

Nom et Prénom : AL-TUWEITY JAWAHER ABDU MOHAMMED

Date de soutenance : 18/06/2022

Directeur de Thèse : CHAKIR EL MAHJOUB

Sujet de Thèse :

MÉTROLOGIE DES RAYONNEMENTS D'IONISATION : MODÉLISATION SIMPLIFIÉE DES TUBES À RAYONS X ET DES DÉTECTEURS GEHP À L'AIDE DES CODES GAMOS/GEANT4 MONTE CARLO, DES MODÈLES IPEM78, SPEKCALC ET GeHP G4-GUI

Résumé :

Cette thèse porte sur la métrologie du rayonnement ionisant (IRM) pour la dosimétrie et la radioactivité dans deux applications d'ionisation. Première partie, la modélisation simplifiée du tube à rayons X a été réalisée à l'aide du code GAMOS/GEANT4 Monte Carlo (MC) et de deux modèles semi-empiriques de génération de spectres de rayons X IPEM78 et SpekCalc. Selon la norme ISO 4037-1 pour les versions 2019 et 1996, l'approche de mesure de la couche de demi-valeur (CDA) est la principale méthode utilisée pour établir la qualité du rayonnement (RQ) pour la plage d'énergie 60-250 keV des caractéristiques de série étroite (NS). Les valeurs CDA pour SpekCalc et IPEM78 ont montré un bon accord avec les normes ISO. La variation maximale des deux modèles de calcul est inférieure à 10 % pour le 1^{ère} CDA et la 1^{ème} CDA à partir des valeurs ISO. De plus, les erreurs relatives de MC étaient comprises entre 1 % et 9 % et 1 % à 7 % pour IPEM78 et SpekCalc, respectivement. En général, les valeurs SpekCalc présentaient moins d'écart par rapport à ISO que IPEM78 selon la géométrie ajustée effectuée dans ce travail pour les deux modèles de calcul.

Cependant, les modèles offrent une méthode alternative pour décrire la qualité du rayonnement X. Dans la deuxième partie, nous avons développé une nouvelle interface utilisateur graphique (GUI) GEANT4 appelée le modèle GeHP-G4-GUI. L'interface graphique a été appliquée à deux détecteurs GeHP coaxiaux de type n et p à l'aide de deux sources de référence cylindriques différentes et de matériaux de référence certifiés CRM.

Les courbes d'efficacité FEP à énergie de bec complète pour les deux détecteurs montrent une bonne similitude entre les valeurs expérimentales et de simulation. Enfin, la simplification de la modélisation, objectif principal du présent travail, a été réalisée pour les tubes à rayons X et les détecteurs GeHP. Concernant le coefficient de conversion dosimétrique et l'amélioration du modèle GeHP-G4-GUI sont recommandées comme travaux futurs.

Abstract

This dissertation covers Ionization Radiation Metrology (IRM) for dosimetry and radioactivity in two ionization applications. First part, simplified X-ray tube modeling was achieved using the GAMOS/GEANT4 Monte Carlo (MC) Code and two semi-empirical X-ray spectra-generating models IPEM78 and SpekCalc.

According to ISO 4037-1 for 2019 and 1996 version, half-value-layer (HVL) measurement approach is the main method used to establish radiation quality (RQ) for the energy range 60-250 keV of narrow series (NS) characteristics. The HVL values for both SpekCalc and IPEM78 showed good agreement with ISO standards.

The maximum variation of both computational models is less than 10% for the 1st HVL and the 2nd HVL from ISO values. In addition, MC relative errors were between 1% and 9% and 1%-7% for IPEM78 and SpekCalc, respectively. Generally, SpekCalc values presented less deviation from ISO than IPEM78 according to the adjusted geometry done in this work for both computational models. However, the models offer an alternative method for describing the quality of X-ray radiation. In the second part, we have developed a new GEANT4 Graphical User Interface (GUI) called the HPGe G4-GUI Model. The GUI was applied to two coaxial n and p type HPGe detectors using two different cylindrical reference sources and Certified Reference Material CRMs.

The full beak energy FEP efficiency curves for both detectors show a good similarity between experimental and simulation values. Finally, simplifying the modeling, the main goal of the present work, were achieved for X ray tube and HPGe detectors. Concerning the dosimetry conversion coefficient and improving the HPGe G4-GUI Model are recommended as future work.