#### DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE





Production and decay spectroscopy of neutron-deficient actinides at IGISOL using <sup>232</sup>Th(p,x)Y reaction

#### Emmanuel Rey-herme CEA/Irfu/DphN

Supervised by M. Vandebrouck (CEA/Irfu/DPhN) In collaboration with I. Moore, I. Pohjalainen and A. Raggio (University of Jyväskylä)



Colloque GANIL September 2021





Prediction of strong octupolar deformations in the ground state of neutron-deficient actinides :



S. E. Agbemava *et al.* PRC 96 (2017)

## Cea Physics motivation



Mass excess uncertainty in the neutron-deficient actinides. The nuclei produced through  $^{232}$ Th(p,x)Y reaction at IGISOL are highlighted in the green area.

<sup>217</sup> Ра	<sup>218</sup> Ра	<sup>219</sup> Ра	<sup>220</sup> Ра	<sup>221</sup> Ра	<sup>222</sup> Ра	<sup>223</sup> Ра	<sup>224</sup> Ра	<sup>225</sup> Ра	<sup>226</sup> Ра	<sup>227</sup> Pa	<sup>228</sup> Ра	<sup>229</sup> Ра	<sup>230</sup> Ра	<sup>231</sup> Ра	<sup>232</sup> Ра	<sup>233</sup> Ра
<sub>0.01 MeV</sub>	0.02 меV	0.07 меV	<sup>0.01 меv</sup>	0.06 меV	0.09 меV	0.08 меV	<sub>0.01 MeV</sub>	0.08 меV	<sup>0.01 MeV</sup>	<sub>0.01 MeV</sub>	<sub>0 ме</sub> у	<sub>0 МеV</sub>	<sub>0 меv</sub>	<sub>0 МеV</sub>	0.01 меV	<sub>0 Ме</sub> у
<sup>216</sup> Th	<sup>217</sup> Th	<sup>218</sup> Th	<sup>219</sup> <b>Th</b>	<sup>220</sup> Th	<sup>221</sup> Th	<sup>222</sup> Th	<sup>223</sup> Th	<sup>224</sup> Th	<sup>225</sup> Th	<sup>226</sup> Тһ	<sup>227</sup> Th	<sup>228</sup> Th	<sup>229</sup> Th	<sup>230</sup> Th	<sup>231</sup> Th	<sup>232</sup> Th
0.01 MeV	<sub>0.01 MeV</sub>	0.01 меV	0.06 меV	<sub>0.01 MeV</sub>	0.01 MeV	0.01 меV	0.01 MeV	<sub>0.01 MeV</sub>	0.01 МеV	<sup>0 меv</sup>	<sup>0 меv</sup>	<sup>0 MeV</sup>	<sub>0 MeV</sub>	<sup>0 меv</sup>	<sup>0 MeV</sup>	<sub>0 ме</sub> у
<sup>215</sup> Ac	<sup>216</sup> Ac	<sup>217</sup> Ac	<sup>218</sup> Ac	<sup>219</sup> Ac	<sup>220</sup> Ac	<sup>221</sup> Ac	<sup>222</sup> Ac	<sup>223</sup> Ac	<sup>224</sup> Ac	<sup>225</sup> Ac	<sup>226</sup> Ac	<sup>227</sup> Ac	<sup>228</sup> Ac	<sup>229</sup> Ac	<sup>230</sup> Ac	<sup>231</sup> Ac
0.01 MeV	0.01 MeV	0.01 MeV	0.06 MeV	0.05 MeV	0.01 MeV	0.06 MeV	0 MeV	0.01 MeV	0 MeV	<sub>0 MeV</sub>	0 MeV	0 MeV	0 MeV	0.01 MeV	0.02 MeV	0.01 MeV
<sup>214</sup> Ra	<sup>215</sup> Rа	<sup>216</sup> <b>Ra</b>	<sup>217</sup> <b>Ra</b>	<sup>218</sup> Ra	<sup>219</sup> Rа	<sup>220</sup> Rа	<sup>221</sup> Rа	<sup>222</sup> Rа	<sup>223</sup> Rа	<sup>224</sup> Ra	<sup>225</sup> Rа	<sup>226</sup> Rа	<sup>227</sup> Rа	<sup>228</sup> Rа	<sup>229</sup> Rа	<sup>230</sup> Ra
<sub>0.01 MeV</sub>	<sub>0.01 MeV</sub>	0.01 меV	0.01 меV	<sub>0.01 MeV</sub>	0.01 меV	<sub>0.01 MeV</sub>	<sup>0 MeV</sup>	<sub>0 МеV</sub>	<sub>0 МеV</sub>	<sub>0 MeV</sub>	<sub>0 МеV</sub>	<sub>0 Ме</sub> у	<sub>0 Ме</sub> у	<sub>0 МеV</sub>	<sub>0.02 MeV</sub>	0.01 MeV
<sup>213</sup> <b>Fr</b>	<sup>214</sup> <b>Fr</b>	<sup>215</sup> <b>Fr</b>	<sup>216</sup> <b>Fr</b>	<sup>217</sup> <b>Fr</b>	<sup>218</sup> <b>Fr</b>	<sup>219</sup> <b>Fr</b>	<sup>220</sup> <b>Fr</b>	<sup>221</sup> <b>Fr</b>	<sup>222</sup> <b>Fr</b>	<sup>223</sup> <b>Fr</b>	<sup>224</sup> <b>Fr</b>	<sup>225</sup> <b>Fr</b>	<sup>226</sup> <b>Fr</b>	<sup>227</sup> <b>Fr</b>	<sup>228</sup> Fr	<sup>229</sup> <b>Fr</b>
0 MeV	0.01 MeV	0.01 MeV	0 MeV	0.01 MeV	<sub>0 MeV</sub>	0.01 MeV	0 MeV	0 меV	0.01 MeV	0 MeV	0.01 MeV	0.01 MeV	0.01 MeV	0.01 MeV	0.01 MeV	0.01 MeV
<sup>212</sup> Rn	<sup>213</sup> Rn	<sup>214</sup> <b>Rn</b>	<sup>215</sup> Rn	<sup>216</sup> Rn	<sup>217</sup> Rn	<sup>218</sup> Rn	<sup>219</sup> Rn	<sup>220</sup> Rn	<sup>221</sup> Rn	<sup>222</sup> Rn	<sup>223</sup> Rn	<sup>224</sup> Rn	<sup>225</sup> Rn	<sup>226</sup> Rn	<sup>227</sup> Rn	<sup>228</sup> Rn
0 меV	<sup>0 меV</sup>	0.01 меV	0.01 меV	0.01 MeV	<sup>0 MeV</sup>	<sup>0 MeV</sup>	<sup>0 MeV</sup>	0 меV	0.01 MeV	<sub>0 МеV</sub>	0.01 меV	0.01 MeV	0.01 меV	<sub>0.01 MeV</sub>	0.01 меV	0.02 MeV
<sup>211</sup> At <sub>0 MeV</sub>	<sup>212</sup> At 0 MeV	<sup>213</sup> At <sub>0 MeV</sub>	<sup>214</sup> At <sub>0 MeV</sub>	<sup>215</sup> At 0.01 MeV	<sup>216</sup> At <sub>0 MeV</sub>	<sup>217</sup> At 0.01 MeV	<sup>218</sup> At 0.01 MeV	<sup>219</sup> At <sub>0 MeV</sub>	<sup>220</sup> At 0.01 MeV	<sup>221</sup> At 0.01 MeV	<sup>222</sup> At 0.02 MeV	<sup>223</sup> At 0.01 MeV	<sup>224</sup> At 0.02 MeV			
<sup>210</sup> Po	<sup>211</sup> <b>Po</b>	<sup>212</sup> <b>Po</b>	<sup>213</sup> Po	<sup>214</sup> Po	<sup>215</sup> Po	<sup>216</sup> Po	<sup>217</sup> <b>PO</b>	<sup>218</sup> Po	Mass Excess error [MeV]							
<sub>0 MeV</sub>	0 MeV	0 MeV	<sub>0 MeV</sub>	<sub>0 MeV</sub>	<sub>0 MeV</sub>	<sub>0 MeV</sub>	0.01 MeV	<sub>0 MeV</sub>								
<sup>209</sup> Ві <sub>0 МеV</sub>	<sup>210</sup> Bi <sup>0 MeV</sup>	<sup>211</sup> <b>Bi</b> 0.01 MeV	<sup>212</sup> Bi <sup>0 MeV</sup>	<sup>213</sup> Bi 0.01 MeV	<sup>214</sup> Bi 0.01 MeV	<sup>215</sup> Bi 0.01 MeV	<sup>216</sup> Bi 0.01 MeV	<sup>217</sup> Bi 0.02 MeV	0	0.	02	0.05	0	.07	0.09	)
<sup>208</sup> Pb 0 MeV	<sup>209</sup> Pb <sub>0 MeV</sub>	<sup>210</sup> Pb 0 MeV	<sup>211</sup> Pb <sub>0 MeV</sub>	<sup>212</sup> Рb 0 меV	<sup>213</sup> Pb 0.01 MeV	<sup>214</sup> Pb 0 MeV	<sup>215</sup> Рb 0.05 меV			ong-liv	ved		Unkn	own		

#### DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRI

#### **I262** experiment at IGISOL





# On going analysis : $^{225}Pa \rightarrow ^{221}Ac \rightarrow ^{217}Fr$

Existing literature :

225 Pa decay data

Element	Our work							
	$\overline{E_{\alpha}(\text{keV})}$	<i>I</i> (%)						
<sup>225</sup> Pa	7170(5)	17(1)						
	7235(5)	30(2)						
	7261(5)	53(2)						
<sup>221</sup> Ac								
	7373(5)	6(1)						
	7437(5)	20(2)						
	7641(5)	74(3)						
<sup>217</sup> Fr	8312(5)							
<sup>213</sup> At	9080(5)							

(1988) Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, B, 31 (3), pp. 483-486 DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE











#### **Contamination Peaks**





























Colloque GANIL

## **Data analysis for mass 225**







To do list :

<sup>225</sup>Pa data analysis :

- Extraction the multi-polarities of the transitions
- Interpretation of the results

Continue the analysis with the <sup>221</sup>Ac data

Future experiments planned :

- <sup>233</sup>U(p,x)Y reaction at IGISOL
- Improve the decay spectroscopy setup using the SEASON detector at Jyväskylä
- Move toward laser spectroscopy with SEASON at Jyväskylä and at GANIL-SPIRAL2









DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRI







E. Rey-herme

Colloque GANIL

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRI











# Thank you for your attention !