

## SINTESI TESI IN INGLESE/ITALIANO

Space-time is curved by the presence of massive bodies and this curvature influences the motion of the bodies themselves: this leads to a geometry in constant evolution. One of the consequences is that even light, supposed to be massless, bends its trajectory while passing close to a massive body.

The study of light bending started in the XVIII century and a lot of progress was done so far.

Gravitational lensing is an important tool in astrophysics and in cosmology widely used to study both populations of compact objects (including exoplanets, black holes and other stellar remnants), and extended objects, such as galaxies, clusters of galaxies and large-scale structures. Since most of the mysteries of our Universe do not show up in observations based on electromagnetic interactions, gravitational lensing is more and more employed to study the dark side of the Universe, including dark matter, dark energy, and any kind of exotic matter (such as wormholes) conjectured by theorists.

In the introduction in Chapter 1 we run across the history of gravitational lensing through the explanation of the lens equation, the magnification of images, the description of critical curves and caustics, the binary lenses in the standard theory. In Chapter 2 we focus on gravitational lensing by objects with  $1/r^n$  potential giving a complete atlas of the critical curves and caustics in mixed binary systems such as pairs of galaxies with different halos, or cases in which one object is made up of exotic matter and the other one is a normal star or in the case of wormholes when they appear in non-isolated systems.

After the amazing discoveries by the GRAVITY collaboration in the last few years on the star S2 orbiting the black hole Sgr A\* in the center of the Milky Way, we present in Chapter 3 a detailed investigation of the impact of gravitational lensing on the reconstruction of stellar orbits around this massive black hole.

Finally, in Chapter 4 we draw the conclusions of this thesis.

Lo spazio-tempo è curvato dalla presenza di corpi massivi e questa curvatura influenza il moto dei corpi stessi: questo porta ad una geometria in costante evoluzione. Una delle conseguenze è che anche la luce, che si suppone sia priva di massa, curva la sua traiettoria quando passa vicino a un corpo massivo.

Lo studio della deflessione della luce è iniziato nel XVIII secolo e finora sono stati fatti molti progressi.

Una lente gravitazionale è uno strumento importante in astrofisica e in cosmologia, ampiamente utilizzato per studiare sia popolazioni di oggetti compatti (tra cui esopianeti, buchi neri e altri residui stellari), sia oggetti estesi, come galassie, ammassi di galassie e strutture su larga scala. Poiché la maggior parte dei misteri del nostro Universo non emerge dalle osservazioni basate sulle interazioni elettromagnetiche, il lensing gravitazionale è sempre più utilizzato per studiare il lato oscuro dell'Universo, compresa la materia oscura, l'energia oscura e qualsiasi tipo di materia esotica (come i wormholes) ipotizzata dai teorici.

Nell'introduzione del Capitolo 1 si ripercorre la storia del lensing gravitazionale attraverso la spiegazione dell'equazione della lente, l'ingrandimento delle immagini, la descrizione delle curve critiche e caustiche, le lenti binarie nella teoria standard. Nel Capitolo 2 ci concentriamo sul lensing gravitazionale da parte di oggetti con potenziale che decade come  $1/r^n$  fornendo un atlante completo delle curve critiche e delle caustiche in sistemi binari misti come coppie di galassie con aloni diversi, o casi in cui un oggetto è costituito da materia esotica e l'altro è una normale stella o nel caso dei wormholes quando appaiono in sistemi non isolati.

Dopo le sorprendenti scoperte effettuate negli ultimi anni dalla collaborazione GRAVITY sulla stella S2 che orbita attorno al buco nero Sgr A\* nel centro della Via Lattea, nel Capitolo 3 presentiamo un'indagine dettagliata dell'impatto del lensing gravitazionale sulla ricostruzione delle orbite stellari attorno a questo buco nero massiccio.

Infine, nel Capitolo 4 tracciamo le conclusioni di questa tesi.