

Übungsblatt 13

Besprechung am 6.2.2018 / 8.2.2018

Aufgabe 1

Statistik

- a) Wie sind Mittelwert, Standardabweichung und Stichprobenfehler für N Messungen x_i einer physikalischen Größe definiert?
- b) Wie ändern sich Mittelwert, Standardabweichung und Stichprobenfehler wenn man N vergrößert?
- c) Wie berechnet man den Messfehler einer Größe $y(x_1, x_2)$, die Funktion von zwei Meßgrößen x_1 und x_2 ist, deren Fehler σ_1 und σ_2 bekannt sind?

Aufgabe 2

Bewegungen in 1 und 2D

- a) Gegeben eine Position als Funktion der Zeit $x(t)$, wie sind Geschwindigkeit v , Beschleunigung a und der "Ruck" ("jerk") j definiert?
- b) Die Bewegung eines Teilchens sei durch $x(t) = at^4 - bt^3 + c$ gegeben, wobei a, b, c Konstanten sind. Was sind Geschwindigkeit v , Beschleunigung a und der "Ruck" j für diese Bewegung?
- c) Was sind die Grundgleichungen für a , v und x für den Fall einer gleichmäßig beschleunigten Bewegung?
- d) Ein Apfel hängt 5 m über dem Boden. Wenn er vom Baum fällt, wie lange dauert es bis er auf dem Boden aufschlägt? Welche Geschwindigkeit hat er dann? Sie können den Luftwiderstand vernachlässigen.
- e) Beim "kick off" im American Football wird ein Ball in einem 45° Winkel mit einer Anfangsgeschwindigkeit von 20 m/s getreten. Sie können den Luftwiderstand vernachlässigen. Wie weit fliegt der Ball?

Aufgabe 3

Kräfte und Newtonsche Axiome

- a) Was besagen die Newtonschen Axiome?
- b) Wir lassen zwei Bälle gleicher Form gleichzeitig fallen - einer ist wesentlich schwerer als der andere. Sie können den Luftwiderstand vernachlässigen. Welcher Ball kommt zuerst am Boden an? Warum?

- c) Ein Wagen auf einer horizontalen Luftschiene (reibungsfrei) mit einer Masse von 0,1 kg ist über eine Schnur und eine Umlenkrolle (beide reibungsfrei und masselos) mit einer Masse von 0,05 kg verbunden. Zeichnen Sie Position, Geschwindigkeit und Beschleunigung des Wagen für die 1 s der Bewegung nach einem Start aus der Ruhe.
- d) Was besagt das Hooksche (Feder-)Gesetz?
- e) Geben Sie mindestens zwei Methoden an, wie sie die Federkonstante einer unbekanntem (aber Hookschen / linearen) Feder bestimmen könnten.

Aufgabe 4

Reibung

- a) Thomas Dreßen gewann 2018 das berühmte Hahnenkammrennen in Kitzbühel auf der Skiabfahrt “Streif”. An der steilsten Stelle, der sogenannten “Mausefalle”, hat die Abfahrt eine Steigung von $40,4^\circ$, d.h. sie macht einen Winkel von $40,4^\circ$ mit der Horizontalen. Wenn der 97 kg schwere Dreßen an dieser Stelle zunächst steht, wie groß sind Hangabtriebskraft und Normalkraft? Wie groß ist die auf ihn wirkende Beschleunigung hangabwärts, wenn der Gleitreibungskoeffizient von Skiern mit Schnee 0,05 beträgt? Ändert sich die Reibungskraft zwischen Skiern und Schnee, wenn er schneller wird?
- b) Was sind Stokes-Reibung und Newton-Reibung (“Gasreibung”)? Wann verwende ich welche Reibungsformel?

Aufgabe 5

Gravitation

- a) Wie lautet das allgemeine Gravitationsgesetz?
- b) Was ist die Fallbeschleunigung g auf dem Jupiter (der einen 11-mal größeren Radius und eine 320-mal größere Masse als die Erde hat)? Was können Sie über die Dichte des Jupiter sagen?

Aufgabe 6

Arbeit, Energie, Leistung

- a) Wie ist die (mechanische) Arbeit definiert? In 1D und 3D?
- b) Was sind konservative Kräfte?
- c) Was ist der Energieerhaltungssatz der Mechanik? Wann gilt er?
- d) Was ist die Fluchtgeschwindigkeit, um den Jupiter (Daten siehe letzter Aufgabenblock) zu verlassen und einen Punkt im “Unendlichen” gerade so zu erreichen? Sie können die Schwerkraft aller anderer Himmelskörper vernachlässigen.

Aufgabe 7

Impuls und Stöße

- a) Was ist ein vollständig inelastischer Stoß? Was ist dabei erhalten?
- b) Was ist ein vollständig elastischer Stoß? Was ist dabei erhalten?
- c) Eine 7,0 kg schwere Bowling-Kugel stößt mit einer Geschwindigkeit von 30 km/h (annähernd) elastisch und frontal mit einem 1,5 kg schweren Bowling-Kegel zusammen. Was sind ihre Geschwindigkeiten nach dem Stoß?

Aufgabe 8

Drehbewegungen

- a) Berechnen Sie die Zentripetalkraft, die auf einer Probe in einer Tischzentrifuge wirkt, die einen Rotor mit einem Radius von 10 cm hat und sich mit 10 000 rpm dreht.
- b) Wie sind Trägheitsmoment, Rotationsenergie und Drehimpuls definiert?
- c) Wir lassen eine Vollkugel und eine Hohlkugel gleicher Masse und gleichen Radiuses eine schiefe Ebene hinunter rollen. Welche Kugel kommt zuerst unten an?
- d) Warum wird dreht sich Eiskunstläuferin schneller, wenn sie während der Drehung ihre Arme dicht an den Körper zieht?

Aufgabe 9

Hydrostatik

- a) Wie sind Dichte und Druck definiert?
- b) Nennen Sie drei verschiedene Einheiten für Druck.
- c) Wie hoch muss eine Quecksilbersäule sein, um den normalen atmosphärischen Luftdruck auszugleichen (z.B. in einem Torricelli-Barometer)? Wie hoch eine Wassersäule? Die Dichte von Quecksilber ist 13600 kg/m^3 . Spielt es eine Rolle, welchen Durchmesser die Säule hat?
- d) Verdrängt ein Schiff vor oder nach dem Sinken mehr Wasser?

Aufgabe 10

Hydrodynamik

- a) Was ist die Bernoulli-Gleichung? Welche Einheiten haben ihre Terme?
- b) Der Oberbürgermeister von München rutscht beim traditionellen Anstich eines Bierfasses auf dem Oktoberfest ab und schlägt ein Loch in ein Bierfass, das nach oben belüftet ist und in dem Bier bis 1 m über dem Loch steht. Wie schnell (d.h. mit welcher Geschwindigkeit) strömt das Bier aus dem Loch?
- c) Was ist der Unterschied zwischen einem Pitot-Rohr und einem Prandtl-Rohr?
- d) Wie ändert sich die Sinkgeschwindigkeit einer Kugel, wenn ich ihren Radius verdopple?
- e) Wie ändert sich die Volumenflussrate durch ein Rohr, wenn ich seinen Radius verdopple?

Aufgabe 11

Schwingungen

- a) Zeichnen Sie (schematisch) die Positionen eines harmonisch schwingenden Federpendels als Funktion der Zeit. Wie bestimmt man Periodendauer und Frequenz aus dem Graphen?
- b) Geben Sie die Differentialgleichung (und ihre Lösung) für einen harmonischen Oszillator an (ohne Reibung!).
- c) Zeichnen Sie (schematisch) die Positionen eines harmonisch schwingenden Federpendels mit Reibung als Funktion der Zeit. Wie würden Sie den Reibungsparameter δ aus dem Graphen bestimmen?
- d) Zeichnen Sie (schematisch) die Amplitude einer getriebenen harmonischen Schwingung als Funktion der anregenden Frequenz.

Aufgabe 12

Wellen

- a) Was ist die Phase einer Welle?
- b) Geben Sie einen mathematischen Ausdruck für eine harmonische Welle an.
- c) Was sind transversale und longitudinale Wellen? Geben Sie Beispiele für beide Arten von Wellen an.
- d) Was ist die Frequenz der Grundschwingung einer 1,0 m lange Orgelpfeife (ein Ende geschlossen, ein Ende offen)?
- e) Was ist das Superpositionsprinzip für Wellen?

Aufgabe 13

Statistische Physik

- a) Wie ist Temperatur physikalisch definiert?
- b) Geben Sie Ausdrücke für die thermischen Längen- und Volumenausdehnung an. Was sind typische Werte für α und β ?
- c) Wie rechnet man Temperaturen von der Celsius in die Fahrenheit Skala um und *vice versa*?
- d) Was sind die Aussagen des 0., 1., und 2. Hauptsatzes der Thermodynamik?