Orbitale und Schalen im Elektroniummodell

Karlsruher Institut für Technologie

www.physikdidaktik.uni-karlsruhe.de

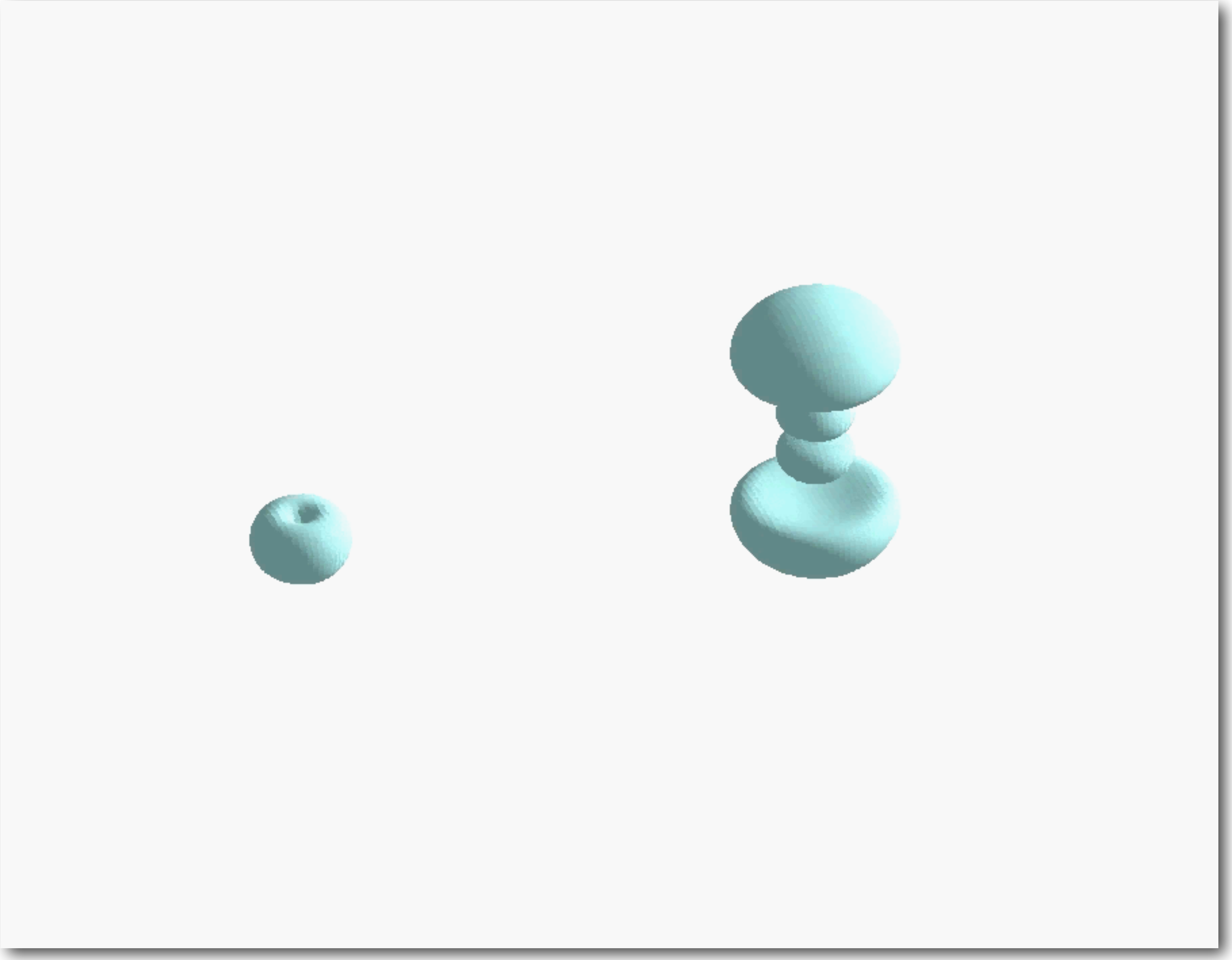
Zusammensetzen von Atomhüllen aus besetzten H-Atom-Orbitalen

$n = 1, 2, 3, 4, \ldots$

$l = 0, 1, \ldots, n - 1$

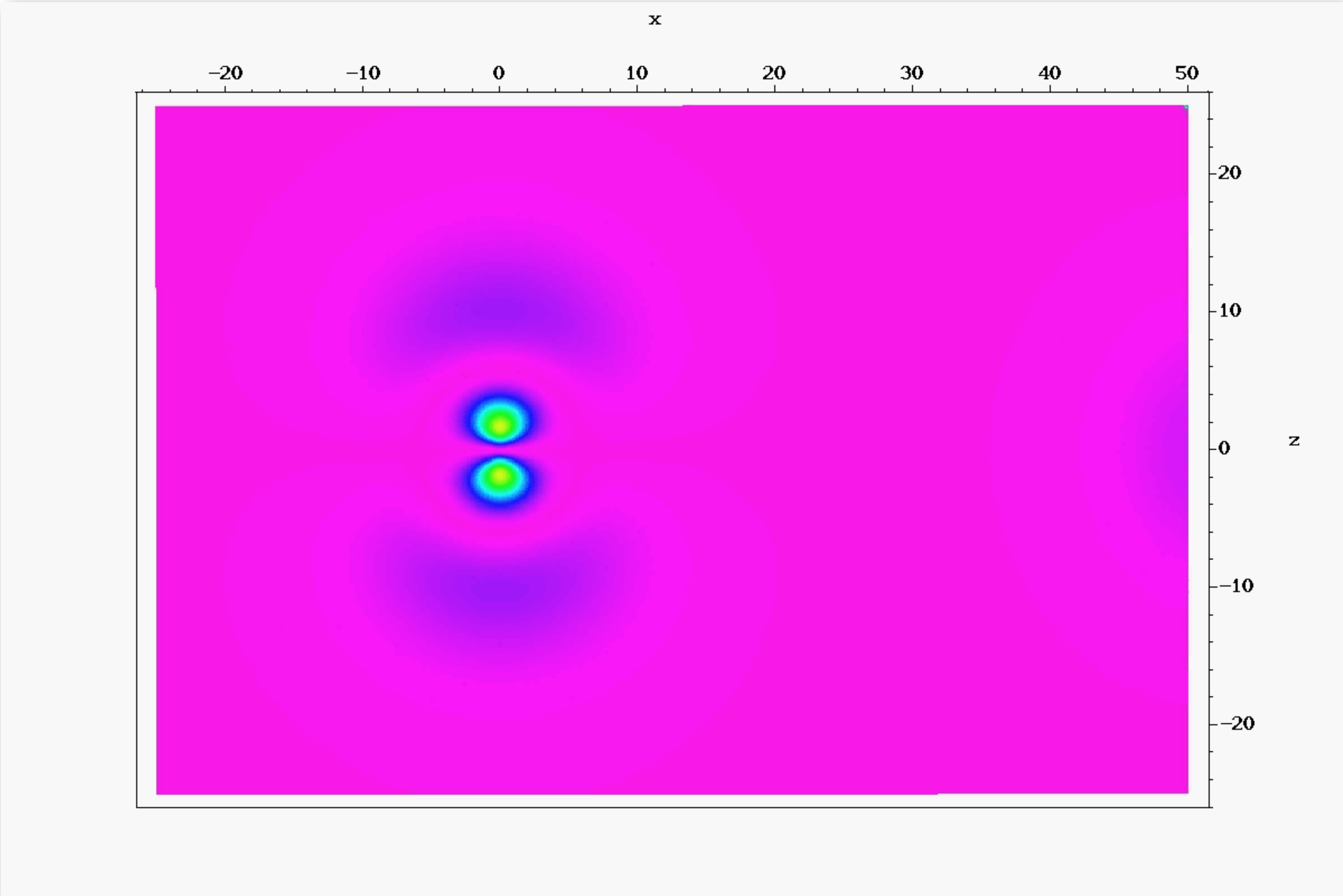
$m = -l, \ldots, +l$

$n = 3$, $l = 1$, $m = 0 \ldots -1 \ldots +1$

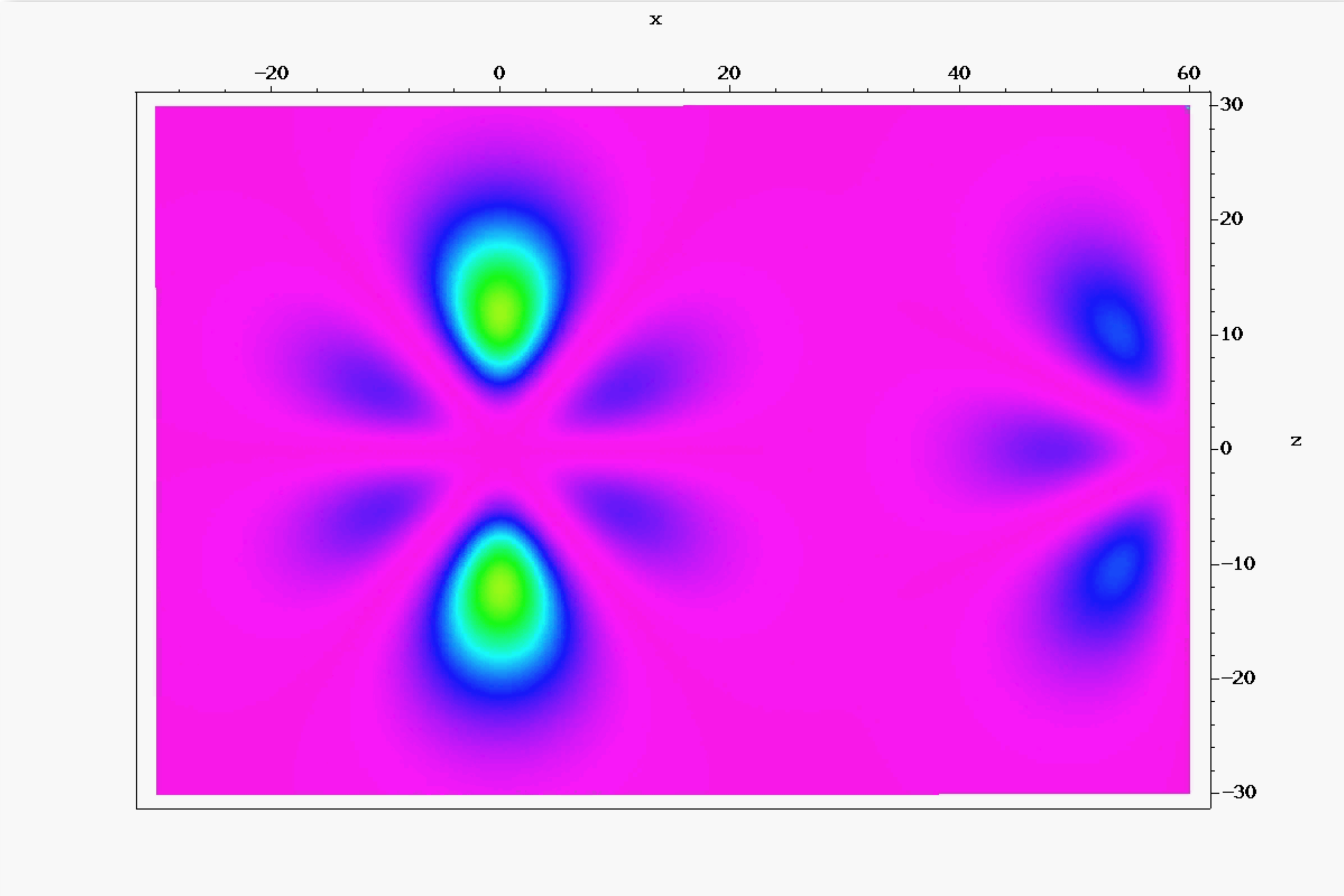


Wenn eine Unterschale voll ist, ist die Elektroniumverteilung kugelsymmetrisch.

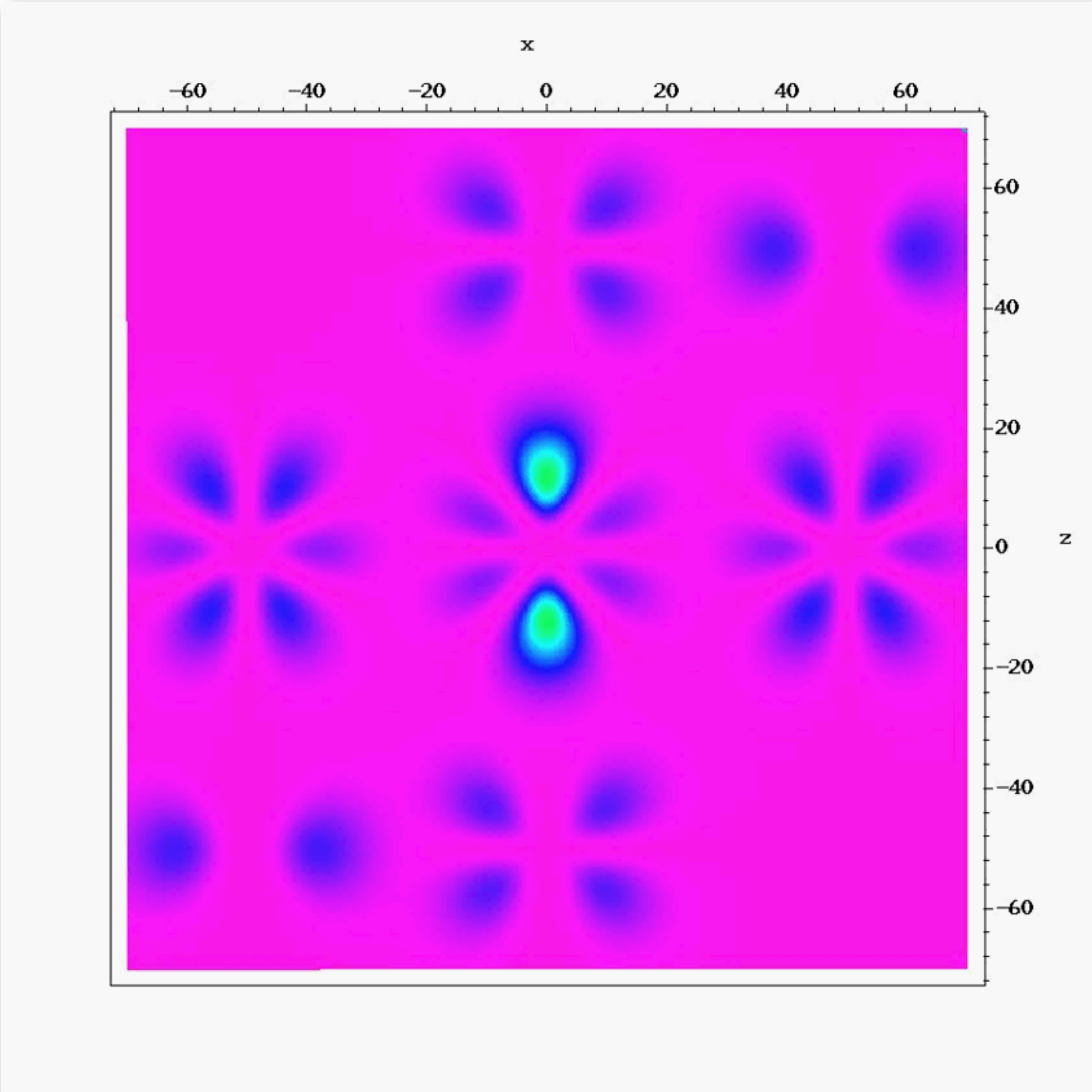
$n = 3,\ l = 1,\ m = 0 \ldots -1 \ldots +1$



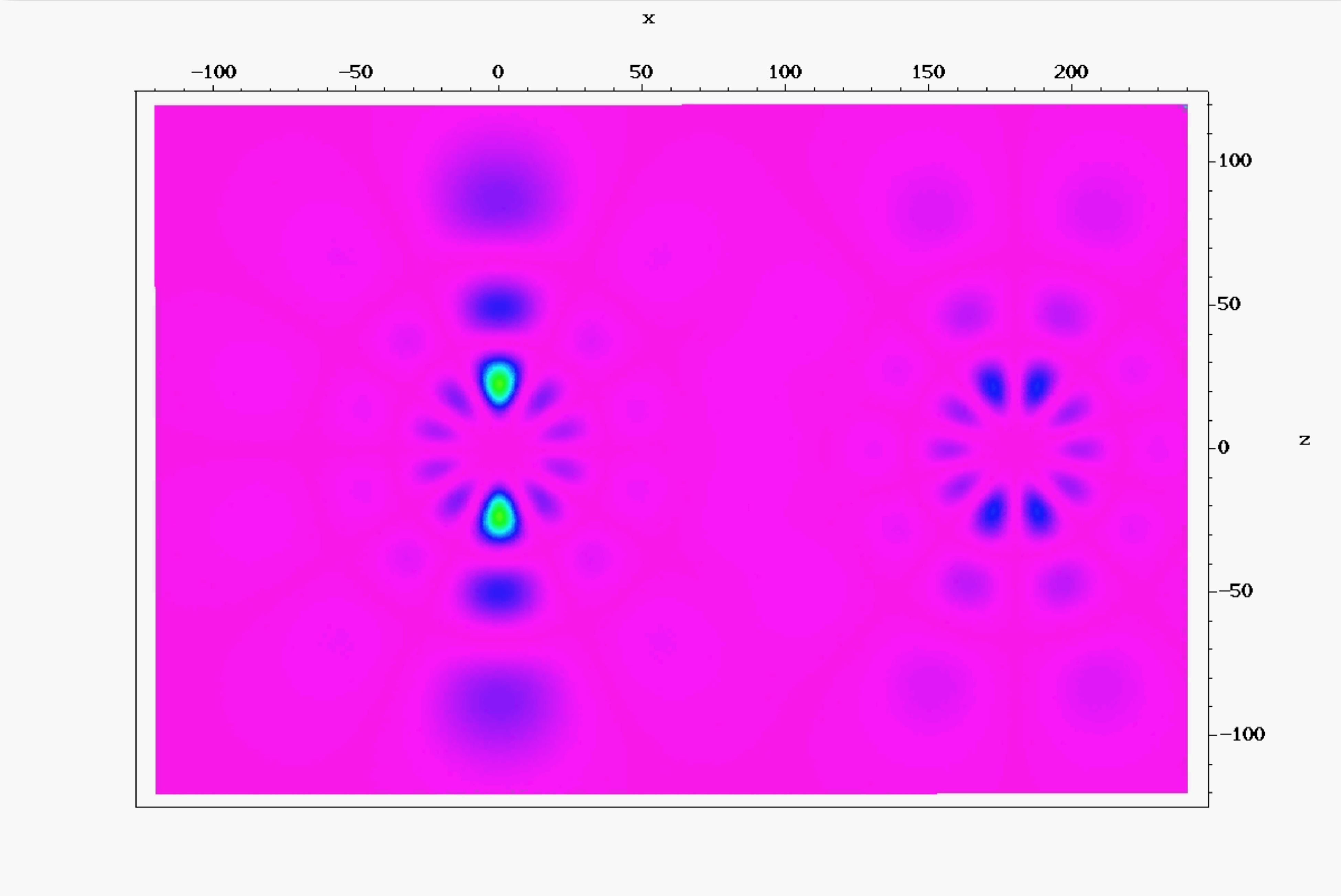
$n = 4,\ l = 3,\ m = 0 \ldots -1 \ldots +1 \ldots -2 \ldots +2 \ldots -3 \ldots +3$



$n = 4,\ l = 3,\ m = 0\ldots -1\ldots +1\ldots -2\ldots +2\ldots -3\ldots +3$

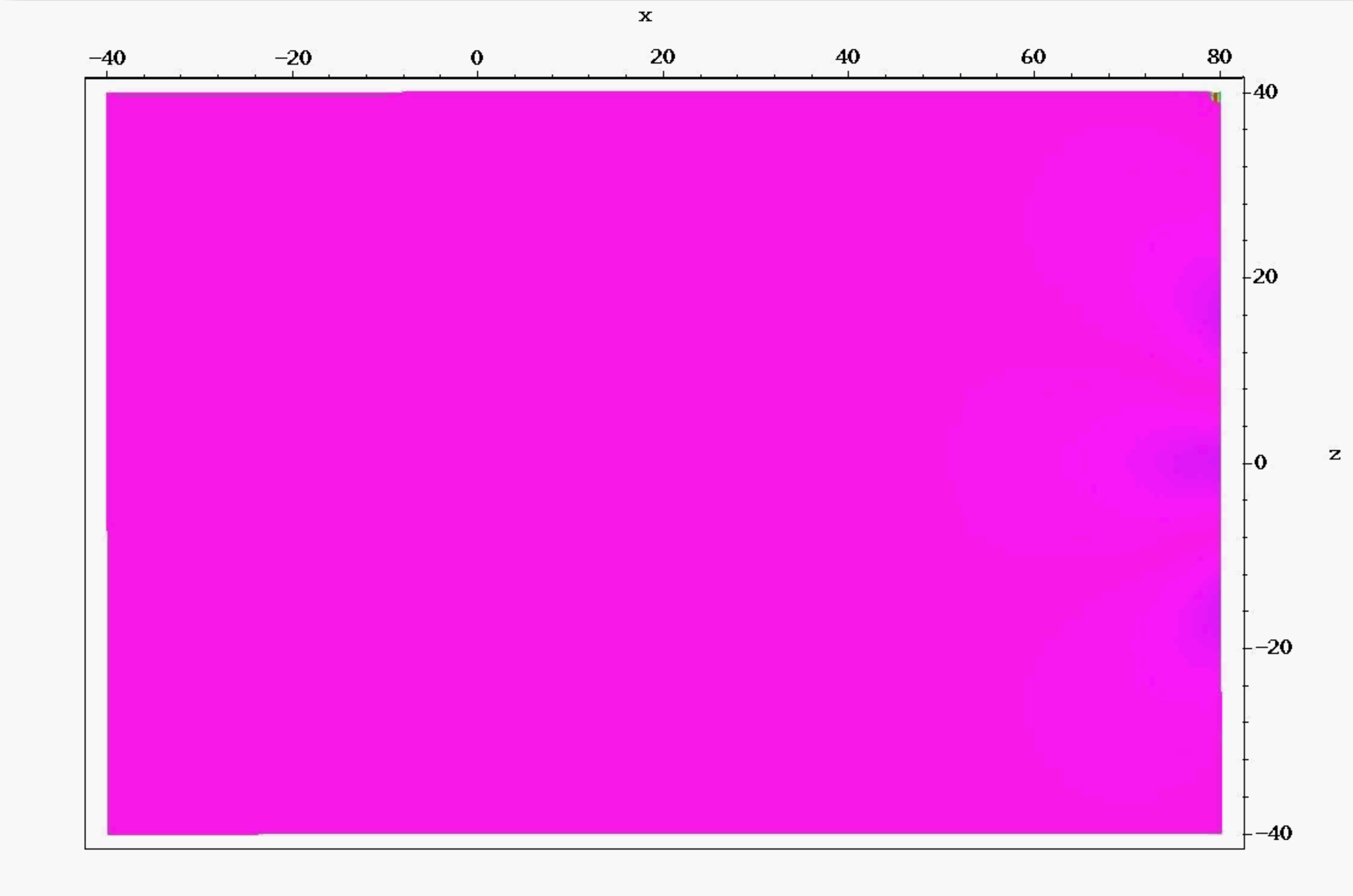


$n = 8$, $l = 5$, $m = 0 \ldots -1 \ldots +1 \ldots -2 \ldots +2 \ldots -3 \ldots +3 \ldots -4 \ldots +4 \ldots -5 \ldots +5$

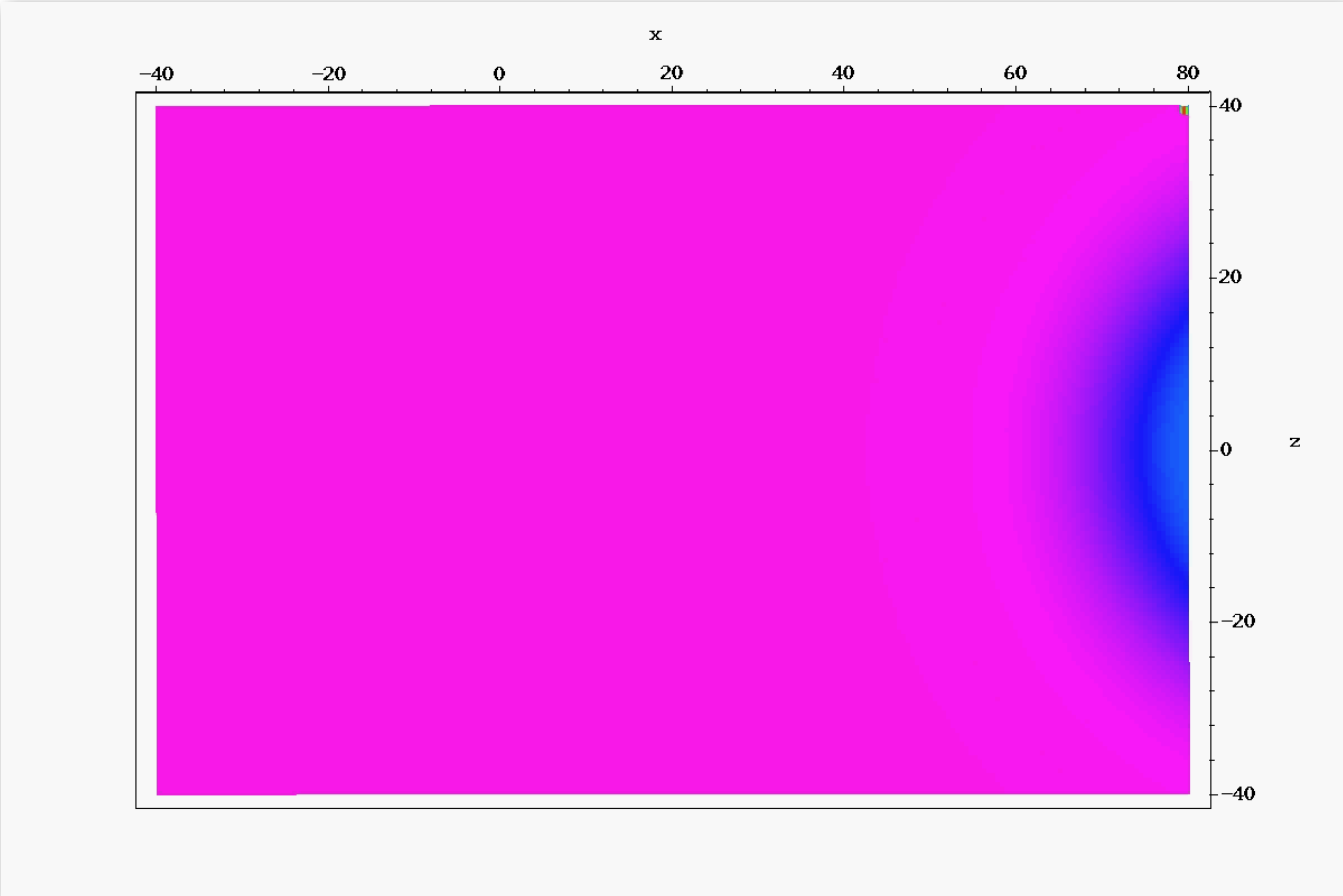


$n = 5$

$l = 4,\ m = 0 \ldots \pm1 \ldots \pm2 \ldots \pm3 \ldots \pm4$
$l = 3,\ m = 0 \ldots \pm1 \ldots \pm2 \ldots \pm3$
$l = 2,\ m = 0 \ldots \pm1 \ldots \pm2$
$l = 1,\ m = 0 \ldots \pm1$
$l = 0,\ m = 0$

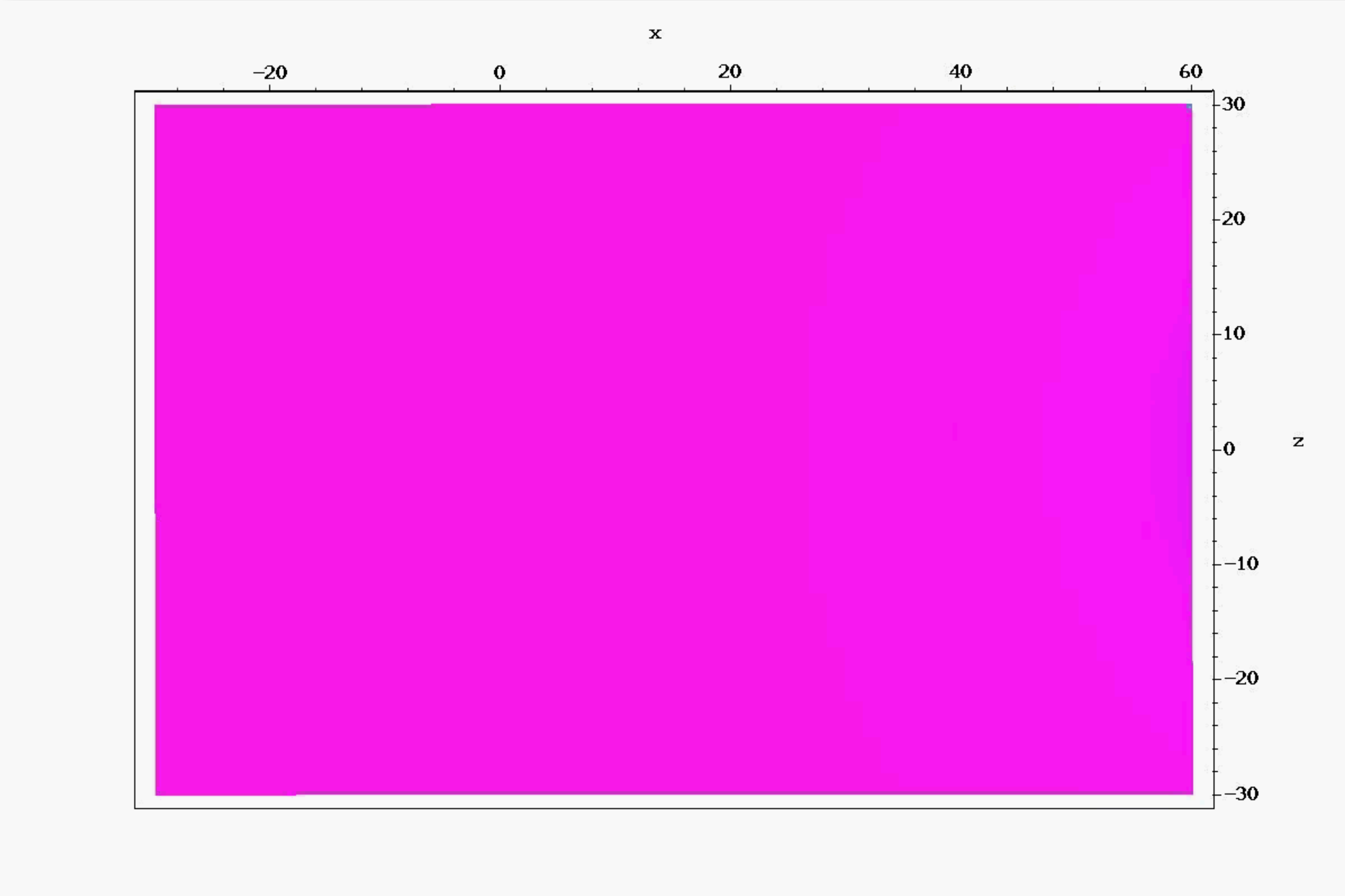


$n = 5$, $l = 4,\dots.3,\dots.2,\dots.1,\dots.0$

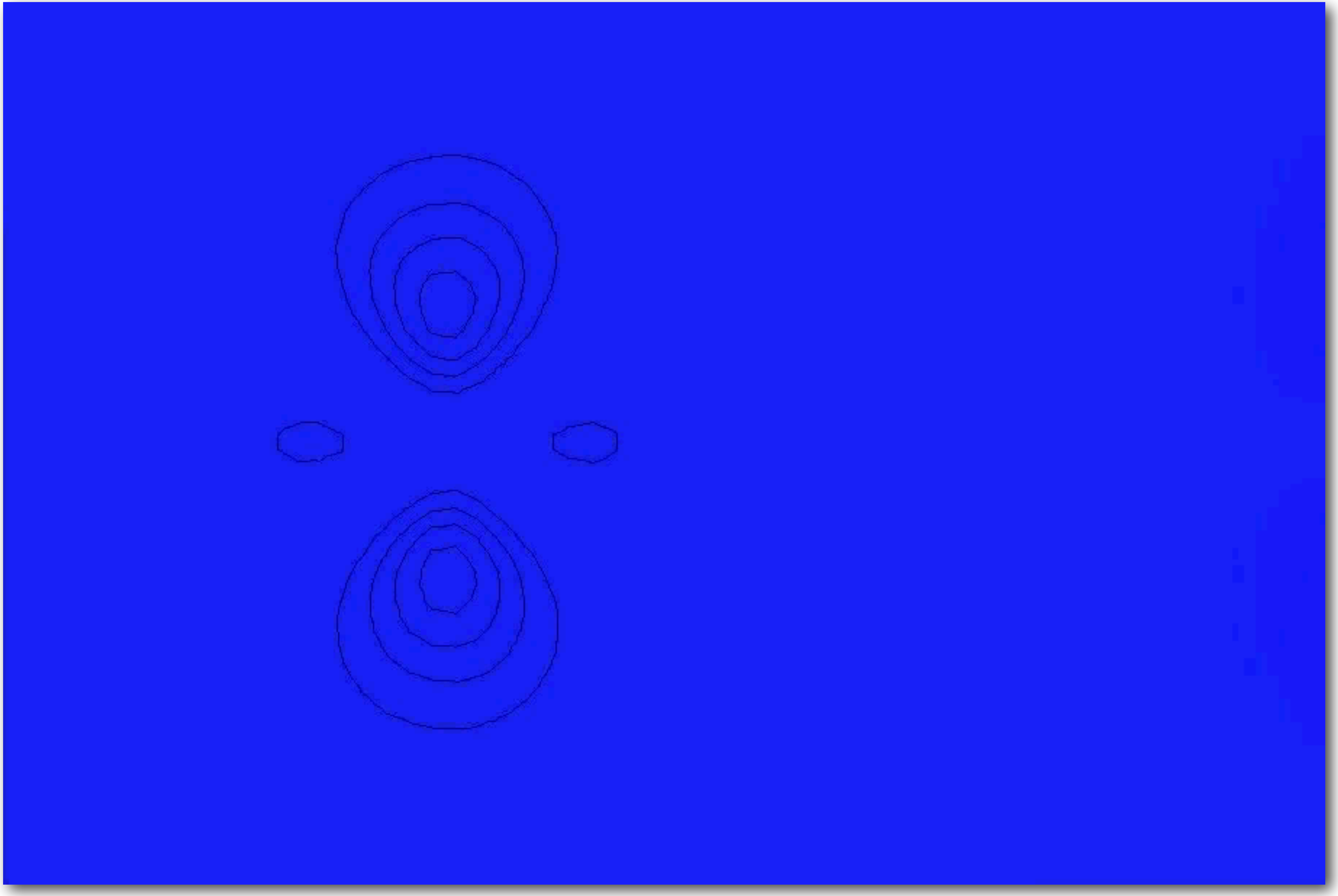


$n = 5,\ l = 4, \ldots 3, \ldots 2, \ldots 1, \ldots 0$

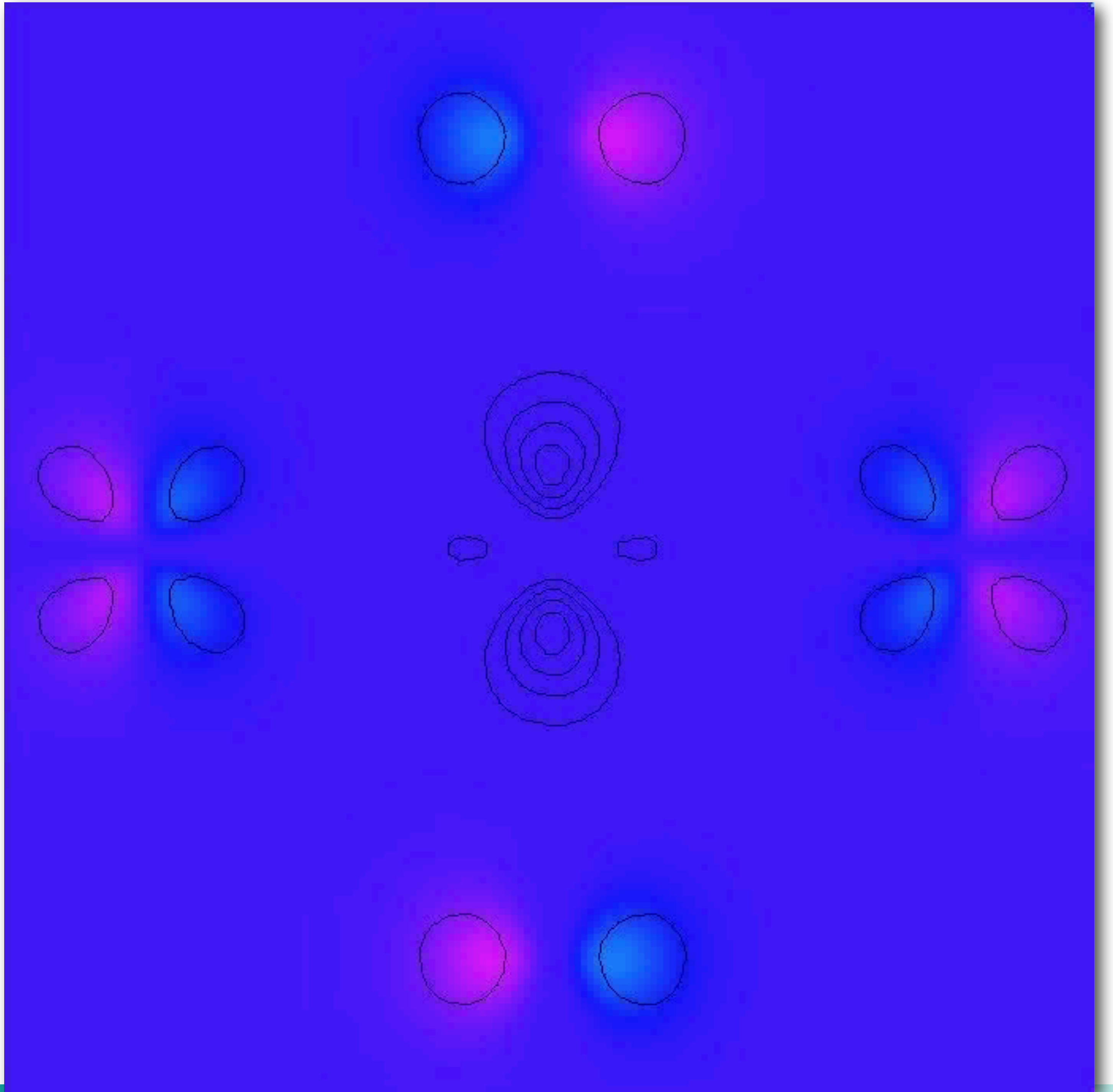
Alle Orbitale von H bis Ne
(H → He → Li → Be → B → C → N → O → F → Ne)



Stromdichte für $n = 3$, $l = 2$,



Stromdichte für $n = 3$, $l = 2$,



Zum Umgang mit dem Begriff *Elektron*

Warum keine Interferenz?

Zweielektronensystem

$$\left[-\frac{\hbar^2}{2m}\left(\nabla_1^2+\nabla_2^2\right)-\frac{2e^2}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{r_1}+\frac{1}{r_2}\right)+\cancel{\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 r_{12}}}\right]\psi = E\psi$$

$$\left[-\frac{\hbar^2}{2m}\nabla_1^2-\frac{2e^2}{4\pi\varepsilon_0 r_1}\right]\psi+\left[-\frac{\hbar^2}{2m}\nabla_2^2-\frac{2e^2}{4\pi\varepsilon_0 r_2}\right]\psi=(E_1+E_2)\psi$$

$$\psi(\boldsymbol{r}_1,\boldsymbol{r}_2)$$

$$\psi(\boldsymbol{r}_1,\boldsymbol{r}_2)=\psi_{\mathrm{A}}(\boldsymbol{r}_1)\cdot\psi_{\mathrm{B}}(\boldsymbol{r}_2)$$

Funktion in sechsdimensionalem Ortsraum

Elektron 1

Elektron 2

Zustand A

Zustand B

Elektron 1 befindet sich im Zustand A, Elektron 2 im Zustand B.

Zwei Felder, ein elektrisches und ein magnetisches: ~~$\boldsymbol{E}(\boldsymbol{r}_1)$ und $\boldsymbol{H}(\boldsymbol{r}_2)$?~~

$\boldsymbol{E}(\boldsymbol{r})$ und $\boldsymbol{H}(\boldsymbol{r})$

$$\psi(x_1, x_2) = \psi_{\mathrm{A}}(x_1) \cdot \psi_{\mathrm{B}}(x_2)$$

$$\psi(x_1, x_2) = \psi_{\mathrm{B}}(x_1) \cdot \psi_{\mathrm{A}}(x_2)$$

Pauli-Prinzip:

$$\psi(x_1, x_2) = \frac{1}{\sqrt{2}}\left[\psi_{\mathrm{A}}(x_1) \cdot \psi_{\mathrm{B}}(x_2) - \psi_{\mathrm{B}}(x_1) \cdot \psi_{\mathrm{A}}(x_2)\right]$$

$$\psi(x_1,x_2)=\frac{1}{\sqrt{2}}\left[\psi_{\mathrm{A}}(x_1)\cdot\psi_{\mathrm{B}}(x_2)-\psi_{\mathrm{B}}(x_1)\cdot\psi_{\mathrm{A}}(x_2)\right]$$

$$\rho(x_1)=\frac{1}{2}\int\left[\psi(x_1,x_2)\right]^2 dx_2$$

$$=\frac{1}{2}\left[\psi_{\mathrm{A}}^2(x_1)+\psi_{\mathrm{B}}^2(x_1)\right]$$

$$\rho(x)=\psi_{\mathrm{A}}^2(x)+\psi_{\mathrm{B}}^2(x)$$

Die Mehrelektronendichte ist gleich der Summe der Einzelelektronendichten.

„Ein Elektron interferiert nur mit sich selbst.“

$$\psi_{\mathrm{C}}(x) = a\psi_{\mathrm{A}}(x) + b\psi_{\mathrm{B}}(x)$$

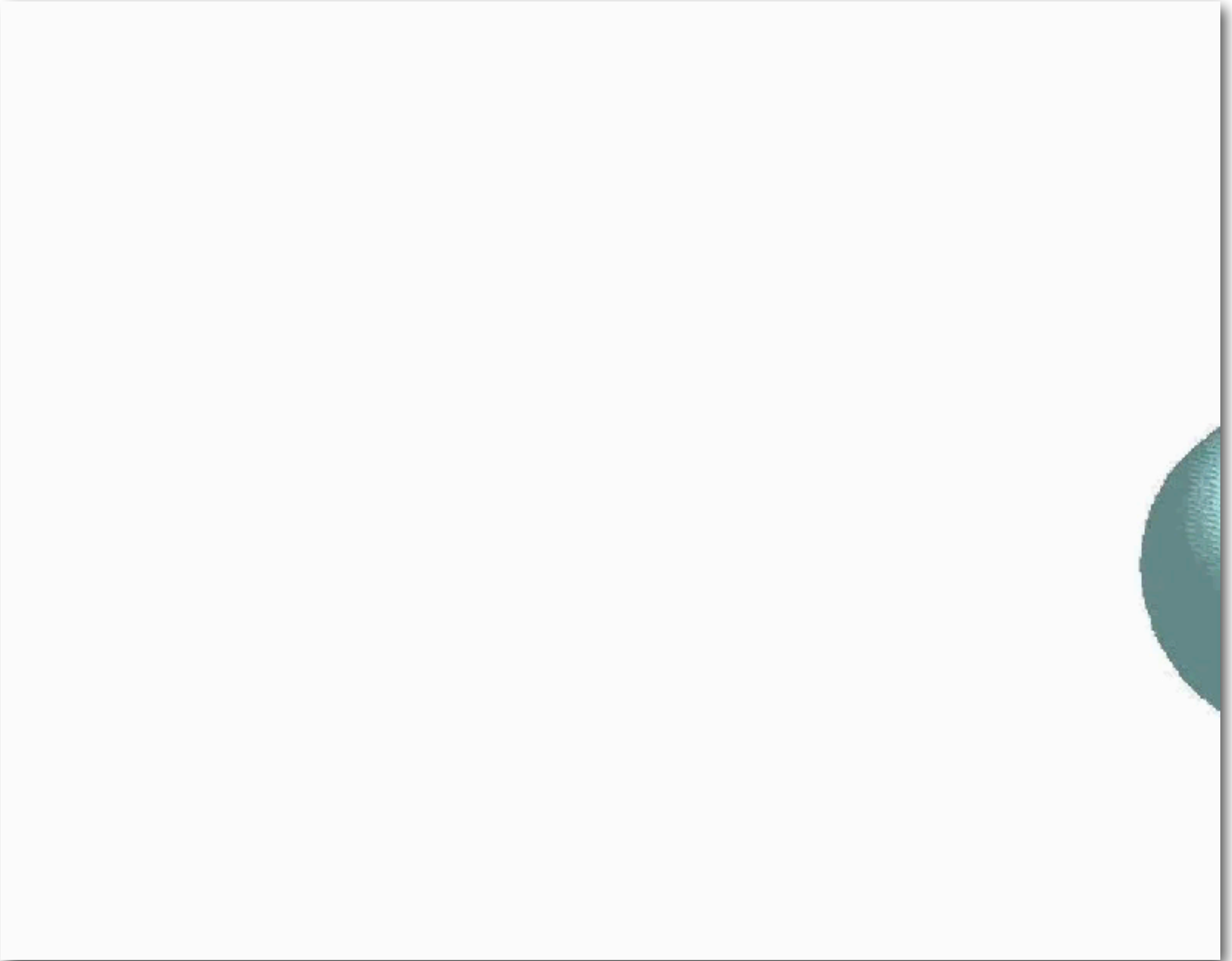
$$\psi_{\mathrm{D}}(x) = a'\psi_{\mathrm{A}}(x) + b'\psi_{\mathrm{B}}(x)$$

$$\rho(x) = \psi_{\mathrm{C}}^2(x) + \psi_{\mathrm{D}}^2(x)$$

Ein Elektron = eine Elementarportion Elektronium

Zwei Elektronen ⇒ Kuchenteig für zwei Brezeln

sp³-Hybridorbital



Die Formen des Bor-Atoms bilden eine eindimensionale Mannigfaltigkeit.

ENDE