

Evaluation of the radiation shielding efficacy of materials with varying compositions using SPENVIS software

Master thesis topic

Cosmic radiation presents a significant hazard to both astronauts and spacecraft embarking on missions beyond Earth's protective atmosphere. Unlike the radiation encountered on Earth's surface, primarily sourced from the sun and the planet itself, cosmic radiation emanates from distant supernovae and other high-energy astrophysical events outside our solar system.

Composed mainly of high-energy protons and atomic nuclei hurtling through space at nearly the speed of light, cosmic radiation poses grave risks upon collision with spacecraft or human tissue. These collisions trigger a cascade of secondary particles and ionizations, heightening the potential for adverse health effects.

SPENVIS, developed by the European Space Agency (ESA), stands as a comprehensive software suite meticulously engineered to analyze and model the space environment, with a particular emphasis on assessing the impact of space radiation on spacecraft, astronauts, and electronic systems.

At its core, SPENVIS furnishes a robust array of data and tools for evaluating the radiation milieu in space, encompassing energetic particle fluxes from the sun and cosmic rays originating beyond our solar system. Additionally, SPENVIS features a suite of modules and utilities tailored to specific radiation analysis tasks, including the Geant4-based Particle Transport and Shielding module, dedicated to simulating the effectiveness of radiation shielding materials.

The focal point of the master's thesis will involve the design, fabrication, and testing of novel composite materials engineered to enhance radiation shielding capabilities. These materials will be composed of Lunar and Martian regolith simulants, binders, and nanoparticles renowned for their radiation shielding properties, such as boron nitride, or hydrogen-rich compounds. Subsequently, the material properties necessary to initialize SPENVIS will be measured. Finally, SPENVIS's Geant4 module will be used to simulate and evaluate the radiation shielding effectiveness of the material under investigation.

Key tasks encompass:

1. Familiarizing oneself with the functionalities of SPENVIS and Geant4 software.
2. Acquiring proficiency in designing and fabricating composite materials, while assessing their inherent properties.
3. Evaluating and comparing the radiation shielding efficacy of materials with varying compositions using SPENVIS's predictive capabilities.

Le rayonnement cosmique présente un danger important à la fois pour les astronautes et les vaisseaux spatiaux qui entreprennent des missions au-delà de l'atmosphère protectrice de la Terre. Contrairement au rayonnement rencontré à la surface de la Terre, provenant principalement du soleil et de la planète elle-même, le rayonnement cosmique émane de supernovæ lointaines et d'autres événements astrophysiques de haute énergie en dehors de notre système solaire.

Composé principalement de protons de haute énergie et de noyaux atomiques se déplaçant dans l'espace à une vitesse proche de celle de la lumière, le rayonnement cosmique présente de graves risques en cas de collision avec un vaisseau spatial ou des tissus humains. Ces collisions déclenchent une cascade de particules secondaires et d'ionisations, augmentant ainsi le risque d'effets néfastes sur la santé.

SPENVIS, développé par l'Agence spatiale européenne (ESA), se présente comme une suite logicielle complète méticuleusement conçue pour analyser et modéliser l'environnement spatial, avec un accent particulier sur l'évaluation de l'impact du rayonnement spatial sur les engins spatiaux, les astronautes et les systèmes électroniques.

À la base, SPENVIS fournit une gamme robuste de données et d'outils pour évaluer le milieu de rayonnement dans l'espace, englobant les flux de particules énergétiques du soleil et les rayons cosmiques provenant de l'extérieur de notre système solaire. De plus, SPENVIS propose une suite de modules et d'utilitaires adaptés à des tâches spécifiques d'analyse des rayonnements, notamment le module de transport des particules basé sur Geant4, dédié à la simulation de l'efficacité des matériaux de protection contre les rayonnements.

Le point central du mémoire portera sur la conception, la fabrication et les tests de nouveaux matériaux composites conçus pour améliorer les capacités de protection contre les rayonnements. Ces matériaux seront composés de simulant de régolithes lunaires et martiens, de liants et de nanoparticules réputées pour leurs propriétés de protection contre les radiations, comme le nitrure de bore ou des composés riches en hydrogène. Par la suite, les propriétés matérielles nécessaires à l'initialisation de SPENVIS seront mesurées. Enfin, le module Geant4 de SPENVIS sera utilisé pour simuler et évaluer l'efficacité de la protection contre les rayonnements du matériau étudié.

Les tâches clés comprennent :

1. Se familiariser avec les fonctionnalités des logiciels SPENVIS et Geant4.
2. Acquérir des compétences dans la conception et la fabrication de matériaux composites, tout en évaluant leurs propriétés inhérentes.
3. Évaluer et comparer l'efficacité de protection contre les rayonnements de matériaux de compositions variables à l'aide des capacités prédictives de SPENVIS.