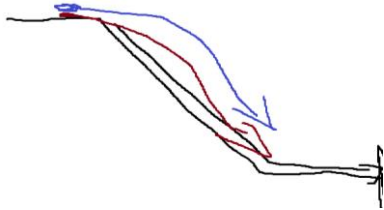


Motivation

Szene 1 - Steffen: (2 Rennautos, sowie Timmy und Jonathan sind zu sehen.)

- Lets imagine the following thought-experiment: Spongebob and Patrick both built a soapbox car and now they wanna race them, to find out who built the faster one.

Szene 2 - Steffen: (2 Rennautos, sowie ein linearer Hügel sind zu sehen.)

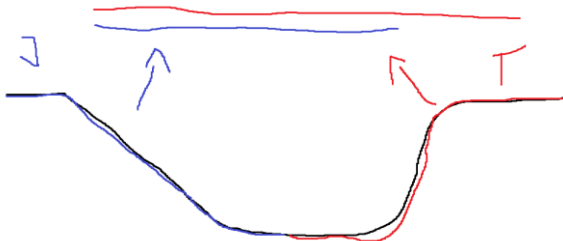


- They decide to race down an infamous steep hill somewhere in bikini bottom to compete with each other.
- The next day, they start with the contest and they race their cars.
- 3...2...1...GO!!!
- Oups, they both arrive at exactly the same time. Looks like Spongebob and Patrick are both as good of a mechanic!

Szene 3: (Ein zweiter, kurviger Hügel ist neben dem linearen Hügel zu sehen.)

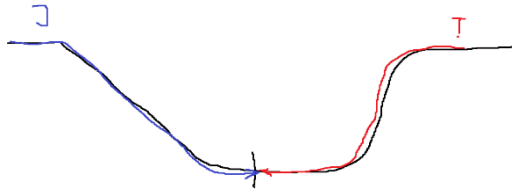


- But Patrick doesnt seem so happy with the result so he comes up with another one of his great ideas – at least he thinks so. He takes his car and climbs up another hill that he just discovered on the other side of the infamous hill.
- He explains: “Look Spongebob! This hill is way steeper than the one we raced before! Let’s go again!
- Spongebob thinks about this idea for a moment and replies: “But Patrick, the track on your side is way longer and we already found out, that our cars are equally fast! Go ahead though, I will beat you then as my car has a shorter way to go.”



(Hier evtl. Strecken auseinanderziehen, um Jonathans Argument zu untermauern.)

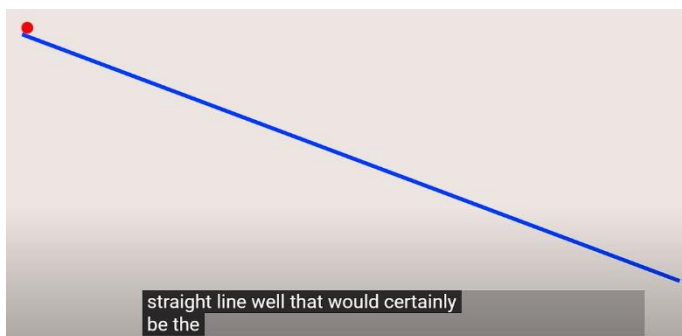
- Patrick thinks about it for a moment but stays true to his new idea and the race begins once again!
- 3...2...1...GO!!!(again)



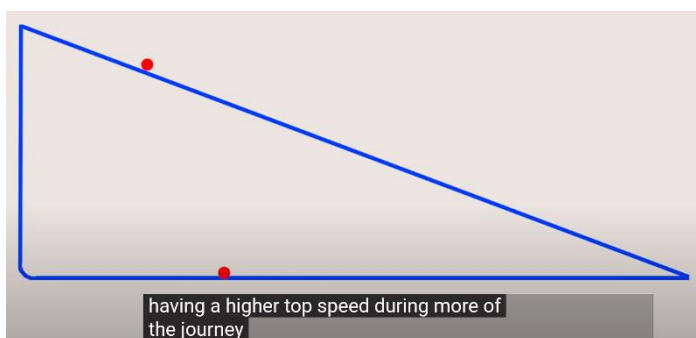
(Beide Autos fahren von verschiedenen Bergen zeitgleich runter, jedoch kommt Timmy zuerst an.)

- Indeed, Patricks idea turned out to be true (however he came tot hat idea in the first place). He actually won this time!
- But how is this possible? Both cars were equally fast on the first race. But now it seems like Patricks car covered a longer distance in a shorter time. Well, lets change the scenery.

Szene 4- Dean: (Autos weg, lediglich eine gerade Linie, auf der sich eine Kugel bewegt, ist zu sehen)



- Let me ask you this: with only gravity to move you, what's the fastest way to slide from a specific point – lets call it 'A' - to some other point belooooow, but not directly below?
- Would it be a straight line?
- That would certainly be the shortest path, but when you fall, gravity accelerates you and falling vertically a lot right away would mean having a higher top speed during more of the journey!
- And that can more than make up for the fact that a path like this is much longer than a straight line.

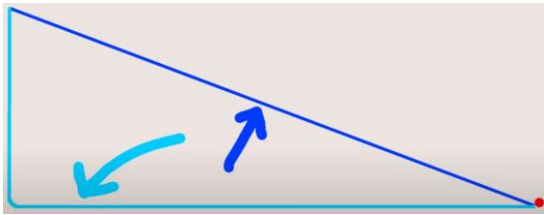


(Zweite Linie, die nicht gerade ist und auf der sich ebenfalls eine Kugel bewegt, wird eingefügt. Die neue Kugel erreicht das Ziel schneller.)



(Vergleich zwischen einem Looping und einer geraden, wobei die Kugel trotz Looping schneller ist.)

- Actually, it is even so significant, that you can build a steeper line with a looping and the ball is still going to beat the one on the straight line.



(Zurück zu den zwei Linien -> eine gerade und eine steile.)

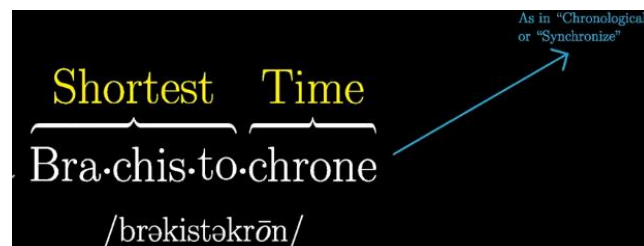
- So, we can conclude that the shortest path is not equal to the shortest Time. But in contrast to the shortest path, the shortest time is not that easy to find.

Szene 5 - Dean: (Linien weg, Text wird eingeblendet)

- But how do we find the path that optimizes for the SHORTEST TIME, or how it is called in greek: the BRACHISTOCHRONE.

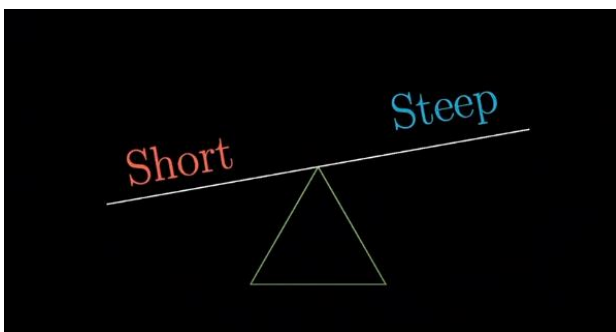
Shortest Time

=
Brachistachrone



(Wörter um Zusammenhang zwischen "shortest time" und "brachistochrone" zu verdeutlichen)

- For now, we can conclude that looking for the Brachistochrone also includes finding a sweet spot between shortness and steepness to reach a destination in the shortest time possible.



(Waage zwischen "Short" und "Steep". Wackelt erst hin und her bis sie im Optimum stehen bleibt.)

Waage langsamer abspielen! (Nachanimieren)

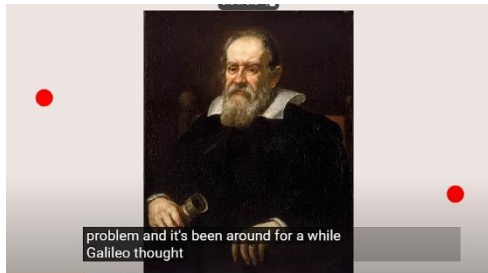
Herleitung

Szene 6 - Leonard: (Szenenwechsel: andere Musik, vorheriger Hintergrund wird "weggeswischt")

- Looking at the Brachistochrone, Spongebob and Patrick are not the first ones wondering about the problem. In fact, it has been around for a long time and some almost equally as bright people thought about it too.

(Zeitstrahl der von "heute" nach rechts (Zeitstrahl)/links (Kamera) in die Vergangenheit verschoben wird)

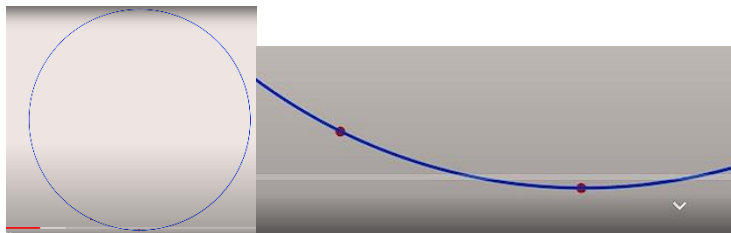
- A few hundred years ago, Galileo gave his own take. Even though he did not come up with the brachistochrone itself, he was interested in the path that covers a certain distance in the shortest time.



(Bild von Galileo ist zu sehen)

PHYSIKER BEEF

- After some work, he came up with his solution: he thought that the path with the shortest time to reach a certain point would be the circumference of a circle.



(Kreis ist zu sehen, reinzoomen in den Umfang)

- But why would that be reasonable? Let's think about the scale from earlier again. There, we tried to balance shortness and steepness. And according to Galileo, the circumference of a circle would perfectly balance the scale.
- Even though this posed a good approach it is not the optimal solution for the Brachistochrone and the traffic around the topic went silent for a while.

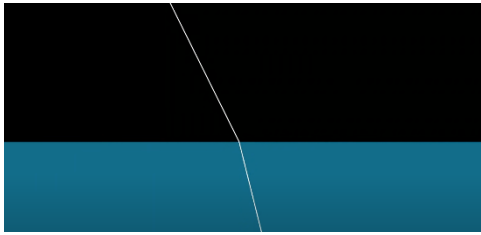
(Hier nochmal Waage einbauen – ansonten einfach referenzieren)

- A few years later, Isaac Newton himself picked up the problem and came up with a better approach
- And he did so, by looking at LIGHT...

Szene 7 Leonard: *(Newton ist zu sehen)*

(Szenenwechsel, Musik wechselt sich und "Light" wird groß gezeigt.)

- Im Speziellen auf eine bestimmte Eigenschaft des Lichts, und zwar die, dass sich Licht immer den schnellsten Weg durch den Raum sucht (nicht den kürzesten aber den schnellsten).



(2 Medien mit einem Strahl, der von oben nach unten durchdringt, und sich an der Phase krümmt.)

- (Falsche Gerade Linie zwischen A in Luft und B im Wasser)

- Hier sieht man einen Strahl von A nach B durch Luft und Wasser
- Schnellster Weg -> gerade Linie
- Jedoch nicht ganz richtig, denn: Licht bewegt sich in versch. Medien anders schnell
- Wir müssen also eine kleine Anpassung an unser Schaubild vornehmen -> Licht muss sich krümmen
- Dieses Krümmungsverhalten und die jeweiligen Winkel werden durch Snells Law beschrieben

Um genauer zu sein wie sich verhält, wenn es die geschwindigkeit verändert, wie z.b wenn es von einem Medium mit höherer dichte wie z.b Wasser in dem es sich langsam bewegt auf ein medium mit geringerer dichte wie z.b Luft wo es sich schneller bewegt trifft. It always refracts according to snells law. In other words, light always follows the route that is the fastest for it to take. You can imagine this like two rubber bands pulling at each other constantly, eventually balancing out. This is how newton tackled the Brachistachrone Problem. Light changing speed is analogous to a falling object changing speeds. But of course a falling object doesn't just speed up once, its speed is always increasing, its accelerating. To mimic this using light which newton knew would always show him the fastest possible route, all he had to do was add more and more thinner layers, in which the speed of light was faster and faster and faster. And what do you know, there it ist the brachistachrone curve. The solution to the brachistachrone problem. Rolling down a track like this, and you will always beat anything rolling down any other path every time.

"To be more precise about its behavior when changing speeds, such as when moving from a denser medium like water, where it moves slowly, to a less dense medium like air, where it moves faster, the transition always follows Snell's law.

This principle dictates that light, will always choose the path that allows it to reach its destination in the least amount of time.

Picture this as two rubber bands tugging at each other until they find a balance. This approach was how Newton tackled the brachistochrone problem.

Light changing speed is analogous to a falling object changing speeds. The light would always indicate the the swiftest possible route. But of course a falling object doesn't just speed up once, its speed is always increasing, its accelerating.

So newton simply introduced more and thinner layers, within which the speed of light would increase progressively.

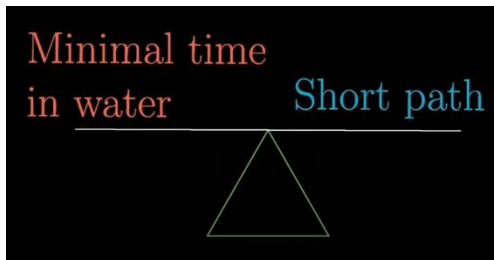
And there you have it, the emergence of the brachistochrone curve, the solution to the brachistochrone problem. An object rolling down this curve will invariably outpace any other taking a different path, every time."

Szene 8:

- Um sich das ganze besser vorstellen zu können, führen wir in unser Gedankenexperiment 2 Federn ein, die über einen Ring miteinander verbunden sind.
- Die Stärke der Federn variiert und ist an die Geschwindigkeit des Lichts durch ein Medium angepasst

(Stärkere Feder ist kürzer, da sie "mehr an dem Ring zieht")

- Energetisch minimaler Zustand des Systems wird eingenommen



(Waage wird eingeblendet, Referenz auf vorherige Waage)

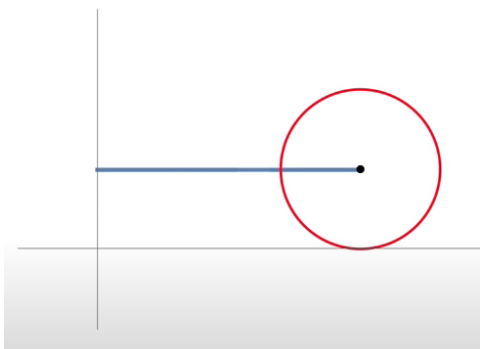
- Somit haben wir hier ein ähnliches Problem zu der Abwägung, die wir bei unserem Ausgangsproblem hatten und der Sache gehen wir jetzt genauer auf den Grund.

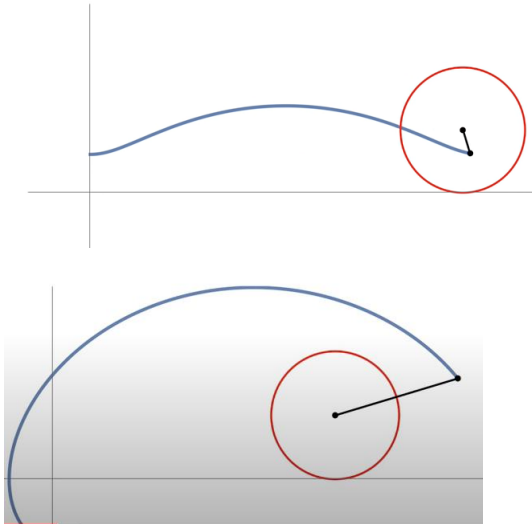
Szene 9:

- Problem übertragen auf mehrere Schichten
- Problem übertragen auf unendlich Schichten
- **Damit haben wir das Brachistochrone hergeleitet (potenzielles Ende)**
- Diese Herleitung ist schön, jedoch immer noch nicht die eleganteste Lösung

Szene 10 - Leonard: (neue Szene, neue Musik, nur "Cycloide" ist zu sehen)

- Kreis läuft durch den Frame (Roulette erklären)
- 3 Varianten vorstellen (Mitte, innerhalb, außerhalb)





- Überleitung auf Cycloid
- Vergleich von Cycloid Linie und Snells Law Linie

Weitere Ideen für wenn wir am Arsch sind

- Beef zwischen Physikern
- Mathematische Herleitung zu Snells Law
- Herleitung zur Energie im Bezug auf die Federn
- Mathematische Herleitung Brachistochrone

Stroke capacity runternehmen (sleek design!)

Selbe Farben für Funktionen, Punkte

In Zeitstrahl Szene, Punkte und Linie auf dem Kreis in selber Farbe machen