Examen du 17/11/2016

Cours de N. Delerue

Documents autorisés (supports de cours et formulaires)

[English on next page]

1. Questions de cours (10 points)

- 1.1. Faire un schéma d'un injecteur thermoïonique pouvant accélérer des électrons jusqu'à 20 MeV. Identifiez 3 composants importants d'un injecteur thermoïonique en décrivant leur influence sur les performances du faisceau produit. (7 points)
- 1.2. L'énergie de première ionisation de l'Hélium est de l'ordre de 24.6eV, celle du Lithium de 5.4eV et celle du carbone 11.3 eV. Discuter de ces différences en vous appuyant sur la structure atomique de ces éléments. (3 points)

2. Source d'Hélium 2+ (10 points)

- 2.1. L'accélérateur SPIRAL2 peut accélérer, entre autres, des ions ${}^4\text{He}^{2+}$. Une ionisation par laser des atomes d'hélium est-elle envisageable ? Donner au moins un avantage et un inconvénient de cette méthode appliquée à l'Hélium. (2 points)
- 2.2. La méthode choisie pour créer ces ions est d'utiliser une source ECR. Quelle doit être l'énergie acquise par les électrons dans la résonance afin qu'ils puissent ioniser (au moins une fois) l'Hélium ? (1 point)
- 2.3. La fréquence de résonance des électrons est donnée par :

$$f_L = \frac{eB}{2\pi\gamma m_e}$$

En prenant 50 eV comme énergie des électrons et 1 Tesla comme champ magnétique, calculer la fréquence de résonance. (2 points)

- 2.4. Quelle sera la densité de coupure (cut-off density) pour cette source? [La formule est donnée dans le cours] (2 points)
- 2.5. Une source ECR peut aussi produire des électrons pourtant de telles sources ne sont jamais utilisées dans ce but. Pourquoi ? Vous discuterez de la qualité et de la pureté du faisceau d'électron produit et de la complexité d'une source ECR par rapport à un photoinjecteur par exemple. (3 points)

[English version]

1. Lecture questions (10 points)

- 1.1. Draw a thermionic injector that can accelerate electrons up to 20 MeV. Identify 3 important components of this thermionic injector and describe their effect on the performances of the produced beam. (7 points)
- 1.2. The first ionization energy of Helium is about 24.6eV, that of Lithium 5.4eV and that of Carbon 11.3eV. Discuss these differences by looking at the atomic structure of these elements. (3 points)

2. Helium 2+ source (10 points)

- 2.1. The SPIRAL accelerator can accelerate, among others, ${}^4\text{He}^{2+}$ ions. Would it be possible to do laser ionisation? Discuss an advantage and a drawback of such method in the case of Helium. (2 points)
- 2.2. The selected method is to use an ECR source. What should be the energy gained by the electrons in the resonance so that they can ionize (at least once) Helium? (1 point)
- 2.3. The resonance frequency of the electrons is given by:

$$f_L = \frac{eB}{2\pi\gamma m_e}$$

- with an electron energy of 50eV and 1 Tesla as magnetic field. Calculate the resonance frequency. (2 points)
- 2.4. What will be the cut-off frequency for this source? [The formula is given in the lecture notes] (2 points)
 - 2.5. An ECR source can also produce electrons however such source are never used in such way. Why? You shall discuss the quality and purity of the electron beam produced and the complexity of an ECR source with respect to a photoinjector for example. (3 points)