

Spider-Man 3 – Ein abgerissener Arm

1

Wissenschaftliches Gebiet:

Physik / Mechanik

Titel / Jahr:

Spider Man 3 / 2007

Filmproduzent:

Columbia Pictures

Regisseur:

Sam Raimi

Besetzung:

Tobey Maguire, Kirsten Dunst, James Franco, Thomas Haden Church, Topher Grace

Webseite des Films:

Mit freundlicher Genehmigung der Internet Movie Database

<http://www.imdb.com/title/tt0413300/>

Beschreibung des Films:

Beschreibungen von Filmszenen aus Spider-Man 3 gibt es zu folgenden Themen:

Physik / Mechanik – Ein abgerissener Arm

Physik / Mechanik – Ein Haufen Sand

Im dritten Teil von Spider-Man ziehen am Horizont neue dunkle Wolken für den Spider-Man Peter Parker auf. Der Anzug von Spider-Man verfärbt sich schwarz, was ihm zwar neue ungeheure Kräfte verleiht, aber auch die finstere, rachsüchtige und nicht mehr kontrollierbare Seiten von ihm ans Licht bringt. Dabei vernachlässigt er zunehmend seine Liebe. Peter muss sowohl seine persönlichen Dämonen bezwingen als auch den Kampf mit zwei der meist gefürchteten, machtvollen und rachsüchtigen Schurken, Sandman und Venom aufnehmen, die ihm und seine Liebsten bedrohen.

Link zur Trailer Seite:

Mit freundlicher Genehmigung der Internet Movie Database

<http://www.imdb.com/title/tt0413300/trailers>

DVD: Spider-Man 3

<http://www.amazon.de/gp/search?ie=UTF8&keywords=Spiderman%203&tag=physikundfilm-21&index=blended&linkCode=ur2&camp=1638&creative=6742>

Titel der Szene:
Ein abgerissener Arm



Scan der DVD-Hülle von Spider-Man 3

Zeitintervall:
00:17:00-00:17:30, 01:44:30-1:46:00, 1:48:10-1:48:40

Autor:
Heinz Oberhummer [heinz@oberhummer.at]

Editor:
Heinz Oberhummer [heinz@oberhummer.at]

Wissenschaftliche Schlagwörter:
Energie, Freier Fall, Schwerkraft, Zugfestigkeit, Spinne

Beschreibung der Szene:
Spider-Man kämpft in den Hochhäuserschluchten mit Venom. Beide klammern sich an eine Hauswand. Als die Wand im Kampf heraus bricht stürzt Spiderman in die Tiefe. Er fängt seinen Sturz durch einen Spinnenfaden ab, bevor er mit Venom weiter kämpft.

EXPLANATION						
Basic	Advanced	Scientific	Movie	Movie Clip	Director	Film Studio

Autor: Heinz Oberhummer
E-mail: heinz@oberhummer.at

3

Film: Spider-Man 3
Filmszene: Ein abgerissener Arm
Regisseur: Sam Raimi
Filmstudio: Columbia Pictures

Einführende Beschreibung:

Spinnenfäden oder Spinnenseide, wie dieses biologische Material wissenschaftlich bezeichnet wird, besitzt eine erstaunliche Kombination mechanischer Eigenschaften auf. Bei einer Zugfestigkeit vergleichbar mit Stahl ist die Spinnenseide gleichzeitig ziemlich dehnbar.

Aus der Szene kann man abschätzen, dass Spider-Man etwa 80 Meter abstürzt, bevor er sich mit Hilfe des Spinnenfadens innerhalb von etwa 20 Meter abbremst.

1. Wie dick muss der Spinnenfaden sein um den Sturz von Spiderman aus 20 Meter Höhe abfangen ohne dass er reißt?

Wenn Spiderman im freien Fall lang abstürzt, wird er schneller und schneller. Nach 80 Metern erreicht er bereits eine Geschwindigkeit von etwa 140 Stundenkilometern. Danach wird er durch den Spinnenfaden abgebremst. Unter der Annahme, dass Spiderman 80 Kilogramm wiegt und die Abbremsung innerhalb von 20 Metern gleichmäßig erfolgt, ergibt sich eine Bremskraft von 2940 Newton. Wenn Spiderman einen Spinnenfaden mit nur einem Millimeter Radius produziert, könnte er aber seinen Sturz abfangen ohne dass der Spinnenfaden zerreißt. Ein solcher Spinnefaden wäre aber immer noch 1000 Mal dicker als der Faden einer wirklichen Spinne.

2. Kann ein Spinnennetz ein Auto halten ohne dass es herunter fällt?

An einem einzigen Spinnenfaden eines vom Spiderman erzeugten Spinnenfadens mit einem Radius von 1 Millimeter könnte man bereits eine Masse von 350 Kilogramm aufhängen. Ein Spinnennetz besteht aber aus vielen Fäden, sodass das Gewicht des Autos auf mehreren Fäden aufliegt. Nehmen wir einmal an, dass das Gewicht auf zehn Fäden verteilt wird, könnte ein solches Spinnennetz sogar ein schweres Auto mit 3,5 Tonnen tragen.

3. Könnte Spiderman einen solchen Sturz mit seinen Arm abfangen, an welchen der Seidenfaden hängt?

Aus der schrecklichen Hinrichtungsart der Vierteilung im Mittelalter kann man die Kraft abschätzen, mit der man bei der Vierteilung einen Arm ausreißen konnte. Daraus kann man herleiten, dass bei einem Sturz im freien Fall von 80 Metern und der anschließenden Bremsung von 20 Metern durch den Spinnenfaden dem Spider-Man wahrscheinlich der Arm abgerissen würde. Nur der Arm von Spiderman würde dann noch am Spinnenfaden baumeln und Spider-Man weiter in die Tiefe stürzen.

Autor: Heinz Oberhummer
E-mail: heinz@oberhummer.at

4

Film: Spider-Man 3
Filmszene: Ein abgerissener Arm
Regisseur: Sam Raimi
Filmstudio: Columbia Pictures

Weiterführende Beschreibung:

Wir wollen jetzt die dazu gehörigen Rechnungen zur vorigen einführenden Beschreibung durchführen.

Freier Fall:

Die Geschwindigkeit für den freien Fall ist:

$$v = (2gh)^{1/2}$$

h ... Fallhöhe

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$... Erdbeschleunigung

Für eine Fallhöhe von 80 m erreicht Spiderman eine Endgeschwindigkeit von etwa 40 m/s oder 140 km/h.

Bremskraft und Bremsweg:

Da die potentielle Energie mgh in Bremsenergie Fs umgewandelt wird, wobei F die Bremskraft und s der Bremsweg ist, erhalten wir folgende Gleichung:

$$mgh = Fs$$

Um die Bremskraft F zu erhalten müssen wir diese Gleichung durch den Bremsweg s dividieren:

$$F = mgh/s$$

Setzen wir hier die folgenden Werte für den freien Fall von Spiderman ein:

$m = 75 \text{ kg}$... Masse von Spiderman

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$... Erdbeschleunigung

$h = 80 \text{ m}$... Fallhöhe

$s = 20 \text{ m}$... Bremsweg

so erhalten wir für die Bremskraft:

$$F = 2940 \text{ Newton}$$

Zugfestigkeit:

Als Zugfestigkeit bezeichnet man dabei die Kraft pro Fläche, bei der ein Material zerreißt. Entsprechend dieser Definition wird die Zugfestigkeit in Pascal (Pa) gemessen. Die Zugfestigkeit eines Spinnenfadens ist in der Größenordnung von etwa 1 Giga-Pascal = 10^9 Pascal ($\text{Pa} = \text{N/m}^2$). Das bedeutet, dass ein Spinnenfaden mit einem Radius von nur $r = 1 \text{ mm}$ und damit einem Querschnitt von $A = \pi r^2 = 3,14 \text{ mm}^2$ eine Kraft von 3140 N aushalten kann, ohne zu zerreißen. Daher kann ein einziger Spinnenfaden mit einem Radius von 1 Millimeter bereits den Sturz von Spider-Man auffangen. Ebenso würde ein einziger solcher Spinnenfaden bereits ein Gewicht $G = 3140 \text{ Newton}$ oder eine Masse von 320 kg halten. Das bedeutet, dass man bereits an

EXPLANATION						
Basic	Advanced	Scientific	Movie	Movie Clip	Director	Film Studio

einem einzigen Spinnenfaden mit einem Radius von 1 Millimeter schon ein leichtgewichtiges Auto aufhängen könnte. Ein ganzes Spinnennetz könnte leicht ein Auto tragen.

5

Zugfestigkeit eines Menschenarms:

Wir kommen nun zu einem etwas makabren Abschnitt, nämlich der Frage nach der Zugfestigkeit eines Menschenarms. Dazu kann man die entsetzliche Todesstrafe der Vierteilung eines Menschen im Mittelalter heran ziehen, die insbesondere bei versuchtem oder vollbrachtem Königsmord. Diese Hinrichtung erfolgte durch vier Pferde, die an den beiden Armen und Beinen mit Stricken zogen. Da eine der Gliedmaßen am Rumpf verblieb, wurde der Delinquent in vier Teile geteilt.

Nun weiß man die Kraft von Pferden, mit der man bei der Vierteilung einen Arm abreißen konnte. Diese Kraft eines Pferdes beträgt etwa 3000 Newton bei Dauerleistung. Weil zumindest die Kraft von einem Pferd auf einem Arm wirkt, beträgt die Kraft um einen Arm abzureißen auch etwa 3000 Newton. Die Bremskraft des Sturzes bei Spiderman ist in etwa gleich groß. Damit würde Spiderman bei der Abbremsung seines Sturzes wahrscheinlich sein Arm abgerissen.

EXPLANATION						
Basic	Advanced	Scientific	Movie Clip	Director	Film Studio	

Autor: Heinz Oberhummer
E-mail: heinz@oberhummer.at

Film: Spider-Man 3
Filmszene: Ein abgerissener Arm
Regisseur: Sam Raimi
Filmstudio: Columbia Pictures

Wissenschaftliche Beschreibung:

Zusammenfassung:

Richtig:

Falls Spider-Man einen Spinnenfaden mit nur einem Millimeter Radius produzieren würde, könnte der Sturz von ihm selbst aus 80 Metern im freien Fall durch den Spinnenfaden abgebremst werden, ohne dass der Spinnenfaden reißt. Ebenso könnte ein Spinnennetz bestehend aus solchen Spinnenfäden leicht ein Auto tragen.

Falsch:

Aus der schrecklichen Hinrichtungsart der Vierteilung im Mittelalter kann man die Kraft berechnen, dass wahrscheinlich Spiderman bei einem solchen Sturz der Arm abgerissen würde. Danach würde dein Arm am Spinnenfaden baumeln, während Spiderman weiter in die Tiefe stürzt.

Webseiten über Film:

http://de.wikipedia.org/wiki/Spider-Man_3

<http://www.sonypictures.de/index.html/landing/spider-man-3/index.html>

Webseiten über Energieerhaltung, freien Fall und Schwerkraft:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Energieerhaltung>

http://de.wikipedia.org/wiki/Freier_Fall

<http://de.wikipedia.org/wiki/Schwerkraft>

Webseite über Zugfestigkeit und Pferdestärke:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Zugfestigkeit>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Pferdest%C3%A4rke>

Website über Spinnennetz und Spinnenseide:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Spinnennetz>