# Renormalization of Symmetry Improved 2PIEA gap equations at 2 loops

Supplement to chapter 4 of thesis by Michael J. Brown.

*Mathematica* notebook to compute couter-terms for two loop truncations of the effective action as described in Chapter 4.

---

## Sunset

NOTE: this uses some of the same variable names as the Hartree-Fock code! Be careful not to clobber what you need to keep.

```
ClearAll[geom, neom, intrules, msbarrules, mg2soln, cteq, δm, δλ, δλ, δλ, δλ];
```

### Equations of motion

Goldstone equation of motion. Quantities in reference to the paper are:
p is the four-momentum flowing through the propagators $\Delta_G{}^{-1}$ and $\Delta_N{}^{-1}$,
mg2 is the Goldstone mass squared $m_G{}^2$,
$Z$ and $Z\Delta$ are the wavefunction a propagator renormalization constants,
$m^2$ is the (renormalized) Lagrangian mass parameter, $\delta \mathtt{m}_1{}^2$ is its counter-term,
$\lambda$ is the (renormalized) four point coupling,
$\delta\lambda_{1\,a}$, $\delta\lambda_{2\,a}$, $\delta\lambda_{2\,b}$ are the independent coupling counter-terms,
v is the scalar field vacuum expectation value,
$\hbar$ is the reduced Planck constant,
n is the number of fields in the O(n) symmetry group,
t∞g, t∞n are the divergent tadpole integrals for the Goldstone, Higgs resp.,
tfing, tfinn are the finite parts of the tadpoles for the Goldstone, Higgs resp.
Additional variables relative to the Hartree-Fock case:
Ing is the sunset integral $I_{\text{NG}}(p)$
Ifingp is the finite sunset integral $I^{\text{fin}}_{\text{NG}}(p)$,
Ifing0 is $I^{\text{fin}}_{\text{NG}}(m_G)$,
Ifingn is $I^{\text{fin}}_{\text{NG}}(m_N)$,
$\delta\lambda$ is the sunset graph coupling counter-term,
I$\mu$, t$\mu$ and c$\mu$ are the auxiliary integrals $I_\mu$, $T_\mu$ and $c_\mu$ respectively.

$$\text{geom} = p^2 - \text{mg2} + i\hbar \left(\frac{(\lambda)\, v}{3}\right)^2 (\text{Ifingp} - \text{Ifing0}) ==$$
$$Z\, Z\Delta\, p^2 - m^2 - \delta m_1{}^2 - Z\Delta \frac{\lambda + \delta\lambda_{1a}}{6} v^2 - \frac{\hbar}{6}\left((n+1)\lambda + (n-1)\,\delta\lambda_{2a} + 2\,\delta\lambda_{2b}\right) Z\Delta^2\, (\text{tg}) -$$
$$\frac{\hbar}{6}(\lambda + \delta\lambda_{2a})\, Z\Delta^2\, (\text{tn}) + i\hbar \left(\frac{(\lambda+\delta\lambda)\, v}{3}\right)^2 Z\Delta^3\, \text{Ing}$$

$$-\text{mg2} + p^2 + \frac{1}{9} i\, (-\text{Ifing0} + \text{Ifingp})\, v^2\, \lambda^2\, \hbar == -m^2 + p^2\, Z\, Z\Delta + \frac{1}{9} i\, \text{Ing}\, v^2\, Z\Delta^3\, (\delta\lambda + \lambda)^2\, \hbar - \delta m_1^2 -$$
$$\frac{1}{6} v^2\, Z\Delta\, (\lambda + \delta\lambda_a) - \frac{1}{6} \text{tn}\, Z\Delta^2\, \hbar\, (\lambda + \delta\lambda_{2a}) - \frac{1}{6} \text{tg}\, Z\Delta^2\, \hbar\, ((1+n)\,\lambda + (-1+n)\,\delta\lambda_{2a} + 2\,\delta\lambda_{2b})$$

$$\text{neom} = p^2 - \text{mn2} + \frac{i\hbar}{2}\left(\frac{(\lambda)\, v}{3}\right)^2 (n-1)\, (\text{Ifinggp} - \text{Ifinggn}) + \frac{i\hbar}{2} (\lambda)^2\, v^2\, (\text{Ifinhhp} - \text{Ifinhhn}) ==$$
$$Z\, Z\Delta\, p^2 - m^2 - \delta m_1{}^2 - Z\Delta \frac{3\lambda + \delta\lambda_{1a} + 2\,\delta\lambda_{1b}}{6} v^2 - \frac{\hbar}{6}\left(3\lambda + \delta\lambda_{2a} + 2\,\delta\lambda_{2b}\right) Z\Delta^2\, \text{tn} -$$
$$\frac{\hbar}{6}(\lambda + \delta\lambda_{2a})\, Z\Delta^2\, (n-1)\, \text{tg} + \frac{i\hbar}{2}\left(\frac{(\lambda+\delta\lambda)\, v}{3}\right)^2 Z\Delta^3\, (n-1)\, \text{Igg} + \frac{i\hbar}{2} (\lambda+\delta\lambda)^2\, v^2\, Z\Delta^3\, \text{Ihh}$$

$$-\text{mn2} + p^2 + \frac{1}{2} i\, (-\text{Ifinhhn} + \text{Ifinhhp})\, v^2\, \lambda^2\, \hbar + \frac{1}{18} i\, (-\text{Ifinggn} + \text{Ifinggp})\, (-1+n)\, v^2\, \lambda^2\, \hbar ==$$
$$-m^2 + p^2\, Z\, Z\Delta + \frac{1}{2} i\, \text{Ihh}\, v^2\, Z\Delta^3\, (\delta\lambda + \lambda)^2\, \hbar + \frac{1}{18} i\, \text{Igg}\, (-1+n)\, v^2\, Z\Delta^3\, (\delta\lambda + \lambda)^2\, \hbar - \delta m_1^2 -$$
$$\frac{1}{6}(-1+n)\, \text{tg}\, Z\Delta^2\, \hbar\, (\lambda + \delta\lambda_{2a}) - \frac{1}{6} v^2\, Z\Delta\, (3\lambda + \delta\lambda_a + 2\,\delta\lambda_b) - \frac{1}{6} \text{tn}\, Z\Delta^2\, \hbar\, (3\lambda + \delta\lambda_{2a} + 2\,\delta\lambda_{2b})$$

## Divergent parts subtracted with auxiliary integrals and MSbar

$$\text{intrules} = \Big\{\text{Ing} \to \text{I}\mu + \text{Ifingp},\ \text{Igg} \to \text{I}\mu + \text{Ifinggp},\ \text{Ihh} \to \text{I}\mu + \text{Ifinhhp},$$
$$\text{tg} \to \text{t}\mu - i\left(\text{mg2} - \mu^2\right) \text{I}\mu + \hbar \left(\frac{(\lambda + \delta\lambda)\, v}{3}\right)^2 c\mu + \text{tfing},$$
$$\text{tn} \to \text{t}\mu - i\left(\text{mn2} - \mu^2\right) \text{I}\mu + \hbar \left(\frac{(\lambda + \delta\lambda)\, v}{3}\right)^2 c\mu + \text{tfinn}\Big\}$$

$$\Big\{\text{Ing} \to \text{Ifingp} + \text{I}\mu,\ \text{Igg} \to \text{Ifinggp} + \text{I}\mu,\ \text{Ihh} \to \text{Ifinhhp} + \text{I}\mu,$$
$$\text{tg} \to \text{tfing} + \text{t}\mu - i\, \text{I}\mu\, \left(\text{mg2} - \mu^2\right) + \frac{1}{9} c\mu\, v^2\, (\delta\lambda + \lambda)^2\, \hbar,$$
$$\text{tn} \to \text{tfinn} + \text{t}\mu - i\, \text{I}\mu\, \left(\text{mn2} - \mu^2\right) + \frac{1}{9} c\mu\, v^2\, (\delta\lambda + \lambda)^2\, \hbar\Big\}$$

$$\text{msbarrules} = \left\{\text{I}\mu \to \text{c2}\, \text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right],\ \text{t}\mu \to \text{c0}\, \Lambda^2 + \text{c1}\, \mu^2\, \text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right],\ c\mu \to \text{a0}\, \text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 + \text{a1}\, \text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\right\}$$

$$\left\{\text{I}\mu \to \text{c2}\, \text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right],\ \text{t}\mu \to \text{c0}\, \Lambda^2 + \text{c1}\, \mu^2\, \text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right],\ c\mu \to \text{a1}\, \text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right] + \text{a0}\, \text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\right\}$$

## Sub everything in, eliminate mn2 and solve for mg2

```
{mg2soln, mn2soln} =
 (Solve[{geom, neom} /. intrules, {mg2, mn2}] // ExpandAll // Simplify)[[1]]
```

PowerMod::ninv : 0 is not invertible modulo 8387. >>

$$
\begin{aligned}
&\{\mathrm{mg2} \to \\
&\quad -\Big(\big(324\,\mathrm{m}^2 + 324\,\mathrm{p}^2 - 324\,\mathrm{p}^2\,\mathrm{Z}\,\mathrm{Z}\Delta + 54\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta\,\lambda - 36\,\mathrm{i}\,\mathrm{Ifingp}\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^3\,\delta\lambda^2\,\hbar - 36\,\mathrm{i}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^3\,\delta\lambda^2\,\hbar + \\
&\qquad 108\,\mathrm{i}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{m}^2\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda\,\hbar + 108\,\mathrm{i}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{p}^2\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda\,\hbar + 54\,\mathrm{tfing}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda\,\hbar + 54\,\mathrm{n}\,\mathrm{tfing}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda\,\hbar + \\
&\qquad 54\,\mathrm{tfinn}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda\,\hbar + 108\,\mathrm{t}\mu\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda\,\hbar + 54\,\mathrm{n}\,\mathrm{t}\mu\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda\,\hbar - 108\,\mathrm{i}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{p}^2\,\mathrm{Z}\,\mathrm{Z}\Delta^3\,\lambda\,\hbar - \\
&\qquad 72\,\mathrm{i}\,\mathrm{Ifingp}\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^3\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar - 72\,\mathrm{i}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^3\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar - 36\,\mathrm{i}\,\mathrm{Ifing0}\,\mathrm{v}^2\,\lambda^2\,\hbar + \\
&\qquad 36\,\mathrm{i}\,\mathrm{Ifingp}\,\mathrm{v}^2\,\lambda^2\,\hbar - 36\,\mathrm{i}\,\mathrm{Ifingp}\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^3\,\lambda^2\,\hbar - 36\,\mathrm{i}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^3\,\lambda^2\,\hbar + \\
&\qquad 108\,\mathrm{i}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda\,\mu^2\,\hbar + 54\,\mathrm{i}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{n}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda\,\mu^2\,\hbar + 12\,\mathrm{c}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2 + \\
&\qquad 6\,\mathrm{c}\mu\,\mathrm{n}\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2 + 3\,\mathrm{Ifinggp}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2 + 18\,\mathrm{Ifingp}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2 - \\
&\qquad 27\,\mathrm{Ifinhhp}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2 - 6\,\mathrm{I}\mu^2\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2 - 3\,\mathrm{Ifinggp}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{n}\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2 - \\
&\qquad 3\,\mathrm{I}\mu^2\,\mathrm{n}\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2 + 36\,\mathrm{i}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{tfing}\,\mathrm{Z}\Delta^4\,\lambda^2\,\hbar^2 + 18\,\mathrm{i}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{n}\,\mathrm{tfing}\,\mathrm{Z}\Delta^4\,\lambda^2\,\hbar^2 + \\
&\qquad 36\,\mathrm{i}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{t}\mu\,\mathrm{Z}\Delta^4\,\lambda^2\,\hbar^2 + 18\,\mathrm{i}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{n}\,\mathrm{t}\mu\,\mathrm{Z}\Delta^4\,\lambda^2\,\hbar^2 + 24\,\mathrm{c}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2 + \\
&\qquad 12\,\mathrm{c}\mu\,\mathrm{n}\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2 + 6\,\mathrm{Ifinggp}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2 + 36\,\mathrm{Ifingp}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2 - \\
&\qquad 54\,\mathrm{Ifinhhp}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2 - 12\,\mathrm{I}\mu^2\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2 - 6\,\mathrm{Ifinggp}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{n}\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2 - \\
&\qquad 6\,\mathrm{I}\mu^2\,\mathrm{n}\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2 + 12\,\mathrm{c}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2 + 18\,\mathrm{Ifing0}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2 + \\
&\qquad 3\,\mathrm{Ifinggn}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2 - 3\,\mathrm{Ifinggp}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2 - 18\,\mathrm{Ifingp}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2 - \\
&\qquad 27\,\mathrm{Ifinhhn}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2 + 27\,\mathrm{Ifinhhp}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2 + 6\,\mathrm{c}\mu\,\mathrm{n}\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2 - \\
&\qquad 3\,\mathrm{Ifinggn}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{n}\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2 + 3\,\mathrm{Ifinggp}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{n}\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2 + 3\,\mathrm{Ifinggp}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\lambda^3\,\hbar^2 + \\
&\qquad 18\,\mathrm{Ifingp}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\lambda^3\,\hbar^2 - 27\,\mathrm{Ifinhhp}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\lambda^3\,\hbar^2 - 6\,\mathrm{I}\mu^2\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\lambda^3\,\hbar^2 - \\
&\qquad 3\,\mathrm{Ifinggp}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{n}\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\lambda^3\,\hbar^2 - 3\,\mathrm{I}\mu^2\,\mathrm{n}\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\lambda^3\,\hbar^2 - 36\,\mathrm{I}\mu^2\,\mathrm{Z}\Delta^4\,\lambda^2\,\mu^2\,\hbar^2 - \\
&\qquad 18\,\mathrm{I}\mu^2\,\mathrm{n}\,\mathrm{Z}\Delta^4\,\lambda^2\,\mu^2\,\hbar^2 + 4\,\mathrm{i}\,\mathrm{c}\mu\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\lambda^2\,\hbar^3 + 2\,\mathrm{i}\,\mathrm{c}\mu\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{n}\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\lambda^2\,\hbar^3 + \\
&\qquad 8\,\mathrm{i}\,\mathrm{c}\mu\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda^3\,\hbar^3 + 4\,\mathrm{i}\,\mathrm{c}\mu\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{n}\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda^3\,\hbar^3 + 4\,\mathrm{i}\,\mathrm{c}\mu\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^4\,\lambda^4\,\hbar^3 + \\
&\qquad 2\,\mathrm{i}\,\mathrm{c}\mu\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{n}\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^4\,\lambda^4\,\hbar^3 - 54\,\mathrm{tfing}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} + 54\,\mathrm{n}\,\mathrm{tfing}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} + \\
&\qquad 54\,\mathrm{tfinn}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} + 54\,\mathrm{n}\,\mathrm{t}\mu\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} - 18\,\mathrm{i}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^3\,\lambda\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} + \\
&\qquad 54\,\mathrm{i}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{n}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\mu^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} + 6\,\mathrm{c}\mu\,\mathrm{n}\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} + 3\,\mathrm{Ifinggp}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} + \\
&\qquad 6\,\mathrm{Ifingp}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} - 27\,\mathrm{Ifinhhp}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} - \\
&\qquad 18\,\mathrm{I}\mu^2\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} - 3\,\mathrm{Ifinggp}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{n}\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} - 3\,\mathrm{I}\mu^2\,\mathrm{n}\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} + \\
&\qquad 18\,\mathrm{i}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{n}\,\mathrm{tfing}\,\mathrm{Z}\Delta^4\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} + 18\,\mathrm{i}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{n}\,\mathrm{t}\mu\,\mathrm{Z}\Delta^4\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} + 12\,\mathrm{c}\mu\,\mathrm{n}\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} + \\
&\qquad 6\,\mathrm{Ifinggp}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} + 12\,\mathrm{Ifingp}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} - \\
&\qquad 54\,\mathrm{Ifinhhp}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} - 36\,\mathrm{I}\mu^2\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} - \\
&\qquad 6\,\mathrm{Ifinggp}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{n}\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} - 6\,\mathrm{I}\mu^2\,\mathrm{n}\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} + \\
&\qquad 6\,\mathrm{Ifing0}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} + 3\,\mathrm{Ifinggn}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} - \\
&\qquad 3\,\mathrm{Ifinggp}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} - 6\,\mathrm{Ifingp}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} - \\
&\qquad 27\,\mathrm{Ifinhhn}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} + 27\,\mathrm{Ifinhhp}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} + \\
&\qquad 6\,\mathrm{c}\mu\,\mathrm{n}\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} - 3\,\mathrm{Ifinggn}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{n}\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} + \\
&\qquad 3\,\mathrm{Ifinggp}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{n}\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} + 3\,\mathrm{Ifinggp}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} + \\
&\qquad 6\,\mathrm{Ifingp}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} - 27\,\mathrm{Ifinhhp}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} - 18\,\mathrm{I}\mu^2\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} - \\
&\qquad 3\,\mathrm{Ifinggp}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{n}\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} - 3\,\mathrm{I}\mu^2\,\mathrm{n}\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} - 18\,\mathrm{I}\mu^2\,\mathrm{n}\,\mathrm{Z}\Delta^4\,\lambda\,\mu^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} + \\
&\qquad 2\,\mathrm{i}\,\mathrm{c}\mu\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{n}\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} + 4\,\mathrm{i}\,\mathrm{c}\mu\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{n}\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} + \\
&\qquad 2\,\mathrm{i}\,\mathrm{c}\mu\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{n}\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^4\,\lambda^3\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}} - 18\,\mathrm{i}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^3\,\lambda\,\hbar\,\delta\lambda_{\mathrm{b}} - 18\,\mathrm{i}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^3\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}}\,\delta\lambda_{\mathrm{b}} + \\
&\qquad 108\,\mathrm{i}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{m}^2\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{b}} + 108\,\mathrm{i}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{p}^2\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{b}} + 108\,\mathrm{tfing}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{b}} + 108\,\mathrm{t}\mu\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{b}} - \\
&\qquad 108\,\mathrm{i}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{p}^2\,\mathrm{Z}\,\mathrm{Z}\Delta^3\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{b}} + 18\,\mathrm{i}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^3\,\lambda\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{b}} + 108\,\mathrm{i}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\mu^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{b}} + \\
&\qquad 12\,\mathrm{c}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{b}} + 12\,\mathrm{Ifingp}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{b}} + 12\,\mathrm{I}\mu^2\,\mathrm{v}^2\,\mathrm{Z}\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{b}} + \\
&\qquad 72\,\mathrm{i}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{tfing}\,\mathrm{Z}\Delta^4\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{b}} + 18\,\mathrm{i}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{n}\,\mathrm{tfing}\,\mathrm{Z}\Delta^4\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{b}} + 72\,\mathrm{i}\,\mathrm{I}\mu\,\mathrm{t}\mu\,\mathrm{Z}\Delta^4\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{b}} +
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
&18\,i\,I\mu\,n\,t\mu\,Z\Delta^4\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2b} + 24\,c\mu\,v^2\,Z\Delta^2\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2b} + 24\,Ifingp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2b} +\\
&24\,I\mu^2\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2b} + 12\,c\mu\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2b} + 12\,Ifing0\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2b} -\\
&12\,Ifingp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2b} + 12\,Ifingp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^5\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2b} + 12\,I\mu^2\,v^2\,Z\Delta^5\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2b} -\\
&72\,I\mu^2\,Z\Delta^4\,\lambda\,\mu^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2b} - 18\,I\mu^2\,n\,Z\Delta^4\,\lambda\,\mu^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2b} + 8\,i\,c\mu\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2b} +\\
&2\,i\,c\mu\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2b} + 16\,i\,c\mu\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2b} +\\
&4\,i\,c\mu\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2b} + 8\,i\,c\mu\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^4\,\lambda^3\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2b} + 2\,i\,c\mu\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^4\,\lambda^3\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2b} +\\
&18\,i\,I\mu\,n\,tfing\,Z\Delta^4\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2a}\,\delta\lambda_{2b} + 18\,i\,I\mu\,n\,t\mu\,Z\Delta^4\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2a}\,\delta\lambda_{2b} -\\
&18\,I\mu^2\,n\,Z\Delta^4\,\mu^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2a}\,\delta\lambda_{2b} + 2\,i\,c\mu\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2a}\,\delta\lambda_{2b} +\\
&4\,i\,c\mu\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2a}\,\delta\lambda_{2b} + 2\,i\,c\mu\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^4\,\lambda^2\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2a}\,\delta\lambda_{2b} +\\
&36\,i\,I\mu\,tfing\,Z\Delta^4\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2b}^2 + 36\,i\,I\mu\,t\mu\,Z\Delta^4\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2b}^2 - 36\,I\mu^2\,Z\Delta^4\,\mu^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2b}^2 +\\
&4\,i\,c\mu\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2b}^2 + 8\,i\,c\mu\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2b}^2 +\\
&4\,i\,c\mu\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^4\,\lambda^2\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2b}^2 + 108\,i\,\delta m_1^2\,\left(-3\,i + I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar + I\mu\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2b}\right) +\\
&18\,i\,v^2\,Z\Delta\,\delta\lambda_a\,\left(-3\,i + I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar + I\mu\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2b}\right)\Big) \Big/ \Big(18\,\left(-3\,i + I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar + I\mu\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2b}\right)\\
&\left(-6\,i + 2\,I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar + I\mu\,n\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar + I\mu\,n\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2a} + 2\,I\mu\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2b}\right)\Big)\Big),
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
mn2 \to -\Big(&\left(324\,m^2 + 324\,p^2 - 324\,p^2\,Z\,Z\Delta + 162\,v^2\,Z\Delta\,\lambda + 18\,i\,Ifinggp\,v^2\,Z\Delta^3\,\delta\lambda^2\,\hbar -\right.\\
&162\,i\,Ifinhhp\,v^2\,Z\Delta^3\,\delta\lambda^2\,\hbar - 144\,i\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^3\,\delta\lambda^2\,\hbar - 18\,i\,Ifinggp\,n\,v^2\,Z\Delta^3\,\delta\lambda^2\,\hbar -\\
&18\,i\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^3\,\delta\lambda^2\,\hbar + 108\,i\,I\mu\,m^2\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar + 108\,i\,I\mu\,p^2\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar - 54\,tfing\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar +\\
&54\,n\,tfing\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar + 162\,tfinn\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar + 108\,t\mu\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar + 54\,n\,t\mu\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar -\\
&108\,i\,I\mu\,p^2\,Z\,Z\Delta^3\,\lambda\,\hbar + 36\,i\,Ifinggp\,v^2\,Z\Delta^3\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar - 324\,i\,Ifinhhp\,v^2\,Z\Delta^3\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar -\\
&288\,i\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^3\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar - 36\,i\,Ifinggp\,n\,v^2\,Z\Delta^3\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar - 36\,i\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^3\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar +\\
&18\,i\,Ifinggn\,v^2\,\lambda^2\,\hbar - 18\,i\,Ifinggp\,v^2\,\lambda^2\,\hbar - 162\,i\,Ifinhhn\,v^2\,\lambda^2\,\hbar +\\
&162\,i\,Ifinhhp\,v^2\,\lambda^2\,\hbar - 18\,i\,Ifinggn\,n\,v^2\,\lambda^2\,\hbar + 18\,i\,Ifinggp\,n\,v^2\,\lambda^2\,\hbar +\\
&18\,i\,Ifinggp\,v^2\,Z\Delta^3\,\lambda^2\,\hbar - 162\,i\,Ifinhhp\,v^2\,Z\Delta^3\,\lambda^2\,\hbar - 108\,i\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^3\,\lambda^2\,\hbar -\\
&18\,i\,Ifinggp\,n\,v^2\,Z\Delta^3\,\lambda^2\,\hbar + 108\,i\,I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda\,\mu^2\,\hbar + 54\,i\,I\mu\,n\,Z\Delta^2\,\lambda\,\mu^2\,\hbar +\\
&12\,c\mu\,v^2\,Z\Delta^2\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2 + 6\,c\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^2\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2 - 3\,Ifinggp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2 +\\
&6\,Ifingp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2 + 27\,Ifinhhp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2 + 30\,I\mu^2\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2 -\\
&6\,Ifingp\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2 + 27\,Ifinhhp\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2 + 21\,I\mu^2\,n\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2 +\\
&3\,Ifinggp\,I\mu\,n^2\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2 + 3\,I\mu^2\,n^2\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2 + 36\,i\,I\mu\,tfinn\,Z\Delta^4\,\lambda^2\,\hbar^2 +\\
&18\,i\,I\mu\,n\,tfinn\,Z\Delta^4\,\lambda^2\,\hbar^2 + 36\,i\,I\mu\,t\mu\,Z\Delta^4\,\lambda^2\,\hbar^2 + 18\,i\,I\mu\,n\,t\mu\,Z\Delta^4\,\lambda^2\,\hbar^2 +\\
&24\,c\mu\,v^2\,Z\Delta^2\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2 + 12\,c\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^2\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2 - 6\,Ifinggp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2 +\\
&12\,Ifingp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2 + 54\,Ifinhhp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2 + 60\,I\mu^2\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2 -\\
&12\,Ifingp\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2 + 54\,Ifinhhp\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2 + 42\,I\mu^2\,n\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2 +\\
&6\,Ifinggp\,I\mu\,n^2\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2 + 6\,I\mu^2\,n^2\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2 + 12\,c\mu\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2 +\\
&6\,Ifing0\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2 - 3\,Ifinggn\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2 + 3\,Ifinggp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2 -\\
&6\,Ifingp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2 + 27\,Ifinhhn\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2 - 27\,Ifinhhp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2 +\\
&6\,c\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2 - 6\,Ifing0\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2 + 6\,Ifingp\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2 +\\
&27\,Ifinhhn\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2 - 27\,Ifinhhp\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2 + 3\,Ifinggn\,I\mu\,n^2\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2 -\\
&3\,Ifinggp\,I\mu\,n^2\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2 - 3\,Ifinggp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^5\,\lambda^3\,\hbar^2 + 6\,Ifingp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^5\,\lambda^3\,\hbar^2 +\\
&27\,Ifinhhp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^5\,\lambda^3\,\hbar^2 + 30\,I\mu^2\,v^2\,Z\Delta^5\,\lambda^3\,\hbar^2 - 6\,Ifingp\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^5\,\lambda^3\,\hbar^2 +\\
&27\,Ifinhhp\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^5\,\lambda^3\,\hbar^2 + 21\,I\mu^2\,n\,v^2\,Z\Delta^5\,\lambda^3\,\hbar^2 + 3\,Ifinggp\,I\mu\,n^2\,v^2\,Z\Delta^5\,\lambda^3\,\hbar^2 +\\
&3\,I\mu^2\,n^2\,v^2\,Z\Delta^5\,\lambda^3\,\hbar^2 - 36\,I\mu^2\,Z\Delta^4\,\lambda^2\,\mu^2\,\hbar^2 - 18\,I\mu^2\,n\,Z\Delta^4\,\lambda^2\,\mu^2\,\hbar^2 + 4\,i\,c\mu\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\lambda^2\,\hbar^3 +\\
&2\,i\,c\mu\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\lambda^2\,\hbar^3 + 8\,i\,c\mu\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda^3\,\hbar^3 + 4\,i\,c\mu\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda^3\,\hbar^3 +\\
&4\,i\,c\mu\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^4\,\lambda^4\,\hbar^3 + 2\,i\,c\mu\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^4\,\lambda^4\,\hbar^3 - 54\,tfing\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2a} +
\end{aligned}
$$

$$54\,n\,tfing\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,a} + 54\,tfinn\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,a} + 54\,n\,t\mu\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,a} - 18\,i\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^3\,\lambda\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,a} +$$
$$18\,i\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^3\,\lambda\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,a} + 54\,i\,I\mu\,n\,Z\Delta^2\,\mu^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,a} + 6\,c\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^2\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} +$$
$$3\,Ifinggp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} + 6\,Ifingp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} -$$
$$27\,Ifinhhp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} - 18\,I\mu^2\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} -$$
$$6\,Ifinggp\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} - 6\,Ifingp\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} +$$
$$27\,Ifinhhp\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} + 15\,I\mu^2\,n\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} +$$
$$3\,Ifinggp\,I\mu\,n^2\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} + 3\,I\mu^2\,n^2\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} +$$
$$18\,i\,I\mu\,n\,tfinn\,Z\Delta^4\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} + 18\,i\,I\mu\,n\,t\mu\,Z\Delta^4\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} + 12\,c\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^2\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} +$$
$$6\,Ifinggp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} + 12\,Ifingp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} -$$
$$54\,Ifinhhp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} - 36\,I\mu^2\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} -$$
$$12\,Ifinggp\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} - 12\,Ifingp\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} +$$
$$54\,Ifinhhp\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} + 30\,I\mu^2\,n\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} +$$
$$6\,Ifinggp\,I\mu\,n^2\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} + 6\,I\mu^2\,n^2\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} +$$
$$6\,Ifing0\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} + 3\,Ifinggn\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} -$$
$$3\,Ifinggp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} - 6\,Ifingp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} -$$
$$27\,Ifinhhn\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} + 27\,Ifinhhp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} +$$
$$6\,c\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} - 6\,Ifing0\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} -$$
$$6\,Ifinggn\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} + 6\,Ifinggp\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} +$$
$$6\,Ifingp\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} + 27\,Ifinhhn\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} -$$
$$27\,Ifinhhp\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} + 3\,Ifinggn\,I\mu\,n^2\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} -$$
$$3\,Ifinggp\,I\mu\,n^2\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} + 3\,Ifinggp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^5\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} +$$
$$6\,Ifingp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^5\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} - 27\,Ifinhhp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^5\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} -$$
$$18\,I\mu^2\,v^2\,Z\Delta^5\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} - 6\,Ifinggp\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^5\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} -$$
$$6\,Ifingp\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^5\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} + 27\,Ifinhhp\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^5\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} +$$
$$15\,I\mu^2\,n\,v^2\,Z\Delta^5\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} + 3\,Ifinggp\,I\mu\,n^2\,v^2\,Z\Delta^5\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} +$$
$$3\,I\mu^2\,n^2\,v^2\,Z\Delta^5\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} - 18\,I\mu^2\,n\,Z\Delta^4\,\lambda\,\mu^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,a} + 2\,i\,c\mu\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2\,a} +$$
$$4\,i\,c\mu\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2\,a} + 2\,i\,c\mu\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^4\,\lambda^3\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2\,a} + 108\,v^2\,Z\Delta\,\delta\lambda_b +$$
$$18\,i\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^3\,\lambda\,\hbar\,\delta\lambda_b + 18\,i\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^3\,\lambda\,\hbar\,\delta\lambda_b - 18\,i\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^3\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,a}\,\delta\lambda_b +$$
$$18\,i\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^3\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,a}\,\delta\lambda_b + 108\,i\,I\mu\,m^2\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,b} + 108\,i\,I\mu\,p^2\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,b} +$$
$$108\,tfinn\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,b} + 108\,t\mu\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,b} - 108\,i\,I\mu\,p^2\,Z\,Z\Delta^3\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,b} +$$
$$54\,i\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^3\,\lambda\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,b} + 108\,i\,I\mu\,Z\Delta^2\,\mu^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,b} + 12\,c\mu\,v^2\,Z\Delta^2\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b} -$$
$$6\,Ifinggp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b} + 54\,Ifinhhp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b} +$$
$$48\,I\mu^2\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b} + 6\,Ifinggp\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b} + 6\,I\mu^2\,n\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b} +$$
$$72\,i\,I\mu\,tfinn\,Z\Delta^4\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b} + 18\,i\,I\mu\,n\,tfinn\,Z\Delta^4\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b} + 72\,i\,I\mu\,t\mu\,Z\Delta^4\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b} +$$
$$18\,i\,I\mu\,n\,t\mu\,Z\Delta^4\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b} + 24\,c\mu\,v^2\,Z\Delta^2\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b} - 12\,Ifinggp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b} +$$
$$108\,Ifinhhp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b} + 96\,I\mu^2\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b} +$$
$$12\,Ifinggp\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b} + 12\,I\mu^2\,n\,v^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b} +$$
$$12\,c\mu\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b} - 6\,Ifinggn\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b} + 6\,Ifinggp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b} +$$
$$54\,Ifinhhn\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b} - 54\,Ifinhhp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b} +$$
$$6\,Ifinggn\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b} - 6\,Ifinggp\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b} -$$
$$6\,Ifinggp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^5\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b} + 54\,Ifinhhp\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^5\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b} +$$
$$48\,I\mu^2\,v^2\,Z\Delta^5\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b} + 6\,Ifinggp\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^5\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b} + 6\,I\mu^2\,n\,v^2\,Z\Delta^5\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b} -$$
$$72\,I\mu^2\,Z\Delta^4\,\lambda\,\mu^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b} - 18\,I\mu^2\,n\,Z\Delta^4\,\lambda\,\mu^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b} + 8\,i\,c\mu\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2\,b} +$$

$$2\,i\,c\mu\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2b} + 16\,i\,c\mu\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2b} +$$
$$4\,i\,c\mu\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2b} + 8\,i\,c\mu\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^4\,\lambda^3\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2b} + 2\,i\,c\mu\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^4\,\lambda^3\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2b} +$$
$$18\,i\,I\mu\,n\,tfinn\,Z\Delta^4\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2a}\,\delta\lambda_{2b} + 18\,i\,I\mu\,n\,t\mu\,Z\Delta^4\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2a}\,\delta\lambda_{2b} -$$
$$18\,I\mu^2\,n\,Z\Delta^4\,\mu^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2a}\,\delta\lambda_{2b} + 2\,i\,c\mu\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2a}\,\delta\lambda_{2b} +$$
$$4\,i\,c\mu\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2a}\,\delta\lambda_{2b} + 2\,i\,c\mu\,I\mu\,n\,v^2\,Z\Delta^4\,\lambda^2\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2a}\,\delta\lambda_{2b} +$$
$$36\,i\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^3\,\hbar\,\delta\lambda_b\,\delta\lambda_{2b} + 36\,i\,I\mu\,tfinn\,Z\Delta^4\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2b}^2 + 36\,i\,I\mu\,t\mu\,Z\Delta^4\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2b}^2 -$$
$$36\,I\mu^2\,Z\Delta^4\,\mu^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2b}^2 + 4\,i\,c\mu\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2b}^2 + 8\,i\,c\mu\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2b}^2 +$$
$$4\,i\,c\mu\,I\mu\,v^2\,Z\Delta^4\,\lambda^2\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2b}^2 + 108\,i\,\delta m_1^2\,\left(-3\,i + I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar + I\mu\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2b}\right) +$$
$$18\,i\,v^2\,Z\Delta\,\delta\lambda_a\,\left(-3\,i + I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar + I\mu\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2b}\right)\Big) \Big/ \Big(18\,\left(-3\,i + I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar + I\mu\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2b}\right)$$
$$\left(-6\,i + 2\,I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar + I\mu\,n\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar + I\mu\,n\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2a} + 2\,I\mu\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2b}\right)\Big)\Big)\Big\}$$

Check solutions

```
(p^2 - mg2 + I ħ ((λ) v/3)^2 (Ifingp - Ifing0) -
    (Z ZΔ p^2 - m^2 - δm1^2 - ZΔ (λ + δλ1a)/6 v^2 - ħ/6 ((n + 1) λ + (n - 1) δλ2a + 2 δλ2b) ZΔ^2 (tg) -
      ħ/6 (λ + δλ2a) ZΔ^2 (tn) + I ħ ((λ + δλ) v/3)^2 ZΔ^3 Ing)) /.
  intrules /. mn2soln /. mg2soln /. msbarrules // Simplify
```

$$0$$

```
(p^2 - mn2 + I ħ/2 ((λ) v/3)^2 (n - 1) (Ifinggp - Ifinggn) +
    I ħ/2 (λ)^2 v^2 (Ifinhhp - Ifinhhn) - (Z ZΔ p^2 - m^2 - δm1^2 - ZΔ (3 λ + δλ1a + 2 δλ1b)/6 v^2 -
      ħ/6 (3 λ + δλ2a + 2 δλ2b) ZΔ^2 tn - ħ/6 (λ + δλ2a) ZΔ^2 (n - 1) tg +
      I ħ/2 ((λ + δλ) v/3)^2 ZΔ^3 (n - 1) Igg + I ħ/2 (λ + δλ)^2 v^2 ZΔ^3 Ihh)) /.
  intrules /. mn2soln /. mg2soln /. msbarrules // Simplify
```

$$-\frac{1}{2}\,i\,(Ifinhhmn - Ifinhhn)\,v^2\,\lambda^2\,\hbar$$

## Gather kinematically distinct divergences for Goldstone EOM

```
(((p^2 - mg2 + I ħ ((λ) v/3)^2 (Ifingp - Ifing0) - (p^2 - m^2 - λ/6 v^2 -
        ħ/6 ((n + 1) λ) (tfing) - ħ/6 (λ) (tfinn) + I ħ ((λ) v/3)^2 (Ifingp)) /.
      intrules /. mn2soln /. mg2soln /. msbarrules // Simplify) //
    CoefficientList[#, {p, v, tfing, tfinn, Ifingp, Ifinggp, Ifinhhp}] & //
  Flatten // Simplify // DeleteDuplicates
```

$$\Big\{\Big(i\,\Big(6\,\delta m_1^2 + Z\Delta^2\,\hbar\,\Big(c0\,\Lambda^2 + \left(c1\,\mu^2 - i\,c2\,\left(m^2 - \mu^2\right)\right)\,Log\Big[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\Big]\Big)\,\left((2 + n)\,\lambda + n\,\delta\lambda_{2a} + 2\,\delta\lambda_{2b}\right)\Big)\Big)\Big/$$

$$\left(-6\,\mathrm{i}+2\,\mathrm{c2}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+\mathrm{c2}\,\mathrm{n}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+\right.$$
$$\left.\mathrm{c2}\,\mathrm{n}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}}+2\,\mathrm{c2}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{b}}\right),\ 0,$$
$$\left(3\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}}\right)\Big/\left(\left(\left(-3\,\mathrm{i}+\mathrm{c2}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+\mathrm{c2}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{b}}\right)\right.\right.$$
$$\left(-6\,\mathrm{i}+2\,\mathrm{c2}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+\mathrm{c2}\,\mathrm{n}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+\right.$$
$$\left.\left.\mathrm{c2}\,\mathrm{n}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}}+2\,\mathrm{c2}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{b}}\right)\right)+\lambda\,\hbar\,\left(\frac{1}{6}+\left(3\,\mathrm{Z}\Delta^2\right)\Big/$$
$$\left(\left(\left(-3\,\mathrm{i}+\mathrm{c2}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+\mathrm{c2}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{b}}\right)\left(-6\,\mathrm{i}+2\,\mathrm{c2}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+\right.\right.\right.$$
$$\left.\left.\left.\mathrm{c2}\,\mathrm{n}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+\mathrm{c2}\,\mathrm{n}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}}+2\,\mathrm{c2}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{b}}\right)\right)\right),$$
$$\left(\hbar\,\left(\lambda\,\left(18\,(1+\mathrm{n})\,\left(-1+\mathrm{Z}\Delta^2\right)+3\,\mathrm{i}\,\mathrm{c2}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\left(-4-5\,\mathrm{n}-\mathrm{n}^2+4\,\mathrm{Z}\Delta^2+2\,\mathrm{n}\,\mathrm{Z}\Delta^2\right)\,\lambda\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+\right.\right.\right.$$
$$\left.\left.\mathrm{c2}^2\,\left(2+3\,\mathrm{n}+\mathrm{n}^2\right)\,\mathrm{Z}\Delta^4\,\lambda^2\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\right)+\mathrm{Z}\Delta^2\,\left(36+6\,\mathrm{i}\,\mathrm{c2}\,\left(-2+4\,\mathrm{Z}\Delta^2+\mathrm{n}\,\left(-2+\mathrm{Z}\Delta^2\right)\right)\right.$$
$$\left.\lambda\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+\mathrm{c2}^2\,\left(4+5\,\mathrm{n}+\mathrm{n}^2\right)\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\right)\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{b}}+$$
$$2\,\mathrm{c2}\,\mathrm{Z}\Delta^4\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\,\left(6\,\mathrm{i}+\mathrm{c2}\,(1+\mathrm{n})\,\lambda\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\right)\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{b}}^2+\mathrm{Z}\Delta^2\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}}$$
$$\left(18\,(-1+\mathrm{n})-3\,\mathrm{i}\,\mathrm{c2}\,\mathrm{n}\,\left(1+\mathrm{n}-2\,\mathrm{Z}\Delta^2\right)\,\lambda\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+\mathrm{c2}^2\,\mathrm{n}\,(1+\mathrm{n})\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2+\right.$$
$$\left.\left.\left.\mathrm{c2}\,\mathrm{n}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\,\left(6\,\mathrm{i}+\mathrm{c2}\,(1+\mathrm{n})\,\lambda\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\right)\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{b}}\right)\right)\right)\Big/$$
$$\left(6\,\left(-3\,\mathrm{i}+\mathrm{c2}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+\mathrm{c2}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{b}}\right)\,\left(-6\,\mathrm{i}+2\,\mathrm{c2}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+\right.\right.$$
$$\left.\left.\mathrm{c2}\,\mathrm{n}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+\mathrm{c2}\,\mathrm{n}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{a}}+2\,\mathrm{c2}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\,\delta\lambda_{2\,\mathrm{b}}\right)\right),$$
$$\left(-54\,\lambda+54\,\mathrm{Z}\Delta\,\lambda-36\,\mathrm{i}\,\mathrm{c2}\,\mathrm{Z}\Delta^3\,\delta\lambda^2\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]-72\,\mathrm{i}\,\mathrm{c2}\,\mathrm{Z}\Delta^3\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]-\right.$$
$$36\,\mathrm{i}\,\mathrm{c2}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]-9\,\mathrm{i}\,\mathrm{c2}\,\mathrm{n}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]-36\,\mathrm{i}\,\mathrm{c2}\,\mathrm{Z}\Delta^3\,\lambda^2\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+$$
$$12\,\mathrm{a1}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+6\,\mathrm{a1}\,\mathrm{n}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+$$
$$24\,\mathrm{a1}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+12\,\mathrm{a1}\,\mathrm{n}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+$$
$$12\,\mathrm{a1}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]-6\,\mathrm{c2}\,\mathrm{Ifing0}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+$$
$$3\,\mathrm{c2}\,\mathrm{Ifinggn}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]-27\,\mathrm{c2}\,\mathrm{Ifinhhn}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+$$
$$6\,\mathrm{a1}\,\mathrm{n}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]-6\,\mathrm{c2}\,\mathrm{Ifing0}\,\mathrm{n}\,\mathrm{Z}\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]-$$

$$3\,c2\,\text{Ifinggn}\,n\,Z\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right] + 12\,a0\,Z\Delta^2\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 +$$

$$6\,a0\,n\,Z\Delta^2\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 - 6\,c2^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 -$$

$$3\,c2^2\,n\,Z\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 + 24\,a0\,Z\Delta^2\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 +$$

$$12\,a0\,n\,Z\Delta^2\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 - 12\,c2^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 -$$

$$6\,c2^2\,n\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 + 12\,a0\,Z\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 + 6\,a0\,n\,Z\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 +$$

$$6\,c2^2\,Z\Delta^4\,\lambda^3\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 + 3\,c2^2\,n\,Z\Delta^4\,\lambda^3\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 - 6\,c2^2\,Z\Delta^5\,\lambda^3\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 -$$

$$3\,c2^2\,n\,Z\Delta^5\,\lambda^3\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 + 4\,i\,a1\,c2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\lambda^2\,\hbar^3\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 +$$

$$2\,i\,a1\,c2\,n\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\lambda^2\,\hbar^3\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 + 8\,i\,a1\,c2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda^3\,\hbar^3\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 +$$

$$4\,i\,a1\,c2\,n\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda^3\,\hbar^3\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 + 4\,i\,a1\,c2\,Z\Delta^4\,\lambda^4\,\hbar^3\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 -$$

$$4\,i\,c2^2\,\text{Ifing0}\,Z\Delta^4\,\lambda^4\,\hbar^3\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 + 2\,i\,a1\,c2\,n\,Z\Delta^4\,\lambda^4\,\hbar^3\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 -$$

$$2\,i\,c2^2\,\text{Ifing0}\,n\,Z\Delta^4\,\lambda^4\,\hbar^3\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 + 4\,i\,a0\,c2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\lambda^2\,\hbar^3\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^3 +$$

$$2\,i\,a0\,c2\,n\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\lambda^2\,\hbar^3\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^3 + 8\,i\,a0\,c2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda^3\,\hbar^3\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^3 +$$

$$4\,i\,a0\,c2\,n\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda^3\,\hbar^3\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^3 + 4\,i\,a0\,c2\,Z\Delta^4\,\lambda^4\,\hbar^3\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^3 +$$

$$2\,i\,a0\,c2\,n\,Z\Delta^4\,\lambda^4\,\hbar^3\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^3 - 18\,i\,c2\,Z\Delta^3\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\,\delta\lambda_b -$$

$$36\,i\,c2\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\,\delta\lambda_{2\,b} + 18\,i\,c2\,Z\Delta^3\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\,\delta\lambda_{2\,b} +$$

$$12\,a1\,Z\Delta^2\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\,\delta\lambda_{2\,b} + 24\,a1\,Z\Delta^2\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\,\delta\lambda_{2\,b} +$$

$$12\,a1\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\,\delta\lambda_{2\,b} - 12\,c2\,\text{Ifing0}\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\,\delta\lambda_{2\,b} +$$

$$12\,a0\,Z\Delta^2\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\,\delta\lambda_{2\,b} + 12\,c2^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\,\delta\lambda_{2\,b} +$$

$$24\,a0\,Z\Delta^2\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\,\delta\lambda_{2\,b} + 24\,c2^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\,\delta\lambda_{2\,b} +$$

$$12\,a0\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\,\delta\lambda_{2\,b} + 12\,c2^2\,Z\Delta^4\,\lambda^2\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\,\delta\lambda_{2\,b} +$$

$$3\,c2^2\,n\,Z\Delta^4\,\lambda^2\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\,\delta\lambda_{2\,b} + 12\,c2^2\,Z\Delta^5\,\lambda^2\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\,\delta\lambda_{2\,b} +$$

$$8\,i\,a1\,c2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^3\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\,\delta\lambda_{2\,b} + 2\,i\,a1\,c2\,n\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^3\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\,\delta\lambda_{2\,b} +$$

$$16\,\mathrm{i}\,a1\,c2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\,\delta\lambda_{2\,b}+4\,\mathrm{i}\,a1\,c2\,n\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\,\delta\lambda_{2\,b}+$$

$$8\,\mathrm{i}\,a1\,c2\,Z\Delta^4\,\lambda^3\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\,\delta\lambda_{2\,b}-8\,\mathrm{i}\,c2^2\,\mathrm{Ifing0}\,Z\Delta^4\,\lambda^3\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\,\delta\lambda_{2\,b}+$$

$$2\,\mathrm{i}\,a1\,c2\,n\,Z\Delta^4\,\lambda^3\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\,\delta\lambda_{2\,b}-2\,\mathrm{i}\,c2^2\,\mathrm{Ifing0}\,n\,Z\Delta^4\,\lambda^3\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\,\delta\lambda_{2\,b}+$$

$$8\,\mathrm{i}\,a0\,c2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^3\,\delta\lambda_{2\,b}+2\,\mathrm{i}\,a0\,c2\,n\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^3\,\delta\lambda_{2\,b}+$$

$$16\,\mathrm{i}\,a0\,c2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^3\,\delta\lambda_{2\,b}+4\,\mathrm{i}\,a0\,c2\,n\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^3\,\delta\lambda_{2\,b}+$$

$$8\,\mathrm{i}\,a0\,c2\,Z\Delta^4\,\lambda^3\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^3\,\delta\lambda_{2\,b}+2\,\mathrm{i}\,a0\,c2\,n\,Z\Delta^4\,\lambda^3\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^3\,\delta\lambda_{2\,b}+$$

$$6\,c2^2\,Z\Delta^4\,\lambda\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\,\delta\lambda_{2\,b}^2+4\,\mathrm{i}\,a1\,c2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\,\delta\lambda_{2\,b}^2+$$

$$8\,\mathrm{i}\,a1\,c2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\,\delta\lambda_{2\,b}^2+4\,\mathrm{i}\,a1\,c2\,Z\Delta^4\,\lambda^2\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\,\delta\lambda_{2\,b}^2-$$

$$4\,\mathrm{i}\,c2^2\,\mathrm{Ifing0}\,Z\Delta^4\,\lambda^2\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\,\delta\lambda_{2\,b}^2+4\,\mathrm{i}\,a0\,c2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^3\,\delta\lambda_{2\,b}^2+$$

$$8\,\mathrm{i}\,a0\,c2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^3\,\delta\lambda_{2\,b}^2+4\,\mathrm{i}\,a0\,c2\,Z\Delta^4\,\lambda^2\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^3\,\delta\lambda_{2\,b}^2+$$

$$18\,Z\Delta\,\delta\lambda_a\left(3+\mathrm{i}\,c2\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+\mathrm{i}\,c2\,Z\Delta^2\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2\,b}\right)+Z\Delta^2\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]$$

$$\delta\lambda_{2\,a}\left(-9\,\mathrm{i}\,c2\,n\,\lambda-18\,\mathrm{i}\,c2\,Z\Delta\,\lambda+6\,a1\,n\,\delta\lambda^2\,\hbar+12\,a1\,n\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar+6\,c2\,\mathrm{Ifing0}\,\lambda^2\,\hbar+\right.$$

$$3\,c2\,\mathrm{Ifinggn}\,\lambda^2\,\hbar-27\,c2\,\mathrm{Ifinhhn}\,\lambda^2\,\hbar+6\,a1\,n\,\lambda^2\,\hbar-6\,c2\,\mathrm{Ifing0}\,n\,\lambda^2\,\hbar-$$

$$3\,c2\,\mathrm{Ifinggn}\,n\,\lambda^2\,\hbar+6\,a0\,n\,\delta\lambda^2\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]-18\,c2^2\,Z\Delta^3\,\delta\lambda^2\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]-$$

$$3\,c2^2\,n\,Z\Delta^3\,\delta\lambda^2\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+12\,a0\,n\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]-36\,c2^2\,Z\Delta^3\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]-$$

$$6\,c2^2\,n\,Z\Delta^3\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+6\,a0\,n\,\lambda^2\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+3\,c2^2\,n\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]-$$

$$18\,c2^2\,Z\Delta^3\,\lambda^2\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]-3\,c2^2\,n\,Z\Delta^3\,\lambda^2\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+2\,\mathrm{i}\,a1\,c2\,n\,Z\Delta^2\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+$$

$$4\,\mathrm{i}\,a1\,c2\,n\,Z\Delta^2\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+2\,\mathrm{i}\,a1\,c2\,n\,Z\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]-2\,\mathrm{i}\,c2^2\,\mathrm{Ifing0}\,n\,Z\Delta^2$$

$$\lambda^3\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+2\,\mathrm{i}\,a0\,c2\,n\,Z\Delta^2\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2+4\,\mathrm{i}\,a0\,c2\,n\,Z\Delta^2\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2+$$

$$2\,\mathrm{i}\,a0\,c2\,n\,Z\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2-18\,\mathrm{i}\,c2\,Z\Delta\,\delta\lambda_b+\mathrm{i}\,c2\,n\,Z\Delta^2\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]$$

$$\left.\left.\left(2\,a1\,(\delta\lambda+\lambda)^2\,\hbar-c2\,\lambda\left(3\,\mathrm{i}+2\,\mathrm{Ifing0}\,\lambda\,\hbar\right)+2\,a0\,(\delta\lambda+\lambda)^2\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\right)\delta\lambda_{2\,b}\right)\right)\Big/$$

$$\left(18\left(-3\,\mathrm{i}+c2\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+c2\,Z\Delta^2\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2\,b}\right)\left(-6\,\mathrm{i}+2\,c2\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+\right.\right.$$

$$\left.\left.c2\,n\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+c2\,n\,Z\Delta^2\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2\,a}+2\,c2\,Z\Delta^2\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2\,b}\right)\right),$$

$$-\left(\left(3\,c2\,Z\Delta^2\left(-\lambda^2+Z\Delta^3\,(\delta\lambda+\lambda)^2\right)\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right](\lambda+\delta\lambda_{2a})\right)\Big/\right.$$
$$\left(2\left(-3\,i+c2\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+c2\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2b}\right)\left(-6\,i+2\,c2\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+\right.\right.$$
$$\left.\left.\left.c2\,n\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+c2\,n\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2a}+2\,c2\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2b}\right)\right)\right),$$

$$-\left(\left(c2\,(-1+n)\,Z\Delta^2\left(-\lambda^2+Z\Delta^3\,(\delta\lambda+\lambda)^2\right)\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right](\lambda+\delta\lambda_{2a})\right)\Big/\right.$$
$$\left(6\left(-3\,i+c2\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+c2\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2b}\right)\left(-6\,i+2\,c2\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+\right.\right.$$
$$\left.\left.\left.c2\,n\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+c2\,n\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2a}+2\,c2\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2b}\right)\right)\right),$$

$$\left(\left(-\lambda^2+Z\Delta^3\,(\delta\lambda+\lambda)^2\right)\hbar\left(-6\,i+3\,c2\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+c2\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2a}+\right.\right.$$
$$\left.\left.2\,c2\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2b}\right)\right)\Big/$$
$$\left(3\left(-3\,i+c2\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+c2\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2b}\right)\left(-6\,i+2\,c2\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+\right.\right.$$
$$\left.\left.c2\,n\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+c2\,n\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2a}+2\,c2\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2b}\right)\right),$$

$$-\left(\left(6\,i\,(-1+Z\,Z\Delta)\right)\Big/\left(-6\,i+2\,c2\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+c2\,n\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+\right.\right.$$
$$\left.\left.c2\,n\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2a}+2\,c2\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2b}\right)\right)\Big\}$$

```
cteq = (((mg2 - m^2 - (λ/6) v^2 - (ħ/6) ((n + 1) λ) (tfing) - (ħ/6) (λ) (tfinn) /. mg2soln) //
          CoefficientList[#, {p, v, tfing, tfinn, Ifingp, Ifinggp, Ifinhhp}] & //
        Flatten // Simplify // DeleteDuplicates) == 0 // Thread
```

$$\left\{\left(-6\,i\,\delta m_1^2+Z\Delta^2\left(-i\,t\mu+I\mu\left(-m^2+\mu^2\right)\right)\hbar\left((2+n)\,\lambda+n\,\delta\lambda_{2a}+2\,\delta\lambda_{2b}\right)\right)\Big/\right.$$
$$\left(-6\,i+2\,I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar+I\mu\,n\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar+I\mu\,n\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2a}+2\,I\mu\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2b}\right)==0,$$
$$\text{True},\ -\left(\left(3\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2a}\right)\Big/\left(\left(-3\,i+I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar+I\mu\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2b}\right)\right.\right.$$
$$\left.\left.\left(-6\,i+2\,I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar+I\mu\,n\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar+I\mu\,n\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2a}+2\,I\mu\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2b}\right)\right)\right)+$$
$$\lambda\,\hbar\left(-\frac{1}{6}-\left(3\,Z\Delta^2\right)\Big/\left(\left(-3\,i+I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar+I\mu\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2b}\right)\right.\right.$$
$$\left.\left.\left(-6\,i+2\,I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar+I\mu\,n\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar+I\mu\,n\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2a}+2\,I\mu\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2b}\right)\right)\right)==0,$$

$$-\left(\left(\hbar\left(\lambda\left(I\mu\,n^2\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\left(-3\,i+I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\right)+3\,n\left(-6+Z\Delta^2\left(6-5\,i\,I\mu\,\lambda\,\hbar\right)+I\mu\,Z\Delta^4\,\lambda\,\hbar\right.\right.\right.\right.\right.$$
$$\left.\left.\left.\left.\left.\left(2\,i+I\mu\,\lambda\,\hbar\right)\right)+2\left(-9+Z\Delta^2\left(9-6\,i\,I\mu\,\lambda\,\hbar\right)+I\mu\,Z\Delta^4\,\lambda\,\hbar\left(6\,i+I\mu\,\lambda\,\hbar\right)\right)\right)+\right.\right.$$
$$Z\Delta^2\left(36+6\,i\,I\mu\left(-2+4\,Z\Delta^2+n\left(-2+Z\Delta^2\right)\right)\lambda\,\hbar+I\mu^2\left(4+5\,n+n^2\right)Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\right)\delta\lambda_{2b}+$$
$$2\,I\mu\,Z\Delta^4\,\hbar\left(6\,i+I\mu\,(1+n)\,\lambda\,\hbar\right)\delta\lambda_{2b}^2+Z\Delta^2\,\delta\lambda_{2a}$$
$$\left(-18+I\mu\,n^2\,\lambda\,\hbar\left(-3\,i+I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\right)+n\left(18+3\,i\,I\mu\left(-1+2\,Z\Delta^2\right)\lambda\,\hbar+I\mu^2\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\right)+\right.$$
$$\left.\left.I\mu\,n\,Z\Delta^2\,\hbar\left(6\,i+I\mu\,(1+n)\,\lambda\,\hbar\right)\delta\lambda_{2b}\right)\right)\Big/\left(6\left(-3\,i+I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar+I\mu\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2b}\right)\right.$$
$$\left.\left.\left(-6\,i+2\,I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar+I\mu\,n\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar+I\mu\,n\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2a}+2\,I\mu\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2b}\right)\right)\right)==0,$$

$$
\begin{aligned}
&-\Big(\Big(-54\,\lambda+54\,Z\Delta\,\lambda-36\,i\,I\mu\,Z\Delta^3\,\delta\lambda^2\,\hbar-72\,i\,I\mu\,Z\Delta^3\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar-36\,i\,Ifing0\,\lambda^2\,\hbar-\\
&\quad 36\,i\,I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar-9\,i\,I\mu\,n\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar-36\,i\,I\mu\,Z\Delta^3\,\lambda^2\,\hbar+12\,c\mu\,Z\Delta^2\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2+\\
&\quad 6\,c\mu\,n\,Z\Delta^2\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2-6\,I\mu^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2-3\,I\mu^2\,n\,Z\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2+24\,c\mu\,Z\Delta^2\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2+\\
&\quad 12\,c\mu\,n\,Z\Delta^2\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2-12\,I\mu^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2-6\,I\mu^2\,n\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2+12\,c\mu\,Z\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2+\\
&\quad 18\,Ifing0\,I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2+3\,Ifinggn\,I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2-27\,Ifinhhn\,I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2+\\
&\quad 6\,c\mu\,n\,Z\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2-3\,Ifinggn\,I\mu\,n\,Z\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2+6\,I\mu^2\,Z\Delta^4\,\lambda^3\,\hbar^2+3\,I\mu^2\,n\,Z\Delta^4\,\lambda^3\,\hbar^2-\\
&\quad 6\,I\mu^2\,Z\Delta^5\,\lambda^3\,\hbar^2-3\,I\mu^2\,n\,Z\Delta^5\,\lambda^3\,\hbar^2+4\,i\,c\mu\,I\mu\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\lambda^2\,\hbar^3+2\,i\,c\mu\,I\mu\,n\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\lambda^2\,\hbar^3+\\
&\quad 8\,i\,c\mu\,I\mu\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda^3\,\hbar^3+4\,i\,c\mu\,I\mu\,n\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda^3\,\hbar^3+4\,i\,c\mu\,I\mu\,Z\Delta^4\,\lambda^4\,\hbar^3+\\
&\quad 2\,i\,c\mu\,I\mu\,n\,Z\Delta^4\,\lambda^4\,\hbar^3-18\,i\,I\mu\,Z\Delta^3\,\lambda\,\hbar\,\delta\lambda_b-36\,i\,I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,b}+18\,i\,I\mu\,Z\Delta^3\,\lambda\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,b}+\\
&\quad 12\,c\mu\,Z\Delta^2\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b}+12\,I\mu^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b}+24\,c\mu\,Z\Delta^2\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b}+\\
&\quad 24\,I\mu^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b}+12\,c\mu\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b}+12\,Ifing0\,I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b}+\\
&\quad 12\,I\mu^2\,Z\Delta^4\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b}+3\,I\mu^2\,n\,Z\Delta^4\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b}+12\,I\mu^2\,Z\Delta^5\,\lambda^2\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b}+\\
&\quad 8\,i\,c\mu\,I\mu\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2\,b}+2\,i\,c\mu\,I\mu\,n\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2\,b}+16\,i\,c\mu\,I\mu\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2\,b}+\\
&\quad 4\,i\,c\mu\,I\mu\,n\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2\,b}+8\,i\,c\mu\,I\mu\,Z\Delta^4\,\lambda^3\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2\,b}+2\,i\,c\mu\,I\mu\,n\,Z\Delta^4\,\lambda^3\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2\,b}+\\
&\quad 6\,I\mu^2\,Z\Delta^4\,\lambda\,\hbar^2\,\delta\lambda_{2\,b}^2+4\,i\,c\mu\,I\mu\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2\,b}^2+8\,i\,c\mu\,I\mu\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2\,b}^2+\\
&\quad 4\,i\,c\mu\,I\mu\,Z\Delta^4\,\lambda^2\,\hbar^3\,\delta\lambda_{2\,b}^2+18\,i\,Z\Delta\,\delta\lambda_a\,\left(-3\,i+I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar+I\mu\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,b}\right)-\\
&\quad Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,a}\,\left(9\,i\,I\mu\,n\,\lambda+18\,i\,I\mu\,Z\Delta\,\lambda-6\,c\mu\,n\,\delta\lambda^2\,\hbar+18\,I\mu^2\,Z\Delta^3\,\delta\lambda^2\,\hbar+3\,I\mu^2\,n\,Z\Delta^3\,\delta\lambda^2\,\hbar-\right.\\
&\qquad 12\,c\mu\,n\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar+36\,I\mu^2\,Z\Delta^3\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar+6\,I\mu^2\,n\,Z\Delta^3\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar-6\,Ifing0\,I\mu\,\lambda^2\,\hbar-3\,Ifinggn\\
&\qquad I\mu\,\lambda^2\,\hbar+27\,Ifinhhn\,I\mu\,\lambda^2\,\hbar-6\,c\mu\,n\,\lambda^2\,\hbar+3\,Ifinggn\,I\mu\,n\,\lambda^2\,\hbar-3\,I\mu^2\,n\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar+\\
&\qquad 18\,I\mu^2\,Z\Delta^3\,\lambda^2\,\hbar+3\,I\mu^2\,n\,Z\Delta^3\,\lambda^2\,\hbar-2\,i\,c\mu\,I\mu\,n\,Z\Delta^2\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2-4\,i\,c\mu\,I\mu\,n\,Z\Delta^2\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2-\\
&\qquad \left.2\,i\,c\mu\,I\mu\,n\,Z\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2+18\,i\,I\mu\,Z\Delta\,\delta\lambda_b-I\mu\,n\,Z\Delta^2\,\hbar\,\left(3\,I\mu\,\lambda+2\,i\,c\mu\,(\delta\lambda+\lambda)^2\,\hbar\right)\delta\lambda_{2\,b}\right)\Big)\Big/\\
&\quad \left(18\,\left(-3\,i+I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar+I\mu\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,b}\right)\,\left(-6\,i+2\,I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar+I\mu\,n\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar+\right.\right.\\
&\qquad \left.\left.I\mu\,n\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,a}+2\,I\mu\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,b}\right)\right)==0,\\
&\left(3\,I\mu\,Z\Delta^2\,\left(-\lambda^2+Z\Delta^3\,(\delta\lambda+\lambda)^2\right)\,\hbar^2\,(\lambda+\delta\lambda_{2\,a})\right)\Big/\left(2\,\left(-3\,i+I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar+I\mu\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,b}\right)\right.\\
&\quad \left.\left(-6\,i+2\,I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar+I\mu\,n\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar+I\mu\,n\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,a}+2\,I\mu\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,b}\right)\right)==0,\\
&\left(I\mu\,(-1+n)\,Z\Delta^2\,\left(-\lambda^2+Z\Delta^3\,(\delta\lambda+\lambda)^2\right)\,\hbar^2\,(\lambda+\delta\lambda_{2\,a})\right)\Big/\\
&\quad \left(6\,\left(-3\,i+I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar+I\mu\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,b}\right)\right.\\
&\qquad \left.\left(-6\,i+2\,I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar+I\mu\,n\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar+I\mu\,n\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,a}+2\,I\mu\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,b}\right)\right)==0,\\
&-\left(\left(\left(-\lambda^2+Z\Delta^3\,(\delta\lambda+\lambda)^2\right)\,\hbar\,\left(-6\,i+3\,I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar+I\mu\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,a}+2\,I\mu\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,b}\right)\right)\Big/\right.\\
&\quad \left(3\,\left(-3\,i+I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar+I\mu\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,b}\right)\right.\\
&\qquad \left.\left.\left(-6\,i+2\,I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar+I\mu\,n\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar+I\mu\,n\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,a}+2\,I\mu\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,b}\right)\right)\right)==0,\\
&\left(6\,i\,(-1+Z\,Z\Delta)\right)\Big/\left(-6\,i+2\,I\mu\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar+I\mu\,n\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar+I\mu\,n\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,a}+2\,I\mu\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,b}\right)==\\
&0\Big\}
\end{aligned}
$$

**cteq = (cteq /. msbarrules // Simplify // DeleteDuplicates)**

$$
\begin{aligned}
&\Big\{-\left(\left(i\,\left(6\,\delta m_1^2+Z\Delta^2\,\hbar\,\left(c0\,\Lambda^2+\left(c1\,\mu^2-i\,c2\,\left(m^2-\mu^2\right)\right)\,Log\Big[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\Big]\right)\,((2+n)\,\lambda+n\,\delta\lambda_{2\,a}+2\,\delta\lambda_{2\,b})\right)\right)\Big/\right.\\
&\quad \left(-6\,i+2\,c2\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,Log\Big[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\Big]+c2\,n\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,Log\Big[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\Big]+\right.\\
&\qquad \left.\left.c2\,n\,Z\Delta^2\,\hbar\,Log\Big[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\Big]\,\delta\lambda_{2\,a}+2\,c2\,Z\Delta^2\,\hbar\,Log\Big[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\Big]\,\delta\lambda_{2\,b}\right)\right)==0,\,True,\\
&\lambda\,\hbar\,\left(-\frac{1}{6}-\left(3\,Z\Delta^2\right)\Big/\left(\left(-3\,i+c2\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,Log\Big[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\Big]+c2\,Z\Delta^2\,\hbar\,Log\Big[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\Big]\,\delta\lambda_{2\,b}\right)\right.\right.
\end{aligned}
$$

$$\left(-6\,i+2\,c2\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+c2\,n\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+c2\,n\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\,\delta\lambda_{2\,a}+2\,c2\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\,\delta\lambda_{2\,b}\right)\Big)\Big) ==$$

$$\left(3\,Z\Delta^2\,\hbar\,\delta\lambda_{2\,a}\right)\Big/\left(\left(-3\,i+c2\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+c2\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\,\delta\lambda_{2\,b}\right)\left(-6\,i+2\,c2\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+c2\,n\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+c2\,n\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\,\delta\lambda_{2\,a}+2\,c2\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\,\delta\lambda_{2\,b}\right)\right),$$

$$\left(\hbar\left(\lambda\left(18\,(1+n)\left(-1+Z\Delta^2\right)+3\,i\,c2\,Z\Delta^2\left(-4-5\,n-n^2+4\,Z\Delta^2+2\,n\,Z\Delta^2\right)\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+c2^2\left(2+3\,n+n^2\right)Z\Delta^4\,\lambda^2\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\right)+Z\Delta^2\left(36+6\,i\,c2\left(-2+4\,Z\Delta^2+n\left(-2+Z\Delta^2\right)\right)\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+c2^2\left(4+5\,n+n^2\right)Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\right)\delta\lambda_{2\,b}+2\,c2\,Z\Delta^4\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\left(6\,i+c2\,(1+n)\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\right)\delta\lambda_{2\,b}^2+Z\Delta^2\,\delta\lambda_{2\,a}\left(18\,(-1+n)-3\,i\,c2\,n\left(1+n-2\,Z\Delta^2\right)\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+c2^2\,n\,(1+n)\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2+c2\,n\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\left(6\,i+c2\,(1+n)\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\right)\delta\lambda_{2\,b}\right)\right)\Big/$$

$$\left(\left(-3\,i+c2\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+c2\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\,\delta\lambda_{2\,b}\right)\left(-6\,i+2\,c2\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+c2\,n\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+c2\,n\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\,\delta\lambda_{2\,a}+2\,c2\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\,\delta\lambda_{2\,b}\right)\right) == 0,$$

$$-\Bigg(\Bigg(i\Big(54\,i\,\lambda-54\,i\,Z\Delta\,\lambda-36\,\text{Ifing0}\,\lambda^2\,\hbar-36\,c2\,Z\Delta^3\,\delta\lambda^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]-72\,c2\,Z\Delta^3\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]-36\,c2\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]-9\,c2\,n\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]-36\,c2\,Z\Delta^3\,\lambda^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]-12\,i\,a1\,Z\Delta^2\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]-6\,i\,a1\,n\,Z\Delta^2\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]-24\,i\,a1\,Z\Delta^2\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]-12\,i\,a1\,n\,Z\Delta^2\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]-12\,i\,a1\,Z\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]-18\,i\,c2\,\text{Ifing0}\,Z\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]-3\,i\,c2\,\text{Ifinggn}\,Z\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+27\,i\,c2\,\text{Ifinhhn}\,Z\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]-6\,i\,a1\,n\,Z\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]+3\,i\,c2\,\text{Ifinggn}\,n\,Z\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]-12\,i\,a0\,Z\Delta^2\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2-6\,i\,a0\,n\,Z\Delta^2\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2+6\,i\,c2^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2+3\,i\,c2^2\,n\,Z\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2-24\,i\,a0\,Z\Delta^2\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2-12\,i\,a0\,n\,Z\Delta^2\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2+$$

$$12\,\mathrm{i}\,c2^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 + 6\,\mathrm{i}\,c2^2\,n\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 -$$

$$12\,\mathrm{i}\,a0\,Z\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 - 6\,\mathrm{i}\,a0\,n\,Z\Delta^2\,\lambda^3\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 - 6\,\mathrm{i}\,c2^2\,Z\Delta^4\,\lambda^3\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 -$$

$$3\,\mathrm{i}\,c2^2\,n\,Z\Delta^4\,\lambda^3\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 + 6\,\mathrm{i}\,c2^2\,Z\Delta^5\,\lambda^3\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 + 3\,\mathrm{i}\,c2^2\,n\,Z\Delta^5\,\lambda^3\,\hbar^2$$

$$\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 + 4\,a1\,c2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\lambda^2\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 + 2\,a1\,c2\,n\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\lambda^2\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 +$$

$$8\,a1\,c2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda^3\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 + 4\,a1\,c2\,n\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda^3\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 + 4\,a1\,c2\,Z\Delta^4$$

$$\lambda^4\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 + 2\,a1\,c2\,n\,Z\Delta^4\,\lambda^4\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2 + 4\,a0\,c2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\lambda^2\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^3 +$$

$$2\,a0\,c2\,n\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\lambda^2\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^3 + 8\,a0\,c2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda^3\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^3 +$$

$$4\,a0\,c2\,n\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda^3\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^3 + 4\,a0\,c2\,Z\Delta^4\,\lambda^4\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^3 +$$

$$2\,a0\,c2\,n\,Z\Delta^4\,\lambda^4\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^3 - 18\,c2\,Z\Delta^3\,\lambda\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_b - 36\,c2\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2\,b} +$$

$$18\,c2\,Z\Delta^3\,\lambda\,\hbar\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2\,b} - 12\,\mathrm{i}\,a1\,Z\Delta^2\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2\,b} -$$

$$24\,\mathrm{i}\,a1\,Z\Delta^2\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2\,b} - 12\,\mathrm{i}\,a1\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2\,b} -$$

$$12\,\mathrm{i}\,c2\,\mathrm{Ifing0}\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2\,b} - 12\,\mathrm{i}\,a0\,Z\Delta^2\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\delta\lambda_{2\,b} -$$

$$12\,\mathrm{i}\,c2^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda^2\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\delta\lambda_{2\,b} - 24\,\mathrm{i}\,a0\,Z\Delta^2\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\delta\lambda_{2\,b} -$$

$$24\,\mathrm{i}\,c2^2\,Z\Delta^5\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\delta\lambda_{2\,b} - 12\,\mathrm{i}\,a0\,Z\Delta^2\,\lambda^2\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\delta\lambda_{2\,b} -$$

$$12\,\mathrm{i}\,c2^2\,Z\Delta^4\,\lambda^2\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\delta\lambda_{2\,b} - 3\,\mathrm{i}\,c2^2\,n\,Z\Delta^4\,\lambda^2\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\delta\lambda_{2\,b} -$$

$$12\,\mathrm{i}\,c2^2\,Z\Delta^5\,\lambda^2\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\delta\lambda_{2\,b} + 8\,a1\,c2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\delta\lambda_{2\,b} +$$

$$2\,a1\,c2\,n\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\delta\lambda_{2\,b} + 16\,a1\,c2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\delta\lambda_{2\,b} +$$

$$4\,a1\,c2\,n\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\delta\lambda_{2\,b} + 8\,a1\,c2\,Z\Delta^4\,\lambda^3\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\delta\lambda_{2\,b} +$$

$$2\,a1\,c2\,n\,Z\Delta^4\,\lambda^3\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\delta\lambda_{2\,b} + 8\,a0\,c2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^3\delta\lambda_{2\,b} +$$

$$2\,a0\,c2\,n\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\lambda\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^3\delta\lambda_{2\,b} + 16\,a0\,c2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^3\delta\lambda_{2\,b} +$$

$$4\,a0\,c2\,n\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda^2\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^3\delta\lambda_{2\,b} + 8\,a0\,c2\,Z\Delta^4\,\lambda^3\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^3\delta\lambda_{2\,b} +$$

$$2\,a0\,c2\,n\,Z\Delta^4\,\lambda^3\,\hbar^3\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^3\delta\lambda_{2\,b} - 6\,\mathrm{i}\,c2^2\,Z\Delta^4\,\lambda\,\hbar^2\,\mathrm{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\delta\lambda_{2\,b}^2 +$$

$$4\,a1\,c2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\hbar^3\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\,\delta\lambda_{2\,b}^2 + 8\,a1\,c2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^3\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\,\delta\lambda_{2\,b}^2 +$$

$$4\,a1\,c2\,Z\Delta^4\,\lambda^2\,\hbar^3\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\,\delta\lambda_{2\,b}^2 + 4\,a0\,c2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda^2\,\hbar^3\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^3\,\delta\lambda_{2\,b}^2 +$$

$$8\,a0\,c2\,Z\Delta^4\,\delta\lambda\,\lambda\,\hbar^3\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^3\,\delta\lambda_{2\,b}^2 + 4\,a0\,c2\,Z\Delta^4\,\lambda^2\,\hbar^3\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^3\,\delta\lambda_{2\,b}^2 +$$

$$18\,Z\Delta\,\delta\lambda_a\left(-3\,i + c2\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right] + c2\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2\,b}\right) +$$

$$Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2\,a}\left(i\left(-3\left(2\,a1\,n\,(\delta\lambda+\lambda)^2\,\hbar + c2\,\lambda\left(-6\,i\,Z\Delta + (2\,\text{Ifing0} + \text{Ifinggn} - 9\,\text{Ifinhhn})\,\lambda\,\hbar - n\left(3\,i + \text{Ifinggn}\,\lambda\,\hbar\right)\right)\right) + \hbar\left(-6\,a0\,n\,(\delta\lambda+\lambda)^2 + c2\,Z\Delta^2\left(3\,c2\left(-n\,\lambda^2 + (6+n)\,Z\Delta\,(\delta\lambda+\lambda)^2\right) - 2\,i\,a1\,n\,\lambda\,(\delta\lambda+\lambda)^2\,\hbar\right)\right)\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right] - 2\,i\,a0\,c2\,n\,Z\Delta^2\,\lambda\,(\delta\lambda+\lambda)^2\,\hbar^2\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]^2\right) - 18\,c2\,Z\Delta\,\delta\lambda_b + c2\,n\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\left(-3\,i\,c2\,\lambda + 2\,a1\,(\delta\lambda+\lambda)^2\,\hbar + 2\,a0\,(\delta\lambda+\lambda)^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\right)\delta\lambda_{2\,b}\right)\Bigg)\Bigg/$$

$$\left(\left(-3\,i + c2\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right] + c2\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2\,b}\right)\left(-6\,i + 2\,c2\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right] + c2\,n\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right] + c2\,n\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2\,a} + 2\,c2\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2\,b}\right)\right) == 0,$$

$$\left(c2\,Z\Delta\left(-\lambda^2 + Z\Delta^3\,(\delta\lambda+\lambda)^2\right)\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right](\lambda + \delta\lambda_{2\,a})\right)\Bigg/$$

$$\left(\left(-3\,i + c2\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right] + c2\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2\,b}\right)\left(-6\,i + 2\,c2\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right] + c2\,n\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right] + c2\,n\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2\,a} + 2\,c2\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2\,b}\right)\right) == 0,$$

$$\left(c2\,(-1+n)\,Z\Delta\left(-\lambda^2 + Z\Delta^3\,(\delta\lambda+\lambda)^2\right)\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right](\lambda + \delta\lambda_{2\,a})\right)\Bigg/$$

$$\left(\left(-3\,i + c2\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right] + c2\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2\,b}\right)\left(-6\,i + 2\,c2\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right] + c2\,n\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right] + c2\,n\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2\,a} + 2\,c2\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2\,b}\right)\right) == 0,$$

$$\left(\left(-\lambda^2 + Z\Delta^3\,(\delta\lambda+\lambda)^2\right)\hbar\left(-6\,i + 3\,c2\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right] + c2\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2\,a} + 2\,c2\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2\,b}\right)\right)\Bigg/$$

$$\left(\left(-3\,i + c2\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right] + c2\,Z\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\delta\lambda_{2\,b}\right)\left(-6\,i + 2\,c2\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right] + c2\,n\,Z\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right] +$$

$$\text{c2 n Z}\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\,\delta\lambda_{2\,a} + 2\,\text{c2 Z}\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\,\delta\lambda_{2\,b}\Big)\Big) == 0,$$

$$\left(\text{i}\,\left(-1 + \text{Z Z}\Delta\right)\right) \Big/ \Big(-6\,\text{i} + 2\,\text{c2 Z}\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right] + \text{c2 n Z}\Delta^2\,\lambda\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right] +$$

$$\text{c2 n Z}\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\,\delta\lambda_{2\,a} +$$

$$2\,\text{c2 Z}\Delta^2\,\hbar\,\text{Log}\left[\frac{\Lambda^2}{\mu^2}\right]\,\delta\lambda_{2\,b}\Big) == 0\Big\}$$

## Solve for counter-terms from Goldstone EOM

Note there are two solutions differing by a sign for $\delta\lambda$.

```
cts = Solve[cteq, {δm1, δλ1a, δλ1b, δλ2a, δλ2b, δλ, Z, ZΔ}] // DeleteDuplicates;
```

```
$Aborted
```

```
{δm1^2, δλ1a, δλ1b, δλ2a, δλ2b, δλ, Z, ZΔ} /. cts // DeleteDuplicates
```

## Gather kinematically distinct divergences for Higgs EOM

```
cteq2 =
 (((((((mn2 - (λ v^2)/3) - m^2 - λ/6 v^2 - ħ/6 ((n + 1) λ) (tfing) - ħ/6 (λ) (tfinn)) /. mg2soln) /. Solve[
                                neom, mn2][[1]]) /. mg2soln) /. cts // FullSimplify //
                        DeleteDuplicates) /. {tfing → 0, tfinn → 0} // Expand) //
                 CoefficientList[#, {p, v, tfing, tfinn, Ifingp}] & // Flatten //
               Simplify // DeleteDuplicates) == 0 // Thread
```

## Solve for counter-terms from Higgs EOM

```
cts2 = Solve[cteq2[[2]], {ZΔ}]
```

Both equations should have the same solution:

```
(ZΔ /. Solve[cteq2[[3]], {ZΔ}][[1]]) - (ZΔ /. cts2[[1]]) == 0
```

## Final Counterterms

```
({δm1^2, δλ1a, δλ2a, δλ2b, δλ, Z, ZΔ} /. cts /. cts2 // Simplify)[[1]] //
  DeleteDuplicates;
```

```
counterterms = Thread[{δm1^2, δλ1a, δλ2a, δλ2b, δλ, Z, ZΔ} → %[[1]]]
```

The should be momentum independent :

```
(({δm1^2, δλ1a, δλ2a, δλ2b, δλ, Z, ZΔ} /. counterterms // DeleteDuplicates // D[#, p] &)[[
   1]] == 0 // Thread
(({δm1^2, δλ1a, δλ2a, δλ2b, δλ, Z, ZΔ} /. counterterms // DeleteDuplicates //
     D[#, Ifingp] &)[[1]] == 0 // Thread
```