

Code branche PHYSI	Ministère de l'Education nationale, de l'Enfance et de la Jeunesse EXAMEN DE FIN D'ETUDES SECONDAIRES TECHNIQUES Régime technique – Session 2015/2016	
Épreuve écrite	Branche	Division / Section
Durée épreuve 2,5 h	Physique	GE
Date épreuve 6.6.2016		

1. Geometrische Optik

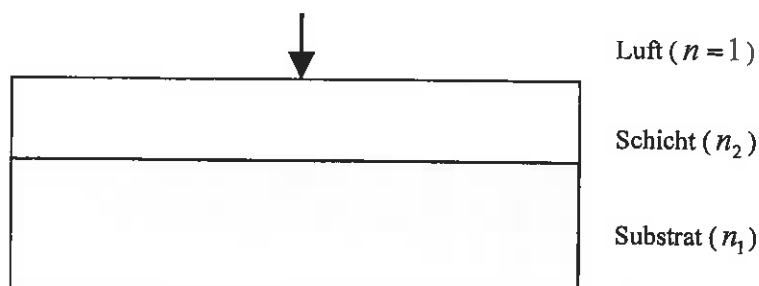
2 + 1 + 7 + 3 = 13 Punkte

- 1.1 a) Geben Sie die Bildweite eines Gegenstandes an, der sich in sehr großer Entfernung von einer Sammellinse befindet. Beweisen Sie ihre Aussage.
- b) Wie ändert sich die Bildweite des reellen Bildes, wenn der Gegenstand aus großer Entfernung näher an die Sammellinse heranrückt?
- 1.2 a) Eine Linse hat eine Brennweite von 6 cm. Ein Gegenstand von 2 cm Größe erzeugt ein reelles Bild das halb so groß wie der Gegenstand ist.
Um welche Strecke s und in welche Richtung muss der Gegenstand verschoben werden, um ein virtuelles Bild, das doppelt so groß wie der Gegenstand ist, zu erzeugen?
Berechnen Sie für beide Fälle die Gegenstandsweite.
- b) Zeichnen Sie den Strahlenverlauf der drei charakteristischen Hauptstrahlen für die gegebene Linse für $g = 3$ cm.

2. Wellenoptik

6 + 1 + 2 = 9 Punkte

- 2.1 Auf ein Substrat, dessen Brechungsindex n_1 beträgt, wird eine dünne Schicht mit dem Brechungsindex n_2 aufgetragen ($n_2 < n_1$).



Leiten Sie den Ausdruck der Schichtdicke d her, damit senkrecht auffallendes Licht der Wellenlänge λ in Reflexion verstärkt wird. Fügen Sie eine beschriftete Skizze und alle notwendigen Erklärungen hinzu.

2.2 Der Resonator eines He-Ne Laser ($\lambda = 632 \text{ nm}$) besteht aus zwei parallel angeordneten Spiegeln. Durch das Aufbringen einer dünnen Schicht wird das Reflexionsvermögen der Spiegel erhöht.

- Berechnen Sie die minimale Schichtdicke damit bei senkrechtem Lichteinfall das Licht des Lasers in Reflexion verstärkt wird. Das Substrat hat einen Brechungsindex von $n_1 = 1,50$; das Material der dünnen Schicht einen Brechungsindex von $n_2 = 1,45$.
- Für welche Wellenlänge(n) im sichtbaren Bereich (von 400 nm bis 750 nm) würde für diese Anordnung die Reflexion vollständig unterdrückt?

3. Relativitätstheorie

1 + 4 + 3 = 8 Punkte

Ein Proton hat den Impuls $2 \text{ GeV}/c$. Berechnen Sie

- seinen Impuls in der Einheit $\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}$;
- seine Geschwindigkeit (relativ zur Lichtgeschwindigkeit);
- seine kinetische Energie (in MeV).

4. Fotoeffekt

2 + 2 + 2 = 6 Punkte

Eine Fotokathode wird mit monochromatischem Licht bestrahlt. Dadurch werden Elektronen von der Fotokathode abgelöst und ausgesendet. Die ausgesendeten Elektronen werden durch eine Anode aufgefangen und als Fotostrom erfasst. Folgende Fälle sollen untersucht werden:

- Es wird Licht gleicher Frequenz, aber höherer Intensität verwendet.
- Es wird Licht höherer Frequenz, aber gleicher Intensität verwendet.
- Die Frequenz des Lichtes wird kontinuierlich herabgesetzt.

Geben Sie in jedem Fall an, mit Begründung, ob und wie der Fotostrom ändert.

5. Wasserstoff-Atom

7 + 1 + 4 = 12 Punkte

5.1 Stellen Sie den Ausdruck der potentiellen Energie des Elektrons ausgehend von der Coulombkraft im Wasserstoffatom auf. Geben Sie alle nötigen Erklärungen und fügen Sie eine Skizze hinzu.

5.2 Im Wasserstoffatom macht ein Elektron den Sprung vom Energiezustand $n = 5$ auf den Zustand $n = 3$.

- Wird hierbei ein Photon ausgesendet oder absorbiert? Begründen Sie.
- Berechnen Sie die Energie und die Wellenlänge dieses Photons.

6. Praktikum: Bestimmung der Halbwertszeit

1 + 5 + 5 + 1 = 12 Punkte

Die Positronen-Emissions-Tomographie ist ein Verfahren der Nuklearmedizin, das die inneren Organe des menschlichen Körpers abbildet, indem es die Verteilung einer radioaktiven Substanz im Körper sichtbar macht. Wird einem Patienten das radioaktive Isotop $^{15}_8\text{O}$ zugeführt, kann so die Durchblutung in seinem Körper untersucht werden.

Zur Bestimmung der Halbwertszeit wird in einem Labor ein Präparat des Radioisotops $^{15}_8\text{O}$ hergestellt und sein Zerfall mit einem Geiger-Müller-Zählrohr untersucht. Ein Zählgerät nimmt anschließend die Anzahl der registrierten Impulse in Abhängigkeit der Zeit auf. Folgende Messtabelle wurde aufgezeichnet:

Zeit t (min)	Impulszahl Z
0	0
2	3687
4	5570
6	6539
8	7045
10	7316
12	7469

In einem Vorversuch wurden am gleichen Messort und in gleicher Richtung 160 Impulse in 10 Minuten gezählt, welche durch die Hintergrundstrahlung verursacht wurden.

- Bestimmen Sie die Nullrate am Messort.
- Ergänzen Sie die Messtabelle, indem Sie alle Werte eintragen, die zur graphischen Darstellung $\ln(z_0) = f(t)$ erforderlich sind. Dabei ist z_0 die von der radioaktiven Quelle verursachte Impulsrate.
- Zeichnen Sie den geforderten Graphen und bestimmen Sie daraus die Zerfallskonstante und die Halbwertszeit des Radioisotops $^{15}_8\text{O}$. Begründen Sie den Lösungsweg indem Sie die Abhängigkeit von $\ln(z_0)$ zur Zeit t angeben.
- Berechnen Sie den relativen Fehler für die Halbwertszeit, wenn der Tabellenwert 122,2 s ist.



Formelsammlung Trigonometrie

Formules trigonométriques

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

$$\tan x = \frac{\sin x}{\cos x}$$

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

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

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

$$\sin(-x) = -\sin(x)$$

$$\sin(\pi - x) = \sin(x)$$

$$\sin(\pi + x) = -\sin(x)$$

$$\cos(-x) = \cos(x)$$

$$\cos(\pi - x) = -\cos(x)$$

$$\cos(\pi + x) = -\cos(x)$$

$$\tan(-x) = -\tan(x)$$

$$\tan(\pi - x) = -\tan(x)$$

$$\tan(\pi + x) = \tan(x)$$

$$\sin\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = \cos(x)$$

$$\sin\left(\frac{\pi}{2} + x\right) = \cos(x)$$

$$\cos\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = \sin(x)$$

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

$$\tan\left(\frac{\pi}{2} - x\right) = \cot(x)$$

$$\tan\left(\frac{\pi}{2} + x\right) = -\cot(x)$$

$$\sin(x + y) = \sin x \cos y + \cos x \sin y$$

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

$$\sin(x - y) = \sin x \cos y - \cos x \sin y$$

$$\cos(x + y) = \cos x \cos y - \sin x \sin y$$

$$\cos(x - y) = \cos x \cos y + \sin x \sin y$$

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

$$\sin 2x = 2 \sin x \cos x$$

$$2 \cos^2 x = 1 + \cos 2x$$

$$\cos 2x = \cos^2 x - \sin^2 x$$

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

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

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

$$\tan 2x = \frac{2 \tan x}{1 - \tan^2 x}$$

$$\sin 3x = 3 \sin x - 4 \sin^3 x$$

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

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

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

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

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

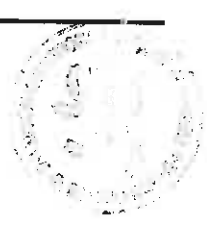
$$\cos x + \cos y = 2 \cos\left(\frac{x+y}{2}\right) \cos\left(\frac{x-y}{2}\right)$$

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

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

$$\cos x \cos y = \frac{1}{2} [\cos(x+y) + \cos(x-y)]$$

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



Physikalische Konstanten

Constantes physiques

Physikalische Konstante <i>Constante</i>	Symbol <i>Symbole</i>	Wert <i>Valeur</i>	SI-Einheit <i>Unité SI</i>
Avogadro-Konstante <i>constante d'Avogadro</i>	N_A	$6,022 \cdot 10^{23}$	mol^{-1}
Elementarladung <i>charge élémentaire</i>	e	$1,602 \cdot 10^{-19}$	C
Lichtgeschwindigkeit (*) <i>vitesse de la lumière</i>	c	$2,998 \cdot 10^8$	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
Planck-Konstante <i>constante de Planck</i>	h	$6,626 \cdot 10^{-34}$	J·s
elektrische Feldkonstante <i>permittivité du vide</i>	ϵ_0	$8,854 \cdot 10^{-12}$	$\text{C} \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$
Ruhemasse des Elektrons <i>masse au repos de l'électron</i>	m_e	$9,109 \cdot 10^{-31}$	kg
Ruhemasse des Protons <i>masse au repos du proton</i>	m_p	$1,673 \cdot 10^{-27}$	kg
Ruhemasse des Neutrons <i>masse au repos du neutron</i>	m_n	$1,675 \cdot 10^{-27}$	kg
Ruhemasse des α -Teilchens <i>masse au repos d'une particule α</i>	m_α	$6,645 \cdot 10^{-27}$	kg

Umwandlung von Einheiten außerhalb des SI-Systems

Unités en dehors du système SI

atomare Masseneinheit <i>unité de masse atomique</i>	1 u	$1,6605 \cdot 10^{-27}$	kg
Elektronvolt <i>électron-volt</i>	1 eV	$1,602 \cdot 10^{-19}$	J
Jahr <i>année</i>	1 a	365,25	d (Tage <i>jours</i>)

(*) **Hinweis:** in den Berechnungen darf auch der Wert $c = 3 \cdot 10^8$ m/s für die Lichtgeschwindigkeit benutzt werden.

(*) **Remarque :** pour la vitesse de la lumière, la valeur $c = 3 \cdot 10^8$ m/s est acceptée dans les calculs.



