

FIVE QUESTIONS WITH DR. TESSA KATHLEEN CHARLES

Cáustica: el mecanismo detrás de las modulaciones de corriente en los aceleradores de partículas

Caustica es un fenómeno óptico que ocurre cuando las refracciones y reflexiones de los rayos de luz resultan en un fuerte enfocamiento de estos. El mismo efecto está presente en los aceleradores de partículas, donde la **Caustica** de las trayectorias de las partículas resulta en una modulación intensa en la corriente del haz [1,2].

¿Te puedes presentar?

Soy *Tessa Kathleen Charles*, y soy una física de aceleradores de partículas nacida en Australia.

¿Puedes contarnos sobre tu instituto y tu tema de investigación?

Trabajo en la Organización Europea de Investigación Nuclear (CERN) [3] en el “e+/e-Future Circular Collider” (FCC-ee) [4]. Estamos diseñando el siguiente gran colisionador de partículas que seguirá después del Large Hadron Collider (LHC). FCC-ee es uno de los fuertes candidatos que seguirá después del LHC, la principal diferencia con el LHC radica en que el FCC-ee colisionará electrones y positrones. ¡¡¡Y será enorme!!! Con una circunferencia de 100 km, el anillo se localizará en la cuenca de Ginebra, con la cordillera del Monte Jura a un lado y los Alpes en el otro, FCC-ee circunnavegará el Monte Salève y pasará por debajo del lago de Ginebra.

¿Por qué elegiste este tema de investigación?

He estado trabajando en colisionadores y fuentes luz para aceleradores lineales y circulares. Y disfruto mucho el trabajo en este tipo de máquinas.

En la actualidad, “Micro-bunching Instability” es una de las mayores limitaciones para los Free-electron lasers (FEL). Tengo planeado extender mi trabajo anterior de singularidades en las densidades de las trayectorias de las partículas, las cuales se les conocen como **causticas**. **Causticas** son fenómenos fáciles de identificar en la



Figura 1. Dra. Tessa Kathleen Charles posando enfrente de un dipolo.

óptica del acelerador. Las líneas brillantes que aparecen en la taza de café o las líneas que se ven en fondo las piscinas en un día soleado son ejemplos de **causticas**. La presencia de **causticas** ocurre en muchas áreas de la ciencia, incluyendo la física de aceleradores. El entendimiento de que ciertos efectos que son observados en los aceleradores son de naturaleza **caustica** puede ser la clave para saber cómo manipular mejor la dinámica del haz.

Actualmente, ¿cuál es el mayor reto que has encontrado en tu trabajo?

Trabajo en “emittance tuning” para el anillo de 100 km (FCC-ee). Una vez que este construido, los magnetos que forman parte del acelerador no estarán perfectamente alineados. Estos pequeños desalineamientos y errores en el campo distorsionaran la óptica del haz, especialmente en un acelerador que es non-linear (es decir que los campos electromagnéticos de sus elementos no son lineares) como el FCC-ee, esto podría ser una gran limitante para obtener

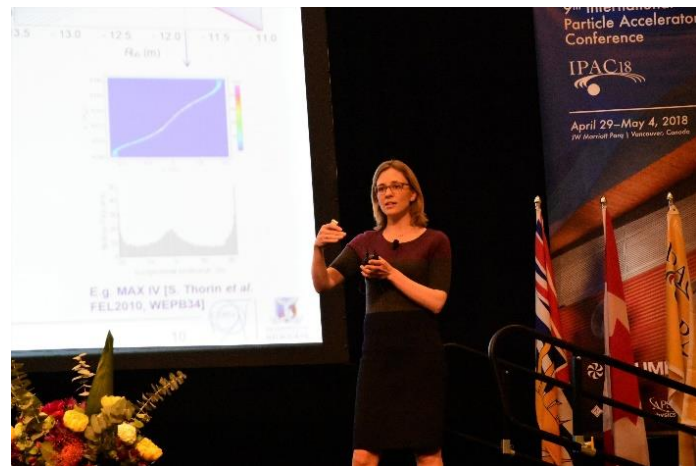


Figure 2. Dra. Tessa Kathleen Charles giving a talk during the 9th International Particle Accelerator Conference 2018 in Vancouver, Canada.

una alta luminosidad, al menos que la distorsión en la óptica del haz sea corregida. En los 100 km del anillo, se tiene miles de magnetos y de “Beam Position Monitors” (BPMs, que sirven para medir la posición del centro del haz) para poder corregir la óptica del haz. Se necesita un gran control de los parámetros del haz como lo es la emitancia para alcanzar luminosidades del orden de $10^{35} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Estos son los retos que hacen que el trabajo sea muy interesante.

¿Cuál piensas que sea el futuro de tu área de investigación?

Tengo un gran número de temas que deseo investigar. Una de ellos es desarrollar un método para reducir la “micro-bunching instability” en FELs. Los “Micro-bunching” crecen con resultados pequeñas modulaciones de la densidad del haz. Estas modulaciones se convierten en modulaciones de energía a través de “Coherent Synchrotron Radiation” (CSR) y/o “Longitudinal Space Charge”. Las modulaciones de energías a su vez se convierten de nuevo en modulaciones de densidad debido la dispersión longitudinal, la cual crea una mayor CSR, lo cual resulta a su vez en una mayor modulación, ¡¡¡esto crea un loop infinito que lleva la inestabilidad del haz!!!

Referencias

- [1] T. K. Charles et al, *Caustic-based approach to understanding bunching dynamics and current spike formation in particle bunches*, Phys. Rev. Accel. Beams, vol. **19** 104402 (2016).
- [2] T. K. Charles et al, *Applications of Caustic Methods to Longitudinal Phase Space Manipulation* in Proceedings of the 9th Int. Particle Accelerator Conference (IPAC'18), Vancouver, Canada, April 29th to May 4th 2018, page 1790.
- [3] CERN main page, <https://home.cern/>
- [4] M. Benedikt, et al, *Future Circular Collider: Conceptual design report Vol. 2 The Lepton Collider (FCC-ee)*, European Physical Journal ST **228**, 261–623 (2019).