

La velocidad de escape

Isaac Newton



Según la teoría de la gravedad de Newton, sobre la superficie de la Tierra podemos sentir la atracción de la gravedad. Si arrojamos una piedra hacia arriba, pronto caerá debido a la fuerza de la gravedad. ¿Podríamos arrojar un objeto de tal forma que no cayera? Sí, siempre que lo lancemos con una velocidad igual o mayor que 11,2 km/s, pues entonces escaparíamos del campo gravitatorio de la Tierra.

La velocidad de escape

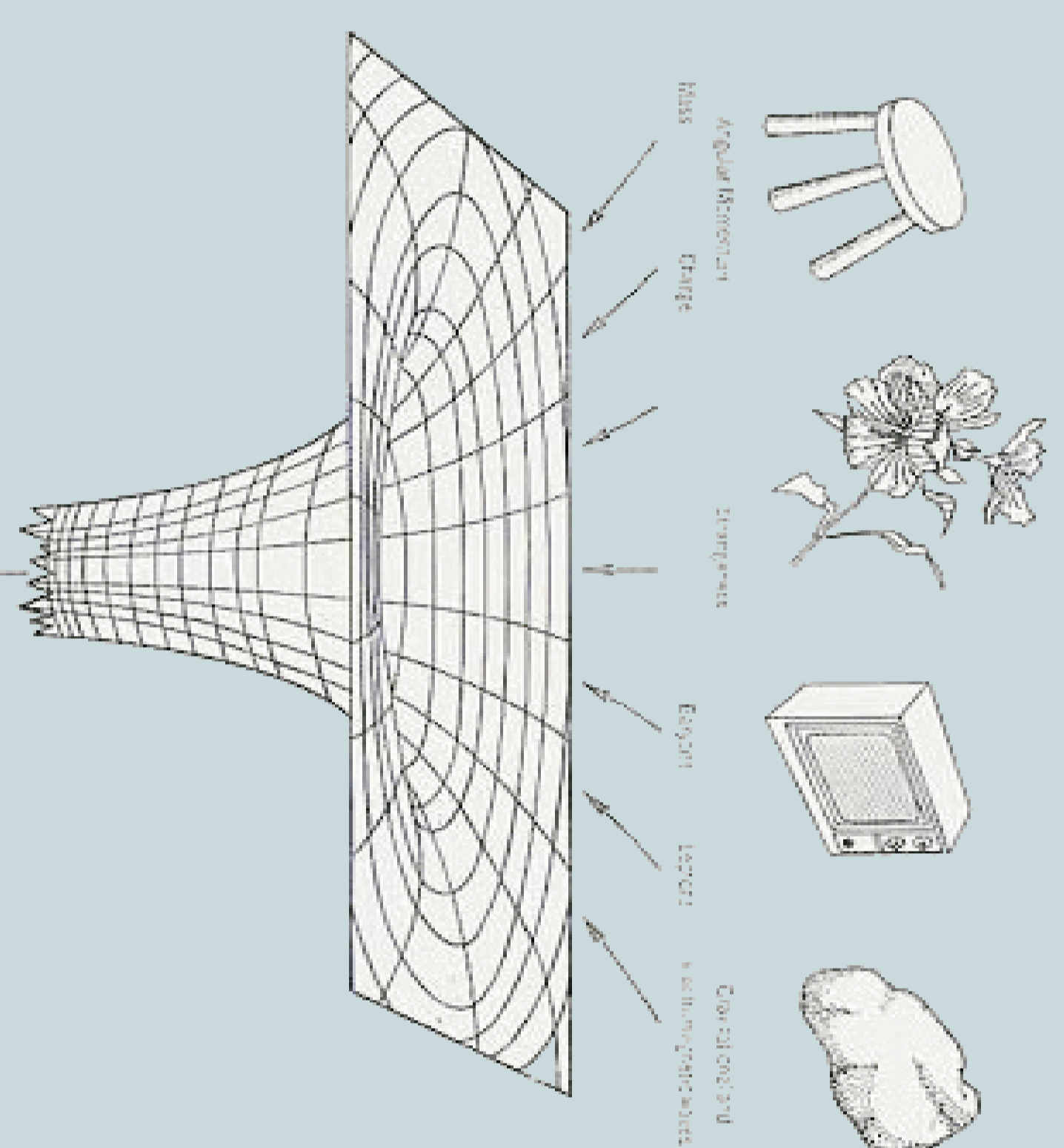
La velocidad de escape es la velocidad mínima que tiene que adquirir un objeto para escapar de la atracción gravitatoria de un planeta o cualquier otro astro. Se puede calcular fácilmente a partir de la conservación de la energía cinética y potencial. Imaginemos el caso de un objeto que quiere salir de la Tierra disparado desde su superficie mediante un cañón muy potente. A la salida del cañón el objeto tendrá una velocidad v , por tanto, energía cinética $E_C = (1/2)mv^2$. Energía que permitirá al objeto alejarse de la Tierra. Pero hay que tener en cuenta la energía gravitatoria $E_G = (G/R)Mm$, donde G es la constante de gravitación universal, que obliga al objeto a caer hacia la Tierra. Tenemos pues dos tipos de energía, la cinética y la gravitatoria.

En la situación de equilibrio de estas dos energías $E_C = E_G$ obtendremos la velocidad mínima a partir de la cual el objeto saldrá de la influencia gravitatoria terrestre y se alejará hacia el espacio exterior:

La Tierra tiene una masa de $5,97 \times 10^{24}$ kg y un radio de $6,38 \times 10^6$ m, de manera que la velocidad de escape para la Tierra es de $11,1726$ km/s, es decir, 40.221 km/h.

Agujeros negros

¿Qué sucedería si la velocidad de escape de un astro fuera la velocidad de la luz? La respuesta es que este astro se convertiría en un agujero negro. La fuerza de la gravedad es tan intensa que ni la luz puede escapar; si no puede salir luz, no podemos verlo y nos aparece completamente negro. Además, según la teoría de la relatividad, la velocidad de la luz es la velocidad máxima que puede existir, de manera que nada puede salir de un agujero negro. Hay matices sobre este asunto, pero no vamos a complicarlo ahora. ¿Qué relación habrá entre la masa M y el radio R de un agujero negro? El cálculo es el balance energético entre la energía cinética y la gravitatoria, pero ahora colocando la velocidad de la luz, que denotaremos por c .



El resultado es

$$R = 2GM/c^2$$

Este radio se conoce como el **radio de Schwarzschild**. Para la masa del Sol obtenemos un valor de 3 km; es decir, si pudiésemos comprimir el Sol hasta un radio de 3 km, se convertiría en un agujero negro. Para la Tierra el radio de Schwarzschild es de 9 mm. Esto significa que si toda la masa de la Tierra se comprimiese hasta estas dimensiones se convertiría en un agujero negro.

