

**1. Aufgabe****(4 Punkte)**

Ein Wagen steht zum Zeitpunkt $t_0=0\text{s}$ an der Position $s_0=10\text{m}$ und wird mit $a=5\text{m/s}^2$ beschleunigt.

- a) Notiere das allgemeine Weg-Zeit-Gesetz auf und erläutere kurz die Symbole s_0, v_0 und a .

$s(t)=s_0+v_0t+0.5at^2$. Dabei ist s_0 die Startposition, v_0 die Startgeschwindigkeit und a die Beschleunigung.

- b) Stelle das für den gegebenen Fall passende Weg-Zeit-Gesetz auf.

Da keine Startgeschwindigkeit vorliegt, fällt der Term v_0t weg und er ergibt sich: $s(t)=10\text{m}+0.5*5\text{m/s}^2*t^2$ bzw. nach $0.5*5=2.5$ erhält man $s(t)=10\text{m}+2.5\text{m/s}^2*t^2$.

- c) An welcher Position befindet sich der Wagen nach 3s? Welche Geschwindigkeit hat er zu diesem Zeitpunkt?

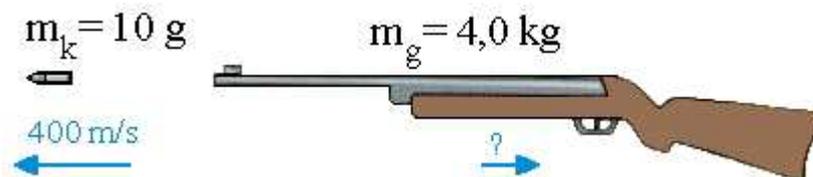
Wir setzen einfach $t=3\text{s}$ in die Formel aus b) ein: $s(3\text{s})=10\text{m}+2.5\text{m/s}^2*(3\text{s})^2$. Das ist dann $s(3\text{s})=10\text{m}+2.5\text{m/s}^2*9\text{s}^2$. Hier kann man noch s^2 kürzen und $2.5*9=22.5$ vereinfachen: $s(3\text{s})=10\text{m}+22.5\text{m}=32.5\text{m}$. Da befindet sich der Wagen nach 3s.

Um die Geschwindigkeit zu erhalten, müssen wir $s(t)$ ableiten, denn es ist $s'(t)=v(t)$. Also mit $s(t)=10\text{m}+2.5\text{m/s}^2*t^2$ ist $s'(t)=2.5\text{m/s}^2*(2t)$, denn aus t^2 wird $2t$, der Faktor vorne bleibt erhalten (Faktorregel) und die Konstante vorne fällt weg. Wir können etwas vereinfachen: $s'(t)=5\text{m/s}^2*t$. Nun ist $t=3\text{s}$, also ist $s'(3\text{s})=5\text{m/s}^2*3\text{s}$, was gerade 15m/s entspricht. Damit ist die Geschwindigkeit nach 3s genau 15m/s .

2. Aufgabe**(4 Punkte)**

Als zukünftige Jägerin machst du bald deinen Waffenschein und willst dich vorher über den Rückschlag von Waffen informieren. Als geübte Physikerin rechnest du es kurz durch:

- a) Eine Kugel mit der Masse 10g verlässt ein Gewehr der Masse 4kg mit der Geschwindigkeit 400m/s . Welche Rückstoßgeschwindigkeit hat das Gewehr nach dem Schuss?



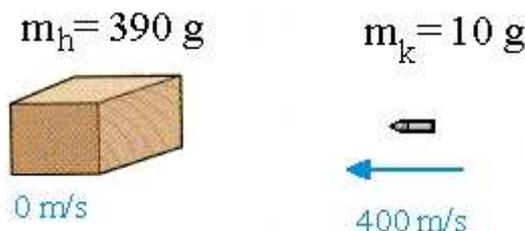
Der Gesamtimpuls muss Null sein. Damit hat die Kugel den gleichen Impuls wie das Gewehr, allerdings entgegengesetzt.

Den Impuls der Kugel können wir schnell ausrechnen: $p=mv=0.010\text{kg}*400\text{m/s}$. Achtung: immer mit Metern, Kilogramm, Sekunden rechnen ;)

Das ergibt $p=4\text{kg}*\text{m/s}$ (Ja, die Einheit ist blöd).

Das Gewehr muss den gleichen Impuls haben. Nach $p=mv$ mit $m=4\text{kg}$ (jetzt ist es ja das Gewehr!) und mit $p=4\text{kg}\cdot\text{m/s}$ erhalten wir: $4\text{kg}\cdot\text{m/s}=4\text{kg}\cdot v$ bei unbekanntem v . Teilt man durch 4kg erhält man direkt $v=1\text{m/s}$. Das ist relativ schnell! Also sollte man das Gewehr gut an die Schulter drücken, um den Rückstoß abzufangen. Nicht so wie hier: <http://www.youtube.com/watch?v=g2KJL3fYnt4>. Wobei das Projektil deutlich größer war...

- b) Die Kugel trifft auf einen Holzblock der Masse 390 g und bleibt darin stecken. Mit welcher Geschwindigkeit bewegen sich Klotz samt Geschoss nach der Wechselwirkung?



Holzblock plus Kugel haben eine Masse von exakt $400\text{g}=0.4\text{kg}$. Wieder ist der von der Kugel mitgeführte Impuls $4\text{kg}\cdot\text{m/s}$. Nun ist also $p=mv$ nochmal nach v aufzulösen; $4\text{kg}\cdot\text{m/s} = 0.4\text{kg} \cdot v$. Wieder teilt man durch die Masse, dieses Mal also durch 0.4kg und erhält so $v=10\text{m/s}$.

3. Aufgabe

(4 Punkte)

Rainer Unfug behauptete „Ich habe viel Kraft!“

- Erläutere Rainer den Kraftbegriff aus Sicht eines Physikers und gib drei Beispiele für grundlegende Kräfte in der Natur.
- Clara Fall sagt, dass Kräfte nur indirekt zu beobachten bzw. zu messen sind. Was meint sie damit? Erläutere.

Wir beantworten a) und b) in einem: Kraft ist nichts, was man „hat“, sondern eine abstrakte Größe. [Nach dem 3. Newtonschen Axiom tritt sie sowieso immer nur paarweise auf – actio=reactio.] Ihre Einheit ist Newton, kurz N, und ihr Symbol ist F für Force.

Immer, wo Kräfte wirken, beschleunigen sie etwas oder deformieren. Das lässt sich dann auch beobachten bzw. messen, beispielsweise mit Federn (Kraftmessern).

4. Aufgabe

(6 Punkte)

In deiner Raketenwerkstatt misst du eine Stoßdämpferfeder mit unbekannter Federhärte aus. Du belastest sie mit verschiedenen Massen und notierst die verursachte Längenänderung s :

m (in t)	0,5	1,0	1,5	2,0
s (in mm)	4,9	9,1	14,2	18,3

- Rechne die verschiedenen Massen m in die entsprechenden Gewichtskräfte F_G um. Du kannst davon ausgehen, dass die Gewichtskraft einer Masse von 100g etwa 1N beträgt.

$m=0,5\text{t}=500\text{kg}=5000\cdot 100\text{g}$, was damit der Gewichtskraft 5000 N entspricht. Man schreibt dafür auch 5kN (Kilonewton). Die anderen Werte in der Tabelle entsprechen demnach 10.000N , 15.000N und 20.000N .

- a) Bestimme die Federhärte D , indem du sie für jeden Messpunkt berechnest und aus den so erhaltenen vier Werten den Mittelwert bildest.

Zuerst berechnen wir die vier Federhärten aus den vier Wertepaaren. Es gilt $F=Ds$ oder eben $D=F/s$. Dabei muss s in Meter umgerechnet werden! Ein Millimeter ist $1/1000$ Meter oder $0,001\text{m}$. Wir runden auf ganze Newton:

$$D1 = 5.000\text{N}/0,0049\text{m} = 1.020.408 \text{ N/m}, D2 = 10.000\text{N}/0,0091\text{m} = 1.098.901 \text{ N/m}$$
$$D3 = 15.000\text{N}/0,0142\text{m} = 1.056.338 \text{ N/m}, D4 = 20.000\text{N}/0,0183\text{m} = 1.092.896 \text{ N/m}$$

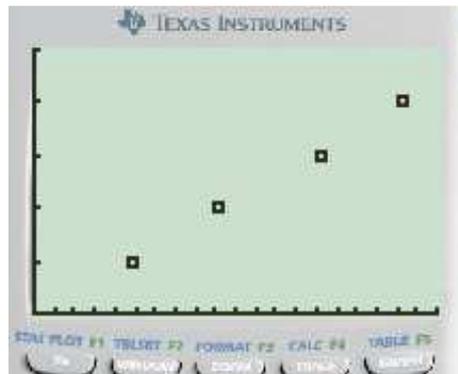
Der Mittelwert ist das gesuchte D . Wir teilen die Summe $D1+D2+D3+D4$ durch 4 und runden auf ganze Newton:

$$D = 1.067.136 \text{ N/m}.$$

Hier würde man eher $D = 1067 \text{ kN/m}$ notieren. Anschaulich bedeutet das dann, dass erst bei einer Belastung von ca. 100 Tonnen diese Feder um 1m gestaucht werden würde! Die großen Zahlen sollten nicht verunsichern!

- b) Trage die Messwerte in ein passendes Schaubild (x-Achse: s , y-Achse: F) ein.

Man kann das mit dem GTR machen: Über $\langle\text{STAT}\rangle$ und $\langle\text{EDIT}\rangle$ die Listen L1 und L2 belegen, dann in $\langle\text{STAT PLOT}\rangle$ gehen und im $\langle\text{GRAPH}\rangle$ anschauen:



Das überträgt man nun noch mit den richtigen Einheiten auf Papier.

- c) Kann man in diesem Schaubild D direkt ablesen?

Das kommt drauf an... haben wir die Einheiten Newton und Meter, ist die Steigung der Geraden durch die vier Messpunkte das gesuchte D . Also geht es. Stimmen die Einheiten nicht, muss man daran denken. Und es gibt auch keine Gerade, die genau durch alle Punkte geht, aber eine ganz gute Ausgleichsgerade, die man möglichst „genau“ durch alle Punkte legt. [Der GTR kann das sogar per Regression!]

5. Aufgabe

(2 Punkte)

Die Unterlage, auf der der Holzblock aus Aufgabe 2 liegt, ist nahezu reibungsfrei. Nach dem Einschlag der Kugel rutscht der Block nun auf der Unterfläche.

- a) Ändert sich die Geschwindigkeit des Blockes nach gewisser Zeit? Begründe deine Antwort anhand der Newton'schen Axiome.

Nein, denn nach dem Trägheitssatz (I. Newtonsches Axiom) behalten Körper bei Abwesenheit von Kräften (hier fehlt die Reibung) ihren Bewegungszustand bei. Also bewegt der Block sich dauerhaft mit $v=10\text{m/s}$. Wobei in der Realität doch minimale Reibung vorhanden wäre oder sich wohl die Unterlage irgendwann ändert...

- b) Nenne die drei Newton'schen Axiome.

Da bin ich jetzt zu faul für! Einfach nachschlagen ;)