

HSD FB EI
Studiengang : EIT

WS 2018 / 19

22.02.2019

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, Zeichengefäß, Taschenrechner, Physikalische Formelsammlung, Mathematische Formelsammlung, maximal zwei einseitig handgeschriebene DIN A4 Blätter

Mit meiner eigenhändigen Unterschrift bestätige ich meine Prüfungsfähigkeit.

Unterschrift:

Ich erkläre mich damit einverstanden dass meine Klausurergebnisse veröffentlicht werden.

ja nein

Punktzahl Klausur:

Prüfer:

Punktzahl Hausaufgaben:

Gesamtpunktzahl:

Note :

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

Aufgabe 1)

Das Energiespektrum der kosmischen Strahlung hat im Energiebereich von 10^{12} eV bis 10^{16} eV gemäß einem Potenzgesetz folgende Verteilung:

Energie E in eV	Teilchenzahl je Energie dN/dE in $\cdot 1/\text{m}^2 \text{ s sr GeV}$
$1 \cdot 10^{12}$	$2 \cdot 10^{-4}$
$1 \cdot 10^{13}$	$5 \cdot 10^{-7}$
$1 \cdot 10^{14}$	$1 \cdot 10^{-9}$
$1 \cdot 10^{15}$	$2 \cdot 10^{-12}$
$1 \cdot 10^{16}$	$5 \cdot 10^{-15}$

- a) Zeichnen Sie auf dem beigegeführten mm Papier ein geeignetes Diagramm dN/dE über E . (4P)
- b) Bestimmen Sie das Gesetz $dN/dE = a \cdot E^b$ (4P)
- c) Bestimmen Sie rechnerisch dN/dE für $E = 2 \cdot 10^{11} \text{ eV}$ (2P)
- d) Wie viel Joule sind $2 \cdot 10^{15} \text{ eV}$? (1P)

a) siehe nächste Seite

$$b) \text{ Dim} := \frac{1}{\text{m}^2 \text{ s sr GeV}}$$

$$b = \frac{\log x_2 - \log x_1}{\log x_2 - \log x_1} = \frac{\log 5 \cdot 10^{-15} - \log 2 \cdot 10^{-4}}{\log 10^{-16} - \log 10^{-12}}$$

$$= \frac{-14,30 - (-3,699)}{16 - 12} = -2,65$$

$$c) = \frac{dN/dE}{\left(\frac{E}{\text{Dim}}\right)^b} = \frac{1 \cdot 10^{-9} \text{ Dim}}{(1 \cdot 10^{14})^{-2,65}} = 1,26 \cdot 10^{28} \text{ Dim}$$

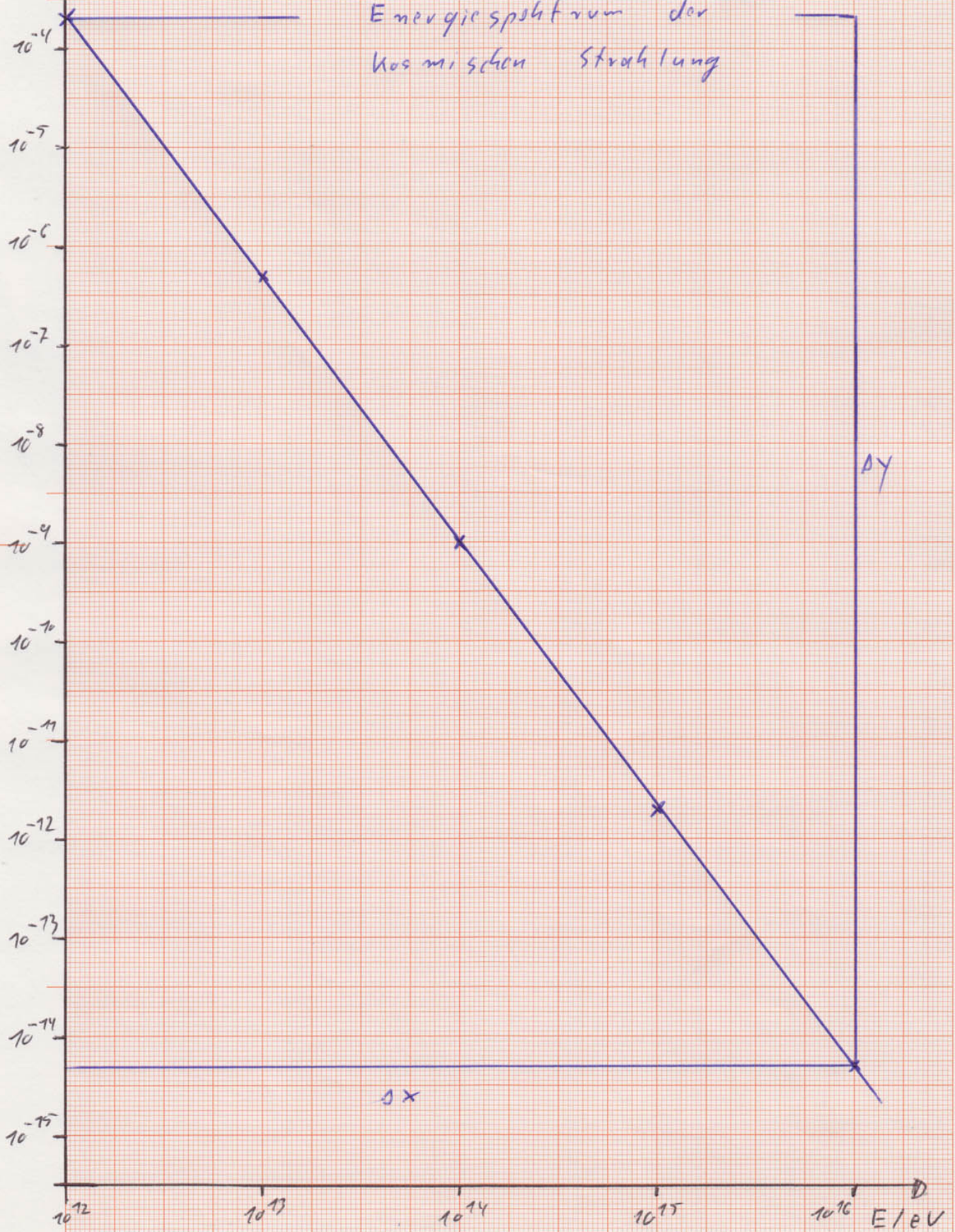
$$\frac{dN}{dE} = 1,26 \cdot 10^{28} \text{ Dim} \cdot \left(\frac{E}{\text{Dim}}\right)^{-2,65}$$

$$c) E = 1,26 \cdot 10^{28} \text{ Dim} \cdot (2 \cdot 10^{11})^{-2,65} = 1,42 \cdot 10^{-2} \text{ Dim}$$

$$d) 2 \cdot 10^{15} \text{ eV} \cdot \frac{1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{\text{eV}} = 3,20 \cdot 10^{-4} \text{ eV J}$$

$\frac{dN}{dE}$
 $1/\text{m}^2 \text{ssr GeV}$
 10^{-3}

Energiespektrum der
kosmischen Strahlung

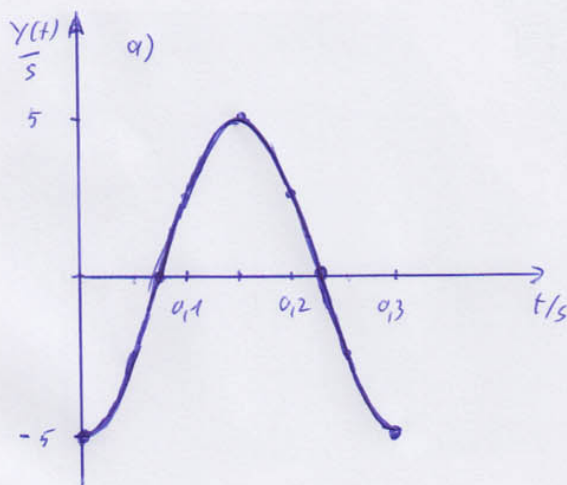


Name.....Mat.Nr.....

Aufgabe 2)

Gegeben ist eine harmonische Schwingung mit der Amplitude $A = 5\text{cm}$,
der Periodendauer $T = 0,3\text{s}$ sowie der Anfangsbedingung $y(0) = -5\text{cm}$.

- a) Zeichnen Sie die Schwingung mit allen relevanten Werten. (3P)
 b) Geben Sie die zugehörige Wellenfunktion $y(t)$ an. (2P)
 c) Wie groß ist die Kreisfrequenz ω ? (1P)
 d) Berechnen Sie die Geschwindigkeit $v(t)$ und die Beschleunigung $a(t)$ (3P)
 e) Wie groß sind v_{\max} und a_{\max} ? (2P)
 f) Wie hängt bei einer harmonischen Schwingung die Frequenz von der Amplitude ab? (1P)



$$b) \underline{\underline{y(t) = -5\text{cm} \cos\left(\frac{2\pi}{0,3\text{s}} \cdot t\right)}}$$

$$c) \omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} = \frac{2 \cdot \pi}{0,3\text{s}} = \underline{\underline{20,9\frac{1}{\text{s}}}}$$

$$d) v(t) = \frac{dy(t)}{dt} = \frac{d 5\text{cm} \left(-\cos\left(\frac{2\pi}{0,3} \cdot t\right)\right)}{dt} = -\frac{100}{3} \pi \frac{\text{cm}}{\text{s}} \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{0,3\text{s}} \cdot t\right)$$

$$= \underline{\underline{1,05 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{0,3\text{s}} \cdot t\right)}} \quad v_{\max}$$

$$a(t) = \frac{dv(t)}{dt} = \frac{d \left(-\frac{100}{3} \pi \frac{\text{cm}}{\text{s}} \cdot \sin\left(\frac{2\pi}{0,3\text{s}} \cdot t\right)\right)}{dt} =$$

$$= \underline{\underline{\frac{2000 \pi^2}{9} \frac{\text{cm}}{\text{s}^2} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{0,3\text{s}} \cdot t\right) = 21,9 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{0,3\text{s}} \cdot t\right)}} \quad a_{\max}$$

f) Die Frequenz ist bei der harmonischen Schwingung von der Amplitude unabhängig

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

Aufgabe 3)

- a) Berechnen Sie die den minimalen Abstand zweier Punkte, die mit einem Mikroskop mit einer numerischen Apertur von 0.65 und grünem Licht noch getrennt werden können. (8P)
- b) Bestimmen Sie dazu eine sinnvolle maximale Vergrößerung. Begründen Sie diesen Wert. (4P)

a) Punktaufklärungsvermögen eines Mikroskops

$$\gamma_{\min} \approx \frac{\lambda}{2 \cdot A} = \frac{550 \text{ nm}}{2 \cdot 0,65} = 423 \text{ nm} \approx \underline{\underline{420 \text{ nm}}}$$

Monochromatisches Licht wird zwischen 520 nm - 565 nm als grün empfunden

b) Sinnvoll sollte dieser auf nicht größer als 0,5 mm vergrößert werden.

Eine weitere Vergrößerung führt nur dazu, daß das Bild unscharf wird

$$V_{\max} \approx \frac{0,5 \text{ mm}}{420 \text{ nm}} = 1190 \approx \underline{\underline{1200 \text{ fachs}}}$$

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

Aufgabe 4)

Die Schallgeschwindigkeit eines Gases wurde zu $c = 206 \text{ m/s}$ bei einem Druck $p = 1,07 \text{ bar}$ ermittelt. Die Dichte des Gases beträgt $\rho = 3,22 \text{ kg/m}^3$.

- a) Bestimmen Sie den Adiabatenexponent. (4P)
- b) Vergleichen Sie den berechneten Adiabatenexponenten mit dem eines idealen zweiatomigen Gases. (2P)
- c) Was ist der wesentliche Unterschied zwischen einem realen und einem idealen Gas? (2P)
- d) Kann man ein ideales Gas verflüssigen? (1P)

$$a) \quad c = \sqrt{\frac{\kappa \cdot p}{\rho}} \Rightarrow \kappa = \frac{\rho \cdot c^2}{p} =$$

$$1 \text{ bar} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 10^{-5} \text{ bar} \quad \left| \quad = \frac{3,22 \text{ kg/m}^3 \cdot \left(206 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{1,07 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}\right.$$

$$= 1,277 \approx \underline{\underline{1,28}}$$

b) Der Adiabatenexponent eines 2-atomigen idealen Gases $= \frac{7}{5} = 1,4$.

Der berechnete Wert ist kleiner.

c) Bei einem realen Gas merkt sich die Anziehungskraft zwischen den Molekülen bemerkbar (und zu einem kleinen Teil das Eigenvolumen der Moleküle).

d) nein

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

Aufgabe 5)

Wie lang muss ein Messingrohr bei 15°C sein und welchen inneren Durchmesser muss es haben, damit es bei 60°C eine Länge von genau 50cm und einen Innendurchmesser von genau 20mm hat.

($\alpha = 18 \cdot 10^{-6}\text{K}^{-1}$)

(10P)

$$\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$= 50\text{cm} \cdot 18 \cdot 10^{-6}\text{K}^{-1} \cdot (15^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C})$$

$$= -0,0405\text{cm}$$

$$\Rightarrow l(15^{\circ}\text{C}) = 50\text{cm} - 0,0405\text{cm} = 49,9595\text{cm} \approx \underline{\underline{49,96\text{cm}}}$$

$$\Delta d = 20\text{mm} \cdot 18 \cdot 10^{-6}\text{K}^{-1} \cdot (-45\text{K})$$

$$= 0,0162\text{mm}$$

$$d(15^{\circ}\text{C}) = 20\text{mm} - 0,0162\text{mm} = 19,9838\text{mm} \approx \underline{\underline{19,98\text{mm}}}$$

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

Aufgabe 6)

In einem Kolben ist die Stoffmenge $n = 2 \text{ mol}$ eines idealen, zweiatomigen Gases eingeschlossen. In diesem Zustand sind $p_1 = 1,0 \text{ bar}$ und $V_1 = 50 \text{ Liter}$. Danach wird das Gas in zwei aufeinander folgenden Prozessen wie folgt erwärmt:

Von dem Zustand 1 in den Zustand 2 bei konstantem Volumen auf den Druck $p_2 = \frac{7}{5} p_1$.

Von dem Zustand 2 in den Zustand 3 bei konstantem Druck p_2 auf das Volumen $V_3 = \frac{3}{2} V_1$.

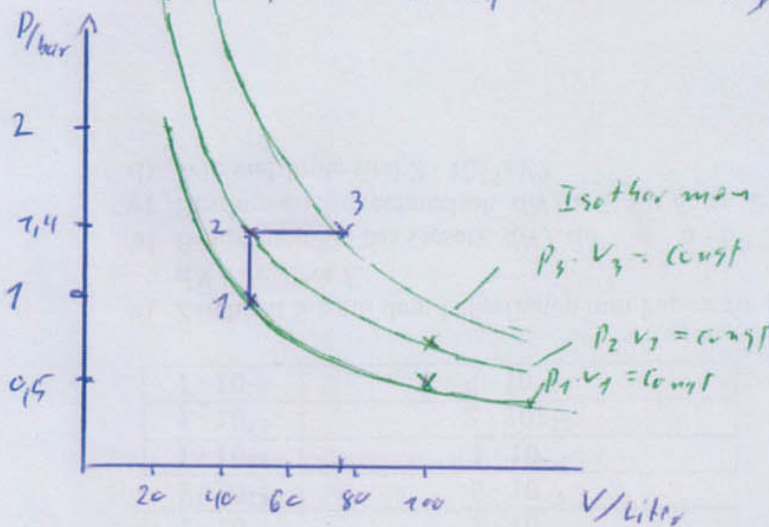
- a) Berechnen Sie die Temperaturen T_1, T_2 und T_3 . (3P)
- b) Skizzieren Sie die beiden Prozesse in einem p, V - Diagramm. (4P)
Zeichnen Sie in das Diagramm die Isothermen von T_1, T_2 und T_3 ein. (1P)
- c) Berechnen Sie die umgesetzte Wärme Q_{12} und Q_{23} sowie die Volumenarbeit W_{12} und W_{23} . (4P)
- d) Welche mittlere kinetische Energie in Elektronenvolt hat ein Molekül des Gases im Anfangszustand 1? (2P)

4) $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$ $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} = \frac{p_3 \cdot V_3}{T_3}$

$$T_1 = \frac{p_1 \cdot V_1}{n \cdot R} = \frac{10^5 \text{ Pa} \cdot 50 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{2 \text{ mol} \cdot 8,314 \text{ J/K} \cdot \text{mol}} = 300,69 \text{ K} \approx \underline{\underline{301 \text{ K}}}$$

$$T_2 = T_1 \cdot \frac{p_2}{p_1} = 300,69 \text{ K} \cdot \frac{7}{5} \frac{\text{Pa}}{\text{Pa}} = 420,97 \text{ K} \approx \underline{\underline{421 \text{ K}}}$$

$$T_3 = T_2 \cdot \frac{V_3}{V_2} = T_1 \cdot \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{V_3}{V_1} = 300,69 \text{ K} \cdot \frac{7}{5} \frac{\text{Pa}}{\text{Pa}} \cdot \frac{3}{2} \frac{\text{L}}{\text{L}} = 631,449 \text{ K} \approx \underline{\underline{631 \text{ K}}}$$



c) $W_{12} = 0$

$$Q_{12} = C_V \cdot \Delta T = n \cdot \frac{f}{2} \cdot R \cdot \Delta T$$

$$= 2 \text{ mol} \cdot \frac{5}{2} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot (420,97 - 300,69) \text{ K} = 5000 \text{ J} = \underline{\underline{5,0 \text{ kJ}}}$$

$$W_{23} = p_2 \cdot (V_3 - V_2) = \frac{7}{5} \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot \left(\frac{3}{2} - 1\right) \cdot 50 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = 3500 \text{ J} = \underline{\underline{3,5 \text{ kJ}}}$$

$$Q_{23} = C_p \cdot \Delta T = (C_V + n \cdot R) \cdot \Delta T = n \cdot \left(\frac{5}{2} + 1\right) \cdot R \cdot \Delta T = 2 \text{ mol} \cdot \frac{7}{2} \cdot 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}} \cdot (631,45 - 420,97) \text{ K} = 12250 \text{ J} \approx \underline{\underline{12,2 \text{ kJ}}}$$

4) $E_{\text{kin}} = \frac{f}{2} \cdot k_B \cdot T = \frac{5}{2} \cdot 1,3802 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 300,69 \text{ K} = 1,0375 \cdot 10^{-20} \text{ J} = 64,76 \text{ meV} \approx 65 \text{ meV}$