

Code branche <b>PHYSI</b>	Ministère de l'Éducation nationale, de l'Enfance et de la Jeunesse EXAMEN DE FIN D'ÉTUDES SECONDAIRES TECHNIQUES Régime technique – Session 2014/2015	
Épreuve écrite	Branche	Division / Section
Durée épreuve 2 h 30 min	Physique	GE
Date épreuve 19 mai 2015		

## 1. Strahlenoptik

6+3+5 = 14 P

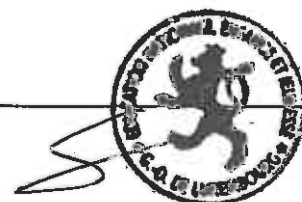
- 1.1. Ein monochromatischer Lichtstrahl fällt, aus der Luft kommend, auf ein Prisma mit dem brechenden Winkel  $\gamma$ . Leiten Sie den Ausdruck der Gesamtablenkung  $\delta$  her. Vervollständigen Sie die Herleitung mit einer beschrifteten Skizze und allen notwendigen Erklärungen.
- 1.2. Ein weißer Lichtstrahl trifft senkrecht auf ein Glas-Prisma, welches einen brechenden Winkel von  $30^\circ$  hat. Die Brechzahl des Glases liegt für weißes Licht (400 nm bis 750 nm) im Intervall von 1,495 bis 1,508.
- Wie heißt das beobachtete Phänomen? Wird Rot oder Blau stärker abgelenkt? Begründen Sie ihre Antwort.
  - Berechnen Sie die Breite des Spektrums wenn der Schirm 50,0 cm vom Prisma entfernt ist. Fügen Sie der Berechnung eine beschriftete Skizze hinzu.

## 2. Kernphysik

3+3+1 = 7 P

Radon befindet sich in Spuren im Gestein und im Erdreich und wird durch die Zerfallsreihen von Uran und Thorium gebildet. Dieses diffundiert dann aus den obersten Bodenschichten in die Atmosphäre. Das Radon-Gas und seine Zerfallsprodukte können sich in Häusern und in schlecht belüfteten Räumen ansammeln und stellen eine Gefahr für die Gesundheit dar.

- Radon-222 ist ein Alpha-Strahler mit einer Halbwertszeit von 3,824 Tagen. Berechnen Sie die Aktivität von 1g Radon-222.
- Wie viele Radon-Atome sind nach einem Tag zerfallen (Ausgangsmasse: 1g Radon-222) ?
- Geben Sie die Zerfallsgleichung des Radon-222 an.



### 3. Relativitätstheorie

3+5+2 = 10 P

Elektronen werden über eine elektrische Spannung von 10 MV aus der Ruhe heraus beschleunigt.

- a) Wie groß ist ihre Gesamtenergie, ausgedrückt in MeV?
- b) Welche Geschwindigkeit erreichen die Elektronen?
- c) Der Speicherring an der europäischen Forschungsanlage CERN hat einen Umfang von knapp 27 km. Wie viele Umläufe machen diese Elektronen pro Sekunde in diesem Speicherring?

### 4. Quantenmechanik

2+4+5+3 = 14 P

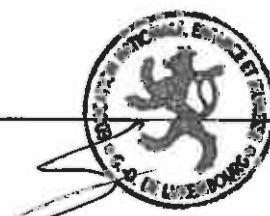
- 4.1. Welche Vermutung stellte Louis de Broglie auf, um die Stabilität des Atoms zu erklären?
- 4.2. Leiten Sie aus dieser Überlegung die erste Bohr'sche Quantenbedingung her.
- 4.3. a) Leiten Sie nach dem Bohr'schen Atommodell den allgemeinen Ausdruck der Bahnradien der Elektronen im Wasserstoffatom her. Wieviel beträgt der Bahnradius im Grundzustand?  
b) Berechnen Sie die de Broglie-Wellenlänge und den Impuls des Elektrons im Grundzustand des Wasserstoffatoms.

### 5. Praktikum - Das optische Gitter

5+2+5+3 = 15 P

Ein optisches Gitter wird eingesetzt, um das Spektrum des Wasserstoffs (im sichtbaren Bereich) zu vermessen. Hierzu wird in einem ersten Schritt (5.1.) die Gitterkonstante über eine bekannte Lichtquelle ermittelt. Der Abstand zwischen Gitter und Schirm beträgt 50,0 cm. Anschließend wird anhand der Wasserstoff-Spektrallampe deren Spektrum aufgezeichnet (5.2.).

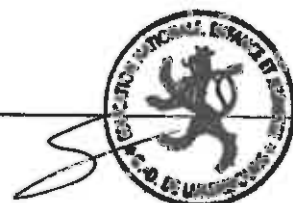
- 5.1. Das Licht der grünen Emissionslinie des Quecksilbers ( $\lambda = 546,1 \text{ nm}$ ) fällt auf das optische Gitter. Der gegenseitige Abstand der Maxima 1. Ordnung wird zu 28,3 cm und der gegenseitige Abstand der Maxima 2. Ordnung zu 65,2 cm ermittelt. Berechnen Sie, unter Benutzung der beiden Messwerte, die Gitterkonstante  $g$  des hierfür verwendeten Gitters. Geben Sie die benutzten Formeln an!



5.2. Die Quecksilberdampfampe wird dann durch eine Wasserstoffdampfampe ersetzt. Das Gitter bleibt unverändert am gleichen Ort, der Schirm auch. Das Emissionsspektrum 1. Ordnung wird aufgenommen (siehe untenstehendes Bild).

- a) Die beobachteten Farben der 3 Spektrallinien sind: blau-grün, violett und rot. Schreiben Sie die richtige Farbe zur passenden Spektrallinie hinzu.
- b) Messen Sie das Emissionsspektrum aus. Tragen Sie die notwendigen Werte in einer Tabelle auf und berechnen Sie die beobachteten Wellenlängen. Geben Sie die benutzten Formeln an!
- c) Folgende Wellenlängen der möglichen beobachteten Übergänge können aus einem Tabellenbuch entnommen werden: 656,4 nm; 486,2 nm und 434,1 nm. Berechnen Sie die relative Abweichung der gemessenen Wellenlängen zu den respektiven Werten aus dem Tabellenbuch.

**Emissionsspektrum 1. Ordnung des Wasserstoffs (Maßstab 1:1)**



# Formelsammlung Trigonometrie

## Formules trigonométriques

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

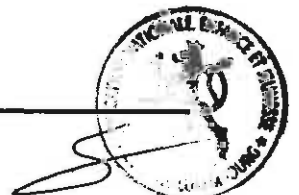
$$\cos x + \cos y = 2 \cos\left(\frac{x+y}{2}\right) \cos\left(\frac{x-y}{2}\right)$$

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

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

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

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



# Physikalische Konstanten

## Constantes physiques

Physikalische Konstante	Symbol	Wert	SI-Einheit
<i>Constante</i>	<i>Symbole</i>	<i>Valeur</i>	<i>Unité SI</i>
Avogadro-Konstante <i>constante d'Avogadro</i>	$N_A$	$6,022 \cdot 10^{23}$	$\text{mol}^{-1}$
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>	$\epsilon_0$	$8,854 \cdot 10^{-12}$	$\text{C} \cdot \text{V}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$
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 $\alpha$ -Teilchens <i>masse au repos d'une particule <math>\alpha</math></i>	$m_\alpha$	$6,645 \cdot 10^{-27}$	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.



