος

-

Εάν
πρόκειται
για
τρισδιάστα
ο μοντέλο

Τα τρισδιάστατα μοντέλα στο Delightex Studio μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μορφές συμβατές με την πλατφόρμα (.glb, .obj). Η άσκηση χρησιμοποιεί κυρίως στοιχεία τρισδιάστατου κειμένου για τίτλους και ετικέτες, καθώς και ένα τρισδιάστατο κινούμενο αντικείμενο ήλιου από τη βιβλιοθήκη Delightex. Η προαιρετική βελτίωση θα μπορούσε να περιλαμβάνει την εισαγωγή τρισδιάστατων μοντέλων ηλιακών συλλεκτών ή φωτοβολταϊκών κυψελών από εξωτερικές πηγές (όπως το Sketchfab ή βιβλιοθήκες μοντέλων μηχανικής) εάν το Delightex υποστηρίζει άμεση εισαγωγή τρισδιάστατων μοντέλων. Ωστόσο, η βασική υλοποίηση βασίζεται σε δισδιάστατες εικόνες (διαγράμματα ηλιακών συλλεκτών, διαγράμματα κυκλωμάτων), επικαλύψεις κειμένου, διαδραστικά επίπεδα (κουμπιά) και εφέ σωματιδίων (κινούμενα φωτόνια, σφαίρες ηλεκτρονίων/οπών, εφέ πυροτεχνημάτων) αντί για σύνθετα τρισδιάστατα μοντέλα, εξασφαλίζοντας συμβατότητα και ομαλή απόδοση σε τυπικές κινητές συσκευές.





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: 2023-1-DE03-KA220-SCH-00026516

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.