

QUESTIONNAIRE

Date :	03.06.24	Horaire :	08:15 - 10:45	Durée :	150 minutes
Discipline :	PHYSI	Type :	écrit	Section(s) :	GSN
					Numéro du candidat :

Punkteverteilung: T: Theorie

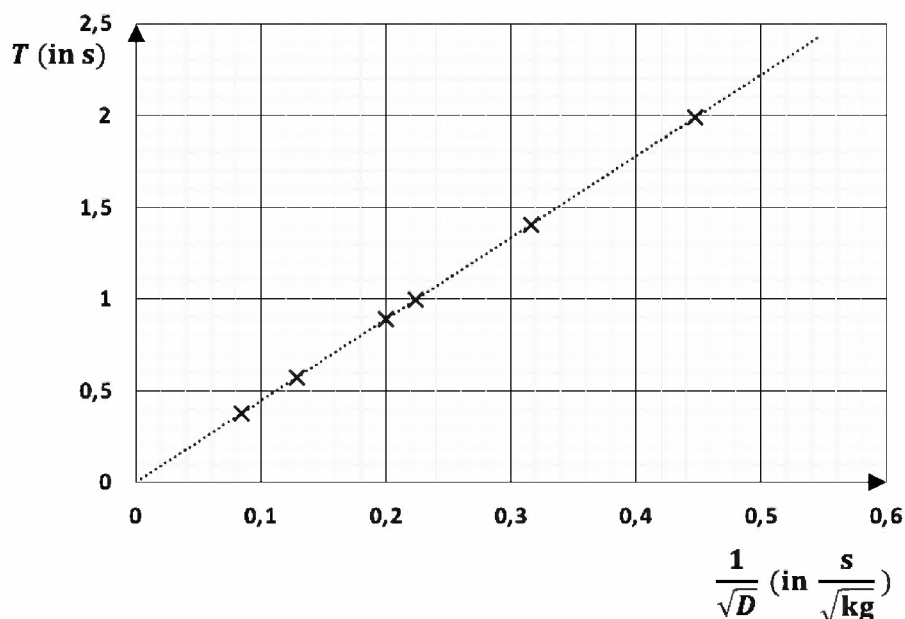
P: Praktikum

A: Aufgaben

1. Praktikum: Federpendel

(11 Punkte)

Mit einem Federpendel soll im Praktikum die unbekannte Masse m eines Körpers bestimmt werden. Der Körper wird nacheinander an sechs verschiedene Federn mit unterschiedlichen Federkonstanten D gehängt und in Schwingung versetzt. Mit einer Stoppuhr wird jeweils die Periodendauer T bestimmt. Bei dem Versuch wird folgendes Diagramm erstellt:



1.1. Erklären Sie kurz, wie man im Praktikum die Schwingungsdauer eines Federpendels mit Hilfe einer Stoppuhr bestimmt. (P:2 P)

1.2. Bestimmen Sie mit Hilfe des Diagramms die Federkonstante der Feder, bei der eine Periode von 1 Sekunde ermittelt wurde. Geben Sie Ihr Resultat in $\frac{N}{m}$ und in $\frac{N}{dm}$ an. (P:3 P)

1.3. Bestimmen Sie die Steigung der Halbgeraden aus dem Diagramm. Berechnen Sie mit Hilfe der Steigung die unbekannte Masse m des Körpers. (P:4 P)

1.4. Berechnen Sie die absolute und die relative Abweichung Ihres berechneten Wertes, wenn der Körper eine Masse von $m = 520$ g besitzt. (P:2 P)

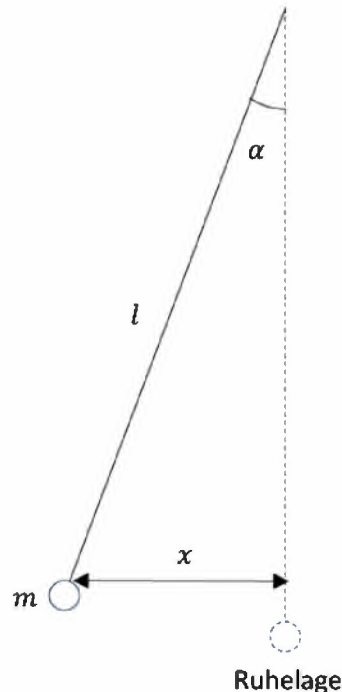
2. Impuls**(9 Punkte)**

Eine Kanone feuert eine Kugel auf einen ihr entgegenkommenden Wagen. Der Wagen hat eine Masse von 2000 kg, und bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von $1,25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ auf die Kugel zu. Die Kugel hat eine Masse von 25 kg und ihre kinetische Energie vor dem Zusammenstoß mit dem Wagen beträgt 125 kJ. Die Kugel bleibt nach dem Zusammenstoß im Wagen stecken.

- 2.1.** Zeigen Sie, dass die Geschwindigkeit der Kugel vor dem Zusammenstoß mit dem Wagen $100 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ beträgt. **(A:1 P)**
- 2.2.** Zeigen Sie mit Hilfe einer Berechnung, dass die Kugel den Wagen stoppt. **(A:3 P)**
- 2.3.** Berechnen Sie die Summe der kinetischen Energien des Wagens und der Kugel vor dem Stoß. **(A:1 P)**
- 2.4.** Berechnen Sie die Summe der kinetischen Energien des Wagens und der Kugel nach dem Stoß. **(A:1 P)**
- 2.5.** Ist der Stoß elastisch oder unelastisch? Begründen Sie ihre Aussage. **(T:1 P)**
- 2.6.** Derselbe Versuch wird wiederholt. In diesem Fall ist der Stoß elastisch. Berechnen Sie die Geschwindigkeiten des Wagens und der Kugel nach dem Zusammenstoß. **(A:2 P)**

3. Fadenpendel**(10 Punkte)**

Eine kleine Kugel der Masse $m = 500 \text{ g}$ ist an einem langen Faden der Länge l befestigt. Die Kugel wird aus ihrer Ruhelage um die Distanz $x = 3,00 \text{ m}$ ausgelenkt, so dass der Faden einen Winkel von $\alpha = 9^\circ$ mit der Vertikalen bildet.



- 3.1. Zeigen Sie, dass der Faden eine Länge von $l = 19,2 \text{ m}$ hat. **(A:1 P)**
- 3.2. Zeigen Sie, dass sich die Kugel in dieser Position in einer Höhe von $h = 23,6 \text{ cm}$ relativ zu ihrer Ruhelage befindet. **(A:1 P)**
- 3.3. Die Kugel wird losgelassen. Zeigen Sie, dass die Geschwindigkeit der Kugel, wenn sie durch die Ruhelage schwingt, $2,15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ beträgt. **(A:2 P)**
- 3.4. Berechnen Sie, wie lange es dauert bis die Kugel zum ersten Mal durch die Ruhelage schwingt. **(A:2 P)**
- 3.5. Zeigen Sie, dass die Gesamtenergie des Pendels $1,16 \text{ J}$ beträgt. **(A:1 P)**
- 3.6. Nach ein paar Schwingungen hat das Pendel 870 mJ an die Umgebung abgegeben. Um wieviel Prozent hat die Amplitude in dieser Zeit abgenommen? **(A:3 P)**

4. Transversalwelle**(12 Punkte)**

Eine Transversalwelle breitet sich in Richtung der positiven x -Achse mit einer Geschwindigkeit von $2,0 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$ aus. Ihre Ausbreitung beginnt zum Zeitpunkt $t = 0$ im Koordinatennullpunkt. An diesem Ort ist die Elongation zu diesem Zeitpunkt gleich null; sie nimmt unmittelbar danach zunächst zu. Die Amplitude der Welle beträgt 4 cm und die Periodendauer beträgt 3 s.

- 4.1.** Zeigen Sie, dass die Wellenlänge der Welle 6 cm beträgt. **(A:1 P)**
- 4.2.** Schreiben Sie die Wellengleichung $y(x,t)$ für diese Welle an. **(A:2 P)**
- 4.3.** Zeichnen Sie die Elongation y der Welle als Funktion der Distanz x zum Zeitpunkt $t = T$ für das Intervall $[0, \lambda]$ **(A:4 P)**
- 4.4.** Erklären Sie anhand des Diagramms in **4.3.** warum die Geschwindigkeit des Teilchens am Ort $x = 4,5$ cm zum Zeitpunkt $t = T$ null ist. **(A:2 P)**
- 4.5.** Berechnen Sie die maximale Geschwindigkeit des Teilchens am Ort $x = 4,5$ cm. Wann wird diese Geschwindigkeit zum ersten Mal erreicht? **(A:3 P)**

5. Plattenkondensator

(10 Punkte)

Ein Plattenkondensator mit kreisrunden Platten besitzt eine Kapazität von $50\ \mu\text{F}$. Der Abstand der Platten beträgt $0,01\ \mu\text{m}$. Zwischen den Platten des Kondensators befindet sich Luft.

5.1. Berechnen Sie den Radius der Kondensatorplatten in mm. (A:2 P)

5.2. Der Kondensator wird mit einem zweiten Kondensator mit unbekannter Kapazität C parallel geschaltet. Beide parallel geschalteten Kondensatoren werden mit einem dritten Kondensator mit der gleichen Kapazität C wie der zweite Kondensator in Reihe geschaltet. Die Gesamtkapazität der Schaltung beträgt $25\ \mu\text{F}$.

Skizzieren Sie die Schaltung und berechnen Sie C .

(A:4 P)

5.3. Der vollständig geladene Ersatzkondensator der Schaltung aus Frage **5.2** wird über einen Widerstand R entladen. Nach $t = 1\ \text{s}$ hat die Ladung der positiven Kondensatorplatte um 8% abgenommen. Berechnen Sie den Widerstand R in $\text{M}\Omega$ sowie die Zeitkonstante.

(A:4 P)

6. Quantenphysik

(8 Punkte)

In einem Experiment trifft Licht mit der Wellenlänge 320 nm auf eine Cäsiumschicht. Es wird festgestellt, dass nur die Hälfte der Energie eines eintreffenden Lichtphotons in kinetische Energie eines freigesetzten Elektrons umgewandelt wird.

- 6.1. Was passiert mit der anderen Hälfte der Photonenenergie? Erklären Sie. (T:2 P)
- 6.2. Berechnen Sie die Energie des eintreffenden Lichts in eV. (A:1 P)
- 6.3. Berechnen Sie die Ablösearbeit von Cäsium in eV. (A:1 P)
- 6.4. Berechnen Sie die kinetische Energie der freigesetzten Elektronen in eV. (A:1 P)
- 6.5. Berechnen Sie die Geschwindigkeit der freigesetzten Elektronen. (A:1 P)
- 6.6. Welche Bedingung muss das auf die Cäsiumschicht auftreffende Licht erfüllen, damit die Anzahl der freigesetzten Elektronen sich erhöht? (T:1 P)
- 6.7. Welche Bedingung muss das auf die Cäsiumschicht auftreffende Licht erfüllen, damit die kinetische Energie der freigesetzten Elektronen sich erhöht? (T:1 P)

Physikalische Konstanten

Physikalische Konstante	Symbol	Wert	SI-Einheit
Avogadro-Konstante	N_A	$6,022 \cdot 10^{23}$	mol^{-1}
Elementarladung	e	$1,602 \cdot 10^{-19}$	C
Lichtgeschwindigkeit	c	$2,998 \cdot 10^8$	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
Planck-Konstante	h	$6,626 \cdot 10^{-34}$	J · s
elektrische Feldkonstante	ϵ_0	$8,854 \cdot 10^{-12}$	$\text{C} \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$
Ruhemasse des Elektrons	m_e	$9,109 \cdot 10^{-31}$	kg
Ruhemasse des Protons	m_p	$1,673 \cdot 10^{-27}$	kg
Ruhemasse des Neutrons	m_n	$1,675 \cdot 10^{-27}$	kg
Ruhemasse des α -Teilchens	m_α	$6,645 \cdot 10^{-27}$	kg

Umwandlung von Einheiten außerhalb des SI-Systems

atomare Masseneinheit	1 u	$1,6605 \cdot 10^{-27}$	kg
Elektronvolt	1 eV	$1,602 \cdot 10^{-19}$	J
Jahr	1 a	365,25	d (Tage)

Formelsammlung Trigonometrie

$\sin^2 x + \cos^2 x = 1$	$\tan x = \frac{\sin x}{\cos x}$	
$\cos^2 x = \frac{1}{1 + \tan^2 x}$	$\sin^2 x = \frac{\tan^2 x}{1 + \tan^2 x}$	$1 + \tan^2 x = \frac{1}{\cos^2 x}$
$\sin(-x) = -\sin(x)$	$\sin(\pi - x) = \sin(x)$	$\sin(\pi + x) = -\sin(x)$
$\cos(-x) = \cos(x)$	$\cos(\pi - x) = -\cos(x)$	$\cos(\pi + x) = -\cos(x)$
$\tan(-x) = -\tan(x)$	$\tan(\pi - x) = -\tan(x)$	$\tan(\pi + x) = \tan(x)$
$\sin\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = \cos(x)$		$\sin\left(\frac{\pi}{2} + x\right) = \cos(x)$
$\cos\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = \sin(x)$		$\cos\left(\frac{\pi}{2} + x\right) = -\sin(x)$
$\tan\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = \cot(x)$		$\tan\left(\frac{\pi}{2} + x\right) = -\cot(x)$
$\sin(x + y) = \sin x \cos y + \cos x \sin y$	$\tan(x + y) = \frac{\tan x + \tan y}{1 - \tan x \tan y}$	
$\sin(x - y) = \sin x \cos y - \cos x \sin y$		
$\cos(x + y) = \cos x \cos y - \sin x \sin y$	$\tan(x - y) = \frac{\tan x - \tan y}{1 + \tan x \tan y}$	
$\cos(x - y) = \cos x \cos y + \sin x \sin y$		
$\sin 2x = 2 \sin x \cos x$	$2 \cos^2 x = 1 + \cos 2x$	
$\cos 2x = \cos^2 x - \sin^2 x$	$2 \sin^2 x = 1 - \cos 2x$	
$\sin 2x = \frac{2 \tan x}{1 + \tan^2 x}$	$\cos 2x = \frac{1 - \tan^2 x}{1 + \tan^2 x}$	$\tan 2x = \frac{2 \tan x}{1 - \tan^2 x}$
$\sin 3x = 3 \sin x - 4 \sin^3 x$	$\cos 3x = -3 \cos x + 4 \cos^3 x$	
$\sin x + \sin y = 2 \sin\left(\frac{x+y}{2}\right) \cos\left(\frac{x-y}{2}\right)$	$\tan x + \tan y = \frac{\sin(x+y)}{\cos x \cos y}$	
$\sin x - \sin y = 2 \sin\left(\frac{x-y}{2}\right) \cos\left(\frac{x+y}{2}\right)$	$\tan x - \tan y = \frac{\sin(x-y)}{\cos x \cos y}$	
$\cos x + \cos y = 2 \cos\left(\frac{x+y}{2}\right) \cos\left(\frac{x-y}{2}\right)$		
$\cos x - \cos y = -2 \sin\left(\frac{x+y}{2}\right) \sin\left(\frac{x-y}{2}\right)$		
$\sin x \cos y = \frac{1}{2} [\sin(x+y) + \sin(x-y)]$		
$\cos x \cos y = \frac{1}{2} [\cos(x+y) + \cos(x-y)]$		
$\sin x \sin y = \frac{1}{2} [\cos(x-y) - \cos(x+y)]$		

Formelsammlung

Mechanik

$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$	$\Sigma \vec{p} = \Sigma \vec{p}'$	$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$
$\Delta E_{\text{mech}} = -\frac{1}{2} \frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2} (v_{1x} - v_{2x})^2$		
$v'_{1x} = \frac{m_1 \cdot v_{1x} + m_2 \cdot (2v_{2x} - v_{1x})}{m_1 + m_2}$	$v'_{2x} = \frac{m_2 \cdot v_{2x} + m_1 \cdot (2v_{1x} - v_{2x})}{m_1 + m_2}$	

Schwingungen

$T = \frac{t}{n}$	$f = \frac{1}{T}$	$\omega = 2\pi \cdot f$
$F_{r,y} = -D \cdot y(t)$	$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{D}}$	$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$
$y(t) = y_{\text{max}} \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0)$	$v_y(t) = \omega \cdot y_{\text{max}} \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0)$	$a_y(t) = -\omega^2 \cdot y_{\text{max}} \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0)$
$E_{\text{pot}}(t) = \frac{1}{2} D \cdot y_{\text{max}}^2 \cdot \sin^2(\omega \cdot t + \varphi_0)$	$E_{\text{kin}}(t) = \frac{1}{2} D \cdot y_{\text{max}}^2 \cdot \cos^2(\omega \cdot t + \varphi_0)$	$E_{\text{ges}} = \frac{1}{2} D \cdot y_{\text{max}}^2$
$y(t) = 2y_{\text{max}} \cdot \cos\left[2\pi \cdot \left(\frac{f_1 - f_2}{2}\right) \cdot t\right] \cdot \sin\left[2\pi \cdot \left(\frac{f_1 + f_2}{2}\right) \cdot t\right]$	$f_s = f_1 - f_2 $	$f = \frac{f_1 + f_2}{2}$

Wellen

$v_{ph} = \lambda \cdot f$	$v_{ph} = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$	$\mu = \frac{m}{l}$
$y(x, t) = y_{\text{max}} \cdot \sin\left[2\pi \cdot \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) + \varphi_0\right]$	$f_n = \frac{n+1}{2l} \cdot v_{ph}$	$f_n = \frac{2n+1}{4l} \cdot v_{ph}$
$\Delta s = k \cdot \lambda$	$\Delta \varphi = k \cdot 2\pi$	$\Delta s = (2k+1) \cdot \frac{\lambda}{2}$
$d_k = \frac{k \cdot \lambda \cdot D}{g}$	$d_k = \frac{k \cdot \lambda}{2 \cdot n}$	$d_k = \frac{(2k+1) \cdot \lambda}{4 \cdot n}$

Elektrotechnik

$\vec{F}_{\text{el},1 \text{ auf } 2} = -\vec{F}_{\text{el},2 \text{ auf } 1} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \cdot \vec{u}_{1,2}$	$\vec{E} = \frac{\vec{F}_{\text{el}}}{q}$	$E = \frac{U}{d}$
$C = \frac{Q}{U}$	$C = \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{A}{d}$	$E_{\text{pot,el}} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$
$C_{\text{ges}} = C_1 + C_2$	$\frac{1}{C_{\text{ges}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$	$\tau = R \cdot C$
$I(t) = I_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$	$U_C(t) = U_0 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$	$Q(t) = Q_0 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$
$I(t) = -I_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$	$U_C(t) = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$	$Q(t) = Q_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$

Quantenmechanik

$E = h \cdot f$	$E = W_A + E_{\text{cin}}$	$h = \frac{e(U_{G1} - U_{G2})}{f_1 - f_2}$
-----------------	----------------------------	--