



Co-funded by
the European Union

Lasertechnologie und medizinische Anwendungen



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 Spezifikationen
- Technische Spezifikationen



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 „Lasertechnologie und medizinische Anwendungen“, die für Schüler im Alter von 17 bis 19 Jahren im Rahmen des europäischen Projekts BioS4You 2.0 (Arbeitspaket 3: AR-Übungen) entwickelt wurde.

Das Ziel dieser Übung ist es, den Schülern zu vermitteln, wie Laserlicht durch stimulierte Emission erzeugt wird und wie es in medizinischen Behandlungen eingesetzt wird, wobei eine Verbindung zwischen Physik (Quantenmechanik, atomare Energieniveaus), Chemie (Materialeigenschaften) und Medizin (klinische Laseranwendungen) hergestellt wird.

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, AR-Erlebnisdesign

Die Übung wurde unter Verwendung des 3E-Ansatzes (Explore – Execute – Enhance) entwickelt und ermutigt die Studierenden, Lasermodelle Schritt für Schritt anhand interaktiver AR-Szenen zu erkunden, die atomare Anregung, stimulierte Emission, optische Resonatoren und medizinische Anwendungen zeigen.





Name der Übung:

Allgemeine Informationen

Lasertechnologie und medizinische Anwendungen

Von der atomaren Anregung zum medizinischen Licht: Stimulierte Emission und klinische Laser verstehen

Der Titel spiegelt sowohl die physikalischen Prinzipien als auch die praktischen Anwendungen der Lasertechnologie wider. „Lasertechnologie und medizinische Anwendungen“ betont den doppelten Fokus auf Grundlagenphysik und klinische Anwendung, während der Untertitel „Von der atomaren Anregung zum medizinischen Licht“ den Weg von der Quantenmechanik (atomare Energieniveaus) zu praktischen Anwendungen im Gesundheitswesen durch stimulierte Emission und kohärente Lichterzeugung hervorhebt.

Beschreibung der
Übun-
gen:

Lasertechnologie und medizinische Anwendungen richtet sich an Schüler im Alter von 17 bis 19 Jahren und vermittelt ihnen mithilfe von Augmented Reality die Grundlagen der Lasererzeugung und medizinischen Anwendungen. Das Hauptziel besteht darin, den Schülern zu vermitteln, wie kohärentes Licht durch stimulierte Emission erzeugt wird und wie verschiedene Lasertypen (CO₂, Argon, Nd:YAG) in klinischen Behandlungen eingesetzt werden.

Die Schüler werden:

- Dreistufige Atomsysteme und Besetzungsinversion verstehen
- stimulierte Emission und Photonenverstärkung visualisieren
- das Design optischer Resonatoren mit Spiegeln erkunden
- etwas über medizinische Laseranwendungen (Chirurgie, Dermatologie, Augenheilkunde) lernen

Die AR-Erfahrung nutzt Delightex Studio – Spaces (Marker) mit 5 aufeinanderfolgenden Szenen und 6 integrierten Quizfragen.

Teilnehmer:

Die Übung eignet sich sowohl für einzelne Schüler als auch für kleine Gruppen von 3 bis 5 Mitgliedern. Die Arbeit in Gruppen wird empfohlen, um Diskussionen über atomare Übergänge anzuregen, Beobachtungen von stimulierten Emissionsprozessen zu vergleichen und bei der Analyse medizinischer Laseranwendungen Fähigkeiten zur gemeinsamen Problemlösung zu entwickeln.





Altersgruppe der
Teilnehmer:

Die Studierenden sollten über grundlegende Kenntnisse in Physik und Chemie verfügen, insbesondere über die Konzepte von Energie, elektromagnetischer Strahlung, Atomstruktur und Licht-Materie-Wechselwirkung. Vorkenntnisse in den Grundlagen der Quantenmechanik (Energiezustände, Photonen) sind empfehlenswert, aber nicht zwingend erforderlich.

MINT-Fach und
spezifisches Thema:

MINT-Fach: Physik, Chemie, Medizin, Ingenieurwesen

Spezifisches Thema: Laserphysik, stimulierte Emission, dreistufige Atomsysteme, optische Resonatoren, kohärentes Licht, medizinische Laseranwendungen

Hauptschwierigkeit des Themas:

Studierende haben oft Schwierigkeiten zu verstehen, wie sich stimulierte Emission von spontaner Emission unterscheidet, warum Populationsinversion notwendig ist und wie kohärentes Licht präzise medizinische Verfahren ermöglicht. AR-Visualisierung hilft dabei, diese abstrakten Konzepte mit konkreten medizinischen Anwendungen zu verknüpfen.

Gamifizierungsproz
ess:

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

Herausforderungsbasiertes Lernen:

Die Schüler verfolgen den Weg von der atomaren Anregung bis hin zu medizinischen Anwendungen. In jeder Szene gibt es ein Quiz, das richtig beantwortet werden muss, um zur nächsten Stufe zu gelangen, wodurch ein progressiver Lernpfad entsteht.

Sofortiges Feedback:

Delightex gibt sofortiges visuelles Feedback, wenn die Schüler Quizfragen beantworten. Richtige Antworten schalten die Schaltfläche „WEITER“ frei und bringen die Handlung voran, während falsche Antworten die Schüler dazu veranlassen, die zugrunde liegenden physikalischen Prinzipien zu überdenken.

Freischalten von Erfolgen:

In Szene 5 müssen alle drei medizinischen Anwendungsquizze absolviert werden, um die abschließende Glückwunschkmeldung zu erhalten, was ein Gefühl der Erfüllung und Meisterschaft vermittelt.





Schriftliche oder
grafische
Beschreibung der
erweiterten
Informationen:

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

Szene 1: Titel und Einführung

Titel „Lasertechnologie und medizinische Anwendungen“ mit
START-Button

Szene 2: Dreistufiges Atomsystem

Diagramm mit den Niveaus E1, E2 (metastabil) und E3 mit
Pumpstrahlung und Besetzungsinversion

Quiz: Funktion der metastabilen Energieebene E2

Szene 3: Stimulierte Emission

Vorher/Während/Nachher-Sequenz, die zeigt, wie ein Photon
identische Photonen (gleiche Frequenz, Phase, Richtung) auslöst

Quiz: Was macht Laserlicht kohärent?

Szene 4: Laserresonator

Optischer Resonator mit Totalreflektor, aktivem Medium,
Teilreflektor (Ausgangskoppler), Pumpquelle

Quiz: Warum zwei Spiegel benötigt werden

Szene 5: Medizinische Anwendungen

Drei Quizfragen zu:

- Gewebedurchdringungstiefe (CO₂, Argon, Nd:YAG)
- CO₂-Laseranwendungen
- Photodynamische Therapie (PDT)

Abschließende Glückwunschkmeldung nach Abschluss aller
Quizfragen.

Erforderliche
externe (oder
zusätzliche) Tools

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





Co-funded by
the European Union

Links (Videos,
Bilder, Online-Texte
usw.).

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 und erhalten automatisches Feedback.

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.





Pädagogische Spezifikationen

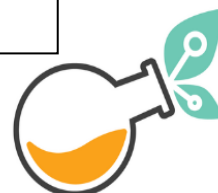
Hier sammeln wir Informationen darüber, wie die Übung in der Lernsituation eingesetzt werden kann und welche Ergebnisse und Vorteile sich aus ihrer Verwendung aus pädagogischer Sicht ergeben.

Wie können diese zusätzlichen Informationen genutzt werden, um ein STEAM-Thema für Schüler interessanter zu gestalten?

Die AR-Übung verwandelt abstrakte Konzepte der Quantenmechanik in visuelle, interaktive Erfahrungen, die die Schüler in Echtzeit erkunden können. Durch die Visualisierung des Übergangs von Elektronen zwischen Energieniveaus, die Beobachtung der Photonenvervielfachung während der stimulierten Emission, die Beobachtung der kohärenten Lichtausbreitung in optischen Hohlräumen und die direkte Verbindung zu realen medizinischen Geräten schließen die Schüler die Lücke zwischen theoretischer Physik und klinischen Anwendungen. Die immersive Natur von AR ermöglicht es den Lernenden, unsichtbare Quantenprozesse zu manipulieren und zu beobachten, wodurch die Laserphysik greifbar und spannend wird und gleichzeitig die interdisziplinären Verbindungen zwischen Physik, Chemie und Medizin aufgezeigt werden.

Welche pädagogischen Ziele werden mit diesem Szenario verfolgt?

Die Übung adressiert mehrere pädagogische Ziele in verschiedenen Lernbereichen. Die Schüler entwickeln ein Verständnis für dreistufige Atomsysteme, metastabile Zustände und den grundlegenden Unterschied zwischen stimulierter und spontaner Emission. Sie lernen, die Funktion optischer Resonatoren zu beschreiben und medizinische Lasertypen mit ihren klinischen Anwendungen zu identifizieren. Durch die AR-Visualisierung verbinden die Schüler die Physik im atomaren Maßstab mit makroskopischen medizinischen Geräten, analysieren Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge bei der Lasererzeugung und bewerten die geeignete Laserauswahl für verschiedene medizinische Verfahren. Auf der Kompetenzniveau entwickelt die Übung wissenschaftliches Denken über die Wechselwirkung von Licht und Materie sowie kritisches Denken über die Sicherheit und Wirksamkeit von medizinischen Lasern im Gesundheitswesen.





Welche Ergebnisse sollen mit ihrer Anwendung erreicht werden?

Von den Studierenden wird erwartet, dass sie erklären, warum eine Populationsinversion für den Laserbetrieb notwendig ist, die Rolle metastabiler Zustände in Dreistufensystemen beschreiben, verstehen, wie stimulierte Emission kohärentes Licht erzeugt, und verschiedene Lasertypen (CO₂, Argon, Nd:YAG) anhand ihrer Wellenlänge und Gewebedurchdringungseigenschaften den geeigneten medizinischen Anwendungen zuordnen können. Die Bewertung dieser Lernergebnisse umfasst den erfolgreichen Abschluss aller sechs Tests während der AR-Erfahrung, die nachgewiesene Fähigkeit, Dreistufen-Energiediagramme zu zeichnen und zu beschriften, die korrekte Erklärung des Prozesses der stimulierten Emission und die geeignete Auswahl von Lasertypen für bestimmte klinische Szenarien.

Welche Vorteile werden durch den Einsatz von „ „ erwartet?

Die Übung ermöglicht eine verbesserte Visualisierung von Quantenphänomenen, die nicht direkt beobachtet werden können, und steigert das Engagement der Studierenden 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 Sicht integriert die Übung Physik (Quantenmechanik), Chemie (Materialien) und Medizin (Anwendungen) und bietet einen realen Kontext, der die Relevanz von MINT im Gesundheitswesen demonstriert und eine Brücke zwischen theoretischer Wissenschaft und klinischer Praxis schlägt. Zu den langfristigen Vorteilen gehören die Schaffung einer Grundlage für weiterführende Studien in Photonik, Medizinphysik oder Biomedizintechnik, die Entwicklung eines Verständnisses für den sicheren Einsatz von Lasern in verschiedenen beruflichen Kontexten und die Förderung des kritischen Denkens über die Auswahl von Technologien auf der Grundlage physikalischer Eigenschaften.





Technische Spezifikationen

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/YKC-KUE>



Delightex Studio – Spaces (Marker)

Die Übung ist so konzipiert, dass sie vollständig mit Augmented Reality durchgeführt werden kann. Sie nutzt markerbasierte AR, da Delightex Studio – Spaces (Marker) von den Schülern verlangt, einen gedruckten Marker zu scannen, um das AR-Erlebnis zu starten und die Laserphysik-Szenen auf ihrem Gerätebildschirm anzuzeigen.

Falls ein Marker erforderlich ist, 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 Lasertechnologie (z. B. ein Laserstrahl-Symbol oder ein Atomdiagramm) oder ein von Delightex bereitgestelltes Standardmuster im QR-Stil sein.





Benötigte 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). Lehrer benötigen ein Delightex-Bildungskonto, um auf das AR-Projekt zugreifen und es teilen zu können
- Sonstiges: Gedruckter Marker für jeden Schüler oder jede Gruppe

Art der erweiterten Daten

Das AR-Erlebnis integriert verschiedene Arten von Inhalten:

- 3D-Text (Titel „Lasertechnologie und medizinische Anwendungen“, Szenenbeschriftungen, Quizfragen)
- Bilder (dreistufiges Energiediagramm, Sequenz der stimulierten Emission, Diagramm des optischen Resonators)
- Interaktive Schaltflächen (Schaltflächen START, WEITER, QUIZ)
- Textüberlagerungen (erläuternde Meldungen zu Pumpen, Emission, Resonatoren)
- Quiz-Oberfläche (Multiple-Choice-Fragen mit automatischem Feedback)

Schriftliche Beschreibung der AR-Daten

Wenn die Schüler die Übung mit der Delightex-App öffnen und den Marker scannen, beginnen sie mit Szene 1, in der der Titel „Lasertechnologie und medizinische Anwendungen“ als 3D-Text angezeigt wird. Durch Antippen von START gelangt man zu Szene 2, die das dreistufige Atomsystemdiagramm mit den Energieniveaus E1, E2 (metastabil) und E3 zeigt. Die Schüler sehen, wie Pumpstrahlung (gelbe Pfeile) Elektronen von E1 nach E3 anregt, gefolgt von einem schnellen Zerfall in das metastabile E2, wodurch eine Besetzungsinversion entsteht. Ein Quiz fragt nach der Funktion von E2, bevor NEXT aktiviert werden kann.

Szene 3 zeigt den Prozess der stimulierten Emission in drei Phasen: Vorher (Elektron in E2, einfallendes Photon trifft ein), Während (Elektronenübergang E2→E1), Nachher (zwei identische Photonen werden mit derselben Frequenz und Richtung emittiert). Das Quiz behandelt Kohärenz und Richtungsabhängigkeit.

Szene 4 zeigt den optischen Resonator mit Totalreflexionsspiegel, aktivem Lasermedium, Teilreflektor (Ausgangskoppler) und





Wenn Bild

Pumpquelle. Die Schüler visualisieren Photonen, die zwischen den Spiegeln hin- und herspringen und die stimulierte Emission verstärken, bis ein kohärenter Strahl durch den Teilreflektor austritt. Das Quiz befasst sich mit der Funktion des Spiegels.

Szene 5 präsentiert drei aufeinanderfolgende Quizfragen zu medizinischen Laseranwendungen: Vergleich der Gewebedurchdringungstiefe (CO₂, Argon, Nd:YAG), CO₂-Laseranwendungen (Oberflächenbehandlung) und photodynamische Therapie (Argon + photosensibilisierendes Medikament). Nach Abschluss aller drei Quiz t eine Glückwunschkmeldung zu sehen.

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

- Szene 2: Dreistufiges Energiediagramm (Quelle: YouTube) mit den Stufen E1, E2, E3 und Pfeilen für Pumpen und Zerfall
- Szene 3: Diagramm vor/während/nach der stimulierten Emission (Quelle: Mathwizurd) mit Photonenvervielfachung
- Szene 4: Optisches Resonator-Diagramm (Quelle: MEETOPTICS) mit Spiegeln, aktivem Medium, Pumpquelle und Laserstrahlausgang

Wenn Text

Kurze Erläuterungen werden als Textüberlagerungen innerhalb von Delightex Studio angezeigt.

Szene 1: Titel und Untertitel

Szene 2: „Pumpstrahlung regt Elektronen zu E3 an. Diese zerfallen schnell zu metastabilem E2 und erzeugen eine Besetzungsinversion.“

Szene 3: „Stimulierte Emission: Photonen lösen identische Photonen mit derselben Frequenz, Phase und Richtung aus – das ist Verstärkung!“

Szene 4: „Spiegel erzeugen einen Resonanzraum. Photonen werden zurückgeworfen und verstärken die stimulierte Emission, bis ein kohärenter Strahl austritt.“

Quizfragen:

- Welche Funktion hat die Ebene E2 in einem dreistufigen Laser?





- Was macht Laserlicht kohärent und gerichtet?
- Warum benötigt der Laserresonator zwei Spiegel?
- Welcher Laser dringt am tiefsten in Gewebe ein?
- CO2-Laser werden in erster Linie verwendet für:
- Die photodynamische Therapie (PDT) wird eingesetzt für:

Abschließende Meldung: „Herzlichen Glückwunsch! Sie haben die Erkundung des Laserlichts erfolgreich abgeschlossen! Sie verstehen nun, wie Atome kohärentes Licht für medizinische Anwendungen erzeugen.“

Wenn Video

-

Wenn Audio

-

Wenn 3D-Modell

3D-Modelle in Delightex Studio können in mit der Plattform kompatiblen Formaten (.glb, .obj) verwendet werden. Die Übung verwendet in erster Linie 3D-Textelemente für Titel und Beschriftungen. 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.