Klausur Physik I 28.8.13

Lösungsvorschlag

Verständnis

1.) Anzahl Winkel in 3D, wenn $|\underline{X}|$ bekannt: 2

2.) Impulserh. in x, wenn v const in z?: Ja

3.) Bed. für $\underline{F_i}$, $\underline{v}$ für Kreisbahn ($|\underline{v}|$=const): $\sum_i \underline{F_i} \perp \underline{v} + \underbrace{|\sum \underline{F_i}|}_{=\text{const}}$

4.) He-Ballon im Auto nach hinten:

a.) Trägheit der Luft beschleunigt Luft im Bezugssystem Auto nach vorne, dasselbe gilt für Helium

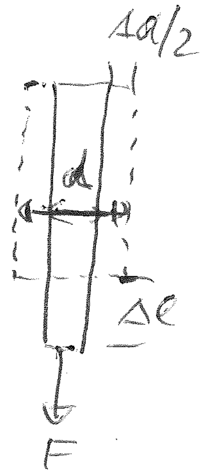
b.) Steigender Luftdruck im Auto vorne beschleunigt He-Ballon nach hinten (He-Ballon ist weniger dicht als Luft ⇒ Bewegung hin zu geringerem Druck)

5.) rollendes Rad Zshg $|\underline{v}|, |\underline{\omega}|$:

$|\underline{V}|$ R $\quad |\underline{V}| = \frac{2\pi R}{T} = |\underline{\omega}| \cdot R$ $\quad$ R: Radius des Rades

6.) Poissonzahl: $\mu = \frac{\frac{\Delta d}{d}}{\frac{\Delta l}{l}}$

Δd: Dickenänd.
d: Dicke
Δl: Längenänd.
l: Länge



7.) Vibrationsfreiheitsgrade H_2: $6-3-2 = \underline{\underline{1}}$

8.) Abnahme ⌀ Wasserstrahl beim Fall aus Wasserhahn:

a.) Wasser wird durch g beschleunigt ⇒ Wasser unten schneller als oben

b.) $\frac{\text{Durchfluß}}{\text{Zeit}}$ = const mit Durchfluß $A \cdot v \cdot \rho$

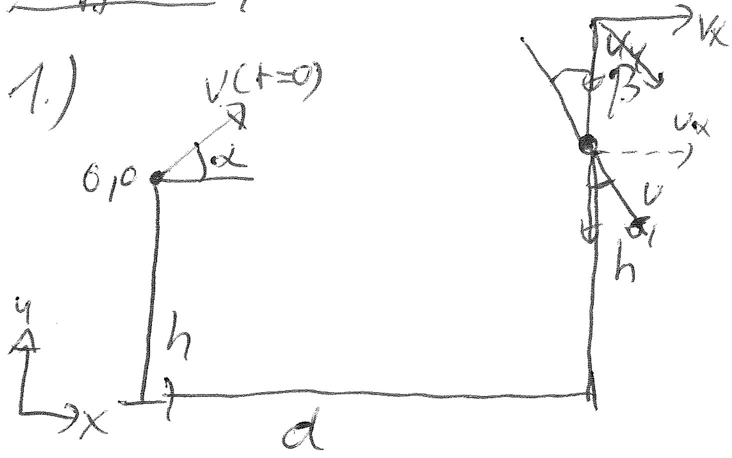
↑ Querschnitt ↑ Dichte

$A = \frac{\pi}{4} d^2$

↑ Durchmesser

Aufgaben:

1.)



$h = 2{,}5\,m \qquad h' = 3{,}05\,m$

$\alpha = 60^\circ \qquad d = 4{,}5\,m$

$g = 9{,}8\,\frac{m}{s^2}$

$x_t = 4{,}5\,m \qquad y_t = 0{,}55\,m$

a.) $\underline{v(t=0) = ?}$; $v(t=0) := v_0$

$x(t) = v_x \cdot t \qquad y(t) = v_y \cdot t - g\frac{t^2}{2} \qquad v_x = v_0 \cdot \cos\alpha \quad v_y = v_0 \cdot \sin\alpha$

gesucht: $x_t = 4{,}5\,m \quad y_t = 3{,}05\,m - 2{,}50\,m = 0{,}55\,m$

$x_t = v_0 \cdot \cos\alpha\, t \qquad \Rightarrow v_0 = \frac{x_t}{\cos\alpha \cdot t}$

$y_t = v_0 \cdot \sin\alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2} \qquad \Rightarrow y_t = x_t \tan\alpha - g\frac{t^2}{2}$

$\Rightarrow t = \sqrt{\frac{2(x_t \tan\alpha - y_t)}{g}} = \sqrt{1{,}48\,s^2} = 1{,}21\,s$

$\Rightarrow \underline{\underline{v_0 = 7{,}4\,\frac{m}{s}}}$

c) $\underline{\beta = ?}$; $v_x = v_0 \cdot \cos\alpha \qquad v_y = v_0 \cdot \sin\alpha - g \cdot t$

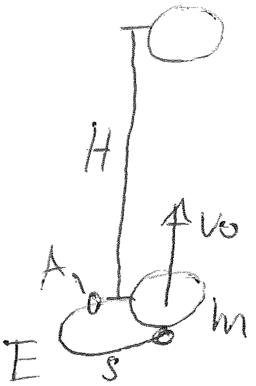
$= 3{,}7\,\frac{m}{s} \qquad = -5{,}45\,\frac{m}{s}$

$\beta = \arctan\frac{|v_x|}{|v_y|} = \underline{\underline{34^\circ}}$

b.) $\underline{\Delta t = ?}$; s.o. $\underline{\underline{1{,}21\,s}}$

16'

2.) Ball am Seilende:



$A = 10^{-5}\,m^2$ $l = s = 10\,m$ $E = 10^7\,N/m^2$

$v_0 = 20\,\frac{m}{s}$ $m = 0{,}3\,kg$ $g = 9{,}8\,\frac{m}{s^2}$

~~$l = 10m$~~

a.) $D = ?$: $E \cdot \frac{\Delta l}{l} = \frac{F}{A} \Rightarrow F = \underbrace{\frac{E \cdot A}{l}}_{D} \cdot \Delta l$

$$\Rightarrow D = \frac{E \cdot A}{l} = \underline{\underline{10\,\frac{N}{m}}}$$

b.) $H = ?$: Energieerhaltung:

$$\frac{m v_0^2}{2} = m \cdot g\,H + \frac{D}{2}\underbrace{\Delta s}_{=H-s}{}^2 = \frac{m g H}{1} + \frac{D}{2}H^2 + \frac{D}{2}s^2 - D H s$$

$$\Rightarrow \frac{D}{2}H^2 + (mg - Ds)\,H + \left(\frac{D}{2}s^2 - \frac{m}{2}v_0^2\right) = 0$$

$$\Rightarrow H^2 + \underbrace{\left(\frac{2mg}{D} - 2s\right)}_{-p = 19{,}4\,m} \cdot H + \underbrace{\left(s^2 - \frac{m}{D}v_0^2\right)}_{q = 88\,m^2} = 0$$

$\frac{19{,}4}{2} = 9{,}7$

$$\Rightarrow H = \left(\frac{19{,}4}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{19{,}4}{2}\right)^2 - 88}\right) m = \underline{\underline{12{,}2\,m}}$$

c.) $v_{Aufprall} = ?$: $v_{Aufprall} = v_0 = \underline{\underline{20\,\frac{m}{s}}}$

3.) Gas: $N = 6 \cdot 10^{23}$, $T = 300K$, (Rot, Trans aufgetaut)
$m = 3{,}3 \cdot 10^{-27}\,kg$

(a) $\overline{E_{kin}} = ?$: $\overline{E_{kin}} = \underset{\text{Trans}}{\frac{3}{2} k_B T} + \underset{\text{Rot}}{\frac{2}{2} k_B T} = \frac{5}{2} k_B T = 1 \cdot 10^{-20}\,J$

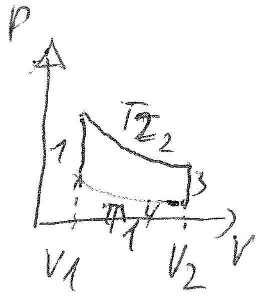
(b.) $|\overline{V}| = ?$: $\frac{m|\overline{V}|^2}{2} = \frac{3}{2} k_B T \Rightarrow |\overline{V}| = \sqrt{\frac{3 k_B T}{m}} = 1900\,\frac{m}{s}$

(c) $N(E_{kin} > 1{,}5\,eV)$?: $N(E_{kin} > 1{,}5\,eV) := N_>$

$$N_> = N \cdot \frac{\int_{1{,}5\,eV}^{\infty} e^{-E/kT}\,dE}{\int_{0\,eV}^{\infty} e^{-E/kT}\,dE} = N \cdot \frac{\left[-kT e^{-E/kT}\right]_{1{,}5\,eV}^{\infty}}{\left[-kT e^{-E/kT}\right]_{0\,eV}^{\infty}} \qquad \left| \begin{array}{l} e^{-\infty} = 0 \\ e^{-0} = 1 \end{array} \right.$$

$$= N \cdot e^{-\frac{1{,}5\,eV}{k_B T}} = N\, e^{-\frac{1{,}5}{0{,}26}} = \cancel{0{,}05}\ \underline{2{,}6}$$

4.) Wärmekraftmaschine:
$V_1 = 10^{-2}\,m^3$ ($T_1 = 300K$, $p_1 = 10^5\,Pa$) $\quad T_2 = 500K$ (isochor)
$V_2 = 3 \cdot V_1$ (isotherm)



(a) Arbeitsleistung pro Umlauf?
(1) 1+3 keine Arbeit da $dV = 0\,m^3$
(2) $pV = NkT \Rightarrow p = \frac{NkT}{V} \Rightarrow W = NkT \int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{V}\,dV$
(isotherm)
$= NkT \ln \frac{V_2}{V_1}$

$\Rightarrow$ (2): $\Delta W = NkT_2 \ln \frac{V_2}{V_1}$
(4): $\Delta W = NkT_1 \ln \frac{V_1}{V_2}$

$$\Rightarrow \Delta W_\Sigma = Nk(T_2 - T_1) \ln \frac{V_2}{V_1} = \underbrace{NkT_1}_{p_1 \cdot V_1} \cdot \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1}\right) \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$\Rightarrow \Delta W_\Sigma = \underbrace{p_1 \cdot V_1}_{10^3\,J} \cdot \underbrace{\frac{T_2 - T_1}{T_1}}_{\frac{5}{3}} \cdot \underbrace{\ln \frac{V_2}{V_1}}_{1,1} = \underline{\underline{1,8 \cdot 10^3\,J}}$$

(b) <u>Wozu Wärmezufuhr?</u>

(c) Isochore Erwärmung = (1)

(d) Isotherme Expansion = (2)

(c) <u>$Q_{\text{zufuhr}} = ?$</u>:

(c) $\Delta W = 0 \quad \Rightarrow \Delta Q = \Delta U = \overset{=3\text{ He-Atome}}{\frac{f}{2}} \cdot N \cdot k_B \cdot \Delta T$

$$= \frac{f}{2} \frac{p_1 V_1}{T_1 \cdot \cancel{k_B}} \cdot \cancel{k_B} \cdot T_2 - T_1$$

$$= \frac{f}{2} \cdot \underbrace{p_1 V_1}_{10^3\,J} \cdot \frac{T_2 - T_1}{T_1} = 2,5 \cdot 10^3\,J$$

(d) $T = \text{const} \Rightarrow \Delta U = 0$

$\Rightarrow \Delta Q = \Delta W_2 = 2,9 \cdot 10^3\,J$ (s. (a))

$$\Rightarrow \Delta Q_{\Sigma,\text{zufuhr}} = \underline{\underline{5,4 \cdot 10^3\,J}}$$
