Peer Reviewed, Open Access, Free Online Journal
Published monthly : ISSN: 2308-832X
Issue 2(23); February 2015

Original Article: GAUGE INVARIANZA DELL'EQUAZIONE D'ONDA DI TRASFERIMENTO DI CALORE

Citation
Solovyev A.A., Chekarev K.V. Gauge invarianza dell'equazione d'onda di trasferimento di calore. *Italian Science Review*. 2015; 2(23). PP. 45-47.
Available at URL: http://www.ias-journal.org/archive/2015/february/Solovyev.pdf

Authors
Alexander A. Solovyev, Lomonosov Moscow State University, Russia.
Konstantin V. Chekarev, Lomonosov Moscow State University, Russia.

Submitted: January 24, 2015; Accepted: February 15, 2015; Published: February 28, 2015

Curriculum Vitae. Lo sfondo fisico che potrebbe essere la base per un equazione del calore iperbolica per descrivere l'ondata di trasferimento di calore come una manifestazione della invarianza calibro dei campi idrodinamici e termiche.

Parole chiave: equazione d'onda di conduzione di calore, le trasformazioni di gauge.

Introduzione. Tutte le interazioni naturali riflettono un insieme di simmetrie, che vengono utilizzati per compensare le trasformazioni di gauge di campi interagenti [1]. Attraverso l'uso del concetto di simmetria di gauge nelle equazioni dell'elettrodinamica, era possibile combinare interazioni elettriche e magnetiche [2]. Gauge invarianza delle interazioni idrodinamiche e termiche in relazione alla validità del modello matematico della ondata di trasferimento di calore non è ancora considerata in [3,4].

Dichiarazione del problema. Lo scopo dello studio è stato quello di esaminare gli approcci alla descrizione dei campi calibro di simmetria dei movimenti idrodinamiche e termici.

I Risultati. Per testare l'invarianza calibro delle equazioni di calore e slancio e sostanza, come oggetti di trasformazioni di gauge che lasciano invariato il campo idrodinamico e campo termico sono considerati: la vorticità vettore $\vec{\omega} = \mathrm{rot}\vec{V}$ e il vettore di flusso di calore $\vec{Q} = -(\lambda\vec{\nabla}T + \frac{\lambda}{C}\frac{\partial\vec{V}}{\partial t})$. Dopo la conversione, il sistema di equazioni della meccanica dei fluidi [5] per registrare attraverso il vettore vorticità e il vettore di flusso di calore implica che per il principio di gauge campi idrodinamici e termiche devono soddisfare l'equazione di taratura: (1)

In questa calibrazione, le equazioni di trasporto di base in forma integrale e differenziale sono le seguenti: (2)

Da (2) ne consegue che i vortici si creano quando si modifica il tempo del flusso di calore dovuto alla elicità del campo di velocità. Campo di flusso di calore vettore $\vec{Q}$ associato al flusso di energia dipende dall'orientamento del vettore velocità e gradiente di temperatura. Vorticity vettore è solenoidale ed i valori dati del campo vortice corrisponde ad una famiglia di possibili valori dei vettori di velocità. Circa-mezzi (3)

dove $\psi(\vec{r},t)$ - qualsiasi funzione scalare differenziabile hanno $\vec{\omega}'=\mathrm{rot}\vec{V}' = \mathrm{rot}\vec{V}=\vec{\omega}$. Ciò significa che la trasformazione (3) non altera la vorticità vettoriale. Analogamente al vettore di flusso di calore $\vec{Q}$ rimane invariante rispetto alle trasformazioni (3) vorticità vettoriali

$$\vec{Q}=-\lambda\vec{\nabla}T-\frac{\lambda}{C}\frac{\partial\vec{V}'}{\partial t}-\frac{\lambda}{C}\frac{\partial}{\partial t}\vec{\nabla}\psi=-\lambda\nabla\left(T+\frac{1}{C}\frac{\partial\psi}{\partial t}\right)-\frac{\lambda}{C}\frac{\partial\vec{V}'}{\partial t}=-\lambda\vec{\nabla}T'-\frac{\lambda}{C}\frac{\partial\vec{V}'}{\partial t}$$

.

necessaria e sufficiente per convertire la temperatura: (4)

Campi specificati $\vec{\omega}$ e $\vec{Q}$ soddisfa l'insieme dei valori del vettore $\vec{V}$ di velocità e temperatura T collegata da una trasformazione di gauge, che può essere ottenuto con varie funzioni $\psi(\vec{r},t)$. Gauge invarianza dei campi termici e idrodinamiche del ambiguità nella scelta del vettore velocità $\vec{V}$ e temperatura T richiede l'imposizione di condizioni aggiuntive su di essi. Per determinare tali condizioni, l'operatore agirà equazione divergenza (3) e l'operatore sulla $\frac{C}{a^2}\frac{\partial}{\partial t}$ equazione (4). Dopo aver sottratto ottenere

$$\Delta\psi-\frac{1}{a^2}\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2}=\mathrm{div}\vec{V}+\frac{C}{a^2}\frac{\partial T}{\partial t}-\left(\mathrm{div}\vec{V}'+\frac{C}{a^2}\frac{\partial T'}{\partial t}\right)$$

.

Supponiamo che, $\mathrm{div}\vec{V}+\frac{C}{a^2}\frac{\partial T}{\partial t}\neq 0$ se poi l'equazione ha almeno una soluzione particolare per la ψ funzione $\Delta\psi-\frac{1}{a^2}\frac{\partial^2\psi}{\partial t^2}=\mathrm{div}\vec{V}+\frac{C}{a^2}\frac{\partial T}{\partial t}$, vi è una funzione ψ che svolge equazione di taratura della meccanica dei fluidi simile alla sagoma Lorentz nel elettrone: (5).

Con una tale equazione di taratura della equazione di conduzione del calore viene convertito in una forma iperbolica: (6).

Conclusione. Per descrivere i processi combinati di quantità di moto e del trasferimento di calore, il sistema di equazioni di trasporto è necessario specificare la base della condizione di gauge. Ogni calibrazione specifica sarà rispondere ad un modello matematico che possono differire in modo significativo dagli altri modelli calibrazioni.

Legenda: $\vec{V}$ - velocità del flusso, m / s; pressione p, Pa; la densità, kg / m^3; T - temperatura assoluta, K; $\vec{\omega}$ - vettore di vorticità c^{-1}; $\vec{Q}$ - vettore di flusso di calore, W / m^2; $E=p+\rho\frac{V^2}{2}$ - L'energia meccanica totale del flusso, J; η - La viscosità dinamica n·s / m^2; - Coefficiente di viscosità cinematica, m^2 / s; C - Calore specifico, J / kg • deg; il coefficiente di conduttività termica, W / m2· grandin; Una velocità di propagazione di perturbazioni, m / s.

References:

1. Vlasov A.A. 2005. Macroscopic electrodynamics. 240 p.
2. Marathe K., Martucci G. 1992. Mathematical Foundation of Gauge Theories. North Holland. 372 p.
3. Cattaneo C. 1958. Sur une forme de Γ equation de la chaleur eliminant le paradoxe dvune propagation insantanee. Comptes Rend. V. 274. P. 431-433.
4. Lykov A.B. 1967. Theory of heat conduction. Moscow: Higher School. 600 p.
5. Nigmatulin R.I., Solovyev A.A. 2012. Fundamental Hydromechanics. Moscow: Litterra. 400 p.

$$(p+\rho\frac{V^2}{2})-\frac{4\eta}{3}\mathrm{div}\vec{V}-\rho C\cdot T=0. \qquad (1)$$

$$\begin{aligned}
&\mathrm{rot}\vec{\omega}=\frac{\rho C}{\lambda\eta}\vec{Q}-\frac{\rho}{\eta}\left[\vec{\omega}\times\vec{V}\right] && \int_L \vec{\omega}dL=\frac{C}{\lambda\nu}\frac{\partial}{\partial t}\iint_s \vec{Q}ds+\frac{1}{\nu}\iint_s\left[\vec{V}\times\vec{\omega}\right]ds \\
&\mathrm{rot}\vec{Q}=-\frac{\lambda}{C}\frac{\partial\vec{\omega}}{\partial t}. && \int_L \vec{Q}dL=-\frac{\lambda}{C}\frac{\partial}{\partial t}\iint_s \vec{\omega}\, ds \qquad (2)\\
&\mathrm{div}\vec{Q}=\frac{\partial E}{\partial t}+\rho C(\vec{V}\nabla)T && \iint_s \vec{Q}\, ds=\frac{\partial}{\partial t}\iiint_\tau Ed\tau+\rho C\iiint_\tau\left[(\vec{V}\cdot\vec{\nabla}T)-T\mathrm{div}\vec{V}\right]d\tau \\
&\mathrm{div}\vec{\omega}=0 && \int_s \vec{\omega}ds=0
\end{aligned}$$

$$\vec{V}(\vec{r},t)=\vec{V}'(\vec{r},t)+\nabla\psi(\vec{r},t), \qquad (3)$$

$$T'(\vec{r},t)=T(\vec{r},t)+\frac{1}{C}\frac{\partial\psi(\vec{r},t)}{\partial t}. \qquad (4)$$

$$\mathrm{div}\vec{V}'+\frac{C}{a^2}\frac{\partial T'}{\partial t}=0. \qquad (5)$$

$$\Delta T-\frac{1}{a^2}\frac{\partial^2 T}{\partial t^2}=-\frac{1}{\lambda}\frac{\partial E}{\partial t}-\frac{\rho C}{\lambda}(\vec{V}\cdot\vec{\nabla}T)-\frac{\rho C}{\lambda}T\mathrm{div}\vec{V}. \qquad (6)$$