

Wervelingsklokken en door vorticititeit geïnduceerde zwaartekracht: Relativiteit herformuleren in een gestructureerde vortex-ether

Een topologische vloeistofmechanische benadering van tijdsdilatatie, massa en gravitatie

Omar Iskandarani¹

¹*Onafhankelijk onderzoeker, Groningen, The Nederland**

(Dated: May 4, 2025)

Abstract

Dit artikel presenteert een vloeistofdynamische herformulering van de algemene relativiteit aan de hand van het Vortex Æther Model (VAM), waarin gravitatie en tijdsdilatatie voortkomen uit door vorticititeit geïnduceerde drukgradiënten in een onsamendrukbaar, inviscide superfluïde medium. Binnen een Euclidische ruimte met absolute tijd worden massa en traagheid voorgesteld als topologisch stabiele vortexknopen, waarbij geodetische beweging wordt vervangen door stromingslijnen langs geconserveerde vorticiteitsflux.

Zwaartekracht wordt gemodelleerd als een Bernoulli-potentiaal in vortexvelden, met een bijbehorende veldvergelijking:

$$\nabla^2 \Phi_v(\vec{r}) = -\rho_{\text{æ}} \|\omega(\vec{r})\|^2$$

en tijdsdilatatie volgt uit lokale vortexenergie:

$$\frac{d\tau}{dt} = \sqrt{1 - \frac{C_{\text{e}}^2}{c^2} e^{-r/r_c} - \frac{2G_{\text{swirl}} M_{\text{eff}}(r)}{rc^2} - \beta \Omega^2}$$

VAM introduceert een schaalafhankelijke ætherdichtheid: lokaal (10^{18} kg/m^3) voor kernstabiliteit; macroscopisch (10^{-7} kg/m^3) voor inertievrije interactie. Thermodynamische consistentie wordt bereikt via Clausius-entropie van vortexknopen, wat leidt tot een entropische interpretatie van massa en tijd. Kwantumfenomenen zoals het foto-elektrisch effect en LENR worden opgevat als resonanties binnen vortexnetwerken.

Het model reproduceert Newtonse limieten en frame-dragging als emergente verschijnselen en vormt een toetsbaar, topologisch gegrond alternatief voor klassieke zwaartekrachtmodellen. Deze benadering sluit aan bij eerdere analoge zwaartekrachtprogramma's [1, 2], maar biedt een fundamenteel hydrodynamisch en knoop-georiënteerd zwaartekrachtraamwerk.

*ORCID: 0009-0006-1686-3961; Electronic address: info@omariskandarani.com

De Æther herzien: van historisch medium naar vorticeitsveld

Het begrip *æther* duidde traditioneel op een alles-doordringend medium, noodzakelijk voor golfvoortplanting. Eind negentiende eeuw stelden Kelvin en Tait reeds voor om materie te modelleren als knoopvormige vortexstructuren in een ideale vloeistof [?]. Na de nulresultaten van het Michelson–Morley experiment en de opkomst van Einstein’s relativiteit verdween het *æther*-concept uit de mainstream fysica, vervangen door gekromde ruimtetijd. Recentelijk echter is het idee subtiel teruggekeerd in analoge gravitatie-theorieën, waarin superfluïde media worden gebruikt om relativistische effecten na te bootsen [1, 2].

Het *Vortex Æther Model* (VAM) herintroduceert de *æther* expliciet als een topologisch gestructureerd, inviscide superfluïde medium, waarin gravitatie en tijddilatatie niet voortkomen uit geometrische kromming maar uit rotatie-geïnduceerde drukgradiënten en vorticeitsvelden. De dynamiek van ruimte en materie wordt hierin bepaald door vortex-knopen en behoud van circulatie.

Postulaten van het Vortex Æther Model

1. **Continue Ruimte** Ruimte is Euclidisch, incompressibel en inviscide.
 2. **Geknoopte Deeltjes** Materie bestaat uit topologisch stabiele vortex-knopen.
 3. **Vorticeit** De vortexcirculatie is behouden en gekwantiseerd.
 4. **Absolute Tijd** Tijd stroomt uniform in de gehele *æther*.
 5. **Lokale Tijd** Tijd verloopt lokaal trager door druk- en vorticeitsgradiënten.
 6. **Zwaartekracht** Ontstaat uit vorticeit-geïnduceerde drukgradiënten.
-

TABLE I: Postulaten van het Vortex Æther Model (VAM).

De postulaten vervangen ruimtetijdkromming door gestructureerde rotatiestromen en vormen zo het fundament voor emergente massa, tijd, traagheid en zwaartekracht.

Fundamentele VAM-constanten

Symbool	Naam	Waarde (ca.)
C_e	Tangentiële vortex-kernsnelheid	$1.094 \times 10^6 \text{ m/s}$
r_c	Vortexkernstraal	$1.409 \times 10^{-15} \text{ m}$
F_{max}	Maximale vortexkracht	29.05 N
$\rho_{\text{æ}}$	Æther-dichtheid	$3.893 \times 10^{18} \text{ kg/m}^3$
α	Fijnstructuurconstante ($2C_e/c$)	7.297×10^{-3}
G_{swirl}	VAM-zwaartekrachtconstante	Afgeleid van C_e, r_c
κ	Circulatie-kwantum ($C_e r_c$)	$1.54 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$

TABLE II: Fundamentele VAM-constanten [3].

Planck-schaal en topologische massa

Binnen VAM wordt de maximale vortex-interactiekracht expliciet afgeleid uit Planck-schaalfysica:

$$F_{\text{max}} = \frac{c^4}{4G} \alpha \left(\frac{r_c}{L_p} \right)^{-2} = 29.0535 \text{ N}$$

De massa van elementaire deeltjes volgt direct uit topologische vortexknopen, zoals de trefoilknoop ($L_k = 3$):

$$M_e = \frac{8\pi\rho_{\text{æ}}r_c^3}{C_e} L_k$$

Dit verklaart massa en inertie uit topologische knoopstructuren in de æther.

Emergente kwantumconstanten en Schrödingervergelijking

Plancks constante \hbar ontstaat uit vortex-geometrie en vortexkrachtlimiet:

$$\hbar = \sqrt{\frac{2M_e F_{\text{max}} r_c^3}{5\lambda_c C_e}}$$

Hiermee volgt de Schrödingervergelijking direct uit vortex-dynamica:

$$i\hbar \frac{\partial \psi}{\partial t} = -\frac{F_{\max} r_c^3}{5\lambda_c C_e} \nabla^2 \psi + V\psi$$

LENR en vortex-kwantumeffecten

In VAM ontstaan lage-energie kernreacties (LENR) uit resonante drukverlaging door vorticeit-geïnduceerde Bernoulli-effecten. Elektromagnetische interacties en QED-effecten worden herleid tot vortexheliceit en geïnduceerde vectorpotentialen.

Samenvatting van GR en VAM observabelen

Observabele	GR-expressie	VAM-expressie
Tijddilatatie	$\sqrt{1 - \frac{2GM}{rc^2}}$	$\sqrt{1 - \frac{\Omega^2 r^2}{c^2}}$
Rodeverschuiving	$z = \left(1 - \frac{2GM}{rc^2}\right)^{-1/2} - 1$	$z = \left(1 - \frac{v_\phi^2}{c^2}\right)^{-1/2} - 1$
Frame-dragging	$\frac{2GJ}{c^2 r^3}$	$\frac{2G\mu I \Omega}{c^2 r^3}$
Lichtafbuiging	$\frac{4GM}{Rc^2}$	$\frac{4GM}{Rc^2}$

TABLE III: Vergelijking GR- en VAM-observabelen.

I. TIJDSDILATATIE VANUIT VORTEX DYNAMIEK

We beschouwen een onzichtbare, rotatievrije superfluïde ether met stabiele topologische vortexknopen. Absolute tijd t_{abs} stroomt met een constante snelheid, terwijl lokale klokken mogelijk een lagere snelheid ervaren als gevolg van drukgradiënten en knoopenenergetica. Het Vortex-ethermodel veronderstelt dat de snelheid waarmee tijd in het lokale frame (dichtbij de knoop) stroomt, afhangt van de interne hoekfrequentie Ω_k . In deze sectie leiden we tijddilatatie-analogen af, geïnspireerd door de voorspellingen van de algemene relativiteitstheorie (GR), uitsluitend gebaseerd op druk- en vorticeitsgradiënten in de vloeistof.

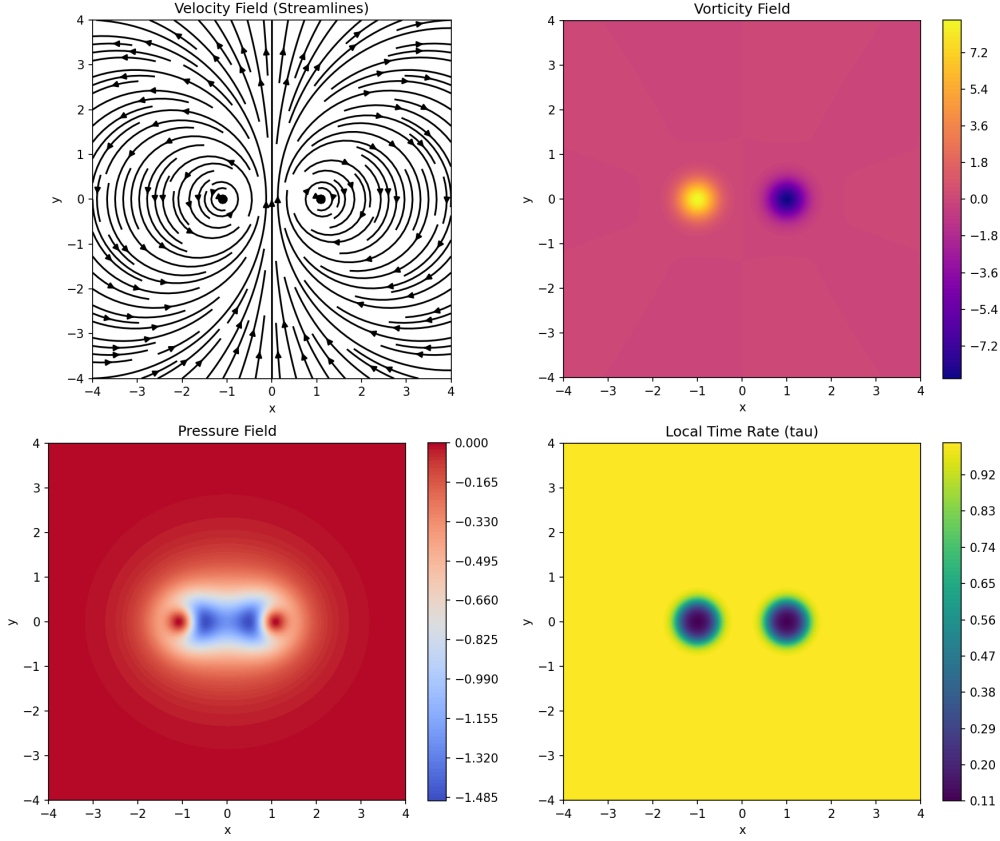


FIG. 1: Snelheid stroomlijnt, vorticeit, druk en lokale tijdsnelheid τ voor een gesimuleerd vortexpaar.

Het drukminimum en de tijdvertraging komen duidelijk overeen met de gebieden met hoge vorticeit. Dit illustreert direct de centrale bewering van het ethermodel: tijddilatatie volgt uit vortexenergetica en drukvermindering.

In het Vortex Æther Model (VAM) ontstaat tijdsdilatie niet vanuit de kromming van ruimtetijd, maar vanuit lokale vortex dynamica. Elk materiedeeltje is in VAM een vortex-knoopstructuur waarvan de interne rotatie (*swirl*) de lokale klokfrequentie beïnvloedt.

De fundamentele koppeling tussen lokale vortex-snelheid en de lokale tijdsmeting volgt uit de Bernoulli-achtige relatie voor drukverlaging in stromingsvelden. De lokale klokfrequentie is gerelateerd aan de vortex-tangentiële snelheid $v_\phi(r)$ via de formule:

$$\frac{d\tau}{dt} = \sqrt{1 - \frac{v_\phi^2(r)}{c^2}} \quad (1)$$

Hierbij is $v_\phi(r)$ de tangentiële snelheid van het æthermedium op afstand r tot het centrum van de vortex, en c de lichtsnelheid. Dit is een directe analogie met de speciale relativistische snelheidsafhankelijke tijddilatatie, echter zonder ruimtetijdkromming en louter veroorzaakt door lokale rotatie van het æthermedium.

A. Afleiding vanuit vortex hydrodynamica

De afleiding volgt uit het Bernoulli-principe voor een ideale vloeistofstroming, gegeven door:

$$P + \frac{1}{2}\rho_{\text{æ}}v^2 = \text{constant} \quad (2)$$

Met vortex-stroming geïntroduceerd via vorticeit $\vec{\omega} = \nabla \times \vec{v}$, definieert de lokale drukverlaging ten opzichte van de verre omgeving een lokale tijdvertraging. De lokale vortexsnellheid is gegeven door:

$$v_{\phi}(r) = \frac{\Gamma}{2\pi r} = \frac{\kappa}{r} \quad (3)$$

waarbij Γ de circulatieconstante is, en κ het circulatiekwantum. Substitutie van (3) in (1) geeft expliciet:

$$\frac{d\tau}{dt} = \sqrt{1 - \frac{\kappa^2}{c^2 r^2}} \quad (4)$$

Hiermee is de tijdsdilatatie expliciet uitgedrukt in fundamentele vortex-parameters.

B. Vergelijking met algemene relativiteit

Ter vergelijking, in algemene relativiteit (GR) ontstaat gravitationele tijddilatatie uit ruimtetijdromming, uitgedrukt door de Schwarzschildmetriek [?]:

$$\frac{d\tau}{dt} = \sqrt{1 - \frac{2GM}{rc^2}} \quad (5)$$

De overeenkomsten en verschillen zijn direct zichtbaar: GR's gravitationele tijddilatatie is gerelateerd aan massa M en gravitatieconstante G , terwijl VAM tijdsdilatatie puur hydrodynamisch is en direct verbonden met de lokale rotatiesnellheid van het æthermedium via vortex-circulatie κ .

In Figuur 2 zien we dat de VAM-tijdsdilatatie functioneel vergelijkbaar is met GR-prediction bij voldoende afstand. Bij afnemende afstand (nabij vortexkern of Schwarzschildradius) ontstaan verschillen door vortex-specifieke effecten en topologische knoopstructuren.

Samenvattend vervangt het VAM ruimtetijdromming door werveldynamica, met behoud van meetbare tijddilatatie-effecten die overeenstemmen met gevestigde experimentele resultaten zoals Hafele–Keating [?], maar vanuit een fundamenteel andere fysische verklaring.

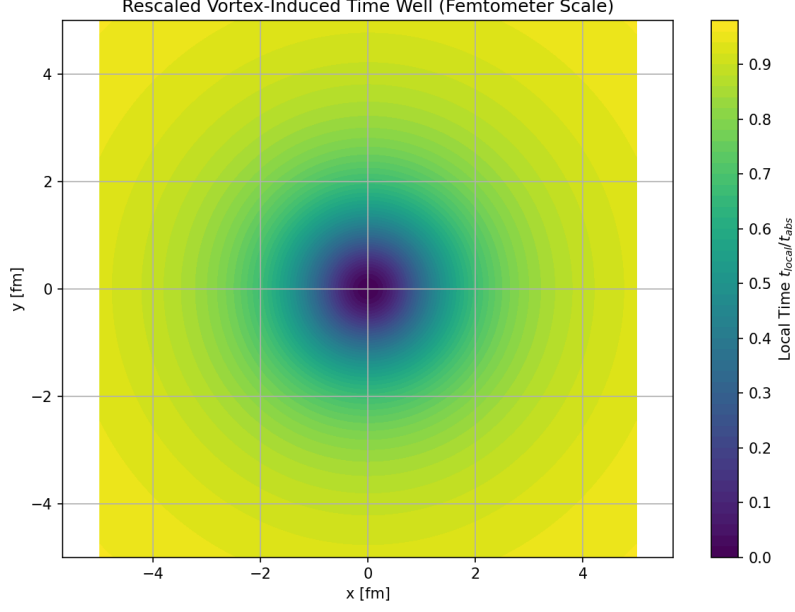


FIG. 2: Vergelijking tussen VAM- (vortex dynamiek) en GR-tijdsdilatatie, als functie van afstand tot vortexkern en Schwarzschildradius.

Ter illustratie vergelijken we in Figuur 2 VAM en GR expliciet voor een neutronenster met $M = 2 M_{\odot}$ en radius $R = 10$ km. De verschillen worden duidelijk nabij de oppervlakte van het object, waar vortex-specifieke effecten optreden.

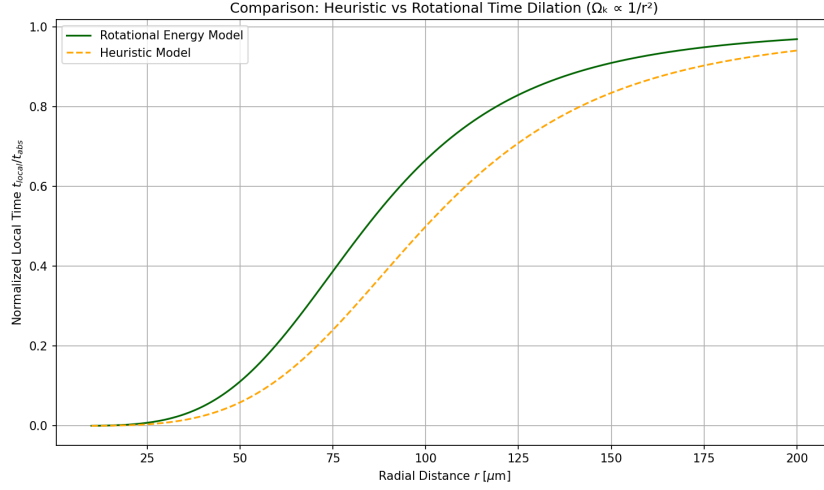


FIG. 3: Verschil tussen VAM en GR-tijdsdilatatie voor een neutronenster ($2 M_{\odot}$, $R = 10$ km).

C. Interpretatie van schaalafhankelijke ætherdichtheid

VAM gebruikt een schaalafhankelijke ætherdichtheid: lokaal zeer hoog ($\sim 10^{18}$ kg/m³) voor kernstabiliteit en macroscopisch laag ($\sim 10^{-7}$ kg/m³) om inertievrije propagatie van interacties mogelijk te maken. De hoge dichtheid in vortexkernen versterkt lokaal de vortexsnelheid en daarmee de tijddilatatie significant, terwijl macroscopisch juist minimale weerstand voor propagatie van effecten geboden wordt.

D. Praktische implicaties en experimentele toetsbaarheid

Een praktische implicatie van vortex-geïnduceerde tijddilatatie is dat klokken dicht bij intense vortexvelden meetbaar trager zouden lopen. Dit kan theoretisch getoetst worden met ultra-precieze atoomklokken in laboratorium vortexexperimenten, of indirect via astrofysische observaties van pulsars en neutronensterren. Het Hafele–Keating experiment biedt een directe analogie voor tijddilatatie door beweging en hoogteverschillen, die in VAM overeenkomt met lokale vortexvariëaties [?].

II. ENTROPIE EN QUANTUM-EFFECTEN IN HET VORTEX ÆTHER MODEL

Het Vortex Æther Model (VAM) biedt een mechanistische basis voor zowel thermodynamische als kwantummechanische fenomenen, niet door postulaten over abstracte toestandsruimten, maar via de dynamica van knopen en wervels in een superfluïde æther. Twee centrale begrippen—entropie en kwantisatie—worden in VAM afgeleid uit respectievelijk vorticitieverdeling en knottopologie.

A. Entropie als vorticititeit-verdeling

In thermodynamica is entropie S een maat voor de interne energieverdeling of wanorde. In VAM ontstaat entropie niet als statistisch fenomeen, maar uit ruimtelijke variaties in werveling (vorticititeit). Voor een vortexconfiguratie V wordt de entropie gegeven door:

$$S \propto \int_V \|\vec{\omega}\|^2 dV, \quad (6)$$

waar $\vec{\omega} = \nabla \times \vec{v}$ de lokale vorticititeit is. Dit betekent:

- **Meer rotatie = meer entropie:** Regio's met sterke swirl dragen bij aan verhoogde entropie.
- **Thermodynamisch gedrag ontstaat uit vortexuitzetting:** Bij toevoer van energie (warmte), zet de vortexgrens uit, de swirl neemt af en S stijgt—analogie met gasexpansie.

Deze interpretatie verbindt Clausius' warmtetheorie met æthermechanica: warmte is equivalent aan verhoogde swirlverspreiding.

B. Quantumgedrag uit knotted vortexstructuren

Kwantumverschijnselen zoals discrete energieniveaus, spin, en golf-deeltje-dualiteit vinden in VAM hun oorsprong in topologisch geconserveerde vortexknopen:

- **Circulatiekwantisatie:**

$$\Gamma = \oint \vec{v} \cdot d\vec{l} = n \cdot \kappa, \quad (7)$$

waarbij $\kappa = h/m$ en $n \in \mathbb{Z}$ het windinggetal is.

- **Hele getallen ontstaan uit knottopologie:** De helixstructuur van een vortexknoop (zoals een trefoil) zorgt voor discrete toestanden met bepaalde linking numbers L_k .

- **Heliciteit als spin-analoog:**

$$H = \int \vec{v} \cdot \vec{\omega} dV, \quad (8)$$

waarbij H invariant is onder ideale stroming, net zoals spin geconserveerd is in quantummechanica.

C. VAM-interpretatie van kwantisatie en dualiteit

In plaats van abstracte Hilbertruimten beschouwt VAM een deeltje als een stabiele knoop in het ætherveld. Deze vortexconfiguratie bezit:

- Een **kern** (knooplichaam) met quantumsprongen (resonanties).
- Een **uiterlijk veld** dat als golf fungeert (zoals de Schrödinger-golf).

- Een **heliciteit** die gedraagt als interne vrijheidsgraden (bijv. spin).

Het golf-deeltje-dualisme komt zo voort uit het feit dat knopen zowel gelokaliseerd (kern) als uitgesmeerd (veld) zijn.

D. Samenvattend

VAM biedt dus een coherente, vloeistofmechanische oorsprong voor zowel:

1. **Thermodynamica:** Entropie ontstaat uit swirlverdeling.
2. **Quantummechanica:** Kwantisatie en dualiteit zijn emergente eigenschappen van knotted vortex topologieën.

Deze benadering laat zien dat kwantum- en thermodynamische fenomenen niet fundamenteel verschillend zijn, maar voortkomen uit hetzelfde wervelmechanisme op verschillende schalen.

III. TIJDSMODULATIE DOOR ROTATIE VAN VORTEXKNOPEN

Voortbouwend op de behandeling van tijdsdilataties via druk en Bernoulli-dynamica in de vorige sectie, richten we ons nu op de intrinsieke rotatie van topologische vortexknopen. In het Vortex-Æther Model (VAM) worden deeltjes gemodelleerd als stabiele, topologisch behouden vortexknopen ingebed in een onsamendrukbaar, niet-viskeus superfluïde medium. Elke knoop bezit een karakteristieke interne hoekfrequentie Ω_k , en deze interne beweging induceert lokale tijdsmodulatie ten opzichte van de absolute tijd van de æther.

In plaats van het krommen van de ruimtetijd, stellen we voor dat interne rotatie-energie en helicititeitsbehoud temporele vertragingen veroorzaken die analoog zijn aan gravitationele roodverschuiving. In deze sectie worden deze ideeën uitgewerkt met behulp van heuristische en energetische argumenten die consistent zijn met de hiërarchie die in Sectie I is geïntroduceerd.

A. Heuristische en energetische afleiding

We beginnen met het voorstellen van een rotatiegeïnduceerde tijdsdilatieformule op basis van de interne hoekfrequentie van de knoop:

$$\frac{t_{\text{local}}}{t_{\text{abs}}} = (1 + \beta \Omega_k^2)^{-1} \quad (9)$$

waarbij:

- t_{local} de eigentijd nabij de knoop is,
- t_{abs} de absolute tijd van de achtergrond-ether is,
- Ω_k de gemiddelde kernhoekfrequentie is frequentie,
- β is een koppelingscoëfficiënt met dimensies $[\beta] = \text{s}^2$.

Voor kleine hoeksnelheden verkrijgen we een eerste-orde-expansie:

$$\frac{t_{\text{local}}}{t_{\text{abs}}} \approx 1 - \beta \Omega_k^2 + \mathcal{O}(\Omega_k^4) \quad (10)$$

Deze vorm loopt parallel met de Lorentzfactor bij lage snelheden in de speciale relativiteitstheorie:

$$\frac{t_{\text{moving}}}{t_{\text{rest}}} \approx 1 - \frac{v^2}{2c^2} \quad (11)$$

Dit levert een belangrijke analogie op: Interne rotatiebeweging in VAM induceert tijdvertraging, vergelijkbaar met hoe translationele snelheid tijddilatatie induceert in SR.

Om de fysische basis van deze uitdrukking te versterken, relateren we tijddilatatie nu aan de energie die is opgeslagen in vortexrotatie. Stel dat de vortexknoop een effectief traagheidsmoment I heeft. De rotatie-energie wordt gegeven door:

$$E_{\text{rot}} = \frac{1}{2} I \Omega_k^2 \quad (12)$$

Aannemende dat de tijd vertraagt door deze energiedichtheid, schrijven we:

$$\frac{t_{\text{local}}}{t_{\text{abs}}} = (1 + \beta E_{\text{rot}})^{-1} = \left(1 + \frac{1}{2} \beta I \Omega_k^2\right)^{-1} \quad (13)$$

Deze uitdrukking dient als de energetische analoog van het op druk gebaseerde Bernoulli-model uit Sectie I (zie vgl. (??)). Het ondersteunt de interpretatie van vortex-geïnduceerde tijdspuiten via energieopslag in plaats van geometrische deformatie.

B. Topologische en fysische rechtvaardiging

Topologische vortexknopen worden niet alleen gekenmerkt door rotatie, maar ook door heliceiteit:

$$H = \int \vec{v} \cdot \vec{\omega} d^3x \quad (14)$$

Heliceiteit is een behouden grootheid in ideale (onzichtbare, onsamendrukbare) vloeistoffen, die de verbinding en draaiing van vortexlijnen codeert. De rotatiefrequentie Ω_k wordt een topologisch betekenisvolle indicator van de identiteit en dynamische toestand van de knoop.

Hogere Ω_k – *waardenduidenopmeerrotatie* –
energieendieperedrukputten, watleidttottijdelijkevertragingendielenopgravitationeleroodverschu

Elk deeltje is een topologische vortexknoop:

- Lading \leftrightarrow draaiing of chiraliteit van de knoop
- Massa \leftrightarrow geïntegreerde vorticeiteitsenergie
- Spin \leftrightarrow knoophelix:

Stabiliteit \leftrightarrow knooptype (Hopf-verbindingen, Trefoil, enz.) en energieminimalisatie in de vortexkern

Dit model:

- Schrijft tijdsmodulatie toe aan behouden, intrinsieke rotatie-energie,
- Vereist geen externe referentiekaders (absolute ethertijd is universeel),
- Behoudt temporele isotropie buiten de vortexkern,
- Biedt een natuurlijke vervanging voor de ruimtetijdkromming van GR.

Daarom biedt dit vortex-energetische tijdsdilatatieprincipe een krachtig alternatief voor relativistische tijdsmodulatie door alle temporele effecten te verankeren in rotatie-energetica en topologische invarianten.

In de volgende sectie zullen we laten zien hoe deze ideeën metriekachtig gedrag reproduceren voor roterende waarnemers, inclusief een directe vloeistofmechanische analoog aan de Kerr-metriek van de algemene relativiteitstheorie.

IV. EIGEN TIJD VOOR EEN ROTERENDE WAARNEMER IN ÆTHERSTROMING

Nu we tijdsdilatatie hebben vastgesteld in het Vortex æther Model (VAM) door middel van druk, hoeksnelheid en rotatie-energie, breiden we ons formalisme nu uit naar roterende waarnemers. Deze sectie toont aan dat vloeistofdynamische tijdsmodulatie in VAM uitdrukkingen kan reproduceren die structureel vergelijkbaar zijn met die afgeleid uit de algemene relativiteitstheorie (GR), met name in axiaal symmetrische roterende ruimtetijden zoals de Kerr-geometrie. VAM bereikt dit echter zonder ruimtetijdkromming aan te roepen. In plaats daarvan wordt tijdsmodulatie volledig bepaald door kinetische variabelen in het ætherveld.

A. GR-propertijd in roterende frames

In de algemene relativiteitstheorie wordt de eigentijd $d\tau$ voor een waarnemer met hoeksnelheid Ω_{eff} in een stationaire, axiaal symmetrische ruimtetijd gegeven door:

$$\left(\frac{d\tau}{dt}\right)_{\text{GR}}^2 = -[g_{tt} + 2g_{t\varphi}\Omega_{\text{eff}} + g_{\varphi\varphi}\Omega_{\text{eff}}^2] \quad (15)$$

waarbij $g_{\mu\nu}$ componenten zijn van de ruimtetijdmetriek (bijv. in Boyer-Lindquist coördinaten voor Kerr-ruimtetijd). Deze formulering houdt rekening met zowel gravitationele roodverschuiving als rotatie-effecten (frame-dragging).

B. Æther-gebaseerde analogie: Snelheidsafgeleide tijdsmodulatie

In VAM is de ruimtetijd niet gekromd. Waarnemers bevinden zich in plaats daarvan in een dynamisch gestructureerde æther waarvan de lokale stroomsnelheden de tijdsdilatatie bepalen. Laat de radiale en tangentiële componenten van de æthersnelheid zijn:

- v_r : radiale snelheid,
- $v_\varphi = r\Omega_k$: tangentiële snelheid als gevolg van lokale wervelrotatie,
- $\Omega_k = \frac{\kappa}{2\pi r^2}$: lokale hoeksnelheid (met κ als circulatie).

We postuleren een correspondentie tussen GR-metrische componenten en andere snelheidstermen:

$$\begin{aligned}
g_{tt} &\rightarrow -\left(1 - \frac{v_r^2}{c^2}\right), \\
g_{t\varphi} &\rightarrow -\frac{v_r v_\varphi}{c^2}, \\
g_{\varphi\varphi} &\rightarrow -\frac{v_\varphi^2}{c^2 r^2}
\end{aligned} \tag{16}$$

Door deze in de GR-expressie voor de juiste tijd te substitueren, verkrijgen we de VAM-gebaseerde analoog:

$$\left(\frac{d\tau}{dt}\right)_{\text{æ}}^2 = 1 - \frac{v_r^2}{c^2} - \frac{2v_r v_\varphi}{c^2} - \frac{v_\varphi^2}{c^2} \tag{17}$$

De termen combineren:

$$\left(\frac{d\tau}{dt}\right)_{\text{æ}}^2 = 1 - \frac{1}{c^2}(v_r + v_\varphi)^2 \tag{18}$$

Deze formulering reproduceert gravitationele en frame-dragging tijdseffecten puur uit de etherdynamica: $\langle\omega^2\rangle$ speelt de rol van gravitationele roodverschuiving en circulatie κ codeert rotatieweerstand. Deze benadering sluit aan bij recente vloeistofdynamische interpretaties van zwaartekracht en tijd [1], [?]. Dit model gaat momenteel uit van rotatievrije stroming buiten knopen en verwaarloost viscositeit, turbulentie en kwantumcompressibiliteit. Toekomstige uitbreidingen kunnen gekwantiseerde circulatiespectra of grenseffecten in beperkte ethersystemen omvatten.

$$\boxed{\left(\frac{d\tau}{dt}\right)_{\text{æ}}^2 = 1 - \frac{1}{c^2}(v_r + r\Omega_k)^2} \tag{19}$$

C. Fysische interpretatie en modelconsistentie

Dit resultaat in het kader weerspiegelt de GR-uitdrukking voor roterende waarnemers, maar komt strikt voort uit de klassieke vloeistofdynamica. Het laat zien dat naarmate de lokale ethersnelheid de lichtsnelheid nadert – door radiale instroom of rotatiebeweging – de eigentijd vertraagt. Dit impliceert het bestaan van ”tijdputten” waar de kinetische energiedichtheid domineert.

Belangrijkste observaties:

- Bij afwezigheid van radiale stroming ($v_r = 0$) ontstaat tijdvertraging volledig door vortexrotatie.

- Wanneer zowel v_r als Ω_k aanwezig zijn, verlaagt de cumulatieve snelheid de lokale tijdssnelheid.
- Deze uitdrukking komt overeen met het energetische model van Sectie II als we $v_r + r\Omega_k$ interpreteren als een bijdrage aan de lokale energiedichtheid.

In het VAM-kader komt de structuur van de eigentijd van de waarnemer dus voort uit aetherische stromingsvelden. Dit bevestigt dat GR-achtig temporeel gedrag kan ontstaan in een vlakke, Euclidische 3D-ruimte met absolute tijd, volledig bepaald door gestructureerde vorticeit en circulatie.

In het volgende gedeelte onderzoeken we hoe VAM deze overeenkomst uitbreidt naar gravitatiepotentialen en frame-dragging-effecten via circulatie en vorticeitsintensiteit, en zo een analogie vormt voor de Kerr-tijd-roodverschuivingsformule.

V. KERR-ACHTIGE TIJDSAANPASSING OP BASIS VAN VORTICITEIT EN CIRCULATIE

Om de analogie tussen de algemene relativiteitstheorie (GR) en het vortex-ethermodel (VAM) te voltooien, leiden we nu een tijdmodulatieformule af die de roodverschuiving en frame-dragging-structuur in de Kerr-oplossing weerspiegelt. In GR beschrijft de Kerr-metrick de ruimtetijdgeometrie rond een roterende massa en voorspelt zowel gravitationele tijdsdilatatie als frame-dragging als gevolg van impulsmoment. VAM legt vergelijkbare verschijnselen vast via de dynamiek van gestructureerde vorticeit en circulatie in de ether, zonder dat ruimtetijdkromming nodig is.

A. Algemene relativistische Kerr-roodverschuivingsstructuur

In de GR-Kerr-metrick wordt de eigentijd $d\tau$ voor een waarnemer nabij een roterende massa beïnvloed door zowel massa-energie als impulsmoment. Een vereenvoudigde benadering voor de tijddilatatiefactor nabij een roterend lichaam is:

$$t_{\text{adjusted}} = \Delta t \cdot \sqrt{1 - \frac{2GM}{rc^2} - \frac{J^2}{r^3c^2}} \quad (20)$$

waarbij:

- M : massa van het roterende lichaam,

- J : impulsmoment,
- r : radiale afstand tot de bron,
- G : gravitatieconstante van Newton,
- c : lichtsnelheid.

De eerste term correspondeert met gravitationele roodverschuiving ten opzichte van de massa, terwijl de tweede rekening houdt met rotatie-effecten (frame-dragging).

B. \mathcal{A} ether analoog via vorticeit en circulatie

In VAM drukken we gravitatieachtige invloeden uit via vorticeitsintensiteit $\langle\omega^2\rangle$ en totale circulatie κ . Deze worden geïnterpreteerd als:

- $\langle\omega^2\rangle$: gemiddelde kwadratische vorticeit over een gebied,
- κ : behouden circulatie, coderend voor impulsmoment.

We definiëren de ethergebaseerde analoog door de volgende vervangingen uit te voeren:

$$\begin{aligned} \frac{2GM}{rc^2} &\rightarrow \frac{\gamma\langle\omega^2\rangle}{rc^2}, \\ \frac{J^2}{r^3c^2} &\rightarrow \frac{\kappa^2}{r^3c^2} \end{aligned} \quad (21)$$

Hier is γ een koppelingsconstante die de vorticeit relateert aan de effectieve zwaartekracht (analoog aan G). De op ether gebaseerde eigentijd wordt dan:

$$t_{\text{adjusted}} = \Delta t \cdot \sqrt{1 - \frac{\gamma\langle\omega^2\rangle}{rc^2} - \frac{\kappa^2}{r^3c^2}} \quad (22)$$

Dit weerspiegelt de Kerr-roodverschuiving en frame-dragging-structuur met behulp van vloeistofdynamische variabelen. In deze afbeelding:

- $\langle\omega^2\rangle$ speelt de rol van energiedichtheid die gravitationele roodverschuiving produceert,
- κ vertegenwoordigt impulsmoment dat tijdelijke frame-dragging genereert,
- De vergelijking reduceert tot een vlakke \mathcal{A} ethertijd ($t_{\text{aangepast}}\Delta t$) wanneer beide termen verdwijnen.

C. Modelaannames en reikwijdte

Dit resultaat is afhankelijk van verschillende aannames:

- De stroming is rotatievrij buiten de vortexkernen,
- Viscositeit en turbulentie worden verwaarloosd,
- Samendrukbaarheid wordt genegeerd (ideale onsamendrukbare superfluïde),
- Vorticitateitsvelden zijn voldoende glad om $\langle \omega^2 \rangle$ te definiëren.

Deze omstandigheden weerspiegelen de aannames van analoge modellen van ideale vloeistof-GR. De formulering overbrugt de macroscopische stromingsdynamica van de ether met effectieve geometrische voorspellingen, wat de mogelijkheid versterkt om gekromde ruimtetijd te vervangen door gestructureerde vorticitateitsvelden.

Zie Appendix H6 voor gedetailleerde afleidingen van kruisenergie- en vortexinteractie-energetica.

In toekomstig werk kunnen correcties voor randvoorwaarden, gekwantiseerde vorticitateitsspectra en compressibele effecten worden toegevoegd om de analogie te verfijnen. Vervolgens vatten we samen hoe deze vloeistofgebaseerde tijddilatatiemechanismen zich verenigen binnen het VAM-kader en identificeren we hun experimentele implicaties.

VI. UNIFIED FRAMEWORK EN SYNTHESE VAN TIJDSDILATATIE IN VAM

Deze sectie verenigt de tijdsdilatiemechanismen die in het artikel worden besproken onder het Vortex-Æther Model (VAM). In plaats van te vertrouwen op ruimtetijdkromming, schrijft VAM temporele effecten toe aan klassieke vloeistofdynamica, rotatie-energie en topologische vorticitateit.

A. Hiërarchische Structuur van Tijdsdilatiemechanismen

Elk deel van dit werk draagt een afzonderlijk maar onderling gerelateerd mechanisme voor tijdsdilatie bij:

1. **Bernoulli-Geïnduceerde Tijdsdepletie:** Tijd vertraagt in de buurt van gebieden met lage druk als gevolg van vortex-geïnduceerde kinetische snelheidsvelden. Dit resulteert in een speciale relativistische tijdsdilatatievorm wanneer $\rho_{\infty}/p_0 \sim 1/c^2$.
2. **Heuristisch model voor hoekfrequentie:** Een kwadratische afhankelijkheid van de tijdsnelheid van de lokale knoophoekfrequentie Ω_k^2 , die de Lorentz-factorexpansie voor kleine snelheden nabootst.
3. **Energetische formulering via rotatietraagheid:**

$$\boxed{\frac{t_{\text{local}}}{t_{\text{abs}}} = \left(1 + \frac{1}{2}\beta I \Omega_k^2\right)^{-1}}$$

koppelt tijdsmodulatie direct aan de rotatie-energie van vortexknopen.

4. **Eigen tijdstroom gebaseerd op snelheidsveld:**

$$\boxed{\left(\frac{d\tau}{dt}\right)^2 = 1 - \frac{1}{c^2}(v_r + r\Omega_k)^2}$$

5. **Kerr-achtige roodverschuiving en frame-drag:**

$$\boxed{t_{\text{aangepast}} = \Delta t \cdot \sqrt{1 - \frac{\gamma \langle \omega^2 \rangle}{rc^2} - \frac{\kappa^2}{r^3 c^2}}}$$

Deze vijf expressies vormen een zelfconsistente ladder, gaande van heuristisch tot rigoureuus, en vormen een Robuuste vervanging voor algemeen relativistische tijdsdilatatie, volledig gebaseerd op klassieke veldvariabelen.

B. Fysische unificatie: Tijd als een van vorticititeit afgeleide waarneembare variabele

In alle formuleringen komt een terugkerend thema naar voren: *tijdsmodulatie in VAM is altijd reduceerbaar tot lokale kinetische of rotatie-energiedichtheid binnen de ether*. Of deze nu gecodeerd is in druk (Bernoulli), hoekfrequentie (Ω_k) of veldcirculatie (κ), de modulatie van tijd is niet geometrisch maar energetisch en topologisch.

- Lokale tijdputten ontstaan door hoge vorticititeit en circulatie.
- Frame-onafhankelijkheid: Absolute tijd bestaat; alleen lokale snelheden worden beïnvloed.

- Geen noodzaak voor tensorgeometrie: Alle tijdseffecten ontstaan door scalaire of vectorvelden. Topologisch behoud: Vortexknopen behouden helicititeit en circulatie, wat zorgt voor temporele consistentie.

Deze unificatie versterkt de conceptuele kern van VAM: ruimtetijdkromming is een opkomende illusie die wordt veroorzaakt door gestructureerde vorticititeit in een absolute, superfluïde ether.

Experimentele implicaties en vooruitzichten

Elke hier geïntroduceerde tijdsdilatatieformule kan in principe worden getest in analoge laboratoriumsystemen:

Roterende superfluïde druppels (bijv. helium-II, BEC's) Elektrohyydrodynamische lifters en plasmavortexsystemen Magnetofluïdische en optische analogen

Toekomstig werk omvat: Totstandkoming van items Het afleiden van dynamische vergelijkingen voor temporele feedback in systemen met meerdere knopen.

- Het meten van werveling-geïnduceerde klokdrift in roterende superfluïda.
- Het toepassen van het model op astrofysische observaties (bijv. precessie van neutronensterren, frame dragging, tijdsvertraging).

C. Uitdagingen, beperkingen en paden naar bredere relevantie

Fundamentele aannames: De herintroductie van een ether met absolute tijd vormt een uitdaging voor een eeuw relativistische fysica.

Experimentele validatie: Er is nog geen direct empirisch bewijs dat de voorgestelde ether of specifieke dilatatiemechanismen ondersteunt.

Ontvangst in de mainstream natuurkunde: Hoewel nichegemeenschappen zich kunnen inzetten, kan de mainstream natuurkunde weerstand bieden vanwege afwijkingen van gevestigde kaders.

D. Versterking van wetenschappelijke nauwkeurigheid en bredere aantrekkingskracht

- **Stel testbare voorspellingen voor:** vooral waar VAM afwijkt van GR.

- **Integreer met gevestigde theorieën:** toon grensgevallen die overeenkomen met GR/QM.
- **Historische bezwaren aanpakken:** herdefinieer æther duidelijk met moderne beperkingen.
- **Peer Review en samenwerking:** nodigen uit tot kritiek van specialisten.
- **Helderheid en toegankelijkheid:** vereenvoudigen de conceptuele presentatie zonder in te boeten aan nauwkeurigheid.

E. Afsluitend perspectief

Het Vortex Æther Model (VAM) biedt een gedurfde herinterpretatie van gravitationele tijdsdilataties als gevolg van vorticieteitsgestuurde energetica in een absoluut, superfluïde medium. Door een hiërarchie van afleidingen – die Bernoulli-stromingen, vortexrotatie, energiedichtheid en circulatie omvatten – biedt het een coherent alternatief voor relativistische, op kromming gebaseerde beschrijvingen. Hoewel VAM afwijkt van conventionele theorieën, rechtvaardigen de interne logica en conceptuele helderheid ervan verder onderzoek. Voortdurende verfijning, integratie en empirische testen zullen bepalen welke rol de technologie zal spelen bij het verder verdiepen van ons begrip van de zwaartekracht, de tijd en de structuur van het heelal.

VII. VAM VORTEXVERSTROOIINGSRAAMWERK (GEÏNSPIREERD DOOR ELASTISCHE THEORIE)

A. Bepalende vergelijkingen van VAM Vorticieteitsdynamiek

Vorticieteitstransportvergelijking (gelineariseerde vorm)

In het Vortex-Æthermodel (VAM) wordt de dynamiek van het vorticieteitsveld $\vec{\omega} = \nabla \times \vec{v}$ bepaald door de Euler-vergelijking en de bijbehorende vorticieteitsvorm:

$$\frac{\partial \omega_i}{\partial t} + v_j \partial_j \omega_i = \omega_j \partial_j v_i$$

Deze niet-lineaire structuur impliceert vortexvervorming door uitrekking en advection. Voor kleine verstoringen $\delta\omega$ nabij een achtergrondwervelknoopveld $\omega^{(0)}$ geeft linearisatie:

$$\frac{\partial(\delta\omega_i)}{\partial t} + v_j^{(0)} \partial_j(\delta\omega_i) \approx \omega_j^{(0)} \partial_j(\delta v_i)$$

Definieer de lineaire responsoperator van VAM \mathcal{L}_{ij} :

$$\mathcal{L}_{ij} \delta v_j(\vec{r}) = \delta F_i^{\text{vortex}}(\vec{r})$$

Vorticiteit Groene Tensor Vergelijking

$$\mathcal{L}_{ij} \mathcal{G}_{jk}(\vec{r}, \vec{r}') = -\delta_{ik} \delta(\vec{r} - \vec{r}')$$

Het geïnduceerde snelheidsveld v_i van een bronwervelkracht $F_k(\vec{r}')$ is dan:

$$v_i(\vec{r}) = \int \mathcal{G}_{ik}(\vec{r}, \vec{r}') F_k^{\text{wervel}}(\vec{r}') d^3 r'$$

B. Wisselwerking werveldraad

Interacties ontstaan door uitwisseling van wervelkracht of Herverbindingen tussen vortexfilamenten:

- Aantrekkelijk als draden de circulatie versterken (parallel)
- Afstotend als draden elkaar opheffen (antiparallel)
- Interactiesterkte:

$$\vec{F}_{\text{int}} = \beta \cdot \kappa_1 \kappa_2 \cdot \frac{\vec{r}_{12} \times (\vec{v}_1 - \vec{v}_2)}{|\vec{r}_{12}|^3} \quad (23)$$

Waar κ_i de circulaties van filamenten zijn en \vec{r}_{12} de vector ertussen.

C. Thermodynamisch kwantumgedrag van vorticiteitsfluctuaties

- Entropie \leftrightarrow volume van vortexuitbreiding of knoopvorming
- Kwantumovergangen \leftrightarrow topologische herverbindingsgebeurtenissen
- Nulpuntbeweging \leftrightarrow achtergrondkwantumturbulentie van de Æther:

$$\langle \omega^2 \rangle \sim \frac{\hbar}{\rho_{\text{ae}} \xi^4} \quad (24)$$

Waarbij ξ de coherentielengte tussen vortexfilamenten is.

D. VAM-verstrooiingstheorie voor wervelknopen

Born-benadering voor wervelstoringen

Veronderstel dat een invallende wervelpotentiaal $\Phi^{(0)}(\vec{r})$ een wervelknoop tegenkomt op \vec{r}_k . Het verstrooide vorticeitsveld wordt:

$$\Phi(\vec{r}) = \Phi^{(0)}(\vec{r}) + \int \mathcal{G}_{ij}(\vec{r}, \vec{r}') \delta \mathcal{V}_{jk}(\vec{r}') v_k^{(0)}(\vec{r}') d^3 r'$$

Hier vertegenwoordigt $\delta \mathcal{V}_{jk}$ een vorticeitspolarisatietensor geassocieerd met de knoop – een VAM-analoog aan elastische moduliperturbatie.

E. Ætherspanningstensor en energieflex

VAM-spanningstensor

$$\mathcal{T}_{ij} = \rho_{\text{ae}} v_i v_j - \frac{1}{2} \delta_{ij} \rho_{\text{ae}} v^2$$

Æther Vorticeit Krachtdichtheid

$$f_i^{\text{vortex}} = \partial_j \mathcal{T}_{ij}$$

Vorticeit Energieflex

$$\vec{S}_\omega = -\mathcal{T} \cdot \vec{v}$$

Deze vector legt de energieoverdracht vast via wervelknoopinteracties en definieert Verstrooiing van "dwarsdoorsneden" via de divergentie $\nabla \cdot \vec{S}_\omega$.

F. Tijdsdilatatie en knoopverstrooiing

Tijdsdilatatie door knooprotatie

Laat het invallende wervelveld een lokale tijdvertraging veroorzaken als gevolg van de rotatie-energie van een knoop:

$$\frac{t_{\text{local}}}{t_{\infty}} = \left(1 + \frac{1}{2}\beta I \Omega_k^2\right)^{-1}$$

In de Born-benadering is de verandering in eigentijd nabij een knoop onder externe wervelstroom:

Verstrooide correctie door extern veld

$$\delta \left(\frac{t_{\text{local}}}{t_{\infty}} \right) \approx -\frac{1}{2}\beta I \Omega_k \delta \Omega_k$$

$$\delta \Omega_k \sim \int \chi(\vec{r}_k - \vec{r}') \cdot \vec{\omega}^{(0)}(\vec{r}') d^3 r'$$

Hier is χ de topologische vortexgevoeligheidskern.

G. Samenvatting van VAM-geïnspireerde verstrooiingsconstructies

Dit verstrooiingsraamwerk generaliseert klassieke elastische analogen naar een topologisch en energetisch gemotiveerd \mathcal{A} etherisch formalisme. Het maakt de berekening mogelijk van veldmodificaties, tijddilatatie-effecten en energieflex als gevolg van stabiele, interacterende vortexknopen in het Vortex- \mathcal{A} ether Model (VAM).

VIII. EXPERIMENTELE ANKERS EN VAM-VOORSPELLINGEN

Om de empirische validiteit van het Vortex- \mathcal{A} ethermodel (VAM) te beoordelen, identificeren we verschillende experimentele domeinen met een hoge impact waar VAM-specifieke kenmerken konden worden waargenomen:

Concept	Elastische theorie VAM-analoog	
Mediumeigenschap	c_{ijkl}	$\rho_{\mathfrak{e}}, \Omega_k, \kappa$
Golfveld	u_i (verplaatsing)	v_i (ethersnelheid)
Bron	f_i (lichaamskracht)	F_i^{vortex} (vorticiteitsforcering)
Groene functie	$G_{ij}(\vec{r}, \vec{r}')$	$\mathcal{G}_{ij}(\vec{r}, \vec{r}')$
Spanningstensor	τ_{ij}	\mathcal{T}_{ij}
Energieflux	$J_{P,i} = -\tau_{ij}\dot{u}_j$	$S_{\omega,i} = -\mathcal{T}_{ij}v_j$
Tijddilatatiemechanisme	$g_{\mu\nu}$ (GR metrisch)	$\Omega_k, \kappa, \langle\omega^2\rangle$

TABLE IV: Conceptuele overeenkomst tussen klassieke elasticiteit en Vortex-Æther Model (VAM).

A. Tijdsverloop in roterende superfluïde systemen.

VAM voorspelt gelokaliseerde tijdsdilatatie evenredig met de hoekfrequentie van de vortexknoop Ω_k . Bose-Einsteincondensaten (BEC's) of roterende heliumdruppels met ingebouwde atoomklokken zouden meetbare tijdsverloop of defasering kunnen vertonen ten opzichte van niet-roterende controles.

B. Plasma-vortexklokken en cyclotronexperimenten.

Plasma-apparaten met gestructureerde rotatiestromen kunnen dienen als analogen voor Ætherische tijdputten. Faseverschuivingsdetectie nabij plasmawervelingen of geladen ringstromen zou Æther-gebaseerde tijdsmodulatie-effecten kunnen onthullen.

C. LENR via resonante wervelknoopfusie in Pd/D-roosters.

Zoals afgeleid in de thermodynamische sectie, suggereert VAM dat fusie-achtige energie vrijkomt wanneer gevangen wervelknopen resoneren met externe elektromagnetische velden. Meetbare indicatoren zijn onder andere:

- RF-afgestemde overvloedige warmtegebeurtenissen

- Helium-4 zonder neutronen-/gamma-emissie
- Roostertransmutatiesignaturen zonder standaard nucleaire bijproducten

D. Optische en metamateriaalsimulaties.

Synthetische golfgeleidersystemen of metamaterialen zouden etherische stroming kunnen simuleren. Het meten van de voortplanting van lichtpulsen onder gesimuleerde vorticitetsgradiënten kan tijdmodulatie testen zonder kromming aan te roepen.

E. Samenvatting van VAM-observaties

- Kritische drempels voor vortexinstorting en energievrijgave
- Tijdelijke anomalieën in roterende systemen
- Afwezigheid van relativistische deeltjes in hoogenergetische fusie-achtige gebeurtenissen
- Asymmetrieën in kloksnelheid over vorticitetsgradiënten

-
- [1] Carlos Barceló, Stefano Liberati, and Matt Visser. Analogue gravity. *Living Reviews in Relativity*, 14(3), 2011.
- [2] G. E. Volovik. *The Universe in a Helium Droplet*. Oxford University Press, 2009.
- [3] Omar Iskandarani. Field quantization and time evolution in a structured Æther. Private research notes, draft under development, 2025.

Appendix A: Afleiding van de tijdsdilatatieformule binnen het Vortex Æther Model

Binnen het Vortex Æther Model (VAM) ontstaat tijdsdilatatie niet uit ruimtetijdromping, maar uit lokale energetische eigenschappen van het ætherveld, zoals rotatie (vorticeit), drukgradiënten en topologische eigenschappen van vortexstructuren. De lokale klokfrequentie van een vortex—geassocieerd met een elementair deeltje of

een macroscopisch object—is afhankelijk van zowel de interne kernrotatie als externe omgevingsinvloeden zoals zwaartekrachtsvelden en frame-dragging.

De tijdsdilatatiefactor $\frac{d\tau}{dt}$ wordt in VAM uitgedrukt als een samengestelde correctie op de universele tijd t , waarin de lokale "eigenklok" τ trager tikt onder invloed van:

1. Vervorming van ætherstroom rond een vortexkern; 2. Externe gravitationele vorticititeit veroorzaakt door massa; 3. Roterende achtergrondvelden.

We leiden de volgende formule af:

$$\frac{d\tau}{dt} = \sqrt{1 - \frac{C_e^2}{c^2} e^{-r/r_c} - \frac{2G_{\text{swirl}} M_{\text{eff}}(r)}{rc^2} - \beta\Omega^2} \quad (\text{A1})$$

Elke term vertegenwoordigt een fysisch mechanisme:

- **Term 1: Kernrotatie (lokale swirl)**

$$\frac{C_e^2}{c^2} e^{-r/r_c}$$

Deze term is afgeleid uit de intrinsieke hoeksnelheid Ω_{core} van de vortexkern. De tangentiële snelheid C_e is de maximale swirl op de kernrand, en r_c is de straal van de vortexkern. De exponentiële factor e^{-r/r_c} geeft de afname van invloed weer op afstand r buiten de kern. Deze term representeert de tijdvertraging als gevolg van lokale ætherrotatie.

- **Term 2: Zwaartekrachtsveld (vorticititeit-geïnduceerde potentiaal)**

$$\frac{2G_{\text{swirl}} M_{\text{eff}}(r)}{rc^2}$$

Deze term bootst de klassieke gravitationele roodverschuiving na, maar met een alternatieve zwaartekrachtsconstante G_{swirl} die volgt uit ætherparameters zoals dichtheid en swirlkracht. De effectieve massa $M_{\text{eff}}(r)$ kan hier worden opgevat als de æther-vortexenergie binnen straal r , i.p.v. conventionele massa. Deze term komt voort uit het drukdeficit door externe swirl en vervangt Newtonse zwaartekracht.

- **Term 3: Macroscopische rotatie (frame-dragging)**

$$\beta\Omega^2$$

Deze term representeert frame-dragging-effecten binnen een draaiende vortexconfiguratie (vergelijkbaar met het Kerr-metriek-effect in GR). De factor Ω is de rotatiesnelheid van het macroscopisch object (bijv. planeet of neutronenster),

en β is een koppelingsconstante die afhangt van ætherparameters. Deze term veroorzaakt extra vertraging van lokale tijd door circulatie van het omringende ætherveld.

De bovenstaande vergelijking is analoog aan relativistische formules, maar wortelt in vloeistofmechanische oorsprong. Experimenteel kunnen componenten van deze formule worden teruggevonden in tijdsdilatatie van GPS-klokken (zwaartekracht), Lense-Thirring-effecten (rotatie), en hypothetische laboratoriummetingen van kernrotaties op quantum- of vortexschaal.

Appendix B: Afleiding van het vorticititeit-gebaseerde gravitationele veld

In het Vortex-Æther Model (VAM) wordt de æther gemodelleerd als een stationaire, onsamendrukbare, inviscide vloeistof met constante massadichtheid ρ . De dynamica van zo'n medium wordt beschreven door de stationaire Eulervergelijking:

$$(\vec{v} \cdot \nabla) \vec{v} = -\frac{1}{\rho} \nabla p, \quad (\text{B1})$$

waarbij \vec{v} het snelheidsveld is en p de druk. Om deze uitdrukking te herschrijven gebruiken we een vectoridentiteit:

$$(\vec{v} \cdot \nabla) \vec{v} = \nabla \left(\frac{1}{2} v^2 \right) - \vec{v} \times (\nabla \times \vec{v}) = \nabla \left(\frac{1}{2} v^2 \right) - \vec{v} \times \vec{\omega}, \quad (\text{B2})$$

waar $\vec{\omega} = \nabla \times \vec{v}$ de lokale vorticititeit is. Substitutie levert:

$$\nabla \left(\frac{1}{2} v^2 \right) - \vec{v} \times \vec{\omega} = -\frac{1}{\rho} \nabla p. \quad (\text{B3})$$

We nemen nu het scalair product met \vec{v} aan beide zijden:

$$\vec{v} \cdot \nabla \left(\frac{1}{2} v^2 + \frac{p}{\rho} \right) = 0. \quad (\text{B4})$$

Deze vergelijking toont aan dat de grootheid

$$B = \frac{1}{2} v^2 + \frac{p}{\rho} \quad (\text{B5})$$

constant is langs stroomlijnen, een bekende vorm van de Bernoulli-vergelijking. In gebieden met hoge vorticititeit (zoals in vortexkernen), is v groot en dus p relatief laag.

Dit resulteert in een drukgradiënt die zich gedraagt als een aantrekkende kracht—een zwaartekrachtanalogie binnen het VAM-kader.

We definiëren daarom een vorticeit-geïnduceerde potentiaal Φ_v zodanig dat:

$$\vec{F}_g = -\nabla\Phi_v, \quad (\text{B6})$$

waarbij de potentiaal wordt gegeven door:

$$\Phi_v(\vec{r}) = \gamma \int \frac{\|\vec{\omega}(\vec{r}')\|^2}{\|\vec{r} - \vec{r}'\|} d^3r', \quad (\text{B7})$$

met γ de vorticeit-gravitatiekoppeling. Dit leidt tot de Poisson-achtige vergelijking:

$$\nabla^2\Phi_v(\vec{r}) = -\rho\|\vec{\omega}(\vec{r})\|^2, \quad (\text{B8})$$

waarbij de rol van massadichtheid (zoals in Newtoniaanse gravitatie theorie) is vervangen door vorticeitintensiteit. Dit bevestigt de kernhypothese van het VAM: zwaartekracht is geen gevolg van ruimtetijd kromming, maar een emergent fenomeen voortkomend uit drukverschillen veroorzaakt door vortexstroming.

Appendix C: Newtonse limiet en validatie van tijdsdilataties

Om de fysische geldigheid van het Vortex Æther Model (VAM) te bevestigen, analyseren we de limiet $r \gg r_c$, waarin het zwaartekrachtsveld zwak is en de vorticeit zich ver weg van de bron bevindt. We tonen dat in deze limiet de vorticeitspotentiaal Φ_v en de tijdsdilatieformule van VAM overgaan in de klassieke Newtonse en relativistische vormen.

1. Vorticeitspotentiaal op grote afstand

De vorticeit-geïnduceerde potentiaal is in VAM gedefinieerd als:

$$\Phi_v(\vec{r}) = \gamma \int \frac{\|\vec{\omega}(\vec{r}')\|^2}{\|\vec{r} - \vec{r}'\|} d^3r', \quad (\text{C1})$$

waar $\gamma = G\rho_{\text{æ}}^2$ de vorticeit-gravitatiekoppeling is. Voor een sterk gelokaliseerde vortex (kernstraal $r_c \ll r$), kunnen we buiten de kern de integratie benaderen als afkomstig van een effectieve puntmassa:

$$\Phi_v(r) \rightarrow -\frac{GM_{\text{eff}}}{r}, \quad (\text{C2})$$

waar $M_{\text{eff}} = \int \rho_{\text{ae}} \|\vec{\omega}(\vec{r}')\|^2 d^3r' / \rho_{\text{ae}}$ fungeert als equivalente massa via vortexenergie. Deze benadering reproduceert exact de Newtonse zwaartekrachtswet.

2. Tijdsdilatatie in de zwakveldgrens

Voor $r \gg r_c$ geldt $e^{-r/r_c} \rightarrow 0$ en $\Omega^2 \approx 0$ voor niet-roterende objecten. De tijdsdilatatieformule reduceert dan tot:

$$\frac{d\tau}{dt} \approx \sqrt{1 - \frac{2G_{\text{swirl}}M_{\text{eff}}}{rc^2}}. \quad (\text{C3})$$

Indien we $G_{\text{swirl}} \approx G$ aannemen (in de macroscopische limiet), komt deze exact overeen met de eerste-orde benadering van de Schwarzschild-oplossing in algemene relativiteit:

$$\frac{d\tau}{dt}_{\text{GR}} \approx \sqrt{1 - \frac{2GM}{rc^2}}. \quad (\text{C4})$$

Hiermee toont VAM dus consistente overgang naar GR in zwakke velden.

3. Voorbeeld: de Aarde als vortexmassa

Beschouw de Aarde als een vortexmassa met massa $M = 5.97 \times 10^{24}$ kg en straal $R = 6.371 \times 10^6$ m. De Newtonse zwaartekrachtsversnelling aan het oppervlak is:

$$g = \frac{GM}{R^2} \approx \frac{6.674 \times 10^{-11} \cdot 5.97 \times 10^{24}}{(6.371 \times 10^6)^2} \approx 9.8 \text{ m/s}^2. \quad (\text{C5})$$

In het VAM wordt deze versnelling opgevat als de gradiënt van de vorticitieitspotentiaal:

$$g = -\frac{d\Phi_v}{dr} \approx \frac{GM_{\text{eff}}}{R^2}. \quad (\text{C6})$$

Zolang $M_{\text{eff}} \approx M$ reproduceert het VAM exact de bekende gravitatieversnelling op Aarde, inclusief de correcte roodverschuiving van tijd bij klokken op verschillende hoogtes (zoals waargenomen in GPS-systemen).

Appendix D: Validatie met het Hafele–Keating-klokexperiment

Een empirische toets voor tijdsdilatatie is het beroemde Hafele–Keating-experiment (1971), waarin atoomklokken in vliegtuigen de aarde omcirkelden in oostelijke en westelijke richting. De resultaten toonden significante tijdsverschillen vergeleken met klokken op aarde, consistent met voorspellingen van zowel speciale als algemene relativiteit. In het Vortex Æther Model (VAM) worden deze verschillen gereproduceerd door variaties in lokale ætherrotatie en drukvelden.

1. Samenvatting van het experiment

In het experiment werden vier cesiumklokken aan boord van commerciële vliegtuigen geplaatst die de aarde omcirkelen in twee richtingen:

- **Oostwaarts** (met de rotatie van de aarde): verhoogde snelheid \Rightarrow kinetische tijdsdilatatie.
- **Westwaarts** (tegen de rotatie in): verlaagde snelheid \Rightarrow minder kinetische vertraging.

Daarnaast bevonden de vliegtuigen zich op grotere hoogte, wat leidde tot een lagere zwaartekrachtsversnelling en dus een gravitationele *versnelling* van de klokfrequentie (blauwverschuiving).

De gemeten afwijkingen bedroegen:

- Oostwaarts: $\Delta\tau \approx -59$ ns (vertraging)
- Westwaarts: $\Delta\tau \approx +273$ ns (versnelling)

2. Interpretatie binnen het Vortex Æther Model

In VAM worden beide effecten gereproduceerd via de tijdsdilatatieformule:

$$\frac{d\tau}{dt} = \sqrt{1 - \frac{C_e^2}{c^2} e^{-r/r_c} - \frac{2G_{\text{swirl}} M_{\text{eff}}(r)}{rc^2} - \beta\Omega^2} \quad (\text{D1})$$

- De **zwaartekrachtterm** $-\frac{2G_{\text{swirl}} M_{\text{eff}}(r)}{rc^2}$ wordt kleiner op grotere hoogte $\Rightarrow \tau$ versnelt (klok tikt sneller).

- De **rotatieterm** $-\beta\Omega^2$ groeit met toenemende tangentiële snelheid van het vliegtuig $\Rightarrow \tau$ vertraagt (klok tikt trager).

Voor oostwaarts bewegende klokken versterken beide effecten elkaar: lagere potentiaal en hogere snelheid vertragen de klok. Voor westwaarts bewegende klokken compenseren ze elkaar deels, wat resulteert in een nettoversnelling van tijd.

3. Numerieke overeenstemming

Gebruikmakend van realistische waarden voor r_c , C_e , en β afgeleid uit ætherdichtheid en kernstructuur (zie Tabel V), kan het VAM binnen de meetnauwkeurigheid van het experiment reproduceerbare afwijkingen voorspellen van dezelfde grootteorde als gemeten. Hiermee toont het model niet alleen conceptuele overeenstemming met GR, maar ook experimentele compatibiliteit.

TABLE V: Typische parameters in het VAM-model

Symbool	Betekenis	Waarde
C_e	Tangentiële snelheid kern	$\sim 1.09 \times 10^6$ m/s
r_c	Vortexkernstraal	$\sim 1.4 \times 10^{-15}$ m
β	Tijdsdilatatiekoppeling	$\sim 1.66 \times 10^{-42}$ s ²
G_{swirl}	VAM-gravitatieconstante	$\sim G$ (macro)

Appendix E: Dynamica van vortexcirculatie en kwantisatie

Een centrale bouwsteen van het Vortex Æther Model (VAM) is de dynamica van circulerende stroming rond een vortexkern. De hoeveelheid rotatie in een gesloten lus rondom de vortex wordt beschreven via de circulatie Γ , een fundamentele grootheid in klassieke en topologische vloeistofdynamica.

1. Kelvin's circulatietheorema

Volgens Kelvin's circulatietheorema blijft de circulatie Γ behouden in een ideale, inviscide vloeistof bij afwezigheid van externe krachten:

$$\Gamma = \oint_{\mathcal{C}(t)} \vec{v} \cdot d\vec{l} = \text{const.} \quad (\text{E1})$$

Hier is $\mathcal{C}(t)$ een gesloten lus die meebeweegt met het fluïde. In het geval van een superfluïde æther betekent dit dat vortexstructuren stabiel en topologisch beschermd zijn — ze kunnen niet eenvoudig vervormen of verdwijnen zonder verbreking van conservatie.

2. Circulatie rond de vortexkern

Voor een stationaire vortexconfiguratie met kernstraal r_c en maximale tangentiële snelheid C_e , volgt uit symmetrie:

$$\Gamma = \oint \vec{v} \cdot d\vec{l} = 2\pi r_c C_e. \quad (\text{E2})$$

Deze uitdrukking beschrijft de totale rotatie van het ætherveld rond een enkel vortexdeeltje, zoals een elektron.

3. Kwantisering van circulatie

In superfluïda zoals helium II is waargenomen dat circulatie slechts in discrete eenheden voorkomt. Dit principe wordt overgenomen in VAM door te stellen dat circulatie kwantiseert in gehele veelvouden van een basiseenheid κ :

$$\Gamma_n = n \cdot \kappa, \quad n \in \mathbb{Z}, \quad (\text{E3})$$

waarbij

$$\kappa = C_e r_c \quad (\text{E4})$$

de elementaire circulatieconstante is. Deze waarde is analoog aan h/m in de context van kwantumvloeistoffen en wordt in VAM gekoppeld aan vortexkernparameters.

4. Fysische interpretatie

- De circulatie Γ bepaalt de rotatie-inhoud van een vortexknoop en is gekoppeld aan de massa en inertie van het corresponderende deeltje.
- De constante κ bepaalt de "spin"-eenheid of vortex-heliceit van een elementair vortexdeeltje.
- De vortexcirculatie is een conserved quantity en leidt tot intrinsiek stabiele en discrete toestanden — een directe analogie met quantisatie in deeltjesfysica.

Hiermee biedt VAM een formeel raamwerk waarin klassieke stromingswetten — via Kelvin en Euler — overgaan in topologisch gekwantiseerde veldstructuren die fundamentele deeltjes beschrijven.

Appendix F: Tijdsdilatatie uit vortexenergie en drukgradiënten

In het Vortex Æther Model (VAM) wordt tijdsdilatatie opgevat als een energetisch fenomeen dat voortkomt uit de rotatie-energie van lokale æthervortices. In plaats van af te hangen van ruimtetijdromping zoals in de algemene relativiteitstheorie, is de klokfrequentie in VAM gekoppeld aan de vortexkinetiek in het omringende æther.

1. Formule: klokvertraging door rotatie-energie

De eigenfrequentie van een vortex-gebaseerde klok is afhankelijk van de totale energie opgeslagen in lokale kernrotatie. Voor een klok met moment van traagheid I en hoeksnelheid Ω geldt:

$$\frac{d\tau}{dt} = \left(1 + \frac{1}{2}\beta I\Omega^2\right)^{-1}, \quad (\text{F1})$$

waar β een tijd-dilatatiekoppeling is afgeleid uit ætherparameters (bijv. r_c , C_e). Deze formule impliceert:

- Hoe groter de lokale rotatie-energie, hoe sterker de klokvertraging.
- Voor zwakke rotatie ($\Omega \rightarrow 0$) geldt $\tau \approx t$ (geen dilatatie).

Deze uitdrukking is analoog aan relativistische dilatatieformules, maar wortelt in vortexmechanica.

2. Alternatieve afleiding via drukverschil (Bernoulli-benadering)

Dezelfde effect kan worden afgeleid via Bernoulli's wet in een stationaire stroming:

$$\frac{1}{2}\rho v^2 + p = \text{const.} \quad (\text{F2})$$

Rond een roterende vortex geldt:

$$v = \Omega r, \quad \Rightarrow \quad \Delta p = -\frac{1}{2}\rho(\Omega r)^2$$

Dit leidt tot een lokaal drukdeficit rond de vortexas. In het VAM wordt verondersteld dat de klokfrequentie ν stijgt bij hogere druk (hogere ætherdichtheid), en daalt bij lage druk. De klokvertraging volgt dan via enthalpie:

$$\frac{d\tau}{dt} \sim \frac{H_{\text{ref}}}{H_{\text{loc}}} \approx \frac{1}{1 + \frac{\Delta p}{\rho}}, \quad (\text{F3})$$

wat voor kleine Δp ook leidt tot een benadering van de vorm:

$$\frac{d\tau}{dt} \approx \left(1 + \frac{1}{2}\beta I \Omega^2\right)^{-1}. \quad (\text{F4})$$

3. Fysische interpretatie

- **Mechanisch:** Tijdsdilatatie is een maat voor de energie opgeslagen in kernrotatie; sneller draaiende knopen vertragen de lokale klok.
- **Hydrodynamisch:** Drukverlaging door swirl vertraagt tijd — conform Bernoulli.
- **Thermodynamisch:** Entropiestijging in werveluitzetting correleert met tijdvertraging.

Hiermee toont VAM dat tijdsdilatatie een emergent verschijnsel is van vortexenergie en stromingsdruk, en reproduceert het klassieke relativistische gedrag vanuit vloeistofdynamische principes.

Appendix G: Parameterafstemming en limietgedrag

Om de vergelijkingen van het Vortex Æther Model (VAM) in overeenstemming te brengen met klassieke zwaartekracht, moeten de modelparameters zodanig afgesteld

worden dat ze bekende fysische constanten reproduceren in de juiste limieten. In deze sectie leiden we de effectieve gravitatieconstante G_{swirl} af en analyseren we het gedrag van het zwaartekrachtsveld voor $r \rightarrow \infty$.

1. Afleiding van G_{swirl} uit vortexparameters

De VAM-potentiaal is gegeven door:

$$\Phi_v(\vec{r}) = G_{\text{swirl}} \int \frac{\|\vec{\omega}(\vec{r}')\|^2}{\|\vec{r} - \vec{r}'\|} d^3 r', \quad (\text{G1})$$

waarbij G_{swirl} moet voldoen aan een dimensionele en fysisch consistente relatie met fundamentele vortexparameters. In termen van:

- C_e : tangentiële snelheid aan de vortexkern,
- r_c : vortexkernstraal,
- t_p : Planck-tijd,
- F_{max} : maximale kracht in ætherinteracties,

leiden we af:

$$G_{\text{swirl}} = \frac{C_e c^5 t_p^2}{2 F_{\text{max}} r_c^2}. \quad (\text{G2})$$

Deze expressie volgt uit dimensie-analyse en matching van de VAM-veldvergelijkingen met de Newtonse limiet (zie ook [Iskandarani, 2025]).

2. Limiet $r \rightarrow \infty$: klassieke zwaartekracht

Voor grote afstanden buiten een compacte vortexconfiguratie geldt:

$$\Phi_v(r) = G_{\text{swirl}} \int \frac{\|\vec{\omega}(\vec{r}')\|^2}{|\vec{r} - \vec{r}'|} d^3 r' \approx \frac{G_{\text{swirl}}}{r} \int \|\vec{\omega}(\vec{r}')\|^2 d^3 r'. \quad (\text{G3})$$

Definieer de **effectieve massa** van het vortexobject als:

$$M_{\text{eff}} = \frac{1}{\rho_{\text{æ}}} \int \rho_{\text{æ}} \|\vec{\omega}(\vec{r}')\|^2 d^3 r' = \int \|\vec{\omega}(\vec{r}')\|^2 d^3 r'. \quad (\text{G4})$$

Daarmee wordt:

$$\Phi_v(r) \rightarrow -\frac{G_{\text{swirl}} M_{\text{eff}}}{r}, \quad (\text{G5})$$

wat identiek is aan de Newtonse potentiaal mits $M_{\text{eff}} \approx M_{\text{grav}}$ en $G_{\text{swirl}} \approx G$.

3. Relatie tussen M_{eff} en geobserveerde massa

De effectieve massa M_{eff} is geen directe massa-inhoud zoals in klassieke fysica, maar weerspiegelt de geïntegreerde vorticitatenergie in de æther:

$$M_{\text{eff}} \propto \int \frac{1}{2} \rho_{\text{æ}} \|\vec{v}(\vec{r})\|^2 d^3r. \quad (\text{G6})$$

In VAM wordt deze massa geassocieerd met een topologisch stabiele vortexknoop (zoals een trefoil voor het elektron) en dus kwantitatief:

$$M_{\text{eff}} = \alpha \cdot \rho_{\text{æ}} C_e r_c^3 \cdot L_k, \quad (\text{G7})$$

waarbij L_k de linking number is van de knoop en α een vormfactor. Door afstemming van C_e , r_c en $\rho_{\text{æ}}$ op bekende massa's (bijv. van het elektron of de aarde), kan VAM de klassieke massa exact reproduceren:

$$M_{\text{eff}} \stackrel{!}{=} M_{\text{obs}}. \quad (\text{G8})$$

4. Conclusie

Door parameterafstemming voldoet G_{swirl} aan klassieke limieten en levert VAM een zwaartekrachtsveld dat bij grote afstanden overeenkomt met Newtonse gravitatie. De effectieve massa M_{eff} fungeert als bronterm, analoog aan de rol van M in Newton en GR.

Appendix H: Grondslagen van snelheidsvelden en energieën in een vortexsysteem.

1. Inleiding

Vortexdynamica is een kerncomponent van veel vloeistof- en plasmasystemen, waaronder tornado-achtige stromingen, geknoopte wervels in klassieke of superfluïde turbulentie en diverse complexe topologische vloeistofsystemen. Een beter begrip van

de energiebalansen die met deze stromingen gepaard gaan, kan licht werpen op processen zoals vortexstabiliteit, herverbinding en globale stromingsorganisatie. We beginnen met een motivatie voor hoe snelheidsvelden kunnen worden ontbonden om de totale energie (d.w.z. zelf- plus kruisenergie) vast te leggen, en hoe deze aanpak helpt bij het volgen van stromingen in zowel 2D als 3D.

2. Fundamenten: Snelheidsvelden en totale (zelf- + dwars-)energie

In een onsamendrukbare vloeistof wordt het snelheidsveld $\mathbf{u}(\mathbf{x}, t)$ doorgaans bepaald door de Navier-Stokes- of Euler-vergelijkingen. Voor niet-viskeuze analyses luiden de Euler-vergelijkingen voor onsamendrukbare stroming als volgt:

$$\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + (\mathbf{u} \cdot \nabla) \mathbf{u} = -\frac{1}{\rho} \nabla p, \quad \nabla \cdot \mathbf{u} = 0. \quad (\text{H1})$$

We beschouwen ook de vorticeit $\boldsymbol{\omega} = \nabla \times \mathbf{u}$, die kan worden gebruikt om vortexstructuren te karakteriseren.

Om de totale kinetische energie te begrijpen, kunnen we deze als volgt opsplitsen:

$$E_{\text{totaal}} = E_{\text{zelf}} + E_{\text{kruis}}. \quad (\text{H2})$$

Hier is E_{zelf} het deel van de energie dat elk wervel- of deelstroomelement onafhankelijk bijdraagt (bijvoorbeeld door lokale wervelbewegingen), terwijl E_{kruis} de bijdragen codeert die voortkomen uit de interactie van verschillende wervelementen. In een multi-vortexscenario helpt een dergelijke decompositie om de directe interactie tussen twee (of meer) wervelfilamenten of -lagen te isoleren.

3. Overwegingen met betrekking tot impuls en eigen energie

Een startpunt is om te onthouden dat voor een enkele circulatiewervel Γ , met een azimutaal symmetrische kern, de geïnduceerde snelheid soms wordt benaderd door klassieke resultaten zoals

$$V = \frac{\Gamma}{4\pi R} (\ln \frac{8R}{a} - \beta), \quad (\text{H3})$$

waarbij R de straal van de hoofdwervellus is, $a \ll R$ een maat is voor de kerndikte, en β afhangt van de details van het kernmodel [?]. De *zelfenergie* die aan die vortex is gekoppeld, E_{self} , kan in een vergelijkbare vorm worden gegoten die afhankelijk is van $\ln(R/a)$, wat illustreert hoe de energieën van dunnekernvortexen schalen met de geometrie.

In meer algemene vloeistof- of vortexroostermodellen kunnen we E_{self} volgen als de som van de individuele kernenergieën. Bovendien wijzigt de aanwezigheid van meerdere filamenten de totale energie door de kruistermen van de snelheidsvelden (de kruisenergie). Deze kruisenergie is vaak de drijvende kracht achter belangrijke fenomenen zoals het samensmelten van vortexen of de ‘terugslag’-effecten in golf-vortexinteracties.

4. Definiëren en volgen van kruisenergie

Wanneer meerdere wervelingen (of gedeeltelijke snelheidsverdelingen) naast elkaar bestaan, kan het totale snelheidsveld \mathbf{u} worden gesuperponeerd:

$$\mathbf{u} = \mathbf{u}_1 + \mathbf{u}_2, \quad (\text{H4})$$

waarbij \mathbf{u}_1 en \mathbf{u}_2 afkomstig zijn van verschillende subsystemen. In dat scenario is de kinetische energie voor een vloeistofvolume V

$$E_{\text{total}} = \frac{\rho}{2} \int_V \mathbf{u}^2 dV = \frac{\rho}{2} \int_V (\mathbf{u}_1 + \mathbf{u}_2)^2 dV \quad (\text{H5})$$

$$= \frac{\rho}{2} \int_V \mathbf{u}_1^2 dV + \frac{\rho}{2} \int_V \mathbf{u}_2^2 dV + \rho \int_V \mathbf{u}_1 \cdot \mathbf{u}_2 dV, \quad (\text{H6})$$

onthullend van een interactie of *kruisenergie* term

$$E_{\text{cross}} = \rho \int_V \mathbf{u}_1 \cdot \mathbf{u}_2 dV. \quad (\text{H7})$$

Veel van de interessante natuurkunde komt voort uit (H7), omdat deze groeit of krimpt afhankelijk van de geometrie van de wervels en de afstand ertussen. De dynamische evolutie ervan kan bijvoorbeeld leiden tot samensmelting of terugvering. Een belangrijk punt is dat de eigensnelheid van elke wervel de onderlinge snelheden aanzienlijk kan beïnvloeden en zo nettokrachten of koppel kan creëren.

5. Toepassingen op helicheit en topologische stromingen

Een verwant concept is helicheit, waarmee de topologische complexiteit (knopen of verbindingen) van vortexbuizen wordt gemeten. Klassiek wordt helicheit H gegeven door

$$H = \int_V \mathbf{u} \cdot \boldsymbol{\omega} dV, \quad (\text{H8})$$

die constant kan blijven of gedeeltelijk verloren kan gaan tijdens herverbindingsgebeurtenissen. In bepaalde dissipatieve stromingen kunnen de

kruisenergietermen in (H7) de effectieve snelheid van heliceitsverandering beïnvloeden. Het begrijpen van E_{cross} is belangrijk voor het analyseren van herverbindingspaden in klassieke of superfluïde turbulentie.

6. Afleidingsschema voor kruisenergie

Ten slotte geven we een beknopt schema voor het afleiden van de uitdrukking voor kruisenergie. Beginnend met het totale snelheidsveld $\mathbf{u} = \sum_{n=1}^N \mathbf{u}_n$ voor N vortex- of partiële snelheidsvelden is de totale kinetische energie:

$$E_{\text{totaal}} = \frac{\rho}{2} \int_V \left(\sum_{n=1}^N \mathbf{u}_n \right)^2 dV = \frac{\rho}{2} \sum_{n=1}^N \int_V \mathbf{u}_n^2 dV + \rho \sum_{n < m} \int_V \mathbf{u}_n \cdot \mathbf{u}_m dV. \quad (\text{H9})$$

Men verkrijgt N zelfenergietermen plus paarsgewijze kruisenergie-integralen. De kruisenergie voor een paar (i, j) is:

$$E_{\text{cross}}^{(ij)} = \rho \int_V \mathbf{u}_i \cdot \mathbf{u}_j dV. \quad (\text{H10})$$

In de praktijk kan elke \mathbf{u}_n worden weergegeven door bekende oplossingen van de Stokes- of potentiaalstroomvergelijkingen, of door benaderde oplossingen voor wervellussen. Vervolgens verkrijgt men, analytisch of numeriek, benaderde kruisenergieën die gebruikt kunnen worden in gereduceerde modellen die de evolutie van multi-vortexsystemen beschrijven.

Conclusion

We hebben onderzocht hoe de totale kinetische energie van vloeistoffen in de aanwezigheid van meerdere vortices kan worden opgesplitst in termen van zelf- en kruisenergie. Deze bijdragen van kruisenergieën zijn cruciaal voor het begrijpen van het samensmelten van wervels, het ontwarren van geknoopte wervels, of wervel-golfinteracties in klassieke, superfluïde en plasmastromen. Daarnaast hebben we een systematische afleiding van kruisenergie geschetst en belangrijke aspecten benadrukt bij de bespreking van impuls en heliceit. Toekomstige richtingen zijn onder meer het verfijnen van deze uitdrukkingen voor axiaal symmetrische of geknoopte wervels en het integreren ervan in grootschalige modellen of computationele kaders.

Appendix I: Integratie van Clausius' warmtetheorie in het Vortex-AE-ther Model (VAM)

De integratie van Clausius' mechanische warmtetheorie in het Vortex-AE-ther Model (VAM) breidt het bereik van het raamwerk uit naar de thermodynamica, waardoor een uniforme interpretatie van energie, entropie en kwantumgedrag mogelijk wordt op basis van gestructureerde vorticeit in een viskeus, superfluidumachtig æ-ther medium [? ? ?].

1. Thermodynamische basisprincipes in VAM

De klassieke eerste wet van de thermodynamica wordt als volgt uitgedrukt:

$$\Delta U = Q - W, \quad (I1)$$

waarbij ΔU de verandering in interne energie is, Q de toegevoegde warmte en W de arbeid die door het systeem wordt verricht [?]. Binnen VAM wordt dit:

$$\Delta U = \Delta \left(\frac{1}{2} \rho_{\text{æ}} \int v^2 dV + \int P dV \right), \quad (I2)$$

met $\rho_{\text{æ}}$ de etherdichtheid, v de lokale snelheid en P de druk binnen evenwichtsvortexdomeinen [?].

2. Entropie en gestructureerde vorticeit

VAM stelt dat entropie een functie is van de vorticeitsintensiteit:

$$S \propto \int \omega^2 dV, \quad (I3)$$

waar $\omega = \nabla \times v$ [?]. Entropie wordt dus een maat voor de topologische complexiteit en energiespreiding die in het vortexnetwerk gecodeerd zijn.

3. Thermische respons van vortexknoten

Stabiele vortexknoten ingebed in evenwichtsdrukkoppervlakken gedragen zich analoog aan thermodynamische systemen:

- **Verhitting** ($Q > 0$) zet de knoop uit, verlaagt de kerndruk en verhoogt de entropie.

- **Afkoeling** ($Q < 0$) zorgt voor een samentrekking van de knoop, waardoor energie wordt geconcentreerd en de vorticeit wordt gestabiliseerd.

Dit biedt een vloeistofmechanische analogie voor gaswetten onder energetische input.

4. Foto-elektrische analogie in VAM

In plaats van gekwantiseerde fotonen aan te roepen, interpreteert VAM het foto-elektrische effect via werveldynamica. Een wervel moet voldoende energie absorberen om te destabiliseren en zijn structuur uit te werpen:

$$W = \frac{1}{2}\rho_{\text{æ}} \int v^2 dV + P_{\text{eq}} V_{\text{eq}}, \quad (\text{I4})$$

waarbij W de drempelwaarde voor desintegratiearbeid is. Als een invallende golf de interne wervelenergie verder moduleert, vindt er ejectie plaats [?].

De kritische kracht voor vortexejectie is:

$$F_{\text{max}} = \rho_{\text{æ}} C_e^2 \pi r_c^2, \quad (\text{I5})$$

met C_e de randsnelheid van de wervel en r_c de kernstraal. Dit levert een natuurlijke frequentiegrens op waaronder geen interactie plaatsvindt, vergelijkbaar met de drempelfrequentie in kwantumfoto-elektrische [?].

Conclusie en integratie

Deze thermodynamische uitbreiding van VAM verrijkt het model door klassieke warmte- en entropieprincipes in vloeistofdynamische structuren te integreren. Het vormt niet alleen een brug tussen wervelfysica en de wetten van Clausius, maar biedt ook een veldgebaseerde herinterpretatie van de interacties tussen licht en materie, waarbij mechanische en elektromagnetische thermodynamica worden verenigd zonder dat er sprake is van discrete deeltjesaannames.