Link-Ebene Physik

Lehrplananbindung: 12.5 Radioaktivität und Kernreaktionen, Zerfallsgesetz
Kompetenzen: Neben den Fachkenntnissen liegt der Schwerpunkt bei

Erkenntnisgewinnung	***Fachmethoden wiedergeben***	***Fachmethoden nutzen***	*Fachmethoden problembezogen auswählen u. anwenden*
Kommunikation	*Mit vorgegebenen Darstellungsformen arbeiten*	***Geeignete Darstellungsformen nutzen***	*Darstellungsformen selbständig auswählen u. nutzen*
Bewertung	*Vorgegebene Bewertungen nachvollziehen*	*Vorgegebene Bewertungen beurteilen und kommentieren*	*Eigene Bewertungen vornehmen*

Graphische Auswertung einer Messreihe zum radioaktiven Zerfall (nach Abitur 2011)

In einem Experiment wird die Aktivität A(t) eines radioaktiven Elements in Abhängigkeit von der Zeit t bestimmt. In der folgenden Messreihe ist das um den Nulleffekt bereinigte Verhältnis $\frac{A(t)}{A(0)}$ angegeben.

Zeit t in s	0	80	160	240	320	400
$\frac{A(t)}{A(0)}$	1	0,713	0,460	0,322	0,230	0,161

a) Zeigen Sie allgemein, dass sich die Gesetzmäßigkeit $A(t) = A(0) \cdot e^{-\lambda t}$ auch in der Form $\ln\left(\frac{A(t)}{A(0)}\right) = -\lambda t$ schreiben lässt.

b) Stellen Sie obige Messreihe in einer t-ln(A(t)/A(0))-Wertetabelle dar und fertigen Sie damit ein t-ln(A(t)/A(0))-Diagramm an.

c) Erklären Sie die besondere Bedeutung der Zerfallskonstanten λ im t-ln(A(t)/A(0))-Diagramm. Bestimmen Sie graphisch mit Hilfe des t-ln(A(t)/A(0))-Diagramms die Zerfallskonstante λ und berechnen Sie daraus die Halbwertszeit $T_{1/2}$.

d) Berechnen Sie nach welcher Zeit die Aktivität auf 10 % der Anfangsaktivität gesunken ist.

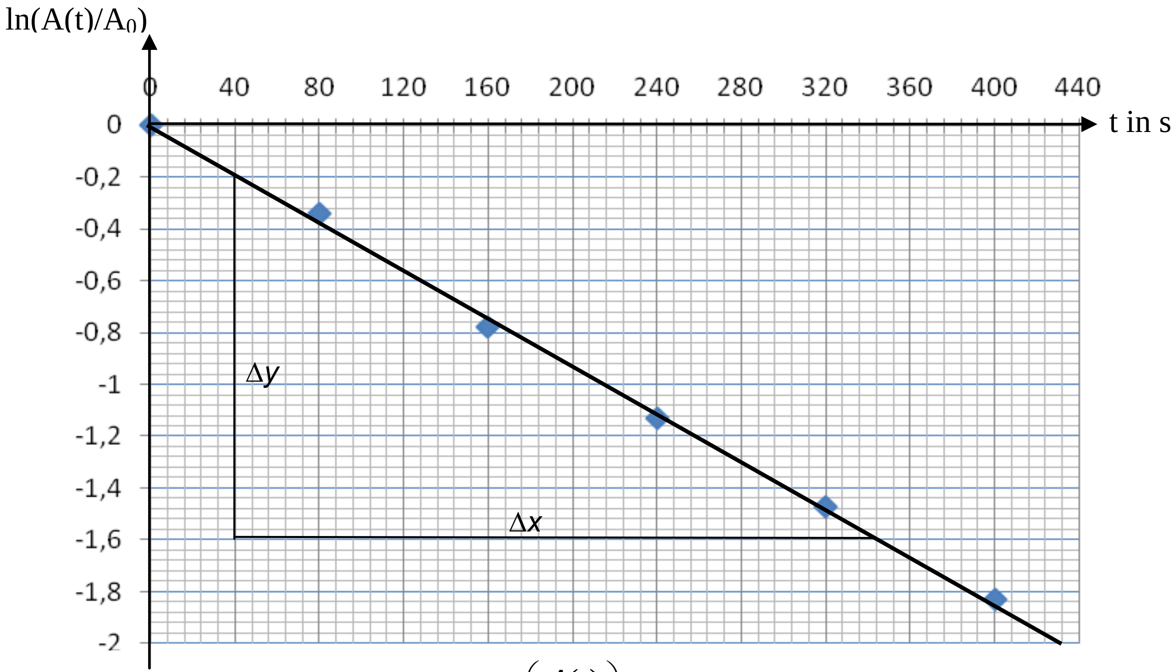
e) Aus den bisherigen Ergebnissen soll ein t-N(t)-Diagramm angefertigt werden. Dabei ist N(t) die Anzahl der unzerfallenen Kerne zum Zeitpunkt t. <u>Beschreiben</u> Sie, wie Sie vorgehen würden und welche weiteren Daten erforderlich wären.

Lösungen:

a) *Die Ausgangsgleichung auf beiden Seiten durch A(0) dividieren und auf beiden Seiten der Gleichung den natürlichen Logarithmus ln anwenden.*

b)

Zeit t in s	*0*	*80*	*160*	*240*	*320*	*400*
$\ln\left(\frac{A(t)}{A(0)}\right)$	*0*	*-0,338*	*-0,777*	*-1,13*	*-1,47*	*-1,83*



c) *Da im Diagramm die Werte von* $\ln\left(\frac{A(t)}{A(0)}\right)$ *an der y-Achse und die Werte von t an der x-Achse angetragen werden entspricht der Zusammenhang* $\ln\left(\frac{A(t)}{A(0)}\right) = -\lambda t$ *der Funktionsgleichung einer linearen Funktion y = mx . Daher ist -λ die (negative) Steigung der Ausgleichsgeraden. λ ist also der Betrag der Steigung der Ausgleichsgeraden.*

λ wird graphisch bestimmt, indem man ein Steigungsdreieck an die Ausgleichsgerade zeichnet und die Kathetenlängen des Dreiecks abliest (siehe Lösung b)). Nach der Definition der Steigung einer linearen Funktion gilt dann $\lambda = \left|\frac{\Delta y}{\Delta x}\right| \approx \left|\frac{-1{,}4}{304\,s}\right| = 4{,}6 \cdot 10^{-3}\ s^{-1}$

und $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \approx 2{,}5\ \text{min}$

d) $0{,}10 \cdot A(0) = A(0) \cdot e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln(0{,}10) = -\lambda t \Rightarrow t = \frac{\ln(0{,}10)}{-\lambda} \approx 5{,}0 \cdot 10^{2}\ s$

e) *Die Umrechnung von der Aktivität zur Teilchenzahl gelingt mit Hilfe der Gleichung* $N(t) = \frac{A(t)}{\lambda}$*. Da in der vorhandenen Messreihe aber nur relative Verhältnisse* $\frac{A(t)}{A(0)}$

gegeben sind, muss zusätzlich ein absoluter Wert für A(t) oder N(t) zu einer bestimmten Zeit t bekannt sein.