Serie 1 : Einheiten, Dimensionsbetrachtungen und Bewegungsgleichung

Ziel der Serie :

1) Beherrschen des Rechnens mit Grössenordnungen.
2) Verstehen der Einheiten und Einheitswechsel.
3) Bestimmen der Geschwindigkeit und Beschleunigung eines Objektes bei gegebener Trajektorie.

Wichtige Bemerkungen :

1) Alle Aufgaben sollten mit einer Skizze angefangen werden. Aufgaben ohne Schemata werden nicht korrigiert.

2) Nummerische Resultate müssen mit der korrekten Einheit versehen werden.

3) Solange als möglich sollen Parameter bei Umformungen / Herleitungen gebraucht werden. Erst im letzten Rechnungsschritt werden konkrete Zahlen eingesetzt.

Üb. 1 Wichtige Einheiten und Grössen

a) Der Stausee von Verbois produziert Elektrizität mit einer mittleren täglichen Leistung von P_0 = 100 [MW]. Der tägliche Stromverbrauch einer Familie wird auf C = 54 [MJ] geschätzt. Wie viele Familien N kann der Stausee maximal versorgen?

b) Wie gross ist der relative Fehler wenn *g* mit 10 [m/s^2] statt 9.81 [m/s^2] approximiert wird?

c) Zeigen Sie, dass $\sqrt{\frac{Gh}{c^5}}$ die Einheit einer Zeit besitzt. Bekannt seien die Einheiten : die Gravitationskonstante *G* $\left[\frac{m^3}{kg\cdot s^2}\right]$, die Lichtgeschwindigkeit *c* $\left[\frac{m}{s}\right]$ und die Plancksche Konstante *h* $\left[\frac{kg\cdot m^2}{s}\right]$. [Die Planck-Zeit beschreibt das kleinstmögliche Zeitintervall für das die bekannten Gesetzte der Physik anwendbar sind.]

Üb. 2 Umrechnungen von Einheiten

a) Drücken Sie eine in $\left[\frac{km}{s}\right]$ gegebene Geschwindigkeit *v* in Meter pro Sekunden aus.
Wie viele Nanosekunden hat eine Gigaminute?

b) G wird in der Regel in $\left[\frac{m^3}{kg\cdot s^2}\right]$ ausgedrückt. Finden Sie den Umrechnungsfaktor, um G in $\left[\frac{m\cdot km\cdot nm}{t\cdot pmin\cdot h}\right]$ anzugeben (t = Tonne, p = pico).

Üb. 3 Rote Blutkörperchen

Rote Blutkörper steigen in den venösen Blutbahnen der Beine mit einer Geschwindigkeit v. Die durchschittliche Durchblutungsgeschwiundigkeit sei v_m.

a. Wie schnell fliesst arterielles Blut (algebraisches und nummerisches Resultat)? Benutzten Sie hierzu $v = 1.5$ [cm/s], $v_m = 2.4$ [cm/s].
b. Wie gross ist die venöse Blutgeschwindigkeit relativ zur arteriellen und wie gross ist die arterielle bezüglich der venösen?
c. Welche Parameter (Geschwindigkeit, Position) ändern sich, nachdem ein « venöser » Blutkörper einem « arteriellen » begegnet ist?

Üb. 4 Gleichförmig Geradlinige Bewegung

Ein Zug bewegt sich mit einer gleichförmig geradlinigen Bewegung vorwärts. Seine Position bezüglich des Bahnhofs ist als Funktion der Zeit gegeben: $x(t) = c_1 \cdot t^2 + c_2 \cdot t + c_3$, mit $c_1 = \frac{1}{10}$, $c_2 = -50$ und $c_3 = 4000$.

a. Welche Aussage können Sie über die Dimensionen und Einheiten der Terme in der oben genannten Gleichung machen?
b. Skizzieren Sie die Situation und stellen Sie die Position als Funktion der Zeit anhand eines Graphen dar.
c. Fährt der Zug am Bahnhof vorbei? Falls ja, wie oft und zu welchen Zeiten?
d. Bestimmen Sie die algebraische Darstellung der Geschwindigkeit v(t) und stellen Sie diese graphisch dar. Wann trifft der Zug am Bahnhof ein?
e. Wie schnell fährt der Zug bei seiner Bahnhofsdurchfahrt ?
f. Bestimmen Sie die algebraische Beschleunigung a(t) in Abhängigkeit der Zeit. Welche Aussage lässt sich darüber treffen?

Ex. 5 Stuntman im Auto

Zwei Stuntmänner - im Abstand D voneinander - befinden isch auf Kollisionskurs. Zur Zeit t = 0 setzt sich der Ford Mustang in Bewegung und beginnt mit konstanter Beschleunigung a_0 anzufahren. Der Porsche hingegen hat eine Anfangsgeschwindigkeit $-v_0$ und erfährt keine Beschleuniging während der Fahrt auf seiner Trajektorie.

a. Wird es eine Kollision geben und falls ja, wann? Wie viele mathematische Lösungen existieren und welche ist die physikalisch sinnvollste?
b. Wie schnell bewegt sich der Ford Mustang kurz vor der Kollision fort?
c. Unter welcher Bedingung gilt kurz vor der Kollision $v_{Mustang} \geq 2v_0$? Wie gross ist die minimale Distanz D, falls gilt $v_0 = 60$ [km/h] und $a = 2$ [m/s^2]?

Ex. 6 Mathematische Grundlagen

a. Beim Rechnen mit kleinen Winkeln θ (d.h. die Bedingung $\theta < \frac{\pi}{6}$ muss erfüllt sein) dürfen die folgenden Approximationen verwendet werden:

1. $\sin\theta \approx \theta$
2. $\cos\theta \approx 1 - \frac{\theta^2}{2}$
3. $\tan\theta \approx \theta$

Diese Approximationen sollten Sie unbedingt auswendig kennen !

Wie gross ist der relative Fehler für 10°, 20° und 30°, sowie $\frac{\pi}{4}$ Radian wenn $\sin\theta \approx \theta$ approximiert wird.

b. Stellen Sie sich vor, Sie befänden sich $d = 20\ [m]$ vom Fusse eines Baumes entfernt. Den Baum sehen Sie unter einem Winkel von 0.25 Radian. Skizzieren Sie die Situation. Welchen absoluten Fehler macht man, wenn die Approximation der kleinen Winkel gebraucht wird um trigonometrisch die Höhe des Baumes zu bestimmen?

c. Lesen Sie die Kapitel 1.4, 1.5 und 2 im DAS.

Ex. 7 Vektoren

Als Vorbereitung auf den Kurs von nächster Woche (Allgemeine Kinematik) empfehlen sich die Abschnitte 1 und 2 über Vektoren (auf Moodle) sowie die Abschnitte 5 und 6 über Ableitungen und Vektorintegration.