



Co-funded by
the European Union

Licht und Materie: Wie sie miteinander interagieren



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."





Co-funded by
the European Union

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Allgemeine Informationen
- Pädagogische Vorgaben
- Technische Angaben



Project Number: 2023-I-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."



Einleitung

Dieses Dokument beschreibt die Augmented-Reality-Übung (AR) mit dem Titel „Licht und Materie: Wie sie interagieren“, die im Rahmen des europäischen Projekts BioS4You 2.0 (Arbeitspaket 3: AR-Übungen) für Schüler im Alter von 17 bis 19 Jahren entwickelt wurde.

Ziel dieser Übung ist es, den Schülern zu vermitteln, wie Licht durch Reflexion, Brechung und Ausbreitung elektromagnetischer Wellen mit Materie interagiert, wobei Physik (Optik, Wellentheorie, geometrische Optik), Mathematik (Winkelmessung, Trigonometrie, Snellsches Gesetz) und technische Anwendungen (Linsen, Lichtleiter, optische Instrumente) miteinander verknüpft werden.

Dieses Dokument folgt der Standardvorlage für BioS4You-AR-Übungen und ist in folgende Abschnitte gegliedert:

Allgemeine Informationen: Titel, Autoren, Zielgruppe, Dauer, Stichwörter und Themen
Pädagogische Spezifikationen: Lernziele, Methodik, Integration in den Lehrplan
Technische Spezifikationen: Hardware, Software, Gestaltung der AR-Erfahrung

Die Übung wurde nach dem 3E-Ansatz (Explore – Execute – Enhance) entwickelt und ermutigt die Schüler, Licht-Materie-Wechselwirkungen Schritt für Schritt anhand interaktiver AR-Szenen zu erkunden, die das Reflexionsgesetz, das Snellsche Brechungsgesetz und die Eigenschaften elektromagnetischer Wellen veranschaulichen.





Name der Übung:

Allgemeine Informationen

Licht und Materie: Wie sie interagieren

Von der Reflexion zu elektromagnetischen Wellen: Erkundung optischer Phänomene

Der Titel spiegelt sowohl die grundlegenden physikalischen Prinzipien als auch die praktischen Anwendungen der Optik wider. „Licht und Materie: Wie sie interagieren“ betont den doppelten Fokus auf geometrische Optik und Wellentheorie, während der Untertitel „Von der Reflexion zu elektromagnetischen Wellen“ den Weg von makroskopischen optischen Phänomenen (Reflexion in Spiegeln, Brechung durch Materialien) zu mikroskopischen Welleneigenschaften (Schwingungen elektrischer und magnetischer Felder) über das Snellsche Gesetz und die Theorie elektromagnetischer Wellen hervorhebt.

Beschreibung der
der
Übungen:

„Licht und Materie: Wie sie interagieren“ richtet sich an Schüler im Alter von 17 bis 19 Jahren und ermöglicht es ihnen, die grundlegenden Prinzipien der Licht-Materie-Wechselwirkungen und optischer Phänomene mithilfe von Augmented Reality zu erforschen. Das Hauptziel besteht darin, den Schülern zu vermitteln, wie sich Licht verhält, wenn es auf verschiedene Materialien trifft, wie Winkel in der Optik gemessen werden und wie sich elektromagnetische Wellen im Raum ausbreiten.

Die Schüler werden:

- das Reflexionsgesetz und die Winkelmessung von der Normalen aus verstehen
- das Snellsche Brechungsgesetz und die Lichtbeugung in verschiedenen Medien visualisieren
- die Struktur elektromagnetischer Wellen mit senkrechten elektrischen und magnetischen Feldern erforschen
- sich mit praktischen Anwendungen in optischen Instrumenten, Linsen und der Telekommunikation vertraut machen

Die AR-Erfahrung nutzt Delightex Studio – Spaces (Marker) mit 6 aufeinanderfolgenden Szenen und 6 integrierten Quizfragen.





Teilnehmer:

Die Übung eignet sich sowohl für einzelne Schüler als auch für kleine Gruppen von 3–5 Mitgliedern. Die Arbeit in Gruppen wird empfohlen, um Diskussionen über Licht-Materie-Wechselwirkungen anzuregen, Beobachtungen von Reflexions- und Brechungsprozessen zu vergleichen und Fähigkeiten zur gemeinsamen Problemlösung bei der Analyse optischer Prinzipien in realen Anwendungen (Spiegel, Linsen, Prismen, Lichtleiter) zu entwickeln.

Altersgruppe der Teilnehmer:

Die Schüler sollten über Grundkenntnisse in Physik und Mathematik verfügen, insbesondere über die Konzepte von Licht, elektromagnetischer Strahlung, Winkeln, geometrischer Optik und grundlegender Trigonometrie (Sinus-, Kosinusfunktionen). Vorkenntnisse über Welleneigenschaften (Wellenlänge, Frequenz) und Koordinatensysteme werden empfohlen, sind jedoch nicht zwingend erforderlich.

MINT-Fach und konkretes Thema:

MINT-Fach: Physik, Mathematik, Ingenieurwesen

Spezifisches Thema: Geometrische Optik, Reflexionsgesetz, Snellsches Brechungsgesetz, Brechungsindex, elektromagnetische Wellen, Schwingungen elektrischer und magnetischer Felder, Wellenausbreitung, optische Phänomene

Hauptschwierigkeit des Themas: Schüler haben oft Schwierigkeiten zu verstehen, warum Winkel von der Normalen und nicht von der Oberfläche aus gemessen werden, wie das Snellsche Brechungsgesetz die Lichtbeugung beim Eintritt in verschiedene Materialien erklärt und wie elektrische und magnetische Felder senkrecht zueinander und zur Ausbreitungsrichtung schwingen können. AR-Visualisierung hilft dabei, diese abstrakten optischen Konzepte mit greifbaren Anwendungen in der realen Welt in Spiegeln, Linsen und optischen Instrumenten zu verknüpfen.

Gamification-Prozess:

Die Gamification-Strategie folgt den Richtlinien von BioS4YOU WP2 und konzentriert sich auf herausforderungsbasiertes Lernen und sofortiges Feedback mit Delightex Studio.

Herausforderungsbasiertes Lernen: Die Schüler folgen dem Weg von Lichtstrahlen und Winkelmessung bis hin zur Ausbreitung elektromagnetischer Wellen. Jede Szene enthält ein Quiz, das richtig beantwortet werden muss, um zur nächsten Stufe zu gelangen, wodurch ein progressiver Lernpfad entsteht.

Sofortiges Feedback: Delightex liefert sofortiges visuelles Feedback, wenn die Schüler Quizfragen beantworten. Richtige





Textliche oder
grafische
Beschreibung der
Augmented-Reality-
Informationen:

Antworten schalten die Schaltfläche „WEITER“ frei und treiben die Handlung voran, während falsche Antworten die Schüler dazu veranlassen, die zugrunde liegenden optischen und wellenphysikalischen Prinzipien zu überdenken.

Freischaltung von Erfolgen: In Szene 6 müssen alle drei Quizfragen zu optischen Phänomenen beantwortet werden, um die abschließende Glückwunschkmeldung zu erhalten, was ein Gefühl der Leistung und der Beherrschung vermittelt.

Die AR-Erfahrung wurde in Delightex Studio – Spaces (Marker) entwickelt und umfasst:

Szene 1: Titel und Einführung Titel „Licht und Materie: Wie sie interagieren“ mit START-Schaltfläche Dreiteiliges Diagramm, das Reflexion (Spiegel mit gleichen Winkeln), Brechung (Lichtbeugung durch Prisma) und elektromagnetische Wellen (senkrechte E- und B-Felder) zeigt

Szene 2: Lichtstrahlen und Winkel Diagramm, das Lichtquelle, einfallenden Strahl, Oberfläche, Normale (senkrecht zur Oberfläche) und den von der Normalen gemessenen Einfallswinkel θ_i zeigt

Szene 3: Reflexion – Gesetz der gleichen Winkel Diagramm, das den einfallenden Strahl, die Normale, den reflektierten Strahl und die Spiegeloberfläche mit der Formel $\theta_i = \theta_r$ zeigt Quiz: Wenn Licht gemäß dem Reflexionsgesetz in einem Winkel von 30° zur Normalen auf einen Spiegel trifft, in welchem Winkel wird es dann reflektiert?

Szene 4: Brechung – Snellsches Gesetz Diagramm, das Licht zeigt, das von Luft ($n_1 = 1,0$) in Glas ($n_2 = 1,5$) eintritt, mit Einfallswinkel θ_1 und Brechungswinkel θ_2 , zur Veranschaulichung des Snellschen Gesetzes: $n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2)$ Quiz: Was passiert mit einem Lichtstrahl, wenn er aus der Luft in Glas eintritt?

Szene 5: Elektromagnetische Wellen 3D-Diagramm, das das elektrische Feld E (vertikale Schwingung), das magnetische Feld B (horizontale Schwingung), die Wellenlänge λ und die Ausbreitungsrichtung v zeigt, wobei alle drei zueinander senkrecht stehen Quiz: Wie sind in einer elektromagnetischen Welle das elektrische und das magnetische Feld ausgerichtet?

Szene 6: Abschlussprüfung Drei Quizfragen zu:

- Brechungsphänomen (gekrümmter Strohhalm im Wasser)
- Berechnungsformel nach dem Snellschen Gesetz





Erforderliche
externe (oder
zusätzliche)
Hilfsmittel

Links (Video, Bilder,
Online-Text usw.).

- Wellenlänge als Bestimmungsfaktor für die Lichtfarbe

Abschließende Glückwunschkmeldung nach Abschluss aller Quizfragen.

- Geräte: Smartphones oder Tablets mit installierter Delightex-App (iOS oder Android)
- AR-Marker: Erforderlich; Delightex Studio – Spaces (Marker) nutzt markerbasierte AR. Die Schüler scannen den bereitgestellten Marker, um das AR-Erlebnis zu starten
- Ausgedruckte Arbeitsblätter: Optional zum Notieren während der AR-Erkundung
- Internetverbindung: Erforderlich für den ersten App-Download und das Laden der AR-Inhalte

QUIZ

Die Quizze sind nativ in Delightex Studio integriert (Szenen 2–5) und erfordern keine externen Links. Die Schüler beantworten die Fragen direkt innerhalb der AR-Erfahrung v, wobei sie automatisches Feedback erhalten.





Pädagogische Spezifikationen

Hier sammeln wir Informationen darüber, wie die Übung im Unterricht eingesetzt wird und welche Ergebnisse und Vorteile sich aus pädagogischer Sicht daraus ergeben.

Wie können diese erweiterten Informationen genutzt werden, um ein STEAM-Thema für die Schüler interessanter zu

Die AR-Übung verwandelt abstrakte optische Konzepte in visuelle, interaktive Erlebnisse, die die Schüler in Echtzeit erkunden können. Indem sie Lichtstrahlen visualisieren, die symmetrisch von Oberflächen reflektiert werden, die Lichtbrechung beim Eintritt in verschiedene Materialien gemäß dem Snellschen Gesetz beobachten, elektromagnetische Wellen mit senkrechten elektrischen und magnetischen Feldern beobachten, die sich durch den Raum ausbreiten, und direkte Verbindungen zu realen optischen Instrumenten (Spiegel, Linsen, Prismen, Lichtwellenleiter) herstellen, überbrücken die Schüler die Kluft zwischen theoretischer Optik und praktischen technischen Anwendungen. Der immersive Charakter von AR ermöglicht es den Lernenden, unsichtbare Wellenprozesse und Winkelverhältnisse zu manipulieren und zu beobachten, wodurch geometrische und wellenoptische Phänomene greifbar und spannend werden und gleichzeitig die interdisziplinären Verbindungen zwischen Physik, Mathematik und Ingenieurwesen verdeutlicht werden.

gestalten?

Welche pädagogischen Ziele werden durch dieses Szenario angesprochen?





Die Übung adressiert mehrere pädagogische Ziele in verschiedenen Lernbereichen. Die Schüler entwickeln ein Verständnis für die Prinzipien der geometrischen Optik, die Normale als Referenzlinie für die Winkelmessung und die grundlegenden Unterschiede zwischen Reflexion (Winkelbeibehaltung) und Brechung (Winkeländerung durch das Snellsche Gesetz). Sie lernen zu beschreiben, wie der Brechungsindex die Lichtbeugung bestimmt, und identifizieren Eigenschaften elektromagnetischer Wellen mit senkrechten Schwingungen des elektrischen und magnetischen Feldes. Mithilfe der AR-Visualisierung verbinden die Schüler makroskopische optische Phänomene mit der Wellentheorie, analysieren Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge bei Licht-Materie-Wechselwirkungen (warum sich Licht in dichteren Materialien zur Normalen hin beugt) und bewerten geeignete optische Prinzipien für verschiedene Anwendungen (Spiegel, Linsen, Lichtwellenleiter). Auf der Kompetenzebene fördert die Übung das wissenschaftliche Denken über Wellenausbreitung sowie kritisches Denken über den Entwurf und die Funktionsweise optischer Instrumente in ingenieurwissenschaftlichen und telekommunikativen Kontexten.

Welche Ergebnisse sollen mit ihrer Anwendung erreicht werden?

Von den Studierenden wird erwartet, dass sie erklären, warum Winkel von der Normalen und nicht von der Oberfläche aus gemessen werden, das Reflexionsgesetz ($\theta_i = \theta_r$) beschreiben und darlegen, wie es die Spiegelsymmetrie erklärt, verstehen, wie das Snellsche Gesetz ($n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2)$) die Lichtbeugung beim Eintritt in Materialien mit unterschiedlichen Brechungsindizes beschreibt, und erkennen, dass elektromagnetische Wellen aus senkrechten elektrischen und magnetischen Feldern bestehen, die senkrecht zur Ausbreitungsrichtung schwingen. Die Bewertung dieser Lernergebnisse umfasst den erfolgreichen Abschluss aller sechs Quizze während der AR-Erfahrung, die nachgewiesene Fähigkeit, Reflexions- und Brechungsdiagramme mit korrekter Winkelbezeichnung zu zeichnen und zu beschriften, die korrekte Erklärung, warum sich Licht in dichteren Materialien zur Normalen hin beugt, sowie die angemessene Anwendung optischer Prinzipien auf reale Szenarien (Spiegel, Linsen, Lichtleiter, Prismen).





Technische Spezifikationen

Welche Vorteile sollen durch den Einsatz erzielt werden?

Die Übung ermöglicht eine verbesserte Visualisierung optischer und wellenphysikalischer Phänomene, die mit bloßem Auge nicht direkt beobachtet werden können, und steigert das Engagement der Schüler durch interaktive AR-Technologie, während sie gleichzeitig sofortiges Feedback liefert, das das selbstbestimmte Lernen unterstützt. Gamification-Elemente sorgen für anhaltende Motivation während der gesamten Erfahrung. Aus interdisziplinärer Perspektive integriert die Übung Physik (geometrische Optik, Wellentheorie), Mathematik (Winkelmessung, Trigonometrie, Berechnungen nach dem Snellschen Gesetz) und Ingenieurwesen (optische Instrumente, Telekommunikation) und bietet einen realen Kontext, der die Relevanz von MINT in der Technologie demonstriert und eine Brücke zwischen theoretischer Optik und praktischen Anwendungen schlägt. Zu den langfristigen Vorteilen gehören die Schaffung einer Grundlage für weiterführende Studien in den Bereichen Photonik, Optik, Telekommunikation oder Materialwissenschaften, die Entwicklung eines Verständnisses für optische Prinzipien in verschiedenen beruflichen Kontexten (Linsendesign, Glasfasertechnik, Bildgebungssysteme) sowie die Förderung des kritischen Denkens über das Design optischer Instrumente und die Manipulation von Licht auf der Grundlage physikalischer Eigenschaften.

In diesem Teil muss angegeben werden, ob die Übung für die Umsetzung mit AR-Technologie konzipiert wurde. Dieser Teil ist für den Übersetzungsprozess von grundlegender Bedeutung. Bitte fügen Sie Text, Audiotext und alle erforderlichen Materialien bei.

AR-INFORMATIONEN





Technologie

<https://edu.delightex.com/QLR-QNJ>



Delightex Studio – Spaces (Marker)

Die Übung ist vollständig für die Umsetzung mit Augmented Reality konzipiert. Sie nutzt markerbasierte AR, da Delightex Studio – Spaces (Marker) erfordert, dass die Schüler einen gedruckten Marker scannen, um das AR-Erlebnis zu starten und die Szenen zur Licht-Materie-Wechselwirkung (Reflexion, Brechung, elektromagnetische Wellen) auf dem Bildschirm ihres Geräts anzusehen.

Falls ein Marker benötigt wird, Beschreibung des Markers

Für Delightex Studio – Spaces (Marker) ist ein spezieller Marker erforderlich. Der Marker ist ein gedrucktes Bild oder Muster, das die Schüler mit der Kamera ihres Smartphones oder Tablets scannen, um das AR-Erlebnis zu starten. Der Marker kann ein individuell gestaltetes Bild mit Bezug zur Optik sein (z. B. ein Prisma, ein Spiegelsymbol, ein Lichtstrahlendiagramm oder eine elektromagnetische Welle) oder ein von Delightex bereitgestelltes Standardmuster im QR-Stil.

Erforderliche Hardware und Software:

- Hardware: Smartphones oder Tablets mit Kamera und Internetverbindung. Gyroskop und Beschleunigungsmesser sind erforderlich (in den meisten modernen Geräten standardmäßig vorhanden)
- Software: Delightex-App (kostenlos, verfügbar für Android und iOS). Lehrkräfte benötigen ein Delightex-Bildungskonto, um auf das AR-Projekt zuzugreifen und es zu teilen
- Sonstiges: Gedruckter Marker für jeden Schüler oder jede Gruppe

Art der Augmented-Reality-Daten

Das AR-Erlebnis integriert verschiedene Arten von Inhalten:

- 3D-Text (Titel „Licht und Materie: Wie sie interagieren“, Szenenbeschriftungen, Quizfragen)





Schriftliche Beschreibung der AR-Daten

- Bilder (dreiteilige Einführung zu Reflexion/Refraktion/elektromagnetischen Wellen, Lichtstrahl- und Normalen-Diagramm, Diagramm zum Reflexionsgesetz, Diagramm zur Refraktion nach Snell, 3D-Visualisierung elektromagnetischer Wellen)
- Interaktive Schaltflächen (Schaltflächen „START“, „WEITER“, „QUIZ“)
- Text-Overlays (erklärende Meldungen zu Winkelmessung von der Normalen aus, Reflexionssymmetrie, Snellsches Gesetz, senkrechte elektrische und magnetische Felder)
- Quiz-Oberfläche (Multiple-Choice-Fragen mit automatischer Rückmeldung)

Wenn die Schüler die Übung mit der Delightex-App öffnen und den Marker scannen, beginnen sie mit Szene 1, in der der Titel „Licht und Materie: Wie sie interagieren“ als 3D-Text angezeigt wird. Unterhalb des Titels zeigt ein dreiteiliges Diagramm die Hauptkonzepte: Reflexion (Spiegel mit einfallenden und reflektierten Strahlen im gleichen Winkel), Brechung (Lichtbeugung durch ein Prisma mit Snellschem Gesetz) und elektromagnetische Welle (elektrisches Feld E und magnetisches Feld B , die senkrecht zur Ausbreitungsrichtung v schwingen). Durch Antippen von START gelangt man zu Szene 2.

Szene 2 zeigt, wie man Winkel in der Optik misst. Die Schüler sehen eine Lichtquelle, die einen einfallenden Strahl (gelber Pfeil) aussendet, der auf eine horizontale Fläche trifft. Am Auftreffpunkt verläuft eine gestrichelte blaue Linie (die Normale) senkrecht zur Fläche. Der Einfallswinkel θ_i ist zwischen dem einfallenden Strahl und der Normalen markiert. Die Schüler beobachten, dass alle optischen Winkel von der Normalen aus gemessen werden, nicht von der Fläche. Die Schaltfläche „NEXT“ führt ohne Quiz weiter.

Szene 3 veranschaulicht das Reflexionsgesetz anhand einer Spiegeloberfläche. Ein einfallender Strahl trifft von links oben ein, eine Normale (gestrichelte blaue Linie) steht senkrecht am Auftreffpunkt, und ein reflektierter Strahl prallt symmetrisch nach rechts oben ab. Beide Winkel θ_i und θ_r sind markiert, und die Formel $\theta_i = \theta_r$ ist deutlich sichtbar. Ein Quiz fragt: Wenn Licht in einem Winkel von 30° zur Normalen auf einen Spiegel trifft, in welchem Winkel wird es reflektiert?

Szene 4 zeigt Snells Brechungsgesetz. Die Szene ist horizontal





geteilt: hellblaue Luft ($n_1 = 1,0$) oben, dunkelblaues Glas ($n_2 = 1,5$) unten. Ein einfallender Strahl durchläuft die Luft und trifft auf die Grenzfläche, wo eine vertikale gestrichelte Normale eingezeichnet ist. Der gebrochene Strahl setzt seinen Weg im Glas fort und biegt sich in Richtung der Normalen (kleinerer Winkel θ_2). Die Winkel θ_1 (größer, in der Luft) und θ_2 (kleiner, im Glas) sind markiert, und die Formel $n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2)$ wird angezeigt. Das Quiz fragt, was passiert, wenn Licht aus der Luft in Glas eintritt.

Szene 5 zeigt die Struktur elektromagnetischer Wellen in 3D. Die Schüler sehen eine sich horizontal ausbreitende Sinuswelle. Rot-orangefarbene Pfeile zeigen das vertikal (auf-ab) oszillierende elektrische Feld E, blaue Pfeile zeigen das horizontal senkrecht zu E oszillierende magnetische Feld B, und ein schwarzer Pfeil gibt die Ausbreitungsrichtung v an. Die Wellenlänge λ ist zwischen zwei Wellenbergen markiert. Alle drei Vektoren (E, B, v) stehen eindeutig senkrecht zueinander. Das Quiz befasst sich damit, wie elektrische und magnetische Felder in elektromagnetischen Wellen ausgerichtet sind.

Szene 6 präsentiert drei aufeinanderfolgende Quizfragen zu optischen Phänomenen: Welches Phänomen erklärt, warum ein Strohhalm im Wasser gekrümmt erscheint (Lichtbrechung), welche Gleichung berechnet den Brechungswinkel unter Verwendung des Snellschen Gesetzes korrekt und was bestimmt die Farbe des sichtbaren Lichts (Wellenlänge). Nach Beantwortung aller drei Fragen erscheint eine Glückwunschmeldung.

Wenn Bild

Wenn es sich bei den AR-Daten um Bilder handelt, werden die Formate .jpg und .png benötigt (Größe besser < 2 MB). Die Übung verwendet mehrere Bilder:

- Szene 1: Einführungsdiagramm mit drei Feldern, das Reflexion (Spiegel mit gleichem Einfallswinkel und Reflexionswinkel), Brechung (Lichtbrechung durch ein Prisma mit der Formel nach Snell $n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2)$) und elektromagnetische Wellen (elektrisches Feld E und magnetisches Feld B senkrecht zur Ausbreitungsrichtung v) zeigt
- Szene 2: Diagramm zu Lichtstrahlen und Winkeln, das eine Lichtquelle, einen gelben einfallenden Strahl, eine horizontale graue Fläche, eine gestrichelte blaue Normalenlinie senkrecht zur Fläche und den Einfallswinkel





Wenn Text

θ_i zwischen Strahl und Normalenlinie zeigt

- Szene 3: Diagramm zum Reflexionsgesetz mit Spiegeloberfläche, einfallendem Strahl, reflektiertem Strahl, Normalen und gleichen Winkeln $\theta_i = \theta_r$, wobei die Formel deutlich sichtbar dargestellt ist
- Szene 4: Diagramm zur Brechung nach dem Snellschen Gesetz, das ein zweischichtiges System zeigt (hellblaue Luft $n_1=1,0$ oben, dunkelblaues Glas $n_2=1,5$ unten), einen einfallenden Strahl in der Luft, einen in Glas zur Normalen hin gebrochenen Strahl, die Winkel θ_1 und θ_2 sowie die Formel des Snellschen Gesetzes $n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2)$
- Szene 5: 3D-Diagramm einer elektromagnetischen Welle, das eine sinusförmige Welle mit elektrischem Feld E (rot/orange, vertikale Schwingung), magnetischem Feld B (blau, horizontale Schwingung) und markierter Wellenlänge λ sowie Ausbreitungsrichtung v zeigt und die senkrechte Beziehung $E \perp B \perp v$ veranschaulicht

Kurze Erläuterungen werden in Delightex Studio als Textüberlagerungen angezeigt.

Szene 1: Titel und Untertitel

Szene 2: „Wenn Licht auf eine Oberfläche trifft, messen wir Winkel von der Normalen aus – einer Linie, die senkrecht zur Oberfläche steht. Der Einfallswinkel θ_i wird zwischen dem einfallenden Lichtstrahl und der Normalen gemessen. Diese Konvention erleichtert die Beschreibung von Reflexion und Brechung.“

Szene 3: „Das Reflexionsgesetz besagt, dass der Einfallswinkel dem Reflexionswinkel entspricht. Beide Winkel werden von der Normalen zur Oberfläche aus gemessen. Deshalb reflektieren Spiegel Licht symmetrisch – egal in welchem Winkel das Licht einfällt, es wird im gleichen Winkel auf der gegenüberliegenden Seite der Normalen zurückgeworfen.“

Szene 4: „Brechung tritt auf, wenn Licht von einem Material in ein anderes mit unterschiedlicher optischer Dichte übergeht. Das Snellsche Gesetz beschreibt, wie sich der Winkel ändert: $n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2)$, wobei n der Brechungsindex ist. Licht biegt sich beim Eintritt in dichtere Materialien (wie Glas oder Wasser) zur Normalen hin, da es sich verlangsamt.“

Szene 5: „Licht ist eine elektromagnetische Welle: elektrische und





magnetische Felder schwingen senkrecht zueinander und zur Ausbreitungsrichtung. Die Wellenlänge λ bestimmt die Farbe des sichtbaren Lichts (Rot hat längere Wellenlängen, Violett hat kürzere Wellenlängen). Die Wellen -Gleichung beschreibt diese Schwingung: $E = E_0 \sin(kx - \omega t)$

Quizfragen:

- Nach dem Reflexionsgesetz: Wenn Licht in einem Winkel von 30° zur Normalen auf einen Spiegel trifft, in welchem Winkel wird es reflektiert?
- Was passiert mit einem Lichtstrahl, wenn er aus der Luft in Glas eintritt?
- Wie sind in einer elektromagnetischen Welle die elektrischen und magnetischen Felder ausgerichtet?
- Welches Phänomen erklärt, warum ein Strohhalm in einem Glas Wasser gekrümmt erscheint?
- Wenn $n_1 = 1,0$ (Luft) und $n_2 = 1,5$ (Glas) sowie $\theta_1 = 30^\circ$ gilt, welche Gleichung berechnet θ_2 korrekt?
- Was bestimmt die Farbe des sichtbaren Lichts?

Abschließende Nachricht: „Herzlichen Glückwunsch! Du hast die Erkundung zur Licht-Materie-Wechselwirkung erfolgreich abgeschlossen! Du verstehst nun Reflexion, Brechung nach dem Snellschen Gesetz und die Eigenschaften elektromagnetischer Wellen.“

Wenn Video

-

Wenn Audio

-

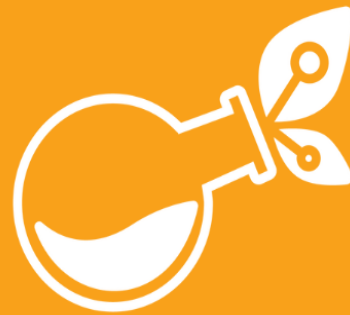
Bei 3D-Modellen

3D-Modelle in Delightex Studio können in plattformkompatiblen Formaten (.glb, .obj) verwendet werden. In dieser Übung werden hauptsächlich 3D-Textelemente für Titel und Beschriftungen verwendet. Eine optionale Erweiterung könnte den Import von 3D-Modellen von Lasergeräten oder medizinischen Geräten aus mit Delightex kompatiblen Bibliotheken umfassen.





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-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.