Title	**Minkowski Spacetime**
Supervisor	Dr. Kholoud Albalawi
Students	Hadeel Alotaibi and Lama Alshahrani
Abstract	This project aims to present an introduction to the mathematical structure of Minkowski space and its essential role in describing the relationship of space and time in special relativity. Minkowski space is presented as a four-dimensional real vector space equipped with a symmetric, nondegenerate bilinear form of signature (1, 3), known as the Minkowski metric or Lorentzian product. The study examines the algebraic and geometric foundations of this space, including bilinear forms, orthogonality, and subspaces, and explains how the metric classifies vectors as spacelike, timelike, or lightlike. The geometric structures of Minkowski spacetime, such as spacetime intervals and light cones, are then related to physical concepts of causality and simultaneity. The work highlights the key differences between Euclidean and pseudo-Euclidean geometries, emphasizing the role of time as a geometric dimension and the resulting changes in classical geometric properties.
الملخص باللغة العربية	يهدف هذا المشروع إلى تقديم مدخل إلى البنية الرياضية لفضاء مينكوفسكي وبيان دوره الأساسي في توصيف العلاقة بين الزمان والمكان في إطار نظرية النسبية الخاصة. يُعرَّف فضاء مينكوفسكي على أنه فضاء متجهي حقيقي رباعي الأبعاد مزوَّد بصيغة ثنائية خطية متناظرة وغير مضمحلة ذات إشارة (3،1)، تُعرف بمتري مينكوفسكي أو الجداء اللورنتزي. ويتناول المشروع الأسس الجبرية والهندسية لهذا الفضاء، بما في ذلك دراسة الأشكال الثنائية الخطية، ومفهوم التعامد، وبنية الفضاءات الجزئية، مع توضيح كيفية تصنيف المتجهات إلى زمانية ومكانية وضوئية اعتمادًا على هذا المتري. كما يستعرض المشروع البنى الهندسية لزمكان مينكوفسكي، مثل فترات الزمكان ومخاريط الضوء، وارتباطها بالمفاهيم الفيزيائية للسببية والتزامن. ويسلط العمل الضوء على الفروق الجوهرية بين الهندسة الإقليدية والهندسة شبه الإقليدية، مع التأكيد على اعتبار الزمن بعدًا هندسيًا، وما يترتب على ذلك من تغيّرات في الخصائص الهندسية التقليدية.