EXAMEN DE FIN D'ÉTUDES SECONDAIRES GÉNÉRALES **Sessions 2023 – QUESTIONNAIRE ÉCRIT**					
Date :	19.05.23	*Durée :*	08:15 - 10:45	*Numéro candidat :*	
Discipline :	Physique	*Section(s) :*	GSN		

Punkteverteilung : **T : Theorie** **A : Aufgaben** **P : Praktikum**

1. <u>Crash-Test (6 P)</u>

Bei einem Crash-Test fahren zwei Autos (m_1 = 1,5 t) und (m_2 = 2,3 t) aufeinander zu. Ihre Geschwindigkeiten betragen jeweils 54 km/h. Nach dem Zusammenstoß bleiben die beiden Fahrzeuge ineinander verkeilt.

1.1) Berechnen Sie die Geschwindigkeiten der beiden Wagen nach dem Stoß. (A: 2 P)

1.2) In welche Richtung bewegen sich die beiden Autos nach dem Stoß? Begründen Sie. (A: 1 P)

1.3) Berechnen Sie den Betrag der in Wärme umgewandelten (kinetischen) Energie in kJ. (A: 3 P)

2. <u>Elastischer Stoß: Billardkugel (3 P)</u>

Eine Billardkugel 1 (Geschwindigkeit v_1) stößt frontal gegen eine identische, aber ruhende Billardkugel 2.
Wieviel betragen die Geschwindigkeiten der beiden Kugeln nach einem <u>elastischen</u> Stoß? Begründen Sie Ihre Aussage mit Hilfe der entsprechenden Formeln. (A: 3 P)

3. Schwingung (17 P)

3.1) Eine Feder wird aus der Ruhelage heraus nach unten gezogen und dann sich selbst überlassen. Skizzieren Sie, für eine harmonische Schwingung, den Verlauf der Kurven *y(t), v(t)* und *a(t)* in einem und demselben Diagramm, über die zeitliche Dauer von 3 Perioden. Die 3 Kurven werden in unterschiedlichen Farben dargestellt. Achten Sie dabei sehr genau auf die korrekte Anordnung der 3 Kurven untereinander.
(T: 3 P)

3.2) Die Amplitude einer harmonischen Schwingung beträgt 5 cm. Ihre Frequenz beträgt 31,25 Hz.

3.2.1) Schreiben Sie die Schwingungsgleichung für diese Schwingung an. (A: 3 P)

3.2.2) Zeichnen Sie die entsprechende Sinuskurve exakt ein, und das über mindestens 3 Perioden. (A: 4 P)

3.2.3) Berechnen Sie alle Zeitpunkte, in den ersten 3 Perioden, bei denen die Elongation den Wert 25 mm erreicht und zeigen Sie die entsprechenden Punkte auf der Kurve. (A: 5 P)

3.2.4) Wieviel beträgt die Energie dieser Schwingung, wenn es sich um einen harmonischen Oszillator handelt, bei dem die schwingende Masse an einer Feder mit einer Richtgröße von 5 $\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{cm}}$ befestigt ist. (A: 2 P)

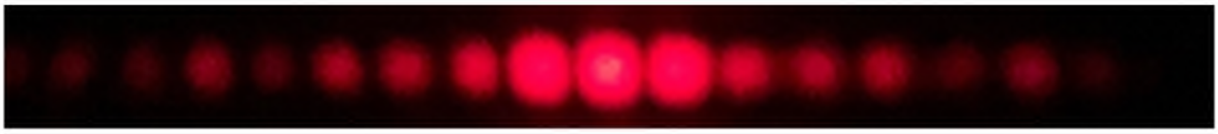
4. Wellen (7 P)

4.1) Leiten Sie die allgemeine Wellengleichung $y(x,t)$ her. Führen Sie die Herleitung bis zu einer Form, wo die beiden charakteristischen Größen λ und T in dem Ausdruck vorkommen. (T: 4 P)

4.2) Die Saite einer Geige ist 32,8 cm lang. Ihre lineare Masse beträgt 6,5 g/m. Berechnen Sie mit welcher Kraft die Saite gespannt werden muss, damit sie als Grundschwingung den Ton d_3 mit einer Frequenz von 297 Hz hat. (A: 3 P)

5. Praktikum: Doppelspalt (7 P)

Auf folgendem Foto ist eine Interferenzfigur zu sehen, die mit einem Doppelspalt aufgenommen wurde. Maßstab 1:1.



Es gelten folgende experimentelle Parameter:

Wellenlänge des Lasers λ = 632,8 nm

Entfernung Doppelspalt-Schirm D = 7,80 m.

5.1) Bestimmen Sie die Distanz d_4 zwischen den Interferenzmaxima der Ordnungen k = 0 und k = 4. (P: 1 P)

5.2) Berechnen Sie, anhand der experimentellen Parameter, den Spaltabstand g dieses Doppelspaltes. Leiten Sie dafür die benötigte Formel her. Geben Sie alle nötigen Erklärungen! (P: 4 P)

5.3) Wie würde sich die Interferenzfigur ändern, wenn man einen anderen Doppelspalt mit größerem Spaltabstand einsetzen würde? Alle anderen experimentellen Parameter blieben dabei unverändert. Begründen Sie Ihre Aussage. (P: 2 P)

6. Elektrotechnik (12 P)

Kondensatoren sind neben Widerständen grundlegende Komponenten von elektronischen Schaltungen.

6.1) Wozu werden Widerstände in elektronischen Schaltungen eingebaut, wozu werden Kondensatoren eingebaut? (T: 1 P)

6.2) Zeichnen Sie das Feldlinienbild im Inneren eines Plattenkondensators. (T: 1 P)

6.3) Wieviel elektrische Ladung kann ein Kondensator (Kapazität C = 0,2 mF) speichern, wenn er mit einer Spannung von U = 5 V aufgeladen wird? (A: 2 P)

6.4) Wieviel Energie ist dann im elektrischen Feld des Kondensators gespeichert? (A: 1 P)

6.5) Dieser Kondensator wird anschließend über einen Widerstand von R = 10 kΩ entladen. Berechnen Sie, nach welcher Zeit der Kondensator nur noch ¼ seiner ursprünglichen Ladung enthält. (A: 3 P)

6.6) Berechnen Sie die Zeitkonstante τ dieser Schaltung? Was sagt die Zeitkonstante aus? (A: 2 P)

6.7) Beträgt die Energie des Kondensators dann auch ¼ der ursprünglichen Energie? Falls nicht, wieviel beträgt sie dann? Begründen Sie. Hierbei sollen Sie keine detaillierte Rechnung durchführen, sondern nur eine qualitative Überlegung machen. (A: 2 P)

7. Fotoeffekt (8 P)

7.1) Beschreiben Sie, was beim Fotoeffekt auf der Ebene der Elementarteilchen passiert. Ihre Antwort muss folgende Begriffe enthalten: *Energie, Elektron, Photon, Ablösearbeit, Grenzfrequenz oder Grenzwellenlänge, kinetische Energie*. (T: 3 P)

7.2) Eine Kalium-Kathode hat eine Austrittsarbeit von 1,83 eV. Berechnen Sie die Grenzwellenlänge (in nm) oberhalb welcher kein Fotoeffekt mehr eintreten kann. (A: 2 P)

7.3) In einem Versuch wird diese Kathode mit Licht bestrahlt, dessen Wellenlänge unbekannt ist und bestimmt werden soll. Die austretenden Elektronen kommen dabei auf eine Geschwindigkeit von 1400 km/s.
Berechnen Sie mit diesen Angaben die Wellenlänge der auftreffenden Photonen. (A : 3 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	$2{,}998 \cdot 10^{8}$	$m \cdot s^{-1}$
Planck-Konstante	h	$6{,}626 \cdot 10^{-34}$	$J \cdot s$
elektrische Feldkonstante	ε_0	$8{,}854 \cdot 10^{-12}$	$C \cdot V^{-1} \cdot m^{-1}$
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)

Mechanik

$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$	$\sum \vec{p} = \sum \vec{p}'$	$\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$

$$\Delta E_{\text{mech}} = -\frac{1}{2}\frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2}(v_{1x} - v_{2x})^2$$

$v'_{1x} = \frac{m_1 \cdot v_{1x} + m_2 \cdot (2v_{2x} - v_{1x})}{m_1 + m_2}$	$v'_{2x} = \frac{m_2 \cdot v_{2x} + m_1 \cdot (2v_{1x} - v_{2x})}{m_1 + m_2}$

Schwingungen

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

$y(t) = 2y_{\max} \cdot \cos\left[2\pi \cdot \left(\frac{f_1 - f_2}{2}\right) \cdot t\right] \cdot \sin\left[2\pi \cdot \left(\frac{f_1 + f_2}{2}\right) \cdot t\right]$	$f_s = \lvert f_1 - f_2 \rvert$	$f = \frac{f_1 + f_2}{2}$

Wellen

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

$\Delta s = k \cdot \lambda$	$\Delta\varphi = k \cdot 2\pi$	$\Delta s = (2k+1) \cdot \frac{\lambda}{2}$	$\Delta\varphi = (2k+1) \cdot \pi$

$d_k = \frac{k \cdot \lambda \cdot D}{g}$	$d_k = \frac{k \cdot \lambda}{2 \cdot n}$	$d_k = \frac{(2k+1) \cdot \lambda}{4 \cdot n}$

Elektrotechnik

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

Quantenmechanik

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

$$\sin^2 x + \cos^2 x = 1 \qquad \tan x = \frac{\sin x}{\cos x}$$

$$\cos^2 x = \frac{1}{1+\tan^2 x} \qquad \sin^2 x = \frac{\tan^2 x}{1+\tan^2 x} \qquad 1+\tan^2 x = \frac{1}{\cos^2 x}$$

$$\sin(-x) = -\sin(x) \qquad \sin(\pi - x) = \sin(x) \qquad \sin(\pi + x) = -\sin(x)$$
$$\cos(-x) = \cos(x) \qquad \cos(\pi - x) = -\cos(x) \qquad \cos(\pi + x) = -\cos(x)$$
$$\tan(-x) = -\tan(x) \qquad \tan(\pi - x) = -\tan(x) \qquad \tan(\pi + x) = \tan(x)$$

$$\sin\left(\tfrac{\pi}{2} - x\right) = \cos(x) \qquad \sin\left(\tfrac{\pi}{2} + x\right) = \cos(x)$$
$$\cos\left(\tfrac{\pi}{2} - x\right) = \sin(x) \qquad \cos\left(\tfrac{\pi}{2} + x\right) = -\sin(x)$$
$$\tan\left(\tfrac{\pi}{2} - x\right) = \cot(x) \qquad \tan\left(\tfrac{\pi}{2} + x\right) = -\cot(x)$$

$$\sin(x+y) = \sin x \cos y + \cos x \sin y$$
$$\sin(x-y) = \sin x \cos y - \cos x \sin y$$
$$\tan(x+y) = \frac{\tan x + \tan y}{1 - \tan x \tan y}$$
$$\cos(x+y) = \cos x \cos y - \sin x \sin y$$
$$\cos(x-y) = \cos x \cos y + \sin x \sin y$$
$$\tan(x-y) = \frac{\tan x - \tan y}{1 + \tan x \tan y}$$

$$\sin 2x = 2\sin x \cos x \qquad 2\cos^2 x = 1 + \cos 2x$$
$$\cos 2x = \cos^2 x - \sin^2 x \qquad 2\sin^2 x = 1 - \cos 2x$$

$$\sin 2x = \frac{2\tan x}{1+\tan^2 x} \qquad \cos 2x = \frac{1-\tan^2 x}{1+\tan^2 x} \qquad \tan 2x = \frac{2\tan x}{1-\tan^2 x}$$

$$\sin 3x = 3\sin x - 4\sin^3 x \qquad \cos 3x = -3\cos x + 4\cos^3 x$$

$$\sin x + \sin y = 2\sin\left(\frac{x+y}{2}\right)\cos\left(\frac{x-y}{2}\right) \qquad \tan x + \tan y = \frac{\sin(x+y)}{\cos x \cos y}$$
$$\sin x - \sin y = 2\sin\left(\frac{x-y}{2}\right)\cos\left(\frac{x+y}{2}\right) \qquad \tan x - \tan y = \frac{\sin(x-y)}{\cos x \cos y}$$
$$\cos x + \cos y = 2\cos\left(\frac{x+y}{2}\right)\cos\left(\frac{x-y}{2}\right)$$
$$\cos x - \cos y = -2\sin\left(\frac{x+y}{2}\right)\sin\left(\frac{x-y}{2}\right)$$

$$\sin x \cos y = \tfrac{1}{2}\left[\sin(x+y) + \sin(x-y)\right]$$
$$\cos x \cos y = \tfrac{1}{2}\left[\cos(x+y) + \cos(x-y)\right]$$
$$\sin x \sin y = \tfrac{1}{2}\left[\cos(x-y) - \cos(x+y)\right]$$