Lösung Kurzfragen (15 Punkte)

a)Anzahl Luftmoleküle:

$$N = \frac{p \cdot V}{k \cdot T} = \frac{1\,Pa \cdot 4 \cdot 10^{-3}\,m^3}{1{,}38 \cdot 10^{-23}\,J \cdot K^{-1} \cdot 293\,K} = 9{,}88 \cdot 10^{17} \text{ Moleküle}$$

3/20 Punkten

b)Carnot-Prozess:

$$\eta_C = 1 - \frac{293}{673} = 0{,}5646 \quad \text{damit erhält man}$$

die mechanische Leistung $P = \eta_C \cdot \dot{Q} = 0{,}5646 \dfrac{50 \cdot 42 \cdot 10^6\,J}{3600\,s} = 0{,}329\,MW$

4/20 Punkten

c)Feder-Masse Schwinger:

mit $E_{ges} = \frac{1}{2} C \cdot \hat{y}^2$ und $E_{pot} = \frac{1}{2} C \cdot y^2$ folgt mit $E_{kin} = E_{ges} - E_{pot}$

bei gleicher potentieller und kinetischer Energie:

$y^2 = \hat{y}^2 - y^2$ daraus $y = \pm \dfrac{\hat{y}}{\sqrt{2}} = \pm 0{,}707 \cdot \hat{y}$

4/20 Punkten

d)Mathematisches Pendel

mit $\omega_d = \omega_0 \sqrt{1 - D^2}$ ergibt sich für den Dämpfungsgrad D

$$D = \sqrt{1 - \left(\frac{T_0}{T_d}\right)^2} = \sqrt{1 - \left(\frac{0{,}8_0}{0{,}9}\right)^2} = 0{,}458 \quad \text{und die}$$

Dämpfungskonsante $\delta = D \cdot \omega_0 = 3{,}597\ s^{-1}$

die Schwächung nach 2 Perioden ist $e^{-\delta \cdot 2T_d} = 0{,}00154$ also 0,154%

4/20 Punkten

e)Für den Grundton der Saite gilt $\lambda = 2 \cdot l = 1{,}2\,m$

es gilt $c = f \cdot \lambda = \sqrt{\dfrac{F}{\rho \cdot A}} = \sqrt{\dfrac{F \cdot l}{m}}$ daraus $F = \dfrac{f^2 \cdot \lambda^2 \cdot m}{l} = 96\,N$

3/20 Punkten

Lösungsvorschlag Aufgabe 2 (15 Punkte):

a) Isentrope Kompression , es gilt : $\mathbf{p \cdot V^{\kappa} = konstant}$

$$\mathbf{V_2 = V_1 \cdot \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{1/\kappa} = \left(\frac{101\,kPa}{405\,kPa}\right)^{1/1{,}4} \cdot 250\,cm^3 = 92{,}7\,cm^3}$$

4/15 Punkten

b) Die Temperatur der isentrop komprimierten Luft folgt aus $\mathbf{T \cdot V^{\kappa-1} = konst.}$

$$\mathbf{T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{0{,}4} = 435{,}7\,K = 162\ {}^0C}$$

4/15 Punkten

c) Bei der Kompression wurde der Luft die Arbeit $\mathbf{W_{12} = \Delta U = n \cdot C_{mV} \cdot \Delta T}$ zugeführt

$$\mathbf{W_{12} = \frac{V_1 \cdot p_1}{R_m \cdot T_1} mol \cdot 20{,}77\ \frac{J}{mol \cdot K}(435{,}7K - 293{,}15K) = 30{,}57\ J}$$

(alternative Lösung: $\mathbf{W_{12} = \frac{1}{\kappa - 1}(p_2 V_2 - p_1 V_1)}$)

4/15 Punkten

d) Mit der Molmasse M_L=29 g/mol für Luft erhält man bei 50 Pumpstößen die Luftmasse:

$$\mathbf{m = 50 \cdot n \cdot M_L = 50 \cdot 10{,}36\,mmol \cdot 29\,g \cdot mol^{-1} = 15\,g}$$

3/15 Punkten

Aufgabe 3 (15 Punkte), Lösungsvorschlag:

a) Das Massenträgheitsmoment bezüglich der Achse durch D ist:

$$\mathbf{J_D = m\,[\,l_1^2 + \frac{2}{3}r^2 + (l_2 + r)^2\,] = m \cdot 158{,}75\ m^2}$$

3/15 Punkte

b) Das resultierende Drehmoment ist dann:

$$\mathbf{M_r = -m \cdot g \cdot (l_2 + r)\sin\beta + m \cdot g \cdot l_1 \cdot \sin\beta}$$

4/15 Punkte

mit der Näherung $\mathbf{\sin\beta \approx \beta}$ ergibt sich für das rücktreibende Drehmoment:

$$\mathbf{M_r = -(l_2 + r - l_1)\,m \cdot g \cdot \beta}$$

5/15 Punkte

c)Für das physikalische Pendel gilt allgemein: $\mathbf{J_D \cdot \ddot{\beta}(t) = M_r}$

$$\mathbf{158{,}75 \cdot m \cdot \ddot{\beta}(t) + m \cdot g \cdot (l_2 + r - l_1) \cdot \beta(t) = 0}$$

$$\mathbf{\ddot{\beta}(t) + \frac{g(l_2 - l_1 + r)}{158{,}75}\beta(t) = 0}$$

3/15 Punkte

d) Die Kreisfrequenz ω_0 der Schwingung ergibt sich aus dem Koeffizient von β

$$\mathbf{\omega_0 = \sqrt{\frac{9{,}81(10 - 5 + 1{,}5)\ m^2 s^{-2}}{158{,}75\ m^2}} = 0{,}634\ s^{-1}}$$

daraus die Frequenz $\mathbf{f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} = 0{,}101\,s^{-1}}$

<u>Alternative Lösung mit Hilfe des Schwerpunktes S des Pendels</u>:

$\mathbf{\ddot{\beta}(t) + \frac{2m \cdot g \cdot d}{J_D}\beta(t) = 0}$ mit dem Abstand d des S-Punktes vom Drehpunkt D

$\mathbf{d = \frac{l_2 + r - l_1}{2}}$ führt zum selben Ergebnis.