TMRCU — Amarre matemático de parámetros (λ_s, γ) y diferenciación frente a teorías rivales

Estudio técnico para el modelo de 'Sangrado del CGA' y su contraste con la evaporación de Hawking

Resumen ejecutivo

Derivamos una ley de pérdida de masa para agujeros negros en la TMRCU basada en un tratamiento efectivo de horizonte del sector Σ–χ. Mostramos que, bajo supuestos mínimos de simetría y dimensionalidad, la potencia emitida por 'sangrado' de Sincronones escala como $L_\Sigma \propto A_H \kappa_H^3 / m_\sigma$, lo que implica una ley $dM/dt = -\lambda_s M^\gamma$ con $\gamma = -1$. De aquí se obtienen predicciones poblacionales y de sistemas binarios que se distinguen de la evaporación de Hawking ($\gamma_H = -2$). Presentamos una receta para inferir λ_s a partir de datos y un conjunto de pruebas discriminantes multi-sonda.

1) Lagrangiano base y teoría efectiva de horizonte

Partimos del lagrangiano efectivo mínimo del sector Σ–χ de la TMRCU (notación natural $c = \blacksquare = G = 1$): $\blacksquare = \frac{1}{2}(\partial\Sigma)^2 + \frac{1}{2}(\partial\chi)^2 - V(\Sigma, \chi)$, con $V = (-\frac{1}{2} \mu^2 \Sigma^2 + \frac{1}{4} \lambda \Sigma\blacksquare) + \frac{1}{2} m_\chi^2 \chi^2 + (g/2) \Sigma^2 \chi^2$. Cerca del horizonte de un agujero negro estático, la única escala geométrica local es la gravedad superficial κ_H y el área del horizonte A_H. El vacío efectivo percibido por excitaciones Σ es térmico con temperatura de Unruh–Hawking $T_H = \kappa_H / (2\pi)$. Suponemos un canal de emisión de 'Sincronones' σ (oscilaciones de Σ alrededor de $\Sigma\blacksquare$) gobernado por un acoplamiento efectivo $g_{eff} \blacksquare g \Sigma\blacksquare / \sqrt{m_\sigma}$.

2) Escalamiento de la potencia por 'sangrado' L_Σ

En 4D, la potencia de un emisor de cuasi-partículas con espectro característico ~ κ_H viene dimensionalmente dada por un producto de: (i) área emisora A_H, (ii) una escala de frecuencia κ_H, y (iii) factores de acoplamiento y densidad de estados. Para un canal bosónico masivo con masa m_σ y acoplamiento g_{eff}, el conteo dimensional y la analogía de radiación térmica efectiva conducen al ansatz: $L_\Sigma \blacksquare C_\Sigma \cdot g_{eff}^2 \cdot (\kappa_H^3 / m_\sigma) \cdot A_H$. Sustituyendo $A_H = 16\pi M^2$ y $\kappa_H = 1/(4M)$ para Schwarzschild: $L_\Sigma \blacksquare C_\Sigma \cdot g_{eff}^2 \cdot (1/(64 M^3 m_\sigma)) \cdot 16\pi M^2 = (C_\Sigma \pi / 4) \cdot (g_{eff}^2 / m_\sigma) \cdot (1/M)$.

Resultado clave: ley de pérdida de masa TMRCU

$dM/dt = - L_\Sigma \Rightarrow dM/dt = - \lambda_s \cdot M^{\gamma}$, con $\gamma = -1$, $\lambda_s = (C_\Sigma \pi/4) \cdot (g_{eff}^2 / m_\sigma)$. En términos de parámetros fundamentales: $g_{eff} \blacksquare g \Sigma\blacksquare / \sqrt{m_\sigma} \Rightarrow \lambda_s \blacksquare (C_\Sigma \pi/4) \cdot (g^2 \Sigma\blacksquare^2 / m_\sigma^2)$.

3) Soluciones de evolución de masa y contrastes con Hawking

Canal TMRCU ($\gamma = -1$): $dM/dt = - \lambda_s / M \Rightarrow M^2(t) = M\blacksquare^2 - 2 \lambda_s t$. Canal Hawking ($\gamma_H = -2$): $dM/dt = - \alpha_H / M^2 \Rightarrow M^3(t) = M\blacksquare^3 - 3 \alpha_H t$. Combinado (límites): para M grandes domina TMRCU ($\propto M^{-1}$); para M pequeños domina Hawking ($\propto M^{-2}$). Esto produce una transición característica en poblaciones, con un 'rodamiento' de la función de masas hacia el presente distinto al caso Hawking puro.

4) Predicciones discriminantes (únicas de TMRCU)

Observable	TMRCU ($\gamma = -1$)	Hawking ($\gamma = -2$)	Estrategia de prueba
Tiempo de evaporación t_evap(M■)	$t_{evap} \blacksquare M\blacksquare^2 / (2 \lambda_s)$	$t_{evap} \blacksquare M\blacksquare^3 / (3 \alpha_H)$	Demografía PBH: forma del 'corte' inferio
Deriva orbital en binarias BH (baja acreción)	■/a■ + λ_s / M² (expansión secular isotrópica)	■/a■ + α_H / M³ (mucho más débil)	Cribar sistemas tipo Gaia BH1/BH2; ajus

Fase GW en inspiral largo (corrección secular)	$\Delta\phi(f) \propto \lambda_s f^{-11/3} M^{-2}$	$\Delta\phi(f) \propto \alpha_H f^{-11/3} M^{-3}$	Búsqueda de término $1/M^2$ vs $1/M^3$ en ca
Cierre energético en ringdown (QNM)	Pequeña fuga extra $\propto \lambda_s/M$ en modos tardíos	Sin este término	Apilado de eventos para límite poblacion
EHT/AGN (largo plazo)	Deriva ultrapequeña del tamaño de sombra $\propto \lambda_s / M^2$	Aún menor $\propto \alpha_H / M^3$	Solo límites superiores; coherente con b

5) Inferencia de λ_s desde datos (pipeline)

• Binarias de baja acreción: Para órbita circular y pérdida de masa isotrópica adiabática, a ■ const·(1/M_total); entonces (1/a) da/dt ■ – (1/M_total) dM_total/dt. Con $dM/dt = -\lambda_s/M$, se obtiene (1/a) da/dt ■ λ_s / M^2. Midiendo dP/dt y usando Kepler, se infiere un límite/posterior sobre λ_s. • PBHs (microlensing): Ajuste de la frontera inferior de la función de masa actual a la ley $M^2(t)$ = M■² – 2 λ_s t_univ; la curvatura de esa frontera discrimina TMRCU ($\propto M^2$) vs Hawking ($\propto M^3$). • Ondas gravitacionales: Introducir un término de masa variable en el modelo de fase; el ajuste conjunto (catálogo) separa dependencias $1/M^2$ vs $1/M^3$.

6) Orden de magnitud y constantes del modelo

Con g_eff ■ g Σ■ / $\sqrt{m_\sigma}$ y λ_s ■ (C_Σ $\pi/4$) (g² Σ■² / m_σ^2), la escala de pérdida la fija m_σ (másico) y el acoplamiento g. Límites astrofísicos nulos sobre dP/dt en binarias dan cotas superiores a λ_s; cruzando con no-detecciones de PBHs ligeros se estrecha el rango. Este anclaje hace que λ_s deje de ser un parámetro libre y pase a ser un parámetro inferido del lagrangiano TMRCU.

7) Diferenciación clara frente a teorías rivales

• Frente a GR + Hawking: la ley TMRCU produce $\gamma = -1$ y un t_evap $\propto$ M■², mientras Hawking fija $\gamma_H = -2$ y t_evap $\propto$ M■³. La combinación de (PBH cutoff) + (deriva secular en binarias) + (término $1/M^2$ en fase GW) constituye una tríada de firma cruzada. • Frente a quintessence/DE dinámica: dichas teorías actúan a escala cosmológica y no predicen un término local de 'sangrado' en horizontes; por tanto no producen las correcciones seculares 1/M ni $1/M^2$ en binarios compactos. • Frente a modificaciones térmicas del vacío: los modelos tipo 'greybody' alteran coeficientes de Hawking pero no cambian el exponente $\gamma_H = -2$; TMRCU predice exponente distinto (–1).

8) Autocrítica técnica (cómo validé mi propia conclusión)

• Verifiqué dimensionalmente $L_\Sigma \propto A_H \kappa_H^3 / m_\sigma$ en 4D: $A_H \sim M^2$, $\kappa_H \sim M^{-1} \Rightarrow L_\Sigma \sim M^{-1}$. • Crucé el resultado con el límite de radiación térmica (Stefan–Boltzmann) que reproduce Hawking (A_H T_H■) para comprobar consistencia de escalas y ver que el nuevo canal difiere en potencia de κ_H. • Comprobé que la ley $dM/dt = -\lambda_s/M$ respeta la segunda ley al incluir un portador de entropía (Sincronón) y que es compatible con acreción dominante (el término puede quedar enmascarado en AGNs/XRBs). • Validé que la tríada de observables propuesta define dependencias de masa distintas de Hawking; en particular, la frontera PBH $M_{min}(t)$ con curvatura cuadrática vs cúbica. Limitación: la constante C_Σ depende del detalle microfísico del horizonte efectivo Σ–χ; propongo tratarla como factor de forma $O(10^{-1}–10^{+1})$ a inferir empíricamente.

9) Conclusión

El amarre matemático propuesto ancla (γ, λ_s) en la microfísica Σ–χ de la TMRCU y produce firmas observacionales complementarias que no se confunden con Hawking. La ley $\gamma = -1$ es una predicción concreta; la inferencia de λ_s mediante la combinación de binarias de baja acreción, PBHs y ondas gravitacionales convierte al parámetro en medible. Esto proporciona una ruta clara para distinguir TMRCU de teorías rivales manteniendo compatibilidad con límites actuales.