HSD FB EI
Studiengang : EIT

WS 2019 / 12
21.02.2020

Fachprüfung: **Naturwissenschaftliche Grundlagen 2**
Prüfer: **Prof. Dr.-Ing. Prochotta**

Name.. Mat.Nr..............................

Vorname…………………………………………..

Verwenden Sie ausschließlich dokumentenechtes Schreibzeug.

Der Lösungsweg ist bei allen Aufgaben mit anzugeben.

Schreiben Sie Ihren Namen und Matrikelnummer auf jedes Blatt.

Zugelassene Hilfsmittel:
Dokumentenechtes Schreibzeug, Zeichengerät, Taschenrechner, Physikalische Formelsammlung, Mathematische Formelsammlung, maximal drei einseitig handgeschriebene DIN A4 Blätter

Mit meiner eigenhändigen Unterschrift bestätige ich meine Prüfungsfähigkeit.

Unterschrift:

Ich erkläre mich damit einverstanden, dass meine Klausurergebnisse unter meinem „Alias“ veröffentlicht werden. (max. 8 Buchstaben oder Zahlen)

❑ ja ❑ nein

Punktzahl Klausur: Prüfer:

Punktzahl Hausaufgaben:

Gesamtpunktzahl:

Note :

Klausur NWG 2 WS 2019/20 21.02.2020

Name..Mat.Nr.:..........................

Aufgabe 1)

Ein Körper der Masse $m = 5{,}032kg \pm 0{,}019kg$ soll von einer (12P)
Anfangsgeschwindigkeit $v_a = 7{,}387\, m/s \pm 0{,}009\ m/s$ auf eine
Endgeschwindigkeit $v_e = 12{,}002\, m/s \pm 0{,}019\ m/s$ beschleunigt werden.

Bestimmen Sie die dafür notwendige Beschleunigungsarbeit $W_{kin} \pm \Delta W_{kin}$.
Runden Sie das Ergebnis nach DIN 1333.

$$W_B = E_{kin,e} - E_{kin,a} = \frac{1}{2} m v_e^2 - \frac{1}{2} m v_a^2 = \frac{1}{2} m (v_e^2 - v_a^2)$$

$$= \frac{1}{2}\, 5{,}032\, kg\, (12{,}002^2 - 7{,}387^2)\, m^2/s^2$$

$$= 225{,}13227 \frac{kg\, m^2}{s^2}$$

$$\Delta W_B = \left|\frac{\partial W_B}{\partial m} \cdot \Delta m\right| + \left|\frac{\partial W_B}{\partial v_e} \cdot \Delta v_e\right| + \left|\frac{\partial W_B}{\partial v_a} \cdot \Delta v_a\right|$$

$$= \left|\frac{\partial\left(\frac{1}{2} m (v_e^2 - v_a^2)\right)}{\partial m} \cdot \Delta m\right| + \left|\frac{\partial\left(\frac{1}{2} m (v_e^2 - v_a^2)\right)}{\partial v_e} \cdot \Delta v_e\right| + \left|\frac{\partial\left(\frac{1}{2} m (v_e^2 - v_a^2)\right)}{\partial v_a} \cdot \Delta v_a\right|$$

$$= \frac{1}{2}(v_e^2 - v_a^2) \cdot \Delta m + m \cdot v_e \cdot \Delta v_e + m \cdot v_a \cdot \Delta v_a$$

$$= \frac{1}{2}(12{,}002^2 - 7{,}387^2)\frac{m^2}{s^2} \cdot 0{,}019\, kg + 5{,}032\, kg \cdot 12{,}002 \frac{m}{s} \cdot 0{,}019 \frac{m}{s} +$$
$$+ 5{,}032\, kg \cdot 7{,}387 \frac{m}{s} \cdot 0{,}009 \frac{m}{s}$$

$$= 0{,}85006 \frac{kg\, m^2}{s^2} + 1{,}1475 \frac{kg\, m^2}{s^2} + 0{,}3345 \frac{kg\, m^2}{s^2}$$

$$= 2{,}3321 \frac{kg\, m^2}{s^2} \approx 2{,}4\ J$$

$$(W_B \pm \Delta W_B) = \underline{\underline{(225{,}1 \pm 2{,}4)\ J}}$$

Klausur NWG 2 WS 2019/20 21.02.2020

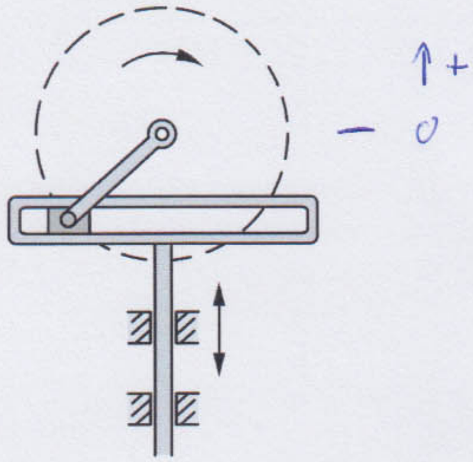
Name...Mat.Nr.:.........................

Aufgabe 2)
Die abgebildete, 18cm lange Kurbel, deren freies Ende in einem Schieber gleitet, rotiert mit der Drehzahl 210 *Umdrehungen/min* .

a) Geben Sie die vertikale Position des Schiebers als Funktion der Zeit an. (4P)

b) Welche Geschwindigkeit hat der Schieber, wenn die Kurbel mit der Vertikalen die Winkel 15° bzw. 90° bildet. (4P)

c) Welche maximale vertikale Beschleunigung hat der Schieber? (4P)



a) $y(t=0) = 0$

$210 \; 1/\text{min} = 3{,}5 \; 1/s \Rightarrow \omega = 2 \cdot \pi \cdot 3{,}5 \; 1/s = 21{,}99 \; 1/s$

$$y(t) = A \cdot \sin(\omega t + \varphi) = \underline{\underline{0{,}18\,m \cdot \sin\left(21{,}99 \tfrac{1}{s} \cdot t\right)}}$$

b) $$v_y(t) = \frac{dy}{dt} = \frac{d(A \cdot \sin \omega t)}{dt} = A \cdot \omega \cdot \cos \omega t = 3{,}96 \tfrac{m}{s} \cdot \cos\left(21{,}99 \tfrac{1}{s} \cdot t\right)$$

$$v_y(\varphi = 15°) = 3{,}96 \tfrac{m}{s} \cdot \cos 96 \tfrac{m}{s} \cdot \cos(90° - 15°) = \underline{\underline{1{,}025 \tfrac{m}{s}}}$$

$$v_y(\varphi = 90°) = 3{,}96 \tfrac{m}{s} \cdot \cos 0° = \underline{\underline{3{,}96 \tfrac{m}{s}}}$$

c) $$a_y(t) = \frac{dv_y}{dt} = \frac{d(A \cdot \omega \cdot \cos \omega t)}{dt} = -A \cdot \omega^2 \cdot \sin \omega t$$

$$|a_y|_{max} = A \cdot \omega^2 = 0{,}18\,m \cdot \left(21{,}99 \tfrac{1}{s}\right)^2 = \underline{\underline{87 \tfrac{m}{s^2}}}$$

Klausur NWG 2 WS 2019/20 21.02.2020

Name..Mat.Nr.:...........................

Aufgabe 3)

a) Berechnen Sie die den minimalen Abstand zweier Punkte, die mit einem Mikroskop mit einer numerischen Apertur A = 0.7 und blauem Licht noch getrennt werden können. (8P)

b) Bestimmen Sie dazu eine sinnvolle maximale Vergrößerung. Begründen Sie diesen Wert. (4P)

a) $\lambda (\text{Blau}) = (420 - 490)\,\text{nm}$

$$y_{min} = \frac{\lambda}{2A} = \frac{420\,\text{nm}}{2 \cdot 0{,}7} = \underline{\underline{300\,\text{nm}}}$$

b) Es ist nicht sinnvoll, y_{min} auf mehr als 0,5mm zu vergrößern, da das Bild sonst unscharf wird.

$$\Rightarrow V_{max} = \frac{0{,}5\,\text{mm}}{300\,\text{nm}} = \underline{\underline{1600\text{ fach}}}$$

Klausur NWG 2 WS 2019/20 21.02.2020

Name...Mat.Nr.:...........................

Aufgabe 4)

a) Wie groß ist die Rotverschiebung $\Delta\lambda/\lambda$ eines Spiralnebels, dessen Fluchtgeschwindigkeit auf Grund des Dopplereffektes zu $15{,}4 \cdot 10^3\ km/s$ bestimmt wurde.
(6P)

b) Welche Wellenlänge λ' ergibt sich für die Heliumlinie D_3 mit $\lambda = 587{,}56\ nm$.
(4P)

a) $v_E = 0$, Sender entfernt sich

$$\left.\begin{array}{l} f_E = f_S \dfrac{1}{1+(v_S/c)} \\ c = \lambda \cdot f \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{c}{\lambda_E} = \frac{c}{\lambda_S} \cdot \frac{1}{1+v_S/c}$$

$$\lambda_E = \lambda_S (1 + v_S/c) \Rightarrow \lambda_E - \lambda_S = \lambda_S \frac{v_S}{c} = \Delta\lambda$$

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{\lambda_S \cdot v_S/c}{\lambda_S} = \frac{v_S}{c} = \frac{15{,}4 \cdot 10^6\ m/s}{300 \cdot 10^8\ m/s} = \underline{\underline{0{,}0513}}$$

b) $$\lambda_E = \lambda_S \left(1 + \frac{\Delta\lambda}{\lambda}\right) = 587{,}56\,nm \cdot 1{,}0513 = \underline{\underline{617{,}72\,nm}}$$

$$\lambda_E = \lambda_S \cdot \frac{1 + v_S/c}{\underbrace{\sqrt{1-(v_S/c)^2}}_{0{,}9987}} = \underline{\underline{618{,}54\ nm}}$$

relativistisch richtige Rechnung

Klausur NWG 2 WS 2019/20 21.02.2020

Name...Mat.Nr.:............................

Aufgabe 5)
Wie groß ist der Wirkungsgrad eines Motorrades in %, das pro Stunde 3,0 kg Benzin verbraucht und dabei eine Leistung von 10,0 PS entwickelt. (10P)
Der Heizwert von Benzin beträgt $10{,}2 \cdot 10^3 \; kcal/kg$

$1\,PS = \; 0{,}736\,kW \qquad 1kcal = \; 4{,}19\,kJ$

$1\,kcal = 4{,}18\,kJ \qquad 1\,PS = 0{,}7355\,kW$

$$P_{in} = \frac{Q}{t} = \frac{3\,kg \cdot 10{,}2 \cdot 10^3\,kcal/kg \cdot 4{,}18\,\frac{kJ}{kcal}}{3600\,s} = 35{,}53\,\frac{kJ}{s}$$

$$= 35{,}53\,kW$$

$$P_{out} = 10\,PS \cdot \frac{0{,}7355\,kW}{PS} = 7{,}355\,kW$$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{7{,}355\,kW}{35{,}53\,kW} = 0{,}207 = \underline{\underline{20{,}7\,\%}}$$

Klausur NWG 2 WS 2019/20 21.02.2020

Name..Mat.Nr.:........................

Aufgabe 6)

In einem Kolben ist die Stoffmenge $n = 3mol$ des als ideal angenommenen Gases CH_4 eingeschlossen. In diesem Zustand sind $p_1 = 1{,}0bar$ und $V_1 = 100Liter$.

Es werden die folgenden zwei Zustandsänderungen durchgeführt:

Von dem Zustand 1 in den Zustand 2 bei konstantem Volumen auf den Druck $p_2 = 2\ p_1$.

Von dem Zustand 2 in den Zustand 3 reversibel adiabatisch auf das Volumen $V_3 = 0{,}5\ V_2$.

a) Bestimmen Sie die Temperaturen T_1, T_2, T_3 sowie den Druck p_3. (4P)

b) Skizzieren sie die beiden Prozesse in einem p,V – Diagramm. (2P)

c) Berechnen Sie die umgesetzte Wärme Q_{12} und Q_{23} sowie die Volumenarbeit W_{12} und W_{23}. (6P)

d) Berechnen Sie die Entropieänderung für die Zustandsänderung 2 → 3 (1P)

e) Zeichnen Sie die Zustandsänderung 2 → 3 in ein TS Diagramm ein. (2P)

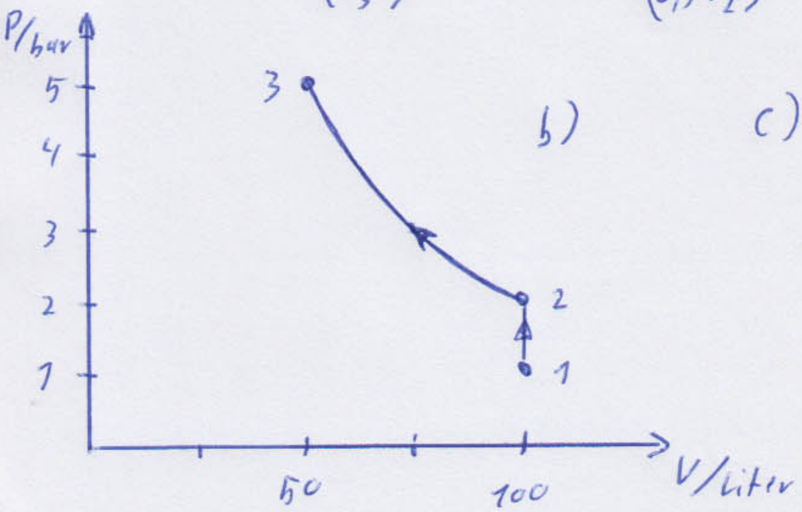
a) $p \cdot V = n \cdot RT \Rightarrow T_1 = \frac{p_1 \cdot V_1}{n \cdot R} = \frac{1 \cdot 10^5 Pa \cdot 0{,}1 m^3}{3 mol \cdot 8{,}314 J/K \cdot mol} = 400{,}93 K \approx \underline{\underline{401 K}}$

$T_2 = T_1 \cdot \frac{p_2}{p_1} = 401 K \cdot \frac{2 bar}{1 bar} = \underline{\underline{802 K}}$

$f(CH_4) = 6 \Rightarrow \varkappa = 1 + 2/f = 4/3$

$T_3 = T_2 \cdot \left(\frac{V_2}{V_3}\right)^{\varkappa - 1} = 802 K \cdot \left(\frac{\cancel{V_2}}{0{,}5 \cancel{V_2}}\right)^{1/3} = \underline{\underline{1010 K}}$

$p_3 = p_2 \cdot \left(\frac{V_2}{V_3}\right)^{\varkappa} = 2 bar \cdot \left(\frac{V_2}{0{,}5 V_2}\right)^{4/3} = 5{,}0397 bar \approx \underline{\underline{5{,}0 bar}}$



c) $C_V = \frac{f}{2} \cdot R = 3R = 24{,}9 \frac{J}{K \cdot mol}$

$Q_{12} = n \cdot C_V \cdot (T_2 - T_1)$

$= 3 mol \cdot 24{,}9 \frac{J}{K \cdot mol} (802 - 401) K$

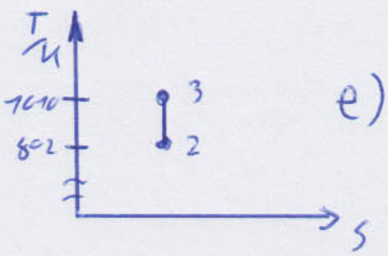
$= 29{,}954 kJ \approx \underline{\underline{30{,}0 kJ}}$

$Q_{23} = 0$, da adiabatisch

$W_{12} = 0$ da isochor

$W_{23} = \frac{1}{\varkappa - 1} (p_3 \cdot V_3 - p_2 \cdot V_2) = \frac{1}{1/3} \cdot (5 \cdot 10^5 Pa \cdot 0{,}05 m^3 - 2 \cdot 10^5 Pa \cdot 0{,}1 m^3)$

$= \underline{\underline{15{,}0 kJ}}$



e)

d) $S_{23} = 0$ da reversibel adiabatisch