Tab 1

Aufgabe 1 – Was macht einen Spiegel?

Wir nutzen alle täglich Spiegel um unser Aussehen zu kontrollieren. Andererseits, kennt man den Fall das irgendwas (z.B. Wasser) viel Sonnenlicht reflektiert und uns blendet. Offensichtlich kann die Reflexion von Licht manchmal hilfreich und manchmal nervig sein.

Jetzt untersuchen wir, in welchen Fällen welche Materialien für Spiegel geeignet sind.

Frage zu dieser Aufgabe:

1. Ein alltäglicher Spiegel besteht meistens aus einer Glasscheibe mit einer dünnen Schicht von Metall. Warum ist das eine gute Wahl?
2. Wäre ein Spiegel, der nur aus Glas besteht, gut um unser Aussehen zu kontrollieren?
3. Wenn man zwei Spiegeln parallel gegenüber voneinander stellt, kann das reflektiere Licht zwischen den zwei Spiegeln hin und her laufen. Angenommen der Einfallswinkel kann beliebig ausgesucht werden, welche der vier verschiedenen Fälle in dieser Aufgabe würde man nehmen, damit das Licht ohne Verluste immer wieder hin und her läuft?

Tab 2

Hier kannst du den Einfallswinkel von Licht (grüne Linie) ändern. Das Licht trifft die Grenzfläche zwischen Luft und Metall und wird reflektiert (lila Linie).

Es wird nicht immer das gesamte Licht reflektiert, sondern ein Teil kann auch transmittiert („durchgelassen“) und vom Material absorbiert („aufgenommen“) werden. Wie groß welcher Anteil ist, wird dir als Prozentzahl angezeigt. Das hängt von den Materialien aber auch vom Einfallswinkel ab.

Schau mal wie viel Licht bei kleinen Winkeln reflektiert wird, und wie viel Licht bei großen Winkeln reflektiert wird. Wird die Menge an reflektiertem Licht vom Einfallswinkel stark beeinflusst?

Tab 3+4

Hier kannst du den Einfallswinkel von Licht (grüne Linie) ändern. Das Licht trifft die Grenzfläche zwischen Luft und Glas und wird reflektiert (lila Linie). Gleichzeitig wird ein Teil davon durch das Glas transmittiert (orangene Linie).

Das transmittierte Licht tritt unter einem bestimmten Winkel in das Glas ein, der zum Lot auf der Glasseite gemessen wird. Dieser wird auch „Brechungswinkel“ genannt. Die Änderung vom Winkel zum Lot, wenn man von einem transparenten Material zu einem anderen geht, heißt Brechung.

Wie stark das Licht gebrochen wird, hängt von dem „Brechungsindex“ der Materialien an der Grenzfläche ab. Wenn Licht von einem Material mit einem kleineren Brechungsindex in ein Material mit einem größeren Brechungsindex geht, dann ist der Brechungswinkel kleiner als der Einfallswinkel.

Luft hat ein Brechungsindex von 1.0 und Glas hat ein Brechungsindex von 1.5. Wasser z.B., hat einen Brechungsindex von nur 1.33, und das Licht wird deswegen schwächer gebrochen (d.h. der Brechungswinkel ist größer).

Tab 5

Hier kannst du den Einfallswinkel von Licht (grüne Linie) ändern. Das Licht trifft die Grenzfläche zwischen Glas und Luft und wird reflektiert (lila Linie). Gleichzeitig wird ein Teil davon in die Luft transmittiert (orangene Linie).

Es wird nicht immer das gesamte Licht reflektiert, sondern ein Teil kann auch transmittiert („durchgelassen“) und vom Material absorbiert („aufgenommen“) werden. Wie groß welcher Anteil ist, wird dir als Prozentzahl angezeigt. Das hängt von den Materialien aber auch vom Einfallswinkel ab.

Hier gehen wir von einem Material mit einem höheren Brechungsindex zu einem mit kleineren. Deswegen ist der Brechungswinkel sogar großer als der Einfallswinkel. Wenn der Einfallswinkel über einem bestimmten Wert geht, dann wird das ganze Licht reflektiert. Das wird auch „Totalreflexion“ genannt.

Page 2

Tab 1

Jetzt wollen wir das Internet mit Licht übertragen. Das heißt, wir wollen Licht von einem bestimmten Ort zu einem anderen schicken (z.B. von einer sozialen Medien Plattform zu deinem Laptop).

Dazu brauchen wir eine Art Leitung, ähnlich wie wir Wasser in Rohren transportieren. Aber wie kann eine Leitung für Licht aussehen?

Wir wollen nicht, dass das Licht rauslaufen kann. Da klingt ein undurchlässiges Material wie Metall nicht schlecht. Gleichzeitig wird die Leitung sehr lange sein müssen. Wenn wir also Absorption in dem Material haben, auch wenn sie klein ist, kann das zu großen Verlusten führen – wie wenn man ein löchriges Rohr hat. Dann kommt gar kein Licht an. Wir brauchen also ein Material, das 100% vom Licht reflektiert. Weißt du aus Aufgabe 1 welches das sein könnte?

Frage zu dieser Aufgabe:

1. Wenn es keine Verschmutzung gibt, bis zu welchem Winkel funktioniert die Glasfaser?
2. Wenn es doch Verschmutzung gibt, bis zu welchem Winkel funktioniert die Glasfaser zuverlässig?
3. Wenn es Cladding und Verschmutzung gibt, bis zu welchem Winkel funktioniert die Glasfaser zuverlässig?

Tab 2

Eine Glasfaser besteht hauptsächlich aus … Glas (große Überraschung). Hier kannst du den Einfallswinkel von der Glasfaser ändern. Weil die Seiten links und rechts ein anderes Lot haben als die Enden oben und unten, wird das Licht innerhalb der Glasfaser immer totalreflektiert! So lange das Licht in die Faser reinkommt, funktioniert die Glasfaser für jeden Einfallswinkel.

Wenn man zwei Spiegeln parallel gegenüber voneinander stellt, kann das reflektiere Licht zwischen den zwei Spiegeln hin und her laufen. Angenommen der Einfallswinkel kann beliebig ausgesucht werden, welche der vier verschiedenen Fälle in dieser Aufgabe würde man nehmen, damit das Licht ohne Verluste immer wieder hin und her läuft?

Tab 3

Nun haben wir leider ein bisschen Verschmutzung auf den Seiten von unserer Glasfaser. Dieses könnte Staub, Dreck oder Öl von unseren Händen sein. Was für ein Effekt hat die Verschmutzung auf unserer Glasfaser?

Tab 4

Wir wollen, dass unsere Glasfaser immer funktioniert, egal ob sie verschmutzt wird oder nicht. Deswegen machen wir eine extra Schicht um unsere Faser, die mit „Cladding“ bezeichnet wird. Dieses Cladding ist ein Material, das einen kleineren Brechungsindex hat als Glas. Wenn wir jetzt Licht durch die Faser schicken, und der Einfallswinkel klein genug ist, wird das Licht an der Grenzfläche zwischen Glaskern und dem Cladding Totalreflektiert. So können wir ganz ohne Verluste einen Lichtstrahl über eine sehr lange Distanz zum richtigen Ort schicken.

Seite 3

Tab 1

Jetzt wissen wir, wie wir einen Lichtstrahl ans Ziel bringen können. Aber Licht alleine bringt uns nicht so weit. Wir müssen auch Information schicken können, wenn wir das Internet vor Ort bringen wollen.

Wie muss das Verhältnis von Modulierung zu Rauschen sein, damit das Signal gut ankommt?

Was ist ein digitales Signal?

Wenn es Rauschen in einem digitalen Signal gibt, warum kommt das falsche Ergebnis am Zielort an?

Tab 2

Wusstest du, das Licht eigentlich eine Welle ist? Wir bilden Licht oft als einen Strahl ab, aber dieser Strahl besteht aus einem elektrischen Feld, das hin und her schwingt.

Das Signal von der Lichtwelle (Y-Achse) schwingt mit der Zeit (X-Achse). Wir sagen, dass das Signal mit einer Frequenz schwingt. Je hoher die Frequenz desto öfter schwingt das Signal innerhalb einer Sekunde. Wie hoch und tief die Welle an den Spitzen kommt nennen wir die Amplitude.

Wie können wir die Information, die wir schicken wollen, in ein Signal einbauen, wenn das Signal ständig am Schwingen ist?

Eine Lösung ist, wir kombinieren zwei Lichtwellen mit unterschiedlichen Frequenzen. Die Welle mit höher Frequenz nennen wir den Träger. Der Träger wird mit dem Signal kombiniert, so dass die Amplitude vom Träger genau das Signal beschreibt.

Wir können das kombinierte Signal durch die Glasfaser schicken, und wenn es ankommt, können wir die Signale wieder trennen. So kann man z.B. Tonsignal durch eine Glasfaser schicken.

Man muss aufpassen, das nicht zu viel Rauschen in das kombinierte Signal reinkommt, sonst kann das Signal was man am Ende wieder rausbekommt völlig Quatsch sein!

Tab3

Eine andere Lösung wie man ein Signal schicken kann, ist „ein“ und „aus“ Signale zu schicken. So funktioniert z.B. das Morsecode. Wenn man weiß, dass kurz, lang, kurz ein „A“ bedeutet (und was alle andere Kombinationen bedeuten) kann man ein Signal nur mit „ein“ und „aus“ schicken. Das wird ein digitales Signal genannt.

Wir benutzen hier auch eine Trägerwelle, aber jetzt springt die Amplitude vom Signal einfach zwischen eins und null. Damit können wir Informationen im Signal codieren.

Wenn wir die Signale wieder trennen, muss man nur entscheiden können, ob gerade eine null oder eins geschickt wird. Deswegen hat Rauschen einen kleineren Einfluss bei digitalen Signalen.

Tab4

Jetzt können wir digitale Signale schicken. Wir brauchen noch ein System, um festzulegen was die Folge von Einsen und Nullen bedeuten. Hier zeigen wir wie fünf Buchstaben in eine Binärzahl umgewandelt werden. Eine Binärzahl ist eine Zahl, die nur aus null und eins besteht. Sehr praktisch für digitale Signale.

Wenn alles gut läuft und es kein Rauschen im Signal gibt, kommt genau die gleiche Reihenfolge an Nullen und Einsen am Zielort an. Aber wenn das Rauschen dazu führt, dass die manche Nullen und Einsen vertauscht werden, kommt ein völlig anderer Buchstabe raus.

Schreib hier eine Nachricht und schaue Mal, mit wie viel Rauschen du die Nachricht noch lesen und verstehen kannst!