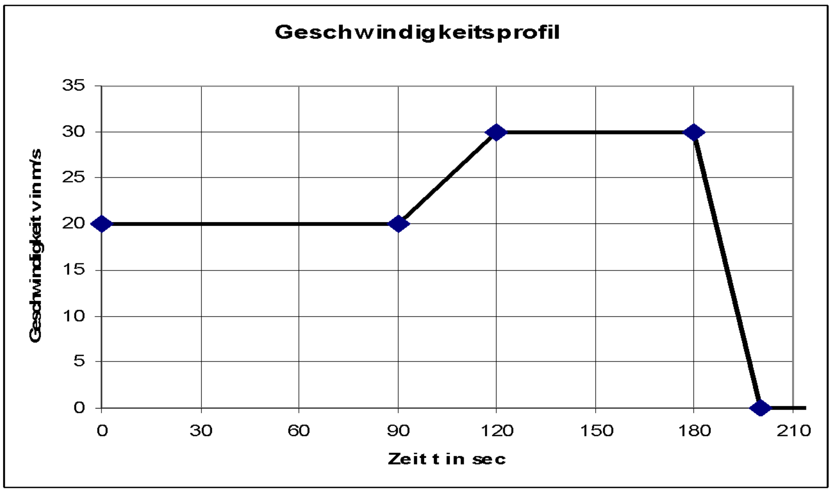
Physik-Klausur 11.1 vom 25.11.2009 (beide Kurse)

Die folgenden Teilaufgaben zur Kinetik gehen alle von idealisierten Bedingungen aus. So soll bei allen Aufgaben Reibung (mit Ausnahme der Gleitreibung dort wo explizit genannt!) vernachlässigt werden. Der Reibungskoeffizient der Gleitreibung beträgt in den entsprechenden Aufgabenteilen **μ=0,6** - das entspricht in etwa der Materialkombination Gummi-Stein. Alle Massen können als punktförmig im jeweiligen Schwerpunkt der Objekte angesehen werden.

Aufgabe 1: (40 Punkte)

Ein PKW (Gesamtmasse m=1.500kg) fährt in der Ebene mit folgendem Geschwindigkeits-Profil:



1.1 Beschreibe den Geschwindigkeitsverlauf v(t). (8P)

1.2 a) Bestimme die Beträge der jeweils wirkenden Kräfte F für die einzelnen Intervalle. (4P)

b) Bestimme die zurück gelegte Gesamtstrecke s. (4P)

c) Bestimme die zugeführte Energie zwischen den Zeitpunkten t=75s und t=150s. (4P)

1.3 Der PKW macht nun in der Ebene aus Tempo 108km/h eine Vollbremsung (blockierte Räder!).

a) Berechne den kürzest möglichen Bremsweg. (4P)

b) Erläutere die stattfindende Energieumwandlung und berechne deren Betrag. (6P)

1.4 Der PKW fährt nun wie in Aufgabe 1.4, allerdings erst bergauf, dann bergab. Die Steigung beträgt in beiden Fällen 15° gegen die Horizontale. Bestimme für beide Fälle den Bremsweg und vergleiche mit Teil 1.3 a). (10P)

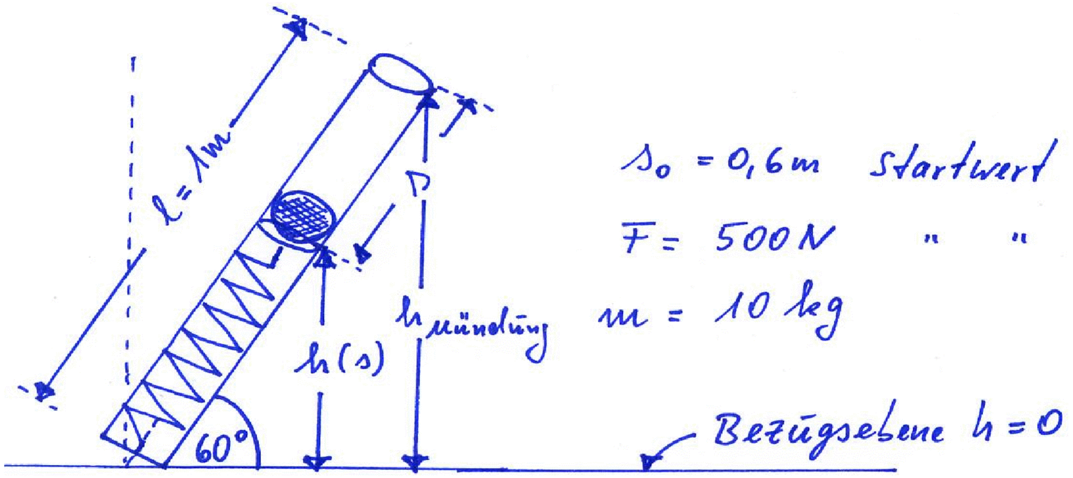
Aufgabe 2: (40 Punkte)

Die folgende Teilaufgabe behandelt die Umwandlung von verschiedenen Energieformen. Reibung soll unberücksichtigt bleiben. Die Feder der Federkanone kann als ideal im Sinne des Hookeschen Gesetzes und als Masselos angenommen werden. Die Bezugsebene für alle Höhen- und Energieangaben ist der Boden, auf dem das Kanonenrohr steht (siehe Skizze!)

Die Feder der Kanone wird mit einer Kraft von 5000N vorgespannt. Dabei wird sie aus der Ruhelage, welche bündig mit der Mündung abschließt, um eine Anfangsstrecke s_0=60cm komprimiert. Die gesamte Länge beträgt l=100cm, der Winkel gegen die Horizontale liegt bei 60°. Die Kanone soll nun eine Kugel der Masse m=10kg verschießen.

Durch die Anordnung und die Wahl der Bezugsebene hat die Kugel eine Anfangshöhe h_0!

ACHTUNG: KRAFT F = **5000**N !!!



2.1 Berechne die Federkonstante, die Spannenergie, die potentielle Energie der Kugel und die Gesamtenergie der Anordnung vor dem „Abfeuern“. (4P)

2.2 Berechne die <u>Mündungsgeschwindigkeit</u> (Geschwindigkeit beim Verlassen des Laufes) und die <u>Geschwindigkeit am höchsten Punkt</u> der Flugbahn jeweils <u>betragsmäßig</u> und <u>vektoriell.</u> Wähle hierzu die x-Achse horizontal und die y-Achse vertikal nach oben.

(Zur Kontrolle: v_x=8,5m/s v_y=14,7m/s an der Mündung)

(12P)

2.3 Berechne die maximale Höhe der Geschoßbahn . (6P)

2.4 a) Zeichne die einzelnen Energien (E_{Spann}, E_{Kin}, E_{pot}, E_{ges}) gegen die Steighöhe h in einem Diagramm zwischen der Starthöhe h_0 und h=1m auf. (12P)

b) Erläutere den Verlauf. (6P)

Musterlösung Physik 11.1 vom 25.11.09

1.1/ $\underline{I}$ $v = const. = 20\,\frac{m}{s}$ für 90s.
$\underline{II}$ $a = const.$, glm. beschleunigt auf $30\,\frac{m}{s}$, Dauer 30s
$\underline{III}$ $v = const. = 30\,\frac{m}{s}$ für 60s
$\underline{IV}$ $a = const. < 0$, glm. abgebremst auf 0, Dauer 20s
($\underline{V}$ Stillstand, $v = 0$)

1.2/ a) $\underline{II}$, $\underline{IV}$: $F = m \cdot a$ (sonst $a = 0 \Rightarrow F = 0$!)
$\underline{II}$: $F = m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t} = \underline{500N}$
$\underline{IV}$: $F = \underline{(-)2250N}$ (−) wg. Abbremsen ok, aber sinnvoll nur bei Vektoren

b) $s = 20 \cdot 120\,m + \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 30m + 30 \cdot 60m + \frac{1}{2} \cdot 30 \cdot 20m$
$= \underline{4650m}$ (Fläche im v-t-Diagramm)

c) $\Delta E = E_{kin\,2} - E_{kin\,1} = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2) =$
$\frac{1}{2} \cdot 1500\,kg \left(900\,\frac{m^2}{s^2} - 400\,\frac{m^2}{s^2}\right) = 750 \cdot 500J = \underline{375\,kJ}$

1.3/ $E_{kin} \rightarrow E_{Reibung} \Leftrightarrow \frac{1}{2} m v^2 = F_R \cdot s$

a) $\Leftrightarrow s = \frac{\frac{1}{2} m v^2}{\mu m g} = \frac{v^2}{2 \mu g} = \underline{75m}$

b) Kinetische Energie (= 675 kJ) wird in Wärmeenergie durch Reibung umgewandelt.

Sd

1.4/ s. 1.3, aber zusätzlich $\pm F_H$, Hangabtriebskraft

$\Leftrightarrow \quad \frac{1}{2} m v^2 = (F_R \pm F_H) \cdot s$ „+": bergauf, „−": bergab } bremsen

F_R hier reduziert, weil weniger Normalkraft:

$$F_R = \mu \cdot \underbrace{m \cdot g \cdot \cos\alpha}_{F_N} \qquad F_H = m g \sin\alpha$$

$$\Leftrightarrow \quad s = \frac{v^2}{2g(\mu\cos\alpha \pm \sin\alpha)} = \begin{cases} 53{,}7\,\text{m} \\ 140{,}3\,\text{m} \end{cases}$$

bergauf: ca. 20m kürzer, aber
bergab: 65m länger, fast doppelt so lang!

2.1/ $D = \frac{F}{s} = \frac{5000\,N}{0{,}6\,m} = \underline{8{,}333\,\frac{kN}{m}}$ Achtung, $F = \underline{5000\,N}$ (Aufgabe falsch!)

$$E_{Spann} = \frac{1}{2} F s = \underline{1500\,J}$$

$$E_{pot} = m g h_0 = m g\,(l - s_0) \cdot \sin 60° = \underline{34{,}6\,J}$$

$$E_{Ges} = E_{Spann} + E_{pot} = \underline{1534{,}6\,J}$$

2.2/ $E_{kin} = E_{Ges} - E_{pot} = 1534{,}6\,J - m g\, l \sin\alpha = \underline{1447{,}99\,J}$

$$v_{Mündung} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1447{,}99\,J}{10\,kg}} = \underline{17{,}02\,\frac{m}{s}}$$

$$\left.\begin{aligned} v_x &= 17{,}02\,\tfrac{m}{s} \cdot \cos 60° = \underline{8{,}51\,\tfrac{m}{s}} \\ v_y &= 17{,}02\,\tfrac{m}{s} \cdot \sin 60° = \underline{14{,}74\,\tfrac{m}{s}} \end{aligned}\right\} \quad \underline{\vec{v} = \begin{pmatrix} 8{,}51 \\ 14{,}74 \end{pmatrix} \frac{m}{s}} \text{ Mündung!}$$

Sd

Forts. 2.2/

höchster Punkt: $v_x = const. = 8{,}51\,\frac{m}{s}$, $v_y = 0$ $\Big\}$ $\vec{v} = \begin{pmatrix} 8{,}51 \\ 0 \end{pmatrix} \frac{m}{s}$

$|\vec{v}| = 8{,}51\,\frac{m}{s}$

2.3/ $h_{max} = h_{Mündung} + \frac{1}{2}\frac{(v_{y,Mündung})^2}{g} = 0{,}866\,m + \frac{14{,}74^2}{20}\,m$

$= \underline{11{,}73\,m}$

2.4/ a) Schritt 1: überlegen, wie die einzelnen Größen von h abhängen

$E_{Spann} = \frac{1}{2} D s^2$ mit $s = l - \frac{h}{\sin\alpha}$

$E_{pot} = m g h$ mit $h = (l - s)\sin\alpha$

$E_{Ges} = const. = 1534{,}6\,J$

$E_{kin} = E_{Ges} - E_{pot} - E_{Spann}$

Schritt 2: Tabelle anlegen:

	h	s	E_{pot}	E_{Spann}	E_{kin}
Start	$h_0 = 34{,}6\,cm$	60 cm	34,6 J	1500 J	0
	h = 60 cm	30,72 cm	⋮		⋮
Mündung	h = 86,6 cm	0	⋮	0	⋮
		–	⋮	0	
	h = 100 cm				

$\Big\}$ Werte siehe Excel-Sheet

Schritt 3: Diagramm zeichnen

sd

Wertetabelle zu 2.4: Energiewerte als Funktion der Höhe über Grundlinie

Ausl. s in m	Höhe h in m	Eges in J	Epot in J	Esp in J	Ekin in J
0,60	0,35	1534,64	34,64	1500,00	0,00
0,50	0,43	1534,64	43,30	1041,67	449,67
0,40	0,52	1534,64	51,96	666,67	816,01
0,30	0,61	1534,64	60,62	375,00	1099,02
0,20	0,69	1534,64	69,28	166,67	1298,69
0,10	0,78	1534,64	77,94	41,67	1415,03
0,05	0,82	1534,64	82,27	10,42	1441,95
0,03	0,84	1534,64	84,44	2,60	1447,60
0,00	0,87	1534,64	86,60	0,00	1448,04
0,00	0,90	1534,64	90,00	0,00	1444,64
0,00	1,00	1534,64	100,00	0,00	1434,64
0,00	1,10	1534,64	110,00	0,00	1424,64