

■ Beispiel 6 - Tschernobyl

Beispieltext

Ende April 1986 ereignete sich in Tschernobyl die bislang schwerste Reaktorkatastrophe in der Geschichte der zivilen Nutzung der Atomenergie. Im radioaktiven Fallout, der auch Österreich verseuchte, waren mengenmäßig die Isotope Jod-131 und Caesium-137 stark vertreten.

(a) Das langlebige Caesium-137 hat eine Halbwertszeit von ca. 30 Jahren. Stelle das Zerfallsgesetz für Cs-137 in der Form $n(t) = n_0 \cdot e^{-\lambda t}$ dar.

Wie groß ist die Zerfallskonstante λ ?

(b) Berechne, wie viel Prozent der Anfangsmasse seit dem Unfall zerfallen sind, und wie lange es dauert, bis die Caesiumbelastung auf 10% bzw. 1% ihres Maximalwertes zurückgeht!

(c) Das Zerfallsgesetz für Jod-131 lautet $n(t) = n_0 \cdot e^{-0.08664 t}$ (t in Tagen).

Berechne die Halbwertszeit und die tägliche prozentuelle Abnahme der Jodbelastung!

Lösungsvorschlag

(a)

Zur Bestimmung des Zerfallsgesetzes muss zuerst der Parameter λ berechnet werden:

```
In[97]:= n[t_] := n0 * e-λ*t
```

```
In[98]:= Solve[n[30] == 0.5 n0, λ]
```

```
Out[98]= {{λ → 0.0231049}}
```

Abspeichern von λ :

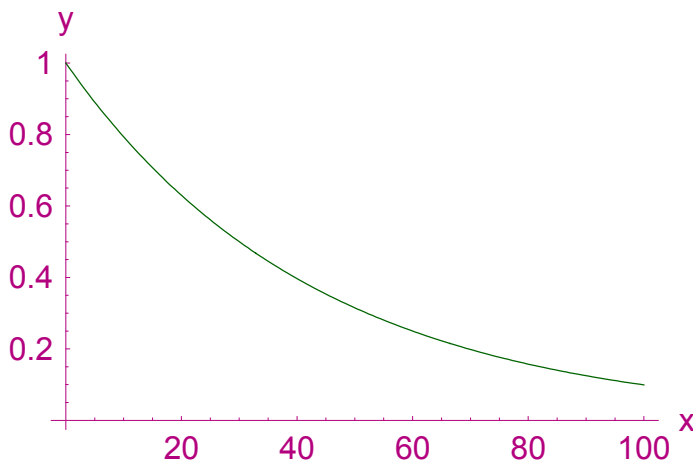
```
In[99]:= λ := 0.023104906018664842`
```

Zum Zeichnen wählen wir für n_0 willkürlich 1:

```
In[100]:= n0 := 1
```

Grafische Darstellung:

```
In[102]:= Plot[n[t], {t, 0, 100}];
```



(b)

Seit dem Unfall sind 15 Jahre vergangen, wir berechnen also $n(15)$:

```
In[103]:= n[15] // N
```

```
Out[103]= 0.707107
```

D.h. 70.7 % sind noch vorhanden, bis jetzt sind daher 29.3% zerfallen.

```
In[104]:= Solve[n[t] == 0.1 n0, t]
```

```
Out[104]= {{t -> 99.6578}}
```

Nach 100 Jahren ist die Belastung auf 10% gesunken.

```
Solve[n[t] == 0.01 n0, t]
```

```
{{t -> 199.316}}
```

Nach 200 Jahren ist die Belastung auf 1% gesunken.

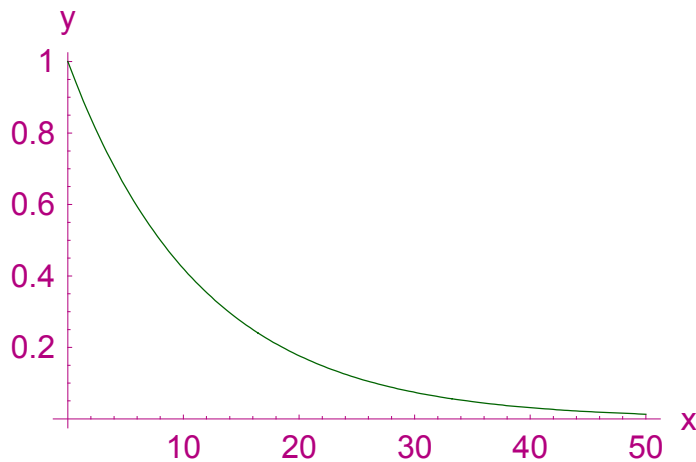
(c)

Für die Berechnung der Halbwertszeit von Jod setzt man an :

```
In[105]:= nJ[t_] := n0 * e-0.08664 t
```

Grafische Darstellung:

```
In[108]:= Plot[nJ[t], {t, 0, 50}];
```



Berechnung der Halbwertszeit:

```
In[109]:= Solve[nJ[t] == 0.5 n0, t]
```

```
Out[109]= {{t -> 8.00031}}
```

Die Halbwertszeit von Jod-131 beträgt 8 Tage.

```
n0 - nJ[1]
```

```
0.0829928
```

Die tägliche prozentuelle Abnahme beträgt 8.3%.