

Übungsblatt 4

Besprechung in der Woche vom 30.11.2020

Aufgabe 1

Lauberhorn Abfahrt: Die Lauberhorn Abfahrt in Wengen (Schweiz) stellt für die Ski-Weltcup Teilnehmer*innen jedes Jahr eine erneute Herausforderung dar. Auf fast 4,5 Kilometern erreichen die Sportler*innen eine der höchsten Durchschnittsgeschwindigkeiten im Weltcup. In dieser Aufgabe werden wir diese Skiabfahrt mit vereinfachenden Annahmen untersuchen. Im folgenden sei angenommen, dass die Piste insgesamt eine Länge von 4430 m und ein durchschnittliches Gefälle von $16,7^\circ$ aufweist.

- Bestimme die durchschnittliche Beschleunigung entlang der Lauberhorn Abfahrt unter der Vernachlässigung von Reibungseffekten und der Annahme, dass der Skifahrer sich zu Beginn in Ruhe befindet.
- Ein waghalsiger Skifahrer möchte das Rennen unbedingt gewinnen. Aus diesem Grund bremst er während der gesamten Abfahrt bis zum Ziel nicht ab. Unter der Berücksichtigung des Gleitreibungskoeffizienten $\mu_g = 0,03$ des Skis, bestimme die Geschwindigkeit des Skifahrers am Ende der Piste. Beurteile dein Ergebnis.
- An einer Schlüsselstelle der Lauberhorn Abfahrt beträgt das Gefälle $22,78^\circ$. Bestimme unter Berücksichtigung des Luftwiderstands $F_L = \frac{1}{2}c_W\rho_LAv^2$ die maximale Geschwindigkeit welche an dieser Stelle erreicht werden kann. (Unter der Annahme dass die Schlüsselstelle lang genug ist um diese zu erreichen). Folgende Werte können angenommen werden:
Luftdichte $\rho_L = 1,25\frac{\text{g}}{\text{dm}^3}$; Masse des Skifahrers $m = 85\text{ kg}$; Widerstandsbeiwert $c_W = 1,2$; Angeströmte Fläche $A = 0,4\text{ m}^2$

Aufgabe 2

Beschleunigung vs. Traktion: Zwei Autos absolvieren ein Wettrennen. Die Rennstrecke besteht aus einer Geraden und einer Kurve. Beide Autos starten gleichzeitig aus dem Stand ($v_0 = 0\frac{\text{m}}{\text{s}}$), beschleunigen konstant auf der $\Delta x = 60\text{ m}$ langen Geraden und durchfahren dann die Kurve mit einer konstanten Geschwindigkeit. Die Kurve besitzt eine Neigung von $\alpha = 11,86^\circ$ (siehe Abbildung 1) und einen Radius von $r = 40\text{ m}$. Die unterschiedlichen technischen Werte der Autos sind:

Auto 1: $m = 2030\text{ kg}$, $a = 8\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Auto 2: $m = 1500\text{ kg}$, $a = 3\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Weiterhin gilt: Haftreibung $\mu_R = 0,9$ und Erdbeschleunigung $g = 9,81\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Bestimme welcher Fahrer es schafft die Kurve zu durchfahren, bzw. welcher Fahrer die notwendige Zentripetalkraft zur Kurvendurchfahrt nicht aufbringen kann.

Aufgabe 3

Felix Baumgartner vs. Gewöhnlicher Fallschirmspringer. Ein gewöhnlicher Fallschirmspringer mit einer Masse von $m = 80,0\text{ kg}$ springt aus einer Höhe von 4,00 km aus einem Flugzeug. Die bei diesem Sprung auftretenden Reibungskräfte können gut durch die in der Vorlesung besprochene Newton'sche Reibung genähert werden.

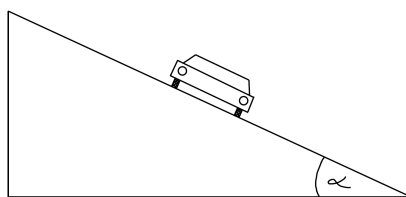


Abbildung 1: Skizze zur Kurvenneigung

- In der stabilen Flugposition mit gespreizten Armen und Beinen hat der Fallschirmspringer eine Referenzfläche von $A = 0,750 \text{ m}^2$ und einen C_W von $0,837$. Die Dichte von Luft beträgt $1,00 \text{ kg/m}^3$. Welche maximale Endgeschwindigkeit kann der Fallschirmspringer in dieser Position erreichen?
- Der Fallschirmspringer möchte jetzt so schnell wie möglich fallen, deshalb springt er mit dem Kopf voraus, wodurch sich um ein Drittel seine Referenzfläche auf $0,200 \text{ m}^2$ verringert und er etwas „windschnittiger“ wird, weshalb sein C_W -Wert auf $0,502$ sinkt. Wie schnell kann er jetzt maximal werden?
- Bei einem Tandemsprung verdoppelt sich sowohl die Masse wie auch die Referenzfläche aus Aufgabenteil b, der C_W -Wert bleibt der selbe, ist der Fallschirmspringer nun schneller als alleine?
- Am 14. Oktober 2012 erreichte Felix Baumgartner eine Geschwindigkeit von $1357,6 \text{ km/h}$ im freien Fall. Wie war das möglich? Welche Dichte der Luft ist nötig um diese Endgeschwindigkeit zu erreichen? Bei dieser Geschwindigkeit ist eine stabile Fluglage unmöglich, man rotiert unkontrolliert. Rechnen Sie deshalb mit den Flächen- und C_W -Werten aus a).

Aufgabe 4

Zentrifugalbeschleunigung mit phyphox. In dieser Aufgabe wollen wir ein phyphox Experiment zur Zentrifugalbeschleunigung durchführen. Die Idee des Experiments wird in diesem Video erklärt: <https://phyphox.org/de/experiment/zentrifugalbeschleunigung/>

In dem Video wird das Handy über eine Salatschleuder gedreht. Generell kann dies aber auch mit den verschiedensten Geräten wie z.B. einem Bürostuhl, einem Fahrrad oder ähnlichem geschehen. Seht euch hierzu die Inspirationen am Ende des Videos an. Auch ein zweites Gerät um die Zentrifugalbeschleunigung während des Experiments zu beobachten ist nicht zwingend nötig. Sie können die Messdaten nach dem Experiment auf ihrem Handy abrufen.

Phyphox wird die Zentrifugalbeschleunigung in Abhängigkeit von der Winkelgeschwindigkeit angeben.

- Berechnen Sie aus diesen Daten den Radius mit dem sich das Handy gedreht hat (eine Fehlerrechnung ist nicht nötig).
- Messen Sie diesen Radius mit einem Lineal und vergleichen Sie beide Werte.
- Welche Bahngeschwindigkeit müsste das Handy haben, damit bei einem Radius von $0,75 \text{ m}$ eine Zentrifugalbeschleunigung von 100 m/s^2 wirkt.
- Wenn Sie Lust haben, schicken Sie uns ihr Video zum Experiment zur Zentrifugalbeschleunigung. Am einfachsten per WeTransfer an m.reichert@physik.uni-muenchen.de. Die besten Videos zeigen wir in der Besprechung!