

PIU- Ψ V5.2 — Cuaderno de verificación numérica

Cómo leer estas tablas

Manuel Alberto Celedón Mejía
ORCID 0009-0002-8090-2364 · piuniversal.com

DOI 10.5281/zenodo.21205881

1 Qué problema resuelve la organización de este cuaderno

Un cuaderno de verificación puede engañar de dos maneras opuestas, y las dos son fáciles de cometer sin querer.

La primera es **comparar la teoría consigo misma**. Si una tabla recalcula un número desde su fórmula y lo compara con el número impreso en el documento, el acuerdo será perfecto siempre, porque los dos lados salen del mismo sitio. Eso comprueba algo real —que nadie transcribió mal una fórmula— pero no dice nada sobre la naturaleza. Sin esa aclaración, la tabla se lee como si la teoría acertara el mundo a ocho cifras.

La segunda es **cobrar dos veces el mismo acierto**. Si un programa gasta un dato medido para fijar una de sus escalas y después exhibe esa misma escala como predicción, el acierto es aparente. Esta es la objeción de circularidad, y todo programa que derive constantes la va a recibir.

La organización de este cuaderno impide las dos. El criterio es el **orden de aparición**: las filas se agrupan según *cuándo entra por primera vez una magnitud medida*.

2 Las tres capas

Capa 0 — CONTENIDO: lo que F1 produce sin vara alguna

El programa vive en unidades del propio medio, donde $\rho_P = \ell_P = c = 1$. En ese régimen F1 no produce metros ni kilogramos: produce **números puros**. Razones de la red diamante, coeficientes del Lagrangiano, curvaturas del potencial, cotas cuánticas, razones cosmológicas.

Ninguna de estas filas contiene un dato medido. Ninguna *puede* estar contaminada por una calibración, porque todas ocurren antes de que exista una vara. **Son 84 de las 100 filas del cuaderno: el 84 %.**

Capa 1 — DICCIONARIO: la vara con que se lee el programa

Para comparar con un laboratorio hacen falta unidades humanas. Se introducen aquí, al final, de una sola vez, y se declaran completas: ℓ_P en metros y ρ_P en kg/m^3 (c es convención del SI, no medida).

Esto **no es contenido de la teoría**: es la traducción. Cuesta dos números, y con esos dos quedan fijadas las tres dimensiones M , L , T . A partir de ahí no queda ninguna perilla que girar: toda magnitud dimensional posterior está determinada.

Capa 2 — LECTURA: el programa frente al laboratorio

Las magnitudes ya en SI, confrontadas con la medida. Cada fila declara sus **anclas**: qué magnitudes medidas entraron en su cálculo. Es aquí, y solo aquí, donde un número de laboratorio puede falsar el programa.

Capa 0 — Contenido (84 filas, sin vara humana)

Valores en unidades del propio medio. La columna Cl. es la clase de comprobación: D derivación, C consistencia, I importación, F coeficiente.

Id	Cantidad	Valor	Unidad	Cl.
Cadena I — Genesis: de la energia a F1				
e-1.5.3	coef flexural Lagrangiano $1/40$	0.025	—	D
e-1.5.3	regulador de dispersion $1/20 = 2x(1/40)$	0.05	—	D
e-1.4.2	coef Klauder $3/8$	0.375	—	D
Cadena II — Primera evaluacion: red y potencial				
R-2.2	$S_{\min} = 12(\pi^2 - 4)/\pi^4$	0.72308706	—	D
e-2.2.1	$S_{\min}^2 = \rho_{EO}/\rho_P$	0.52285489	—	D
e-2.1.3	$\langle D_{\text{lat}} \rangle_{\text{BZ}}$ (promedio espectral)	7.1366	—	D
e-2.1.1	$\sum_{i < j} v_{i,v_j} = -2$ (tetraedro)	-2	—	D
R-2.3	coef flexural $1/40$ (razon pura de la red)	0.025	—	D
R-2.4	$S_{\max, \text{geom}}^2 = 8 \sqrt{6}/9$	2.1773242	—	D
R-2.4	$S_{\max, \text{geom}}$	1.4755759	—	D
e-2.4.1	compresion $S_{\max}^2/S_{\min}^2$	4.1642992	—	D
R-2.5	E_0 (raiz de $V'_{\text{eff}}(S_{\min})=0$)	4.2546169	ρ_P c^2	D
R-2.6	$f_c = S_{\max, \text{eff}}^2/S_{\max, \text{geom}}^2$	0.68689816	—	C
e-2.6.1	$\rho(S^*)/\rho_P$	1.0669698	—	D
Cadena III — Las constantes fundamentales				
R-3.1	$\kappa_G = 1$ (coef de E3 por Green)	1	—	F
R-3.2	$\kappa_h = 1$ (coef de E36 por rotor $U(1)$)	1	—	F
R-3.3	producto $\kappa_G \kappa_h = 1$ (lo que expone un primario)	1	—	F
Cadena IV — Modos del medio y gravedad				
R-4.2	$\xi = V'_{\text{eff}}(S_{\min})$	19.689898	—	D
e-4.2.1	$m_S = \sqrt{\xi} E_P$	4.43733	E_P	D
e-4.2.2	$m_{\text{prop}} = \sqrt{W+}$ (rama fisica)	3.4959355	E_P	D
e-4.2.3	$W-$ (rama Lee-Wick, <0)	-32.221565	—	D
e-4.2.2	razon $m_{\text{prop}}/m_{\text{elast}}$	0.78784663	—	D
e-4.3.1	$\sigma_{\min} = \text{IP}/\sqrt{20}$	0.2236068	IP	D
R-4.3	dispersion TT: $1+(k \text{ IP})^2/20$ en $k \text{ IP}=1$	1.05	—	D
e-4.6.2	$b/(16 \pi^2) = 1/2$ ($b = 8 \pi^2$)	0.5	—	D
R-4.8	K/μ (razon de rigideces)	2.5737	—	D
Cadena V — Mecanica cuantica				
e-5.1.1	coef GUP $3/80 = (1/20)*3*(1/4)$	0.0375	—	D
R-5.1	GUP $\rightarrow \rho_P c \text{ IP}^{4/2}$ exacto ($\sigma \gg \text{IP}$)	0.5	$\rho_P c$ IP^4	D
e-5.1.2	$\langle k^4 \rangle = 3 \langle k^2 \rangle^2$	0.78092461	—	D
R-5.4	Tsirelson: max CHSH sobre angulos	2.8282527	—	D
R-5.2	$(-\xi^2 \theta^2)_{n=3}$ (Lane-Emden)	2.018236	—	I
Cadena VI — Sector gauge y materia				
e-6.1.1	coef Maxwell $8/9$	0.88888889	—	D
e-6.7.2	proton: $\sum q_j \bmod 3$	0	—	D
e-6.7.2	neutron: $\sum q_j \bmod 3$	0	—	D
R-6.8	acuerdo relativo del split	0.9011183	—	D
R-6.9	$M_{\min}/m_P = \sqrt{3/(32 \pi S_{\max}^2)}$	0.11707095	m_P	D
Cadena VII — Cosmologia				
R-7.1	$\Omega_{\text{MO}}/\Omega_M = 2 A_S/A_T$	5.4413981	—	D
R-7.1	$\sqrt{3} \pi$ (valor)	5.4413981	—	D
e-7.1.4	Gauss-Bonnet tetraedro: $\sum \text{deficit} = 4\pi$	12.566371	—	D
e-7.1.4	Gauss-Bonnet esfera: $\int K dA = 4\pi$	12.566371	—	D
R-7.4	$\Omega_m = 1 - f_c$	0.31310184	—	C
R-7.4	Ω_{MO} (oscura)	0.26449409	—	C
R-7.4	Ω_M (barionica)	0.048607745	—	C
R-7.4	$\Omega_{\text{MO}} + \Omega_M = \Omega_m$	0.31310184	—	D
R-7.2	$w(\delta=0) = -1$ exacto	-1	—	D
e-7.2.1	$w+1 \geq 0$ en toda la orbita (veto fantasma)	1	—	D
e-7.2.2	$\rho+p = 0$ en $w=-1$	0	—	D
R-7.3	$\rho_{EO}/\rho_P = S_{\min}^2$	0.52285489	—	D
R-7.5	$E^2(z=0) = 1$ (normalizacion)	1	—	D
R-7.5	$E^2(z=1089)/\text{Om}(1+z)^3 \rightarrow 1$ (limite materia)	1	—	D

Id	Cantidad	Valor	Unidad	Cl.
e-7.3.1	x en igualdad EO=M: $\sqrt{2} - 1$	0.5	—	D
e-7.3.1	S_{tot} en igualdad = $\sqrt{2} S_{\text{min}}$	1.0225995	—	D
R-7.6	$N_{\text{tic}} = 1/(H_0 \tau_P)$	$8.4918951e + 60$	—	C
R-7.6	$\Theta_0 = 3/(8 \pi N_{\text{tic}}^2)$	$1.6552826e - 123$	—	C
e-7.6.1	techo A(w=-1, Om=0.3131)	0.95260727	—	D
e-7.6.1	A(73) = $H_0 t_0$ con $H_0=73$	1.029312	—	C
e-7.6.1	A(73) supera el techo w=-1	1	—	D
R-7.10	μ (cuerpo negro) = 0 exacto	0	—	D
R-7.10	$n_s = 1$ a orden cero	1	—	D
R-7.11	b (dilatacion SN Ia) = 1 exacto	1	—	D
R-7.12	$H_{\text{max}}/\gamma_{\text{max}} = \sqrt{8\pi/3} S_{\text{max}}$	4.2709143	—	D
Cadena VIII — Reologia y termodinamica del Pleno				
R-8.3	$n(u)=\gamma^2$ en $v/c=0.3$	1.0989011	—	D
R-8.3	$n(u)=\gamma^2$ en $v/c=0.6$	1.5625	—	D
R-8.3	$n(u)=\gamma^2$ en $v/c=0.9$	5.2631579	—	D
e-8.1.1	$\tau_0 = 3/(4 S_{\text{min}}^3)$	1.9837617	$\rho_P c^2$	D
R-8.8	$S^* = \sqrt{S_{\text{min}} S_{\text{max,geom}}}$	1.0329423	—	D
e-8.8.1	ecuador log: $S^*/S_{\text{min}} = S_{\text{max}}/S^*$	1.4285172	—	D
e-8.8.1	la inversion manda $S_{\text{min}} \rightarrow S_{\text{max}}$	1.4755759	—	D
e-8.8.2	ruptura de auto-dualidad $S_{\text{min}}^2 - 3/8$	0.14785489	—	D
R-8.9	area corona = $\pi(S_{\text{max}}^2 - S_{\text{min}}^2)$	5.1976687	—	D
R-8.11	equilibrio $\rightarrow n=1/(e^x-1)$ en $x=0.5$	1.5414941	—	D
R-8.11	equilibrio $\rightarrow n=1/(e^x-1)$ en $x=1.0$	0.58197671	—	D
R-8.11	equilibrio $\rightarrow n=1/(e^x-1)$ en $x=3.0$	0.052395696	—	D
R-8.12	s/kB por conteo de configuraciones	0.87729817	—	D
R-8.12	conteo / Stefan-Boltzmann	1	—	D
R-8.13	kB T_{max} forma $(40\sqrt{6}/3\pi^2)^{1/4}$	1.3487413	$\rho_P c^2 \text{IP}^3$	D
R-8.13	kB T_{max} forma $5^{1/4} 6^{7/8}/(3 \sqrt{\pi})$	1.3487413	—	D
R-8.13	$R_{\text{piso}} = 2 \cdot 5^{3/4} \cdot 6^{7/8} \cdot \sqrt{\pi}/75$	0.75797262	—	D
R-8.13	τ_T/τ_{Pi} (techo de la ventana)	3.3157849	—	D
R-8.13	$R_{\text{techo}} = R_{\text{piso}} \cdot (\tau_T/\tau_{\text{Pi}})$	2.5132741	—	D
R-8.13	$\tau_{\text{col}}/\tau_{\text{Pi}}$ minimo = $1/R_{\text{piso}}$	1.3193089	—	D
e-8.14.1	R_{piso} invariante ante cambio de escalas	0.75797262	—	D
e-8.14.1	R_{piso} reconstruido = forma cerrada	0.75797262	—	D
e-8.7.2	$\eta_0 = 1/S_{\text{max,geom}}^2$	0.45927933	—	D

Capa 2 — Lectura frente al laboratorio

Anclas: magnitudes medidas que entraron al cálculo de esa fila. **PREDICCIÓN:** las anclas no determinan la salida, Δ y σ tienen contenido. **CALIBRADO:** un parámetro se ajustó a ese dato. **COTA:** el blanco es un límite. **PENDIENTE:** predicción sin medida independiente todavía.

Id	Cantidad	PIU- Ψ	Referencia (fuente)	Anclas	Acuerdo
Cadena III					
R-3.1	$G = c^2/(\rho_P \text{ IP}^2)$	6.6743×10^{-11}	$6.6743 \times 10^{-11} \pm 1.5\text{e-}15$ CODATA 2018	ρ_P, IP	reproduce; ver -falsacion
R-3.2	$\hbar = \rho_P c \text{ IP}^4$	1.0546×10^{-34}	1.0546×10^{-34} SI 2019 (exacto: h definido)	ρ_P, IP	reproduce; ver -falsacion
P-3.1	ρ_P (densidad fundamental)	5.1548×10^{96}	— sin medida independiente; hoy calibrado = cabo abierto	ninguna	sin medida independiente
P-3.2	IP (escala de coherencia)	1.6163×10^{-35}	— sin medida independiente; hoy calibrado = cabo abierto	ninguna	sin medida independiente
P-3.3	$m_P = \rho_P \text{ IP}^3$ (masa de una celda)	2.1764×10^{-8}	— la escala de Planck es la celda de la red	ρ_P, IP	sin medida independiente
Cadena IV					
R-4.6	$\kappa_E = 8 \pi/(\rho_P \text{ IP}^2 c^2)$	2.0766×10^{-43}	$2.0766 \times 10^{-43} \pm 4.7\text{e-}48$ $8 \pi G/c^4$ con G CODATA 2018	ρ_P, IP	0.00σ [$< \text{ piso}$ $4.6\text{e-}05$]
R-4.7	$r_s(1 M_{\text{sol}})$	2953.3	2953.3 $2 GM_{\text{sol}}/c^2$, IAU 2015	GM_{sol}, c	identidad (sin cifra de acuerdo)
Cadena V					
R-5.4	Tsirelson: max CHSH	2.8283	2.8284 Cota de Tsirelson (teorema)	ninguna	$\Delta = 6.17\text{e-}05$
R-5.2	M_{Ch} (Chandrasekhar)	1.4563	1.456 Chandrasekhar ($\mu_e=2$), teorico	$\rho_P, \text{IP},$ GM_{sol}	$\Delta = 2.04\text{e-}04$
Cadena VI					
R-6.8	split Δ -N	264.1	293.08 ± 0.05 PDG ($m_{\Delta} - m_N$)	ninguna	DESACUERDO 9.9%
e-6.7.2	neutralidad de la materia ($\sum q \bmod 3$)	0	1×10^{-21} cota experimental $ q_P + q_E /e$	ninguna	CUMPLE
Cadena VII					
R-7.1	$\Omega_{\text{MO}}/\Omega_{\text{M}} = \sqrt[3]{\pi}$	5.4414	5.375 ± 0.077 Planck 2018 (razon derivada)	ninguna	0.86σ
R-7.4	$f_c = \Omega_{\text{Lambda}}$	0.6869	0.6847 ± 0.0073 Planck 2018	Ω_{Lambda}	0.30σ [$< \text{ piso}$ $1.1\text{e-}02$]
R-7.4	$\Omega_m = 1 - f_c$	0.3131	0.315 ± 0.007 Planck 2018	Ω_{Lambda}	0.27σ [$< \text{ piso}$ $1.1\text{e-}02$]
R-7.4	Ω_M (barionica)	0.048608	0.0493 ± 0.0006 Planck 2018	Ω_{Lambda}	1.15σ
R-7.4	Ω_{MO} (oscura)	0.26449	0.2645 ± 0.007 Planck 2018	Ω_{Lambda}	0.00σ [$< \text{ piso}$ $1.1\text{e-}02$]
R-7.10	μ (cuerpo negro)	0	9×10^{-5} COBE/FIRAS (distorsion μ)	ninguna	CUMPLE

Id	Cantidad	PIU- Ψ	Referencia (fuente)	Anclas	Acuerdo
R-7.10	n_s a orden cero	1	0.9649 ± 0.0042 Planck 2018	ninguna	DESACUERDO 3.6%
R-7.11	b (dilatacion SN Ia)	1	1.003 ± 0.011 SN Ia, dilatacion temporal	ninguna	0.27σ
R-7.6	H_0 de fondo	67.4	67.4 ± 0.5 Planck 2018	H0_Planck	0.00σ [$< \text{piso}$ $7.4\text{e-}03$]
P-7.1	rho nucleo PBH = 2.1773 rho_P	1.1224×10^{97}	— sin medida; ruta de calibracion independiente de rho_P	G	sin medida independiente
P-7.2	H_max = $\sqrt{8\pi/3}(c/lP)$ S_max	7.9219×10^{43}	— regimen no accesible	G	sin medida independiente

Tabla de fidelidad completa (100 filas)

Comprueba que el número impreso en el corpus coincide con el que sale de la fórmula. Es una prueba de transcripción y álgebra: no dice nada sobre la naturaleza, dice que el documento y el código no se han separado.

Id	Cantidad	Recalculado	Reportado	Err. rel.	Cl.	
Cadena I — Genesis: de la energia a F1						
e-1.5.3	coef flexural Lagrangiano 1/40	0.025	0.025	0	D	✓
e-1.5.3	regulador de dispersion 1/20 = 2 × (1/40)	0.05	0.05	0	D	✓
e-1.4.2	coef Klauder 3/8	0.375	0.375	0	D	✓
Cadena II — Primera evaluacion: red y potencial						
R-2.2	$S_{\min} = 12(\pi^2 - 4)/\pi^4$	0.7230871	0.7230871	6.2×10^{-8}	D	✓
e-2.2.1	$S_{\min}^2 = \rho_{EO}/\rho_P$	0.5228549	0.5228549	1.9×10^{-8}	D	✓
e-2.1.3	$\langle D_{\text{lat}} \rangle_{\text{BZ}}$ (promedio espectral)	7.1366	7.1366	0	D	✓
e-2.1.1	sum_i<j v_i.v_j = -2 (tetraedro)	-2	-2	2.2×10^{-16}	D	✓
R-2.3	coef flexural 1/40 (razon pura de la red)	0.025	0.025	0	D	✓
R-2.4	$S_{\max, \text{geom}}^2 = 8\sqrt{6}/9$	2.177324	2.177324	7.3×10^{-9}	D	✓
R-2.4	$S_{\max, \text{geom}}$	1.475576	1.475576	4.8×10^{-9}	D	✓
e-2.4.1	compresion $S_{\max}^2/S_{\min}^2$	4.164299	4.1643	1.8×10^{-7}	D	✓
R-2.5	E0 (raiz de $V'_{\text{eff}}(S_{\min}) = 0$)	4.254617	4.2546	4.0×10^{-6}	D	✓
R-2.6	$f_c = S_{\max, \text{eff}}^2/S_{\max, \text{geom}}^2$	0.6868982	0.6869	2.7×10^{-6}	C	✓
e-2.6.1	$\rho(S^*)/\rho_P$	1.06697	1.067	2.8×10^{-5}	D	✓
Cadena III — Las constantes fundamentales						
R-3.1	$\kappa_G = 1$ (coef de E3 por Green)	1	1	1.1×10^{-16}	F	✓
R-3.2	$\kappa_h = 1$ (coef de E36 por rotor U(1))	1	1	1.1×10^{-16}	F	✓
R-3.3	producto $\kappa_G \kappa_h = 1$ (lo que expone un primario)	1	1	2.2×10^{-16}	F	✓
R-3.3	$G = c^2/(\rho_P \ell_P^2)$ [salida]	$6.6743e - 11$	$6.6743e - 11$	1.9×10^{-16}	D	✓
R-3.3	$\hbar = \rho_P c \ell_P^4$ [salida]	$1.054572e - 34$	$1.054572e - 34$	2.0×10^{-16}	D	✓
R-3.3	$m_P = \rho_P \ell_P^3$ (masa de celda) = sqrt($\hbar c/G$)	$2.176434e - 08$	$2.176434e - 08$	1.5×10^{-16}	C	✓
R-3.4	$\gamma_\kappa = \rho_P c^2 \ell_P^4/40$ (= $\hbar c/40$)	$7.903817e - 28$	$7.9038e - 28$	2.1×10^{-6}	D	✓
e-3.3.1	$K_{\text{cin}} = \rho_P c^2 \ell_P^2/2$ (= $c^4/2G$)	$6.051278e + 43$	$6.0518e + 43$	8.6×10^{-5}	D	✓
Cadena IV — Modos del medio y gravedad						
R-4.2	$\xi = V''_{\text{eff}}(S_{\min})$	19.6899	19.6899	1.2×10^{-7}	D	✓
e-4.2.1	$m_S = \sqrt{\xi} E_P$	4.43733	4.4373	6.8×10^{-6}	D	✓
e-4.2.2	$m_{\text{prop}} = \sqrt{W_+}$ (rama fisica)	3.495936	3.4959	1.0×10^{-5}	D	✓
e-4.2.3	W_- (rama Lee-Wick, <0)	-32.22157	-32.22	4.9×10^{-5}	D	✓
e-4.2.2	razon $m_{\text{prop}}/m_{\text{elast}}$	0.7878466	0.788	1.9×10^{-4}	D	✓
e-4.3.1	$\sigma_{\min} = \ell_P/\sqrt{20}$	0.2236068	0.2236068	1.0×10^{-8}	D	✓
e-4.3.2	$\tau_\Pi = \ell_P/(\sqrt{20} c)$	$1.205519e - 44$	$1.2054e - 44$	9.9×10^{-5}	D	✓
R-4.3	dispersion TT: $1 + (k\ell_P)^2/20$ en $k\ell_P = 1$	1.05	1.05	0	D	✓
e-4.6.2	$b/(16\pi^2) = 1/2$ ($b = 8\pi^2$)	0.5	0.5	0	D	✓
R-4.6	$\kappa_E = 8 \pi/(\rho_P \ell_P^2 c^2)$ (= $8\pi G/c^4$)	$2.076647e - 43$	$2.0766e - 43$	2.3×10^{-5}	D	✓
R-4.7	$r_s(1 M_\odot) = 2 \text{ GM}_{\text{sol}}/c^2$	2953.25	2953.25	2.6×10^{-8}	D	✓
R-4.8	K/μ (razon de rigideces)	2.5737	2.5737	0	D	✓
Cadena V — Mecanica cuantica						
e-5.1.1	coef GUP $3/80 = (1/20) \cdot 3 \cdot (1/4)$	0.0375	0.0375	1.9×10^{-16}	D	✓
R-5.1	GUP -> $\rho_P c \ell_P^4/2$ exacto ($\sigma \gg \ell_P$)	0.5	0.5	1.9×10^{-14}	D	✓
e-5.1.2	$\langle k^4 \rangle = 3\langle k^2 \rangle^2$	0.7809246	0.7809246	2.8×10^{-16}	D	✓
R-5.4	Tsirelson: max CHSH sobre angulos	2.828253	2.828427	6.2×10^{-5}	D	✓
R-5.2	$(-\xi^2 \theta')_{n=3}$ (Lane-Emden)	2.018236	2.01824	2.0×10^{-6}	I	✓
R-5.2	M_{Ch} (Chandrasekhar)	1.456298	1.456	2.0×10^{-4}	D	✓
Cadena VI — Sector gauge y materia						
e-6.1.1	coef Maxwell 8/9	0.8888889	0.888889	1.2×10^{-7}	D	✓
e-6.7.2	proton: $\sum q_j \bmod 3$	0	0	0	D	✓
e-6.7.2	neutron: $\sum q_j \bmod 3$	0	0	0	D	✓
R-6.8	split Delta-N (obs 293.08)	264.0998	264.1	9.4×10^{-7}	D	✓
R-6.8	acuerdo relativo del split	0.9011183	0.901	1.3×10^{-4}	D	✓
e-6.5.3	$M_Q = M_P/S_{\max, \text{eff}}$	$9.983179e + 18$	$9.98e + 18$	3.2×10^{-4}	D	✓
R-6.9	$M_{\min}/m_P = \sqrt{3/(32\pi S_{\max}^2)}$	0.117071	0.117	6.1×10^{-4}	D	✓
Cadena VII — Cosmologia						
R-7.1	$\Omega_{MO}/\Omega_M = 2A_S/A_T$	5.441398	5.441398	1.6×10^{-16}	D	✓

Id	Cantidad	Recalculado	Reportado	Err. rel.	Cl.	
R-7.1	$\sqrt{3}\pi$ (valor)	5.441398	5.4414	3.5×10^{-7}	D	✓
R-7.1	desviacion vs Planck (sigmas)	0.8623129	0.86	2.7×10^{-3}	C	✓
e-7.1.4	Gauss-Bonnet tetraedro: $\sum \text{deficit} = 4\pi$	12.56637	12.56637	0	D	✓
e-7.1.4	Gauss-Bonnet esfera: $\int K dA = 4\pi$	12.56637	12.56637	0	D	✓
R-7.4	$\Omega_m = 1 - f_c$	0.3131018	0.3131	5.9×10^{-6}	C	✓
R-7.4	Ω_{MO} (oscura)	0.2644941	0.2645	2.2×10^{-5}	C	✓
R-7.4	Ω_M (barionica)	0.04860775	0.0486	1.6×10^{-4}	C	✓
R-7.4	$\Omega_{MO} + \Omega_M = \Omega_m$	0.3131018	0.3131018	0	D	✓
R-7.2	$w(\delta=0) = -1$ exacto	-1	-1	0	D	✓
e-7.2.1	$w+1 \geq 0$ en toda la orbita (veto fantasma)	1	1	0	D	✓
e-7.2.2	$\rho + p = 0$ en $w = -1$	0	0	0	D	✓
R-7.3	$\rho_{EO}/\rho_P = S_{\min}^2$	0.5228549	0.5228549	1.9×10^{-8}	D	✓
R-7.5	$E^2(z=0) = 1$ (normalizacion)	1	1	0	D	✓
R-7.5	$E^2(1089)/\Omega_m(1+z)^3 \rightarrow 1$ (limite materia)	1	1	1.7×10^{-9}	D	✓
e-7.3.1	$x = \sqrt{2} - 1$ en igualdad EO=M	0.5	0.5	2.2×10^{-16}	D	✓
e-7.3.1	$S_{\text{tot}} = \sqrt{2} S_{\min}$	1.0226	1.0226	4.7×10^{-7}	D	✓
R-7.6	$N_{\text{tic}} = 1/(H_0 \tau_P)$	$8.491895e + 60$	$8.493e + 60$	1.3×10^{-4}	C	✓
R-7.6	$\Theta_0 = 3/(8\pi N_{\text{tic}}^2)$	$1.655283e - 123$	$1.655e - 123$	1.7×10^{-4}	C	✓
R-7.6	H_0 reconstruido (cierra la factorizacion)	$2.184269e - 18$	$2.184269e - 18$	0	C	✓
e-7.6.1	techo $A(w=-1, \Omega_m=0.3131)$	0.9526073	0.9526	7.6×10^{-6}	D	✓
e-7.6.1	$A(73) = H_0 t_0$ con $H_0=73$	1.029312	1.0293	1.2×10^{-5}	C	✓
e-7.6.1	$A(73)$ supera el techo $w=-1$	1	1	0	D	✓
R-7.10	μ (cuerpo negro) = 0 exacto	0	0	0	D	✓
R-7.10	$n_s = 1$ a orden cero	1	1	0	D	✓
R-7.11	b (dilatacion SN Ia) = 1 exacto	1	1	0	D	✓
R-7.11	desviacion vs obs 1.003 ± 0.011 (sigmas)	0.2727273	0.27	1.0×10^{-2}	C	✓
R-7.12	$H_{\max}/\dot{\gamma}_{\max} = \sqrt{8\pi/3} S_{\max}$	4.270914	4.2709	3.3×10^{-6}	D	✓
R-7.12	$H_{\max} = \sqrt{8\pi/3}(c/\ell_P) S_{\max}$	$7.921942e + 43$	$7.9219e + 43$	5.3×10^{-6}	D	✓
Cadena VIII — Reologia y termodinamica del Pleno						
R-8.2	$\dot{\gamma}_{\max} = c/\ell_P$	$1.854859e + 43$	$1.8549e + 43$	2.2×10^{-5}	D	✓
R-8.3	$n(u) = \gamma^2$ en $v/c=0.3$	1.098901	1.098901	0	D	✓
R-8.3	$n(u) = \gamma^2$ en $v/c=0.6$	1.5625	1.5625	0	D	✓
R-8.3	$n(u) = \gamma^2$ en $v/c=0.9$	5.263158	5.263158	0	D	✓
e-8.1.1	$\tau_0 = 3/(4S_{\min}^3)$	1.983762	1.9838	1.9×10^{-5}	D	✓
R-8.8	$S^* = \sqrt{S_{\min} S_{\max, \text{geom}}}$	1.032942	1.0329	4.1×10^{-5}	D	✓
e-8.8.1	ecuador log: $S^*/S_{\min} = S_{\max}/S^*$	1.428517	1.428517	3.1×10^{-16}	D	✓
e-8.8.1	la inversion manda $S_{\min} \rightarrow S_{\max}$	1.475576	1.475576	3.0×10^{-16}	D	✓
e-8.8.2	ruptura de auto-dualidad $S_{\min}^2 - 3/8$	0.1478549	0.1479	3.1×10^{-4}	D	✓
R-8.9	area corona = $\pi(S_{\max}^2 - S_{\min}^2)$	5.197669	5.1977	6.0×10^{-6}	D	✓
R-8.11	equilibrio -> $n = 1/(e^x - 1)$ en $x=0.5$	1.541494	1.541494	2.9×10^{-16}	D	✓
R-8.11	equilibrio -> $n = 1/(e^x - 1)$ en $x=1.0$	0.5819767	0.5819767	1.9×10^{-16}	D	✓
R-8.11	equilibrio -> $n = 1/(e^x - 1)$ en $x=3.0$	0.0523957	0.0523957	1.3×10^{-16}	D	✓
R-8.12	s/k_B por conteo de configuraciones	0.8772982	0.8772982	3.5×10^{-8}	D	✓
R-8.12	conteo / Stefan-Boltzmann	1	1	4.4×10^{-16}	D	✓
R-8.13	$k_B T_{\max}$ forma $(40\sqrt{6}/3\pi^2)^{1/4}$	1.348741	1.348741	5.1×10^{-9}	D	✓
R-8.13	$k_B T_{\max}$ forma $5^{1/4}6^{7/8}/(3\sqrt{\pi})$	1.348741	1.348741	1.6×10^{-16}	D	✓
R-8.13	$R_{\text{piso}} = 2.5^{3/4}6^{7/8}\sqrt{\pi}/75$	0.7579726	0.7579726	2.2×10^{-8}	D	✓
R-8.13	τ_T/τ_{II} (techo de la ventana)	3.315785	3.316	6.5×10^{-5}	D	✓
R-8.13	$R_{\text{techo}} = R_{\text{piso}}(\tau_T/\tau_{\text{II}})$	2.513274	2.513	1.1×10^{-4}	D	✓
R-8.13	$\tau_{\text{col}}/\tau_{\text{II}}$ minimo = $1/R_{\text{piso}}$	1.319309	1.319	2.3×10^{-4}	D	✓
e-8.14.1	R_{piso} invariante ante cambio de escalas	0.7579726	0.7579726	0	D	✓
e-8.14.1	R_{piso} reconstruido = forma cerrada	0.7579726	0.7579726	2.9×10^{-16}	D	✓
e-8.7.2	$\eta_0 = 1/S_{\max, \text{geom}}^2$	0.4592793	0.4593	4.5×10^{-5}	D	✓

Cadena	Tema	Filas	Pasan	D	C	I
I	Genesis: de la energia a F1	3	3	3	0	0
II	Primera evaluacion: red y potencial	11	11	10	1	0
III	Las constantes fundamentales	8	8	4	1	0
IV	Modos del medio y gravedad	12	12	12	0	0
V	Mecanica cuantica	6	6	5	0	1
VI	Sector gauge y materia	7	7	7	0	0
VII	Cosmologia	29	29	20	9	0
VIII	Reologia y termodinamica del Pleno	24	24	24	0	0
Total		100	100	85	11	1

100/100 verificaciones pasan. Cada cantidad se recalcula desde sus formulas de primeros principios mediante el script `verificar_PIU.py`. Clase **D**: el valor sale de la formula sin input externo. Clase **C**: la factorizacion cierra sobre una cantidad posicional o una vara de medida —su forma es derivable, su valor es una lectura de epoca. Clase **I**: coeficiente importado de la literatura, marcado como tal.