

Collisions d'actinides pour QED et super-lourds

Cédric Simenel^{1,2*}, Cédric Golabek³ et David J. Kedziora²

1. CEA, Centre de Saclay, IRFU/Service de Physique Nucléaire, F-91191 Gif-sur-Yvette, France

2. Department of Nuclear Physics, Research School of Physics and Engineering, Australian National University, Canberra, Australian Capital Territory 0200, Australia

3. GANIL (IN2P3/CNRS - DSM/CEA), BP 55027, F-14076 Caen Cedex 5, France

* cedric.simenel@cea.fr

La collision de deux noyaux d'actinide forme, pendant un temps très court de quelques zeptosecondes ($1 \text{ zs} = 10^{-21} \text{ s}$), les plus gros systèmes de nucléons en interaction disponibles sur Terre. Ce type de collision est utilisé pour produire des champs électriques super-intenses grâce au grand nombre de protons en interaction. Ces champs servent à tester la théorie de l'électrodynamique quantique (QED) qui prédit l'émission spontanée de paires électron-positron. Pour pouvoir observer ce processus, encore appelé «décroissance du vide de QED», il est nécessaire d'optimiser les caractéristiques de la réaction (choix des noyaux et de leur énergie) pour avoir les temps de contact maximum. D'autre part, il a aussi été proposé que les collisions d'actinides pourraient servir à produire des noyaux lourds de type transfermium ($Z > 100$ protons) et éventuellement super-lourds ($Z > 110$) grâce à un transfert de nucléons entre les deux noyaux.

Des calculs de dynamique quantique microscopique [1], telle que la théorie Hartree-Fock dépendant du temps (TDHF), ont été réalisés pour étudier les mécanismes de collision de noyaux d'actinides. En particulier, l'importance du rôle de la déformation des partenaires de collision sur les temps de contact et sur le processus de transfert est mis en avant. Des calculs systématiques à différentes énergies et pour différentes orientations de deux ^{238}U ont été réalisés [2]. Un exemple est présenté sur la figure 1. Les plus grands temps de contact obtenus ($\sim 4 \text{ zs}$ pour une énergie du centre de masse de 1200 MeV) devraient permettre d'observer expérimentalement l'émission spontanée de paires d'électron-positron.

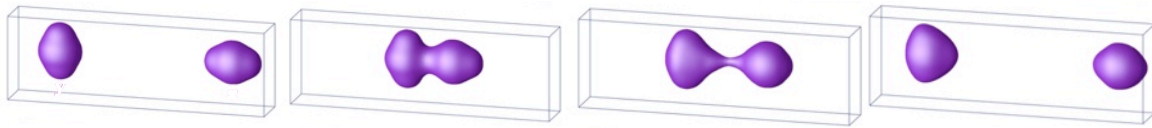


Fig. 1: Collision de deux noyaux d' ^{238}U . Chaque image est séparée d'une zeptoseconde (adapté de [2]).

Un nouveau mécanisme de quasifission inverse a été proposé pour la production de noyaux transfermium dans des réactions telles que $^{232}\text{Th} + ^{250}\text{Cf}$ [3]. Ce mécanisme est basé sur la déformation allongée de ces noyaux. Les calculs montrent que, lorsque la pointe d'un noyau entre en contact avec un autre noyau dont l'axe de déformation lui est perpendiculaire, comme c'est le cas sur la figure 1, un important transfert de nucléon a lieu du premier vers le second. Les noyaux produits sont plus riches en neutrons que ceux produits par fusion. Leur stabilité peut donc s'en trouver accrue car ils sont plus proches de l'îlot de stabilité super-lourd prédit par la théorie. La distribution des fragments produits est estimée à l'aide d'une technique de projection sur le nombre de particules [4], ainsi que par le principe variationnel de Balian-Vénéroni [5].

Références

- [1] C. Simenel, D. Lacroix, and B. Avez, *Quantum many-body dynamics: application to nuclear reactions* (VDM Verlag, 2010).
- [2] C. Golabek and C. Simenel, Phys. Rev. Lett. 103, 042701 (2009).
- [3] D. J. Kedziora and C. Simenel, Phys. Rev. C 81, 044613 (2010).
- [4] C. Simenel, Phys. Rev. Lett. 105, 192701 (2010).
- [5] C. Simenel, Phys. Rev. Lett. 106, 112502 (2011).