

# EXAMEN DE FIN D'ETUDES SECONDAIRES TECHNIQUES

Régime technique – Division technique générale

2<sup>e</sup> SESSION 2011

Branche: PHYSIQUE

16 septembre 2011

CORRIGE

## 1. Strahlenoptik

Theorie: 8 Punkte

Aufgabe: 5 Punkte

1.1 Theorie S7 und S8

(8 Punkte)

1.2 Gegeben:

$$f = 0.75 \text{ m}$$
$$d = 4 \text{ m}$$

(5 Punkte)

Bedingung:  $g + b = d$  (1)

Aus der Abbildungsgleichung  $\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}$  erhält man nach Umstellung

$$b = \frac{g f}{g - f} \quad (2)$$

(2) in (1)

$$g + \frac{g f}{g - f} = d$$

$$g(g - f) + g f = d(g - f)$$

$$g^2 - d g + d f = 0 \quad \text{bzw.} \quad g^2 - 4 g + 3 = 0$$

$$\Delta = 16 - 4 \cdot 3 = 2^2$$

$$g_1 = \frac{4 + 2}{2} = 3 \text{ m} \quad \text{und} \quad b_1 = 1 \text{ m} \quad \Gamma = \frac{1}{3}$$

$$g_2 = \frac{4 - 2}{2} = 1 \text{ m} \quad \text{und} \quad b_2 = 3 \text{ m} \quad \Gamma = 3$$

## 2. Kernphysik

Theorie: 8 Punkte

Aufgabe: 5 Punkte

2.1 Theorie K8 und K9 (oben)

(3+5 Punkte)

2.2 Gegeben:

$$A_0 = 32.3 \text{ min}^{-1}$$

$$A(t) = 21.2 \text{ min}^{-1}$$

(5 Punkte)

Zerfallskonstante:  $\lambda = \frac{\ln 2}{5730 \text{ a}} = 1.20968 \text{ a}^{-1}$

Zerfallsgesetz:  $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$

$$-\lambda t = \ln \frac{A(t)}{A_0}$$

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{A_0}{A(t)} = 3480.8 \text{ a}$$



### 3. Relativitätstheorie

Aufgabe: 7 Punkte

a) Gegeben:  $E_{kin} = 700 \text{ MeV} = 1.1214 \cdot 10^{-10} \text{ J}$

Aus:  $E_{kin} = E - E_0 = mc^2 - m_0c^2 = c^2(m - m_0)$  (3 Punkte)

$$m = \frac{E_{kin}}{c^2} + m_0 \quad | \quad m_0$$

$$\frac{m}{m_0} = \frac{E_{kin}}{m_0c^2} + 1$$

$$\frac{m}{m_0} = \frac{1.1214 \cdot 10^{-10} \text{ J}}{1.6726 \cdot 10^{-27} \text{ kg} (3 \cdot 10^8 \text{ m/s})^2} + 1$$

Massenverhältnis:  $\frac{m}{m_0} = 0.745 + 1 = 1.745$

b) Aus:  $\frac{m}{m_0} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$  (3 Punkte)

$$1 - \frac{v^2}{c^2} = \left(\frac{m_0}{m}\right)^2$$

$$\frac{v}{c} = \sqrt{1 - \left(\frac{m_0}{m}\right)^2} = 0.819$$

Geschwindigkeit:  $v = 2.458 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

c) Beschleunigungsspannung:  $E_{kin} = 700 \text{ MeV} = eU$  (1 Punkt)

also:  $U = 700 \text{ MV}$



**4. Quantenmechanik****Theorie: 9 Punkte    Aufgabe: 6 Punkte**

4.1 Theorie: QM8 mit Abbildung (unten rechts)

(6+3 Punkte)

4.2

4.3 a) Tabelle:

(6 Punkte)

$\lambda$ (nm)	578	436
$U$ (V)	0.14	0.82
$E_{\text{kin}}$ (eV)	0.14	0.82
$f$ ( $10^{14}$ Hz)	5.190	6.881

mit  $E_{\text{kin}} = eU_G$  und  $f = \frac{c}{\lambda}$ 

b) Ermitteln der Planck-Konstante

$$h(f_2 - f_1) = e(U_2 - U_1)$$

$$h = \frac{1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C} (0.82 \text{ V} - 0.14 \text{ V})}{(6.881 - 5.190) \cdot 10^{14} \text{ Hz}} = 6.442 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

c) Austrittsarbeit:

$$W_A = h f_1 - eU_1 = 3.34 \cdot 10^{-19} \text{ J} - 2.24 \cdot 10^{-20} \text{ J} = 3.12 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$W_A = 1.95 \text{ eV}$$

Grenzfrequenz:

$$f_G = \frac{W_A}{h} = 4.842 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$



## 5. Praktikum - Der Doppelspalt

Praktikum: 12 Punkte

a) Bedingung:  $\sin \alpha = \frac{k\lambda}{g}$  und  $\tan \alpha = \frac{d}{D}$  mit  $k = 0, 1, 2, \dots$  (2 Punkte)

Näherung kleiner Winkel, d.h.  $\sin \alpha = \tan \alpha$

b) Tabelle: (3 Punkte)

k	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
d (mm)	-70	-55	-37.5	-18.5	0	19	38	56	71

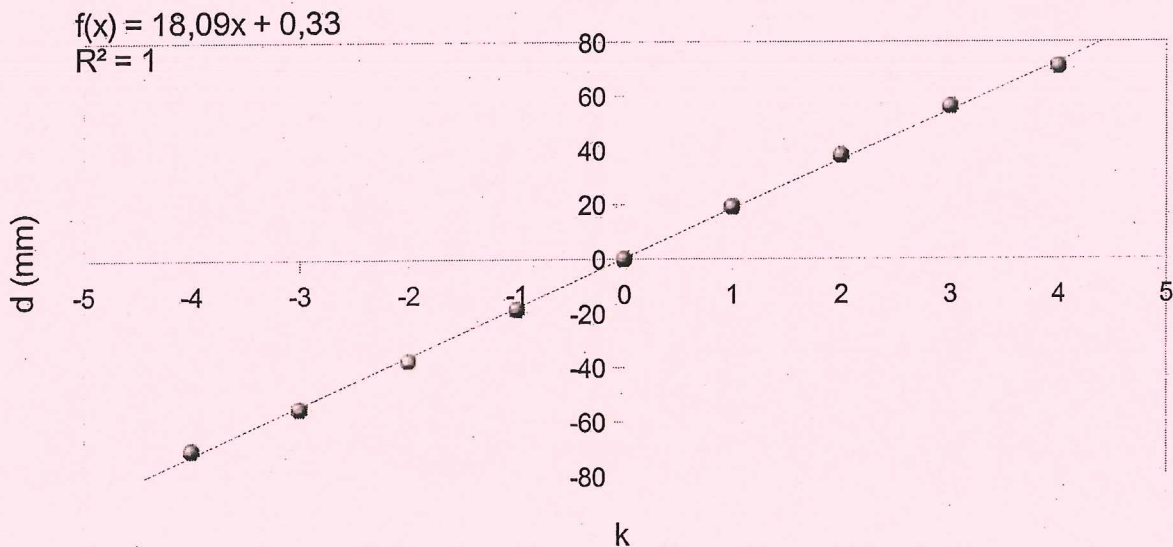
Maximaler Winkel für  $k = 4$ :  $\alpha_{MAX} = \arctan \frac{71 \text{ mm}}{2000 \text{ mm}} = 2.03^\circ$

Die Näherung für kleine Winkel ist annehmbar

c) Aus a):  $\frac{k\lambda}{g} = \frac{d}{D}$  (5 Punkte)

$d = \frac{D\lambda}{g} k$ ;  $\frac{D\lambda}{g}$  entspricht der Steigung der Geraden

### Aufgabe 5: Doppelspalt



Steigung:  $p = \frac{\Delta d}{\Delta k} = 18.09 \text{ mm} = \frac{D\lambda}{g}$

$g = \frac{D\lambda}{p} = \frac{2 \text{ m} \cdot 632 \cdot 10^{-9} \text{ m}}{0.01809 \text{ m}} = 69.9 \mu\text{m}$

d) absoluter Fehler:  $|75 \mu\text{m} - 69.9 \mu\text{m}| = 5.1 \mu\text{m}$  (2 Punkte)

relativer Fehler:  $\frac{5.1 \mu\text{m}}{75 \mu\text{m}} = 0.068 = 6.8\%$





# EXAMEN DE FIN D'ETUDES SECONDAIRES TECHNIQUES

Régime technique – Division technique générale

2<sup>e</sup> SESSION 2011

Branche: PHYSIQUE

16 septembre 2011

CORRIGE

## 1. Strahlenoptik

Theorie: 8 Punkte Aufgabe: 5 Punkte

1.1 Theorie S7 und S8

(8 Punkte)

1.2 Gegeben:

$$f = 0.75 \text{ m}$$
$$d = 4 \text{ m}$$

(5 Punkte)

Bedingung:  $g + b = d$  (1)

Aus der Abbildungsgleichung  $\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}$  erhält man nach Umstellung

$$b = \frac{g f}{g - f} \quad (2)$$

(2) in (1)

$$g + \frac{g f}{g - f} = d$$

$$g(g - f) + g f = d(g - f)$$

$$g^2 - d g + d f = 0 \quad \text{bzw.} \quad g^2 - 4 g + 3 = 0$$

$$\Delta = 16 - 4 \cdot 3 = 2^2$$

$$g_1 = \frac{4 + 2}{2} = 3 \text{ m} \quad \text{und} \quad b_1 = 1 \text{ m} \quad \Gamma = \frac{1}{3}$$

$$g_2 = \frac{4 - 2}{2} = 1 \text{ m} \quad \text{und} \quad b_2 = 3 \text{ m} \quad \Gamma = 3$$

## 2. Kernphysik

Theorie: 8 Punkte Aufgabe: 5 Punkte

2.1 Theorie K8 und K9 (oben)

(3+5 Punkte)

2.2 Gegeben:

$$A_0 = 32.3 \text{ min}^{-1}$$
$$A(t) = 21.2 \text{ min}^{-1}$$

(5 Punkte)

Zerfallskonstante:  $\lambda = \frac{\ln 2}{5730 \text{ a}} = 1.20968 \text{ a}^{-1}$

Zerfallsgesetz:  $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$

$$-\lambda t = \ln \frac{A(t)}{A_0}$$

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln \frac{A_0}{A(t)} = 3480.8 \text{ a}$$



### 3. Relativitätstheorie

Aufgabe: 7 Punkte

a) Gegeben:  $E_{kin} = 700 \text{ MeV} = 1.1214 \cdot 10^{-10} \text{ J}$

Aus:  $E_{kin} = E - E_0 = mc^2 - m_0c^2 = c^2(m - m_0)$  (3 Punkte)

$$m = \frac{E_{kin}}{c^2} + m_0 \quad | \quad m_0$$

$$\frac{m}{m_0} = \frac{E_{kin}}{m_0c^2} + 1$$

$$\frac{m}{m_0} = \frac{1.1214 \cdot 10^{-10} \text{ J}}{1.6726 \cdot 10^{-27} \text{ kg} (3 \cdot 10^8 \text{ m/s})^2} + 1$$

Massenverhältnis:  $\frac{m}{m_0} = 0.745 + 1 = 1.745$

b) Aus:  $\frac{m}{m_0} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$  (3 Punkte)

$$1 - \frac{v^2}{c^2} = \left(\frac{m_0}{m}\right)^2$$

$$\frac{v}{c} = \sqrt{1 - \left(\frac{m_0}{m}\right)^2} = 0.819$$

Geschwindigkeit:  $v = 2.458 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

c) Beschleunigungsspannung:  $E_{kin} = 700 \text{ MeV} = eU$  (1 Punkt)

also:  $U = 700 \text{ MV}$



#### 4. Quantenmechanik

Theorie: 9 Punkte    Aufgabe: 6 Punkte

4.1 Theorie: QM8 mit Abbildung (unten rechts)

(6+3 Punkte)

4.2

4.3 a) Tabelle:

(6 Punkte)

$\lambda$ (nm)	578	436
$U$ (V)	0.14	0.82
$E_{\text{kin}}$ (eV)	0.14	0.82
$f$ ( $10^{14}$ Hz)	5.190	6.881

mit  $E_{\text{kin}} = eU_G$  und  $f = \frac{c}{\lambda}$

b) Ermitteln der Planck-Konstante

$$h(f_2 - f_1) = e(U_2 - U_1)$$

$$h = \frac{1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C} (0.82 \text{ V} - 0.14 \text{ V})}{(6.881 - 5.190) \cdot 10^{14} \text{ Hz}} = 6.442 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

c) Austrittsarbeit:

$$W_A = h f_1 - eU_1 = 3.34 \cdot 10^{-19} \text{ J} - 2.24 \cdot 10^{-20} \text{ J} = 3.12 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$W_A = 1.95 \text{ eV}$$

Grenzfrequenz:

$$f_G = \frac{W_A}{h} = 4.842 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$



## 5. Praktikum - Der Doppelspalt

Praktikum: 12 Punkte

a) Bedingung:  $\sin \alpha = \frac{k \lambda}{g}$  und  $\tan \alpha = \frac{d}{D}$  mit  $k = 0, 1, 2, \dots$  (2 Punkte)

Näherung kleiner Winkel, d.h.  $\sin \alpha = \tan \alpha$

b) Tabelle: (3 Punkte)

k	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
d (mm)	-70	-55	-37.5	-18.5	0	19	38	56	71

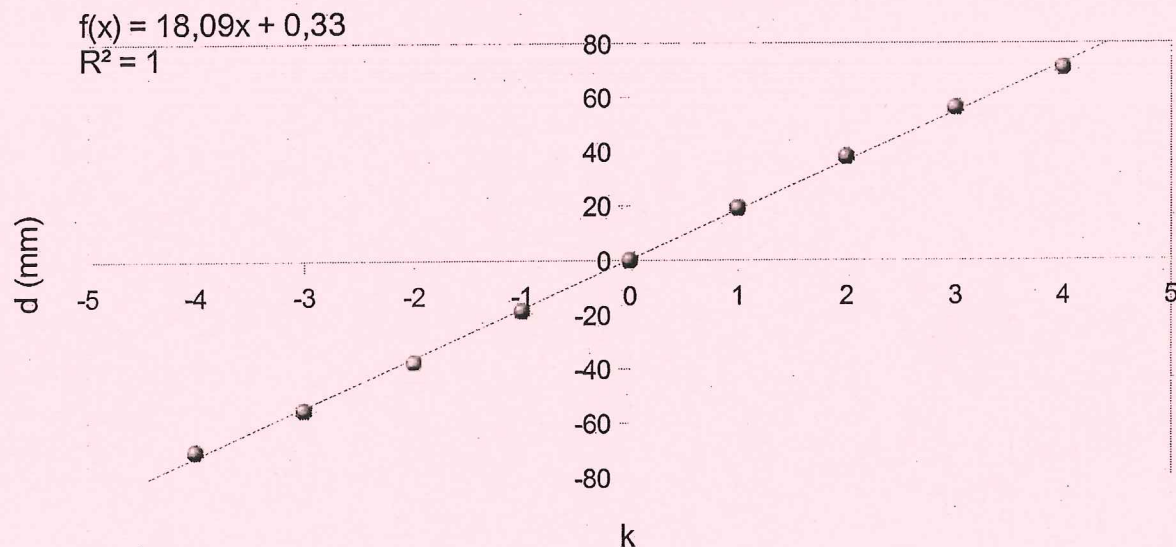
Maximaler Winkel für  $k = 4$ :  $\alpha_{MAX} = \arctan \frac{71 \text{ mm}}{2000 \text{ mm}} = 2.03^\circ$

Die Näherung für kleine Winkel ist annehmbar

c) Aus a):  $\frac{k \lambda}{g} = \frac{d}{D}$  (5 Punkte)

$d = \frac{D \lambda}{g} k$ ;  $\frac{D \lambda}{g}$  entspricht der Steigung der Geraden

### Aufgabe 5: Doppelspalt



Steigung:  $p = \frac{\Delta d}{\Delta k} = 18.09 \text{ mm} = \frac{D \lambda}{g}$

$g = \frac{D \lambda}{p} = \frac{2 \text{ m} \cdot 632 \cdot 10^{-9} \text{ m}}{0.01809 \text{ m}} = 69.9 \mu \text{ m}$

d) absoluter Fehler:  $|75 \mu \text{ m} - 69.9 \mu \text{ m}| = 5.1 \mu \text{ m}$  (2 Punkte)

relativer Fehler:  $\frac{5.1 \mu \text{ m}}{75 \mu \text{ m}} = 0.068 = 6.8 \%$

