

EXAMEN DE FIN D'ÉTUDES SECONDAIRES GÉNÉRALES

Sessions 2023 – QUESTIONNAIRE ÉCRIT

Date :	08.06.23	Durée :	08:15 - 10:45	Numéro candidat :	
Discipline :	Physique	Section(s) :	GSN		

P: Praktikum

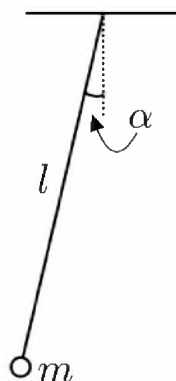
T: Theorie

A: Aufgabe

1. Praktikum: Fadenpendel

(12 Punkte)

Im Physikpraktikum soll die Gleichung für die Periodendauer T eines Fadenpendels überprüft werden. Hierfür hängt eine Schülerin eine kleine Stahlkugel der Masse m an einen dünnen Faden der Länge l . Die Kugel wird um den Winkel α aus der Gleichgewichtslage ausgelenkt und sich selbst überlassen.



Die Zeit t für ein zehnmaliges Hin- und Herschwingen wird von der Schülerin bestimmt. Die Fadenlänge wird anschließend verändert, und der Versuch wird 6-mal wiederholt. Die Messwerte sind in folgender Tabelle zusammengefasst:

Versuch	l (in cm)	t (in s)
1	20	8,01
2	40	13,01
3	60	15,30
4	80	18,20
5	100	19,85
6	120	22,00

1.1. Warum misst die Schülerin die Zeit t und nicht die Periodendauer T ?

(P : 1 Punkt)

1.2. Zeichnen Sie ein Diagramm, in dem die Periodendauer im Quadrat T^2 in Funktion der Fadenlänge l dargestellt ist.

(P : 4 Punkte)

1.3. Bestimmen Sie die Fallbeschleunigung g auf der Erde anhand des Diagramms.

(P : 4 Punkte)

1.4. Bestimmen Sie die relative Abweichung ihres Wertes für die Fallbeschleunigung, wenn der tatsächliche Wert der Fallbeschleunigung $g_{Erde} = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ beträgt. (P : 1 Punkt)

1.5. Wie hängt die Periodendauer T von der Masse m und dem Winkel α ab? Erklären Sie.

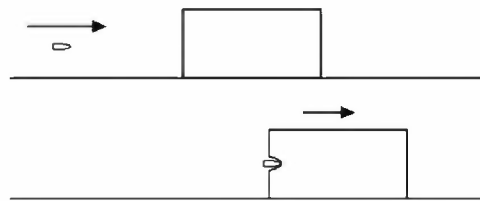
(T : 2 Punkte)

2. Impuls**(8 Punkte)**

Ein Geschoss der Masse $m_G = 50 \text{ g}$ und der Geschwindigkeit $v_G = 300 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ trifft auf eine Kiste mit einer Masse von $m_K = 100 \text{ kg}$. Die Kiste befindet sich auf einer reibungslosen horizontalen Unterlage und ist vor dem Aufprall der Kugel in Ruhe. Die Geschwindigkeit der Kiste nach dem Zusammenprall ist v'_K . Die Geschwindigkeit des Geschosses nach dem Zusammenprall ist v'_G .

Wir untersuchen zwei Fälle:

2.1. Im ersten Fall nehmen wir an, dass die Kugel nach dem Aufprall in der Kiste stecken bleibt.



2.1.1. Zeigen Sie, ausgehend vom Impulserhaltungssatz, dass sich die Geschwindigkeit der Kiste nach dem Stoß berechnen lässt, durch:

$$v'_K = \frac{m_G v_G}{m_G + m_K}$$

(T : 2 Punkte)

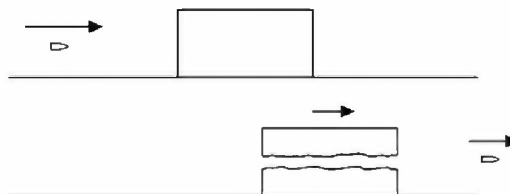
2.1.2. Berechnen Sie v'_K .

(A : 1 Punkt)

2.1.3. Berechnen Sie die Wärme, die bei dem Aufprall der Kugel entsteht.

(A : 2 Punkte)

2.2. Im zweiten Fall durchschlägt die Kugel die Kiste und fliegt danach mit einer Geschwindigkeit von $150 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ weiter.

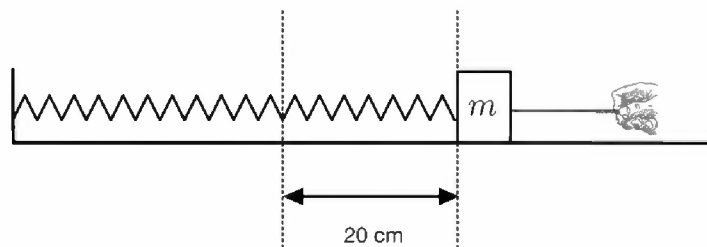


2.2.1. Handelt es sich in diesem Fall um einen elastischen oder unelastischen Stoß? Begründen Sie ihre Antwort mit einer Berechnung.

(A : 3 Punkte)

3. Schwingungen**(9 Punkte)**

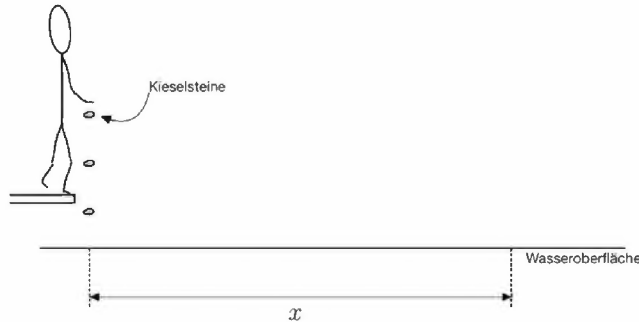
Ein Körper der Masse $m = 100 \text{ g}$ befindet sich in Ruhe auf einer reibungslosen horizontalen Unterlage und ist an einer Feder mit $D = 2 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$ befestigt. Der Körper befindet sich 20 cm von seiner Ruhelage entfernt, und wird von einem Schüler in dieser Position festgehalten.



- 3.1.** Berechnen Sie den Betrag und die Richtung der Kraft, die in dieser Position von dem Schüler auf den Körper ausgeübt wird. (A : 1 Punkt)
- 3.2.** Berechnen Sie die Beschleunigung des Körpers, in dem Moment, wo der Schüler den Körper loslässt. (A : 2 Punkte)
- 3.3.** Nachdem der Körper losgelassen wird, führt er eine harmonische Schwingung aus. Berechnen Sie die Periodendauer dieser Schwingung. (A : 1 Punkt)
- 3.4.** Schreiben Sie das Elongation-Zeit Gesetz für diese Schwingung. (A : 2 Punkte)
- 3.5.** Wird das Experiment auf einer Schulbank ausgeführt, so nimmt die Amplitude der Schwingung nach einer kurzen Zeit um 40 % ab. Wieviel Energie wurde in dieser Zeit an die Umgebung abgegeben? (A : 3 Punkte)

4. Wellen**(13 Punkte)**

- 4.1.** Eine harmonische Schwingung mit der Amplitude y_{max} und der Periodendauer T breitet sich längs einer Oszillatorenkette in positive Richtung mit der Phasengeschwindigkeit v_{ph} und der Wellenlänge λ aus. Stellen sie die generelle Wellengleichung $y(x,t)$ für ein Teilchen auf, das sich in der Entfernung x vom Ursprung befindet. (T : 4 Punkte)



Ein Schüler lässt wie im Bild dargestellt, Kieselsteine in einen Teich fallen. Alle zwei Sekunden trifft ein Stein auf die Wasseroberfläche auf. Durch das Aufschlagen der Steine auf das Wasser entsteht eine transversale Welle mit der Amplitude von 4 cm, die sich mit einer Geschwindigkeit von 2 m/s ausbreitet. Wir nehmen an, dass der erste Stein die Wasseroberfläche zum Zeitpunkt $t = 0$ s berührt.

- 4.2.** Was versteht man unter dem Begriff "transversale Welle"? (T : 1 Punkt)
- 4.3.** Berechnen Sie die Wellenlänge dieser Welle. (A : 1 Punkt)
- 4.4.** Ein Wasserteilchen auf der Wasseroberfläche befindet sich zum Zeitpunkt t in einer Distanz x vom Aufschlagort der Steine entfernt. Schreiben Sie die Wellengleichung für dieses Wasserteilchen. (A : 2 Punkte)
- 4.5.** Ein Wasserteilchen auf der Wasseroberfläche befindet sich $x = 10$ m vom Aufschlagort der Steine entfernt.
- 4.5.1.** Berechnen Sie die Elongation dieses Teilchens zum Zeitpunkt $t = 1$ s.

(A : 1 Punkt)

- 4.5.2.** Zeichnen Sie die Elongation dieses Teilchens in Funktion der Zeit vom Zeitpunkt $t = 0$ s bis zum Zeitpunkt $t = 10$ s. (A : 4 Punkte)

5. Elektrotechnik (9 Punkte)

Defibrillatoren dienen dazu lebensgefährliche Herzrhythmusstörungen zu unterbrechen. Defibrillatoren verfügen über einen Kondensator ($40\ \mu\text{F}$), der in einem ersten Schritt mit einer hohen Spannung ($4000\ \text{V}$) aufgeladen wird. In einem zweiten Schritt entlädt sich dieser Kondensator auf Knopfdruck über zwei, am Brustkorb des Patienten befestigte Elektroden; dabei fließt für sehr kurze Zeit ein sehr hoher elektrischer Strom.

5.1. Berechnen Sie die Energie, die vor dem Entladen im Kondensator gespeichert ist.

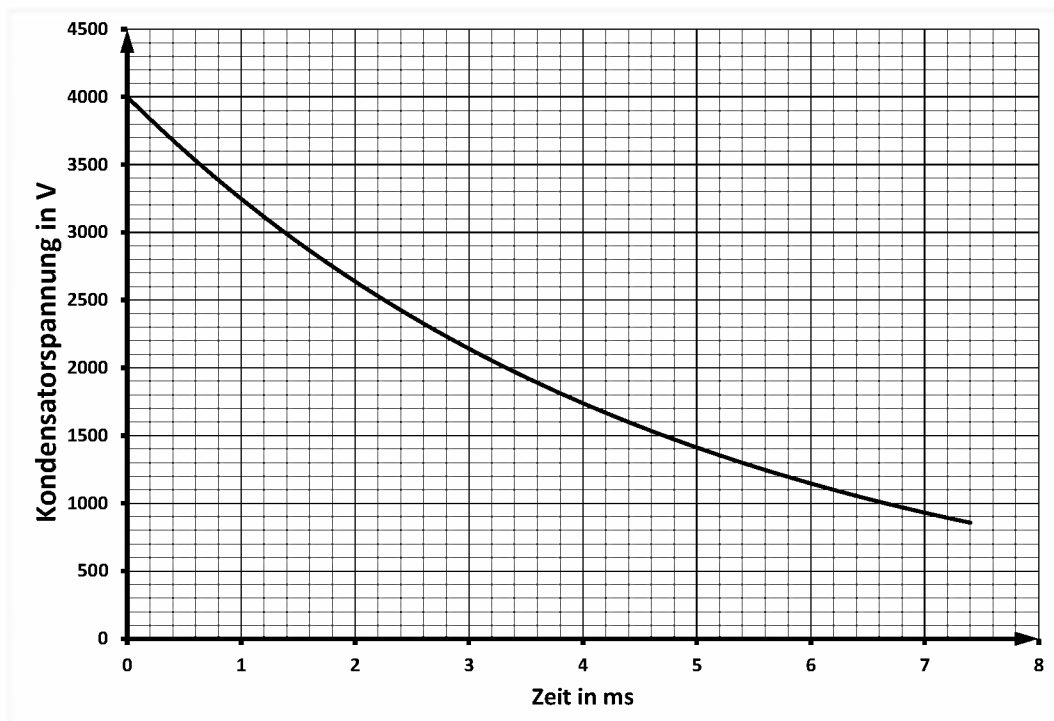
(A : 1 Punkt)

5.2. Berechnen Sie die Ladung des Kondensators vor dem Entladen.

(A : 1 Punkt)

5.3. Beim Einsatz eines Defibrillators wird der Kondensator nicht vollständig entladen.

Folgendes Diagramm zeigt den zeitlichen Verlauf der Spannung des Kondensators bei einem möglichen Stromstoß.



5.3.1. Bestimmen Sie die Energie, die während dem Stromstoß auf den Patienten übertragen wird.

(A : 1 Punkt)

5.3.2. Der Widerstand des Körpers zwischen den Elektroden ist R . Bestimmen Sie R mit Hilfe des Diagramms. (A : 2 Punkte)

5.4. Bestimmen Sie die maximale Stromstärke I_{Max} die durch den Körper fließt.

(A : 1 Punkt)

5.5. Bestimmen Sie die mittlere Stromstärke I die während dem Entladevorgang durch den Körper fließt. (A : 3 Punkte)

6. Grundlagen der Quantenmechanik**(9 Punkte)**

6.1. Schreiben Sie die Gleichung für den Photoeffekt an. Definieren Sie die Symbole f , W_A , und E_{kin} . Geben Sie die SI-Einheiten dieser Symbole an. (T : 3 Punkte)

6.2. Auf eine Photozelle aus Cäsium ($W_A = 1,94 \text{ eV}$) fällt monochromatisches Licht aus einer Lichtquelle die sich in einer gewissen Distanz zur Photozelle befindet. Die herausgelösten Elektronen besitzen eine kinetische Energie von $0,8 \text{ eV}$.

6.2.1. Berechnen Sie die maximale Geschwindigkeit der ausgelösten Elektronen.

(A : 1 Punkt)

6.2.2. Berechnen Sie die Wellenlänge und die Frequenz des einfallenden Lichtes.

(A : 2 Punkte)

6.3. Die Leistung des einfallenden Lichts beträgt $2,1 \text{ W}$. Jedes Photon kann nur ein Elektron aus dem Cäsium "herausschlagen".

6.3.1. Berechnen Sie wie viele Elektronen pro Sekunde aus der Cäsiumschicht austreten.

(A : 1 Punkt)

6.3.2. Wie könnte man die Anzahl der Elektronen, die pro Sekunde aus der Cäsiumschicht austreten vergrößern? Erklären Sie.

(T : 2 Punkte)

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

$v_{ph} = \lambda \cdot f$	$v_{ph} = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$	$\mu = \frac{m}{l}$
$y(x, t) = y_{\text{max}} \cdot \sin\left[2\pi \cdot \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) + \varphi_0\right]$	$f_n = \frac{n+1}{2l} \cdot v_{ph}$	$f_n = \frac{2n+1}{4l} \cdot v_{ph}$
$\Delta s = n \cdot \lambda$	$\Delta \varphi = n \cdot 2\pi$	$\Delta s = (2n' + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$
$d_k = \frac{k \cdot \lambda \cdot D}{g}$	$d_k = \frac{k \cdot \lambda}{2 \cdot n}$	$d_k = \frac{(2k+1) \cdot \lambda}{4 \cdot n}$

Elektrotechnik

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

Quantenmechanik

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