

EXAMEN DE FIN D'ÉTUDES SECONDAIRES – Sessions 2024

QUESTIONNAIRE

Date :	18.09.24	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) Elastischer Stoß (13 Punkte)

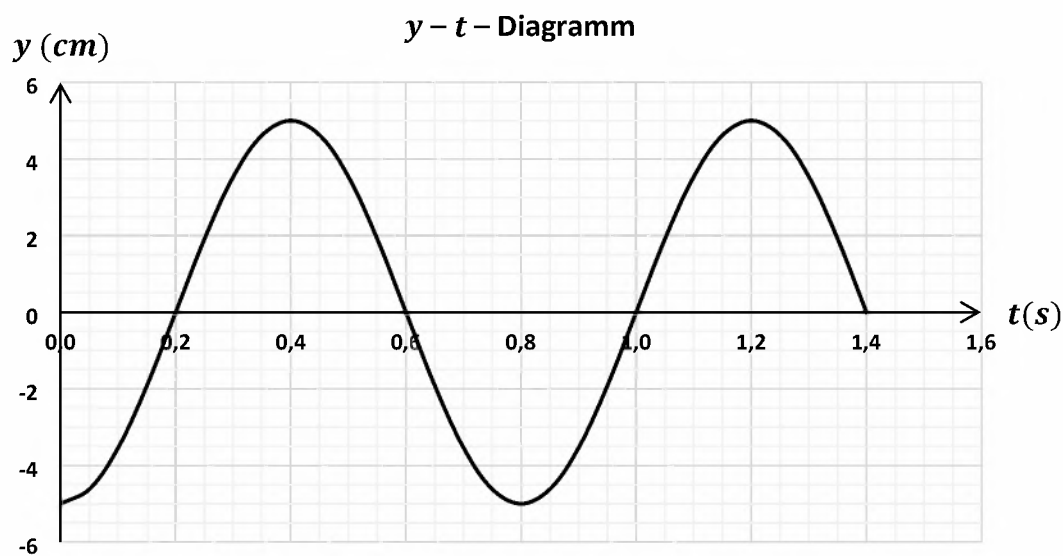
Eine weiße Kugel der Masse $m_1 = 30 \text{ g}$ und der Geschwindigkeit $v_1 = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ stößt zentral und elastisch mit einer ruhenden schwarzen Kugel der Masse $m_2 = 10 \text{ g}$ zusammen.



- 1.1 Berechnen Sie die Geschwindigkeiten der Kugeln nach dem Stoß. (A:2 P)
- 1.2 Berechnen Sie die Beträge der Kräfte, die während dem Zusammenstoß auf die weiße und auf die schwarze Kugel wirken, wenn der Kontakt zwischen den Kugeln 10 Millisekunden andauert. (A:3 P)
- 1.3 Überprüfen Sie den Energie- und den Impulserhaltungssatz für diesen Stoß. (A:5 P)
- 1.4 In welche Richtungen und mit welchen Geschwindigkeiten würden sich die Kugeln nach dem Stoß bewegen, wenn die Masse der schwarzen Kugel viel größer als die der weißen Kugel wäre ($m_2 \gg m_1$)? Begründen Sie Ihre Antwort anhand einer Rechnung. (T:3 P)

2) Fadenpendel und Energie (8 Punkte)

Das folgende Diagramm zeigt die Elongation eines Fadenpendels der Masse $m = 500 \text{ g}$ in Abhängigkeit von der Zeit.



2.1 Entnehmen Sie der graphischen Darstellung die folgenden Größen und geben Sie das Elongations-Zeit-Gesetz dieser Schwingung an. **(A:2 P)**

- die Amplitude
- die Periodendauer
- den Nullphasenwinkel

2.2 Zeigen Sie, dass die potentielle Energie eines Fadenpendels durch den folgenden Ausdruck gegeben ist. **(A:3 P)**

$$E_{pot}(t) = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \frac{g}{l} \cdot y_{max}^2 \cdot \sin^2(\omega \cdot t + \varphi_0)$$

2.3 Berechnen Sie die potentielle Energie des Pendelkörpers nach 10,2 Sekunden und geben Sie mit Hilfe des Ergebnisses die Position des Pendelkörpers zu diesem Zeitpunkt an. Begründen Sie Ihre Antwort. **(A:3 P)**

3) Dünne Schichten (7 Punkte)

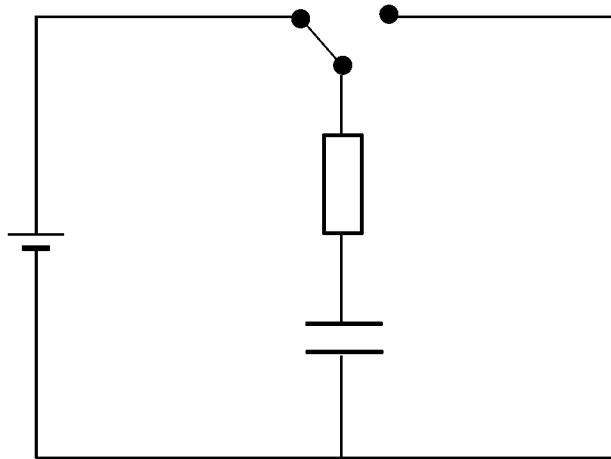
Die Sonneneinstrahlung im UV-B-Bereich (280 – 320 nm) verursacht Sonnenbrände auf der Haut. Um sich vor Sonnenbränden zu schützen, möchte ein Gärtner eine Schutzfolie aus Polyethylenterephthalat (PET) mit einem Brechungsindex von 1,60 auf die Glasscheiben (Brechungsindex: 1,50) seines Gewächshauses kleben.

- 3.1** Leiten Sie die Formel zur Berechnung der Schichtdicke für destruktive Interferenz im durchgehenden Licht bei senkrecht einfallendem Licht her. Begleiten Sie die Herleitung durch eine saubere Skizze und alle notwendigen Erklärungen. **(T:5 P)**
- 3.2** Berechnen Sie die theoretische Mindestdicke der Schutzfolie, damit Licht der Wellenlänge $\lambda = 300 \text{ nm}$ nach dem Durchgang durch die Folie ausgelöscht wird. **(A:2 P)**

4) Fotokamera (13 Punkte)

- 4.1** Wie in der Abbildung dargestellt, wird ein Kondensator über einen Widerstand aufgeladen. Leiten Sie die Formel her, die den Verlauf der Stromstärke in Abhängigkeit von der Zeit beschreibt. Geben Sie alle notwendigen Erklärungen an. **(T:5 P)**

$$I(t) = I_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$$



Zu fotografierende Objekte müssen richtig ausgeleuchtet werden. Dies geschieht mit Hilfe eines Blitzlichtes. Um den Blitz zu erzeugen, wird die in einem $100 \mu\text{F}$ Kondensator gespeicherte Ladungen über einen Widerstand von $0,500 \text{ k}\Omega$ entladen. Anschließend wird der Kondensator mit einer Spannung von 200 V wieder aufgeladen, um für den nächsten Einsatz bereit zu sein.

- 4.2** Berechnen Sie die im geladenen Kondensator gespeicherte Ladung. **(A:1 P)**
- 4.3** Definieren Sie die Zeitkonstante τ und berechnen Sie diese. **(T:2 P)**
- 4.4** Berechnen Sie die maximale auftretende Stromstärke beim Entladen des Kondensators. **(A:1 P)**
- 4.5** Wie viele Millisekunden dauert es, bis der Blitzkondensator nach einer vollständigen Entladung wieder zu 95% geladen ist? **(A:3 P)**
- 4.6** Um längere Belichtungszeiten zu ermöglichen, muss möglicherweise die Blitzdauer erhöht werden. Wie müssten hierfür der Kondensator bzw. der Widerstand verändert werden? **(A:1 P)**

5) Photoeffekt (7 Punkte)

- 5.1** Der Photoeffekt wird durch folgende Gleichung beschrieben: $h \cdot f = W_A + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$
Geben Sie an, was die einzelnen Terme dieser Gleichung bedeuten. **(T:3 P)**

Der Photoeffekt wird unter anderem in Photomultipliern genutzt. Ein Photomultiplier wandelt Licht in ein elektrisches Signal um. Das einfallende Licht löst Elektronen aus einer Kathode, die durch eine Reihe von Dynoden (positiv geladene Ringe) beschleunigt werden. Trifft dabei ein Elektron auf eine Dynode werden mehrere Elektronen herausgeschlagen, wodurch der Elektronenstrom verstärkt wird und am Ende des Photomultipliers ein messbares elektrisches Signal erzeugt.

- 5.2** In einem Labor wird ein Photomultiplier verwendet, um die Intensität des von einer fluoreszierenden Probe emittierten Lichts zu messen. Das einfallende Fluoreszenzlicht hat eine Wellenlänge von 450 nm. Aus welchem der unten aufgeführten Metallen kann die Photokathode bestehen? Begründen Sie Ihre Antwort. **(A:2 P)**

Metall	Austrittsarbeit in eV
Cäsium	2,1
Magnesium	3,0

- 5.3** Berechnen Sie die Geschwindigkeit der freigesetzten Elektronen, wenn Antimon mit einer Austrittsarbeit von 1,8 eV als Kathodenmaterial verwendet wird. **(A:2 P)**

6) Praktikum: Doppelspaltversuch von Young (12 Punkte)

Während des Praktikums haben zwei Schüler versucht, die Wellenlänge eines Lasers zu bestimmen. Dazu haben sie den Laser auf einen Doppelspalt mit einem Spaltabstand von $400\text{ }\mu\text{m}$ gerichtet. Auf einem 600 cm entfernten Schirm haben sie jeweils den Abstand ($2 \cdot d_k$) zwischen den Maxima gleicher Ordnung gemessen.

Messwerte:

k	1	2	3	4	5
$2 d_k$ (mm)	16,0	30,0	48,0	62,0	82,0

- 6.1** Tragen Sie in einem Diagramm d_k in Abhängigkeit von k auf. **(P:4 P)**
- 6.2** Erklären Sie, wie die Wellenlänge des Lasers mit Hilfe der graphischen Darstellung ermittelt werden kann und bestimmen Sie diese. **(P:4 P)**
- 6.3** Berechnen Sie sowohl die absolute als auch die relative Abweichung der Wellenlänge, wenn die Herstellerangabe für die Wellenlänge des Lasers 530 nm beträgt. **(P:2 P)**
- 6.4** Welche Auswirkungen hätte eine Änderung der folgenden Parameter, auf das entstehende Beugungsmuster? Begründen Sie ihre Antwort. **(P:2 P)**
- Halbierung des Schirmabstands.
 - Verdopplung des Spaltabstands.

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

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

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

Formelsammlung Trigonometrie

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