

**MINISTERO DELL'ISTRUZIONE, DELL'UNIVERSITÀ E DELLA RICERCA
DIPARTIMENTO PER LA PROGRAMMAZIONE IL COORDINAMENTO E GLI AFFARI
ECONOMICI - SAUS
PROGRAMMI DI RICERCA SCIENTIFICA DI RILEVANTE INTERESSE NAZIONALE
RICHIESTA DI COFINANZIAMENTO**

(DM n. 20 del 19 febbraio 2002)

**PROGETTO DI UNA UNITÀ DI RICERCA - MODELLO B
Anno 2002 - prot. 2002027759_004**

Parte: I

1.1 Programma di Ricerca di tipo: *interuniversitario*

Area Scientifico Disciplinare: *Scienze Fisiche*

1.2 Durata del Programma di Ricerca: *24 mesi*

1.3 Coordinatore Scientifico del Programma di Ricerca

PARISI

(cognome)

**Università degli Studi di
ROMA "La Sapienza"**

(università)

FIS/02

(settore scient.discipl.)

GIORGIO

(nome)

**Facoltà di SCIENZE MATEMATICHE
FISICHE e NATURALI**

(facoltà)

Dipartimento di FISICA

(Dipartimento/Istituto)

Giorgio.Parisi@roma1.infn.it

(E-mail)

1.4 Responsabile Scientifico dell'Unità di Ricerca

CARACCIOLO

(cognome)

Professore ordinario

(qualifica)

**Università degli Studi di
MILANO**

(università)

FIS/02

(settore scient.discipl.)

050 509095

SERGIO

(nome)

10/08/1952

(data di nascita)

**Facoltà di SCIENZE MATEMATICHE FISICHE e
NATURALI**

(facoltà)

Dipartimento di FISICA

(Dipartimento/Istituto)

CRCSRG52M10E506W

(codice di identificazione personale)

sergio.caracciolo@sns.it

1.5 Curriculum scientifico del Responsabile Scientifico dell'Unità di Ricerca

Testo italiano

Sono nato a Lecce il 10.08.1952 e li' ho completato tutti i miei studi pre-universitari. Mi sono laureato in fisica, presso l'Universita' di Pisa il 14.07.1977, con il massimo dei voti e lode, con una tesi su "Teorie di gauge su reticolo" di cui e' stato relatore il professor Pietro Menotti.

Ho vinto il concorso per un posto di perfezionando presso la Scuola Normale Superiore di Pisa a partire dal 1.01.1978.

Ho trascorso un anno accademico presso il Laboratoire de Physique Theorique de l'Ecole Normale Supérieure di Parigi (Francia), a partire dal 1.10.1980.

Il 1.09.1981 ho preso servizio in qualita' di ricercatore universitario del raggruppamento disciplinare n. 86 (prima disciplina Fisica Teorica) presso la Classe di Scienze Matematiche, fisiche e naturali della Scuola Normale Superiore di Pisa. Ho trascorso un anno accademico presso l'Institute des Hautes Etudes Scientifiques di Bures-sur-Yvette (Francia), a partire dal 25.09.1981.

Nel novembre 1983 ho vinto una borsa di studio INFN per recarmi all'estero per un anno. Dal 1.09.1984 sono accettato come membro dell'Institute for Advanced Study di Princeton, New Jersey (USA).

In seguito all'espletamento di un concorso nazionale il 1.11.93 ho preso servizio in qualita' di professore universitario di seconda fascia del raggruppamento disciplinare B02A presso la Universita' di Lecce.

Ho vinto il concorso per un posto di seconda fascia a trasferimento nel raggruppamento disciplinare B02A bandito dalla Scuola Normale Superiore di Pisa dove il 1.11.96 prendo servizio presso la Classe di Scienze.

Sono dichiarato idoneo nel concorso a professore ordinario, settore disciplinare B02A, bandito dalla Universita' di Torino in data 23.01.01 e dal 1.10.01 sono chiamata ad occupare un posto di prima fascia presso la Facolta' di scienze dell'Universita' di Milano.

Testo inglese

I was born on 10.08.1952 in Lecce. I graduated from Pisa University in 1977 the supervisor being Pietro Menotti. In 1978 I got a position as 'perfezionando' at the Scuola Normale Superiore in Pisa.

I spent the academic year 1980-1981 at the laboratoire de Physique Theorique de l'Ecole Normale Supérieure in Paris (France) and the next year at the Institute des Hautes Etudes Scientifiques in Bures-sur-Yvette (France).

On 1.9.1981 I took a research position at the Scuola Normale Superiore in Pisa in Theoretical Physics.

During the academic year 1984-1985 I was a member of the Institute for Advanced Study in Princeton, New Jersey (USA).

Since 1.11.1993 I became associate professor at the Department of Physics of Lecce University.

Since 1.11.1996 I moved as associate professor of Theoretical Physics at the Scuola Normale Superiore in Pisa.

Since 1.10.2001 I have become full professor of Theoretical Physics at the University of

Milano.

1.6 Pubblicazioni scientifiche più significative del Responsabile Scientifico dell'Unità di Ricerca

1. ARAGAO DE CARVALHO C., CARACCILO S., FROEHLICH J. (1983). *Polymers and ϕ^4 Theory in Four Dimensions*. NUCLEAR PHYSICS. vol. B215 [FS7], pp. 209--248.
2. CARACCILO S., MONTANARI A., PELISSETTO A. (2001). *Asymptotically free models and discrete non-Abelian groups*. PHYSICS LETTERS B. vol. 513, pp. 223--231.
3. CARACCILO S., EDWARDS R., PELISSETTO A., SOKAL A. D. (1995). *Asymptotic Scaling in the Two-Dimensional sigma-Models at Correlation Length 10^5* . PHYSICAL REVIEW LETTERS. vol. 75, pp. 1891--1894.
4. CARACCILO S., CAUSO M. S., PELISSETTO A. (2000). *End-to-end distribution function for dilute polymers*. JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS. vol. 77, pp. 7693--7710.
5. CARACCILO S., PALASSINI M. (1999). *Universal finite-size-scaling functions in the 3d Ising spin-glasses*. PHYSICAL REVIEW LETTERS. vol. 82, pp. 5128--5131.

1.7 Risorse umane impegnabili nel Programma dell'Unità di Ricerca

1.7.1 Personale universitario dell'Università sede dell'Unità di Ricerca

N°	Cognome	Nome	Dipart./Istituto	Qualifica	Settore scient.	Mesi uomo	
						2002	2003
Personale docente:							
1	CARACCILO	SERGIO	FISICA	Prof. ordinario	FIS/02	5 (ore: 685)	6 (ore: 825)
2	BASSETTI	BRUNO	FISICA	Ricercatore	FIS/02	11 (ore: 1507)	11 (ore: 1507)
3	FERRARI	RUGGERO	FISICA	Prof. ordinario	FIS/02	11 (ore: 1507)	3 (ore: 411)
Altro personale:							

1.7.2 Personale universitario di altre Università

N°	Cognome	Nome	Università	Dipart./Istituto	Qualifica	Settore scient.	Mesi uomo
							2002

Personale docente:

1	GUBINELLI	MASSIMILIANO	PISA	MATEMATICA APPLICATA "ULISSE DINI"	Ricercatore	MAT/06	11 (ore: 1507)
2	JONA	PATRIZIA	POLITECNICO MILANO	FISICA	Ricercatore	FIS/01	11 (ore: 1507)

Altro personale:

1.7.3 Titolari di assegni di ricerca

N°	Cognome	Nome	Dipart./Istituto	Anno del titolo	Mesi uomo	
					2002	2003

1.7.4 Titolari di borse per Dottorati di Ricerca e ex L. 398/89 art.4 (post-dottorato e specializzazione)

N°	Cognome	Nome	Dipart./Istituto	Anno del titolo	Mesi uomo

1.7.5 Personale a contratto da destinare a questo specifico programma

N°	Qualifica	Costo previsto	Mesi uomo
1.	ricercatore	31000	22 (ore: 3025)

1.7.6 Personale extrauniversitario dipendente da altri Enti

N°	Cognome	Nome	Ente	Qualifica	Mesi uomo
1.	CAUSO	MARIA SERENA	INFM	BORSISTA	22 (ore: 3025)
2.	GAMBASSI	ANDREA	Max Plank Institute, Stoccarda G	POST. DOC.	11 (ore: 1507)
3.	LAGOMARSINO	MARCO COSENTINO	FOM Institute for Atomic and Molecular Physics, Amsterdam NL	DOTTORANDO	11 (ore: 1507)
4.	MONTANARI	ANDREA	CNRS (Francia)	RICERCATORE	12 (ore: 1650)
5.	PALASSINI	MATTEO	UNIVERSITA' DELLA CALIFORNIA	POST. DOC.	6 (ore: 825)
6.	SPORTIELLO	ANDREA	Scuola Normale Superiore, Pisa	Perfezionando	22 (ore: 3025)
7.	TONINELLI	LUCIO	Scuola Normale Superiore, Pisa	Perfezionando	11 (ore: 1507)

Parte: II

2.1 Titolo specifico del programma svolto dall'Unità di Ricerca

Testo italiano

Comportamento critico di sistemi complessi. Fenomeni collettivi in sistemi con molti gradi di liberta' anche in presenza di disordine e di interazioni in competizione tra loro. Estensione dei metodi della meccanica statistica di equilibrio a sistemi fuori dall'equilibrio, cominciando da quelli stazionari.

Applicazione dei metodi della meccanica statistica a sistemi complessi in biologia, informatica, ecologia ed economia.

Testo inglese

Critical behaviour in complex systems. Collective phenomena in systems with many degrees of freedom, also in presence of disorder and interactions in competition. Extension of the methods of statistical mechanics to nonequilibrium systems, starting from stationary states. Application of the methods of statistical mechanics to complex systems in biology, information theory, ecology and economics.

2.2 Settori scientifico-disciplinari interessati dal Programma di Ricerca

- FIS/02 - FISICA TEORICA, MODELLI E METODI MATEMATICI
 - FIS/03 - FISICA DELLA MATERIA
-

2.3 Parole chiave

Testo italiano

FENOMENI CRITICI ; TRANSIZIONI DI FASE ; SISTEMI DISORDINATI ; MECCANICA STATISTICA FUORI DALL'EQUILIBRIO ; ELETTRONI FORTEMENTE CORRELATI ; FISICA DEI POLIMERI

Testo inglese

CRITICAL PHENOMENA ; PHASE TRANSITIONS ; DISORDERED SYSTEMS ; NONEQUILIBRIUM STATISTICAL MECHANICS ; STRONGLY CORRELATED ELECTRONS ; POLYMER PHYSICS

2.4 Base di partenza scientifica nazionale o internazionale

Testo italiano

I modelli di molti corpi in interazione sono l'arena naturale per una fenomenologia di sistemi complessi infinitamente ricca. Nel campo della meccanica statistica tradizionale i sistemi piu' difficili da studiare, ovvero quelli che presentano i comportamenti piu' interessanti, anche dal punto di vista delle applicazioni, sono quelli in regime fortemente non lineare, ovvero sistemi fortemente accoppiati.

Abbiamo, nel recente passato, gia' cominciato ad occuparci di

1) sistemi con gruppi di invarianza non abeliana: in particolare ci siamo interessati di modelli sigma in due dimensioni. Infatti questi sistemi sono un formidabile laboratorio teorico: essi si pensa condividono con le teorie di gauge in 4 dimensioni il fenomeno della liberta' asintotica in regime ultravioletto, ma non tutti gli autori condividono questa opinione che non ha ancora una solida base matematica. Le tecniche di analisi del comportamento di scala con la taglia finita del sistema, che noi abbiamo contribuito a sviluppare, ci hanno permesso di svolgere un ruolo nell'ambito di questa questione, ma ci sono ancora degli aspetti che necessitano di investigazioni ulteriori.

2) Omopolimeri in fase collassata ed eteropolimeri vicini alla temperatura di ripiegamento. Per questo problema abbiamo sviluppato dei nuovi algoritmi di simulazione numerica che abbiamo dimostrato essere assai efficienti.

3) Abbiamo accumulato una certa esperienza (anche grazie al contatto con gruppi sperimentali) nella modellizzazione di sistemi biologici concernenti il citoscheletro. Questa ricerca e' articolata in due filoni
- Il primo riguarda i fenomeni di diffusione forzata e di organizzazione per sistemi di microtubuli e proteine motrici.

- il secondo ha a che fare con fenomeni attivi al livello del citoscheletro per i quali l'idrodinamica e' rilevante (in particolare sistemi propulsivi delle cellule eucariote, quali ciglia e flagelli).

4) sistemi di elettroni fortemente correlati con basso rumore presentano sorprendenti proprieta' in special modo in presenza di forti campi magnetici. Lo studio della termodinamica e della

statistica si presenta come una formidabile sfida ancora in attesa di una sistemazione finale e soddisfacente. Noi abbiamo sviluppato alcune tecniche sia analitiche che numeriche per esaminare sia gli aspetti di equilibrio in presenza di campi esterni periodici (indici di Floquet), sia in regimi di non equilibrio stazionari. Abbiamo iniziato lo studio delle eccitazioni anioniche e della loro statistica.

Mentre la meccanica statistica dei sistemi all'equilibrio termodinamico puo' vantare enormi successi, il nostro controllo sui gradi di liberta' collettivi macroscopici in condizioni differenti e' assai poco sviluppato. E' chiaro, invece, che la grande maggioranza dei fenomeni che osserviamo assai raramente puo' essere modellizzato come un sistema di equilibrio.

Nondimeno il grosso sviluppo dei metodi, analitici e numerici, della meccanica statistica ha cominciato a trovare applicazione anche in condizioni che non sono quelle dei sistemi di equilibrio.

Vogliamo concentrare la nostra attenzione qui ad almeno due estensioni attualmente percorribili: i sistemi disordinati ed i sistemi stazionari fuori dall'equilibrio.

1. Nei sistemi disordinati accanto a variabili che si lasciano libere di fluttuare verso il loro equilibrio vengono introdotte altre variabili la cui dinamica si considera cosi' lenta da considerare questi gradi di liberta' come effettivamente congelati in condizioni sostanzialmente a caso. I successi ottenuti nell'esempio paradigmatico di questa categoria, quello dei vetri di spins, si sono dimostrati assai fruttuosi per affrontare una miriade di sistemi di questo tipo anche al di fuori del campo della fisica tradizionale: si passa dalle reti di neuroni, ai problemi di ottimizzazione combinatorica, dai modelli di crescita allo studio dei mercati finanziari.

2. Spesso la presenza di un campo esterno che cede energia ed induce delle correnti nel sistema in considerazione lo forza, in questo modo, fuori dall'equilibrio. Tuttavia si stabilisce spesso un regime stazionario che, anche se non puo' essere descritto da una distribuzione di Gibbs, ha molte proprieta' in comune con i normali sistemi di equilibrio. In particolare si presentano dei fenomeni di transizione di fase con una fenomenologia di tipo confrontabile ai sistemi di Gibbs, come le leggi di scala e di universalita'.

3. La statistica delle eccitazioni anioniche si presenta molto complesso poiche' ha alcuni aspetti rilevanti tuttora ignoti, in particolare non e' nota la loro interazione effettiva. Si presenta quindi come un importante argomento di indagine. La base di partenza puo' essere lo stato di Laughlin che permette di introdurre in modo analitico il problema. Un'altra possibilita' e' quella di considerare un processo stazionario di non equilibrio, dove sia possibile introdurre un'algebra di Kac-Moody per le correnti (di bordo). Una ulteriore semplificazione consiste nel considerare le eccitazioni come un liquido di Luttinger.

Testo inglese

Models with many bodies in interaction display an infinitely rich phenomenology.

In ordinary statistical mechanics the hardest problems, and often the most interesting, also from the point of view of applications, are those where the fundamental degrees of freedom are strongly coupled, that is are in a regime where nonlinear effects are important.

In recent past we have already investigated:

1) system with a non-abelian group of symmetry: in particular non-linear sigma models in two dimensions. Indeed they are an important theoretical laboratory:

they seem to share with 4-dimensional gauge theories the property of asymptotic freedom in the ultraviolet limit (but not all the authors agree, as there is not yet a solid mathematical proof). Finite size scaling, that we have contributed to make a powerful method of analysis, have been of great help to better understand this issue, but new investigations are needed to obtain a completely satisfactory resolution of all the questions involved.

2) homopolymers in the collapsed phase and heteropolymers near the crumpling temperature. For these problems we have developed new efficient Monte Carlo algorithms that we could show are very efficient.

3) We gained some experience in modeling biological systems related with the cell cytoskeleton, also thanks to the contact with some experimental groups. This research is focuses on two main areas

- The first concerns driven diffusion and organization phenomena for systems of cytoskeletal filaments and motor proteins.

- The second has to do with active phenomena for which hydrodynamics is relevant, in particular the propulsive systems of eukaryotic cells, cilia and flagella.

4) Strongly correlated electrons in a low noise medium provide a physical system with remarkable properties, particularly in a strong magnetic field. Their thermodynamics and statistical behavior are standing challenges

for Physicists. The proponents of the present project have developed analytic and numerical techniques aiming to the study of the equilibrium properties in a periodic potential (Floquet indices) and of their behavior in stationary states (as for steady currents). The study of the anyonic excitations and of their statistics has been started.

While equilibrium statistical mechanics got enormous success, our control of macroscopic collective degrees of freedom under different conditions is poorly developed. But, of course, the large majority of phenomena we observe cannot be described by equilibrium systems. We wish to concentrate here on at least two possible extensions that can be actually followed: disordered systems and stationary nonequilibrium systems.

1. Disordered systems have, together with variables free to fluctuate towards their equilibrium, different variables whose dynamics is so slow that they can be considered effectively randomly quenched. The great achievements in the paradigmatic example within this category, spin glass models, have been fruitful also to attack a variety of systems outside the traditional field of application of physics: we go from neural networks to combinatorial optimization, from growth model to models of financial markets.

2. Often an external field produces work and induces currents in the system, driving it out of equilibrium. When a stationary state is achieved, this, which is not a Gibbs state, has nonetheless many features in common with that. In particular, there is evidence for phase transitions with a phenomenology quite similar to that of Gibbs states, like scale invariance and universality of the singularities.

3. The statistics of the anyonic excitations is a difficult problem since some aspects of the system are still unknown. In particular very little is known about their effective interaction. This is a particularly interesting subject of research. The starting point could be the state proposed by Laughlin which has the advantage of allowing an analytic formulation of the problem. Another possibility is to consider a steady state where it is possible to introduce a

Kac-Moody algebra for the currents (edge currents). The model can be simplified by describing the excitations as a Luttinger liquid.

2.4.a Riferimenti bibliografici

Per il finite-size-scaling:

S. Caracciolo et al. "Extrapolating Monte Carlo Simulations to Infinite Volume: Finite-Size Scaling at $\xi/L \gg 1$ " Phys. Rev. Letts 74 (1995), 2969

S. Caracciolo, A. Pelissetto "Corrections to Finite-Size Scaling in the Lattice \mathbb{N} -Vector Model for $\mathbb{N}=\infty$ " Phys. Rev. D 58 (1998), 10500

S. Caracciolo et al. "Finite-Size Correlation Length and Violations of Finite-Size Scaling" Europ. Phys. Journ. B 20 (2001), 255

Per una discussione su alcune questione in sospeso nei sistemi non-abeliani

S. Caracciolo, A. Montanari, A. Pelissetto "Asymptotically free models and discrete non-Abelian groups" Phys. Letts B 513 (2001), 223

Per i sistemi stazionari fuori dall'equilibrio

B. Schmittmann and R.K.P Zia, Phase Transitions and Critical Phenomena Vol. 17, edited by C.Domb and J.L. Lebowitz, Academic, New York (1995).

Per la dinamica dei polimeri

Doi M., Edwards S.F. "The Theory of Polymer Dynamics", Oxford Univ. Press, London (1986).

S. Caracciolo, M. S. Causo, A. Pelissetto "End-to-end distribution function for dilute polymers" Journ Chem. Phys. 77 (2000), 7693

S. Caracciolo et al. "Bilocal Dynamics for Self-Avoiding Walks" Journ. Stat. Phys. 100 (2000), 1111

Alberts D., et. al. "The Molecular Biology of the Cell", Garland, NY, 1994. Sleight M.A., editor Cila and Flagella, Academic, London (1974).

M.C. Cross and P.C. Hohemberg, "Pattern formation outside of equilibrium", Rev. Mod. Phys.,65 2, (1993).

Per i motori biologici:

F.J. Nedelec et al., Nature 389, p.305 (1997).

Bassetti, B. et al., Eur. Phys. J. B 15, 483 (1999).

Lee, H.Y., Kardar,M., Phys. Rev. E 64, 056113 (2001)

Bassetti, B. et al., Eur. Phys. J. B 41, 689 (1998).

Bassetti, B. et al., Eur. Phys. J. B 26, 81 (2002).

Gheber L., Korngreen, A. Priel, Z. "Effect of viscosity on metachrony in mucus propelling cilia", Cell Motil. Cytoskeleton 39:9-20 (1998).

Gueron S., Levit-Gurevich K. "Energetic considerations of ciliary beating and the advantage of metachronal coordination", Proc. Nat. Acad. Sci. USA 96, 22:12240-12245 (1999).

Gueron S., et al., "Cilia internal mechanism and metachronal coordination as the result of hydrodynamical coupling", Proc. Nat. Acad. Sci. USA 94:6001-6006 (1997).

Wiggins, C.H. Goldstein, R.E. Phys. Rev. Lett. 80,17 p.3879 (1998).

Camalet S., Julicher F., New J. Phys. 2, p.24.1 (2000).

Per gli anioni nell'effetto Hall frazionario:

F. Wilczek, Phys. Rev. Lett. 49(1982), 957.

Per la teoria di gauge di Chern-Simons che fornisce la statistica frazionaria in 2 dimensioni:

G. W. Semenoff, *Phys. Rev. Lett.* 61(1988), 517.
 Per l'interazione del campo di Chern-Simons con la materia:
 Z. F. Ezawa, M. Hotta and A. Iwazaki, *Phys. Rev.* B46(1992), 7765.
 F. Wilczek, *Phys. Rev. Lett.* 69(1992), 132.
 Per la quantizzazione del sistema:
 T. Matsuyama, *Phys. Lett.* B228 (1989), 99.
 Per una rassegna:
 S.D. Sarma and A. Pinczuk(eds.) "*Perspectives in Quantum Hall Effects*"
 (John Wiley and Sons, New York, 1997), p.225(B.I. Halperin), p.265(J.K. Jain).
 Z.F. Ezawa "*Quantum Hall Effects*"
 (World Scientific, Singapore, 2000), p.268.
 Referenze recenti su problemi connessi.
 Statistica frazionaria e funzioni di correlazione:
 R. Guyon, P. Devillard, T. Martin, I. Safi,
 "*Klein Factors in multiple Fractional Quantum Hall edge tunneling*",
Phys. Rev. B 65, 153304 (2002)
 Perdita di fase:
 Markus Buttiker, "*Irreversibility and Dephasing from Vacuum
 Fluctuations*", in "*Complexity from Microscopic to Macroscopic Scales:
 Coherence and Large Deviations*" NATO ASI, Geilo, Norway, April 17-27
 (2001) edited by Arne T. Skjeltorp and Tamas Vicsek, (Kluwer, Dordrecht)
 Per i vetri di spins
 M. Mezard, G. Parisi, M.A. Virasoro, "*Spin Glass Theory and Beyond*, World Scientific,
 Singapore, (1987).
 Per alcune applicazioni della meccanica statistica dei sistemi disordinati
 N. Sourlas, *Statistical Mechanics and error-correction Codes, Proceedings of the Marseille
 Satellite Colloquium "Mathematical Results in Stat. Mechanics"*
 A. Montanari, "*The glassy phase of Gallager codes*", *Eur. Phys. J. B* 23, 121 (2001)
 M. Leone, F. Ricci-Tersenghi, R. Zecchina, *Phase coexistence and finite-size scaling in
 random combinatorial problems*, *J. Phys. A* 34, 4615 (2001)
 R. Monasson et al., "*Typical-case complexity*", *Nature (London)* 400, 133 (1999)

2.5 Descrizione del programma e dei compiti dell'Unità di Ricerca

Testo italiano

-)Ci proponiamo di chiarire definitivamente le differenze nel comportamento critico di modelli sigma in due dimensione quando il gruppo di simmetria non abeliano e' continuo o discreto, e di verificare le previsioni che vengono dalla analisi perturbativa standard del flusso del gruppo di rinormalizzazione.

-)Riteniamo che gli algoritmi da noi messi a punto per lo studio di polimeri ci mettano nelle condizioni di eseguire degli studi numerici assai piu' dettagliati di quanto non sia stato fatto sulla transizione alla fase collassata. essi dovrebbero infatti essere in grado di studiare i modi diffusivi lungo la catena e muovere pezzi di strutture secondarie assemblate come quelle ad elica alpha.

-)Nella teoria della complessita' la classificazione di problemi in

termini del costo computazionale necessario a risolvere gli esempi "piu' difficili" all'interno di una certa classe puo' essere utilmente estesa allo valutazione del costo computazionale "tipico" per i problemi di tale classe. Infatti spesso la probabilita' che i problemi piu' duri si realizzino e' trascurabile. In uno studio di tipo statistico i metodi sviluppati nell'ambito dei sistemi disordinati si dimostrano si stanno dimostrando assai utili. Una migliore comprensione dei meccanismi che sono responsabili dell'apparizione degli esempi di problemi piu' difficili puo' permettere un decisivo miglioramento degli algoritmi attualmente diffusi nelle svariate applicazioni. Abbiamo di recente formulato un modello che presenta la caratteristica "transizione di fase" ma permette una serie di investigazioni analitiche che sono precluse a modelli simili: ci proponiamo di utilizzarlo per meglio confrontare alcune delle metodologie introdotte in questo campo. Tale modello ha poi delle applicazioni anche nello studio di algoritmi di codifica e piu' in generale per problemi di inferenza statistica.

-) Abbiamo recentemente introdotto una definizione di lunghezza di correlazione utile a discutere sistemi stazionari fuori dall'equilibrio per l'azione di un campo forzante, dove pure il decadimento delle funzioni di correlazione e' algebrico per ogni temperatura. Ci pare naturale utilizzare tale lunghezza per utilizzare le metodologie di analisi del comportamento di scala al variare della taglia finita del sistema, che sono le piu' potenti per determinare il comportamento critico. Questo permetterebbe di dirimere una annosa polemica su alcune previsioni teoriche che sono ancora oggi in discussione nel cosiddetto Driven Lattice Gas.

-) Ci proponiamo di considerare il contributo di un liquido di Luttinger (per le eccitazioni anioniche) alle funzioni di correlazione di vario ordine. In particolare risulta molto interessante la funzione di correlazione associata alle fluttuazioni in un esperimento di Hanbury Brown e Twiss, ove la statistica delle eccitazioni anioniche puo' manifestarsi in modo chiaro.

-) Gli aspetti della statistica degli anioni possono essere anche esaminati in un processo di perdita di fase in un esperimento a' la Bohm-Aranov. Il calcolo dello "shot noise" mediante il formalismo di Keldysh dovrebbe evidenziare le caratteristiche della statistica frazionaria degli anioni.

*-) Abbiamo elaborato un modello ispirato a esperimenti di auto-organizzazione di microtubuli e motori, basato sui driven lattice gas, che propone come variabili rilevanti sia la forzante locale dei motori biologici sia l' interazione di volume escluso tra i polimeri e mostra un ricco diagramma di fase che include stati assorbenti e stati stazionari di nonequilibrio inomogenei. Ci proponiamo di estendere questo modello includendo ** l 'effetto della forzante sui gradi di liberta'rotazionali dei filamenti, tipo modello proposto da Kardar in campo medio (generazione di vortici);*

*** il problema della instabilita' dinamica che appare rilevante da esperimenti per l'organizzazione dei microtubuli nelle varie fasi del ciclo cellulare e che abbiamo gia' analizzato nel caso la dinamica diffusiva forzata di un solo microtubulo in un esperimento di "motility assay", individuando le condizioni per la violazione della dinamica diffusiva su*

lunghe scale

- altre geometrie

-) Abbiamo introdotto di recente un modello semplificato che permette di studiare fenomeni legati all'interazione idrodinamica tra ciglia, quali la generazione spontanea di flusso idrodinamico e la formazione di pattern spazio-temporali (onda metacronale). Abbiamo risultati nel caso in cui l' energia fornita al sistema sia un processo stocastico temporalmente modulato (descritto da un propagatore tipo Brazowski della MS d' equilibrio) Vorremmo estendere a processi genuinamente Poissoniani e fortemente non additivi, processi corrispondenti a varie possibilita' per il motore interno del singolo oggetto. Attraverso questo modello vorremmo individuare le caratteristiche essenziali del complesso attivo interno alle ciglia che danno luogo ai vari fenomeni su larghe scale. Al momento stiamo studianodo modi di affrontare attraverso modelli piu' dettagliati le proprieta' dinamiche del singolo filamento come oggetto esteso.

Testo inglese

-) We wish to eventually clarify the differences in the critical behaviour of 2-dimesional sigma models when the nonabelian symmetry is discrete and continuous, and to verify numerically the perturbative analysis of the renormalization group flow.

-) We believe that the numerical algorithms we have introduced to simulate polymers will allow us to study with high precision the transition to the collapsed phase and the diffusive modes along the chain by moving pieces of secondary structures like alpha helicas.

-) In the theory of complexity the classification of problems by the computational cost necessary to solve the hardest instances within a certain class can be usefully enlarged to the evaluation of the typical computational cost in a statistical ensemble. Indeed, often the probability of the hardest problems is negligible. In a statistical approach the methods of statistical mechanics for disordered systems are effective, as we are learning in these days. A more detailed understanding of the origin of the hardest instances can be useful to design algorithms faster than those applied commonly in a lot of applications. We have recently introduced a model which shows a typical phase transition but allows a series of analytical investigations otherwise impossible in similar models: we hope to use it to check many of the methods applied in this field. This model can also be applied in the study of error correcting codes and, more generally, in the statistical inference context.

-) We have recently introduced a notion of correlation length for the driven lattice gas where the decay of the correlation functions is algebraic for all temperatures. We are planning to sistematically use this definition in connection with finite-size-scaling methods to clarify once for all a discussion about the theoretical predictions for critical behavior of the driven lattice gas which have come under an animated discussion recently in the litterature.

-) We propose to evaluate the contribution of a Luttinger liquid (for the anyonic excitations) to the correlation functions of various order. In particular the correlation function describing the fluctuations in an experiment as Hanbury Brown and Twiss is very interesting since the statistics of the anyonic excitations can show up there in a clear fashion.

-) The properties of anyon statistics can be examined in a process of dephasing in an experiment a' la Bohm-Aranov. The evaluation of the shot noise by means of the Keldysh formalism should show some characteristic of the fractional statistics of the anyons.

-)We developed a model inspired by experiments of self-organization of microtubules and motor proteins, based on driven lattice-gas models, in which we propose the local drive of the molecular motors together with excluded volume interactions between the polymers as relevant variables. The model exhibits a rich phase behavior, which includes absorbing

states, and far from equilibrium inhomogeneous steady states. We wish to extend the model, including

- the effect of the drive on the orientational degrees of freedom of the filaments
- the problem of dynamic instability, that appears to be relevant for the organization of microtubules throughout the cell cycle, and that we already analyzed in the case of the driven diffusive dynamics of a single filament in a "motility assay" experiment, looking for the conditions for the breaking of diffusive dynamics on large scales

- different geometries.

-)We recently introduced a simplified model to study phenomena related to the hydrodynamic interaction between cilia, such as the spontaneous generation of flux and the formation of spatio-temporal patterns (metachronal wave). We have results for the case in which the active drive on the system is a stochastic process described by a Brazowski-like propagator. We would like to extend them to genuinely Poisson and nonadditive processes, which correspond to different possibilities for the internal drive of the single object. Through this model we would like to look for the essential conditions for the active internal complex of cilia, necessary to give rise to the observed large scale phenomena. We are currently studying ways to model the dynamics of single filaments as extended objects.

2.6 Descrizione delle attrezzature già disponibili ed utilizzabili per la ricerca proposta

N°	Anno di acquisizione	Descrizione	
		Testo italiano	Testo inglese

2.7 Descrizione della richiesta di Grandi attrezzature (GA)

Attrezzatura I

Descrizione

valore presunto (Euro) percentuale di utilizzo per il programma

Attrezzatura II

Descrizione

valore presunto (Euro) percentuale di utilizzo per il programma

2.8 Mesi uomo complessivi dedicati al programma

	numero	mesi uomo
Personale universitario dell'Università sede dell'Unità di Ricerca (docenti)	3	47 <i>(ore: 6439)</i>
Personale universitario dell'Università sede dell'Unità di Ricerca (altri)	0	0
Personale universitario di altre Università (docenti)	2	33 <i>(ore: 4521)</i>
Personale universitario di altre Università (altri)	0	0
Titolari di assegni di ricerca	0	0
Titolari di borse dottorato e post-dottorato	0	0
Personale a contratto	1	22 <i>(ore: 3025)</i>
Personale extrauniversitario	7	95 <i>(ore: 13015)</i>
Totale	13	197 <i>(ore: 27000)</i>

Parte: III

3.1 Costo complessivo del Programma dell'Unità di Ricerca

Voce di spesa	Spesa, Euro	Descrizione	
		Testo italiano	Testo inglese
Materiale inventariabile	10.000	<i>computer, libri, riviste</i>	<i>computer, books, reviews</i>
Grandi Attrezzature			
Materiale di consumo e funzionamento	2.000	<i>software</i>	<i>software</i>
Spese per calcolo ed elaborazione dati			
Personale a contratto	31.000	<i>un assegno per 2 anni</i>	<i>a post doc for two years</i>
Servizi esterni	2.000	<i>una segretaria con contratto a termine per collaborazione nella gestione logistica e amministrativa del progetto</i>	<i>a secretary for limited time for emergencies in the administration of the project</i>
Missioni	5.000	<i>collaborazione scientifica con altre sedi italiane ed estere</i>	<i>for collaboration with other people in Italy and abroad</i>
Pubblicazioni			
Partecipazione / Organizzazione convegni	2.500	<i>Partecipazione a convegni internazionali ed italiani</i>	<i>To attend international and national congresses</i>
Altro			

Il progetto e' gia' stato cofinanziato da altre amministrazioni pubbliche o private (art. 4 bando 2002)? NO

Amministrazioni cofinanziatrici:

	Euro
Costo complessivo del Programma dell'Unità di Ricerca	52.500
Costo minimo per garantire la possibilità di verifica dei risultati	38.000
Fondi disponibili (RD)	10.000
Fondi acquisibili (RA)	6.000
Cofinanziamento di altre amministrazioni pubbliche o private (art. 4 bando 2002)	0
Cofinanziamento richiesto al MIUR	36.500

Parte: IV

4.1 Risorse finanziarie già disponibili all'atto della domanda e utilizzabili a sostegno del Programma

QUADRO RD

Provenienza	Anno	Importo disponibile, Euro	Note
Università			
Dipartimento			
CNR			
Unione Europea			
Altro	2002	10.000	<i>Sezione INFN di Milano</i>
TOTAL		10.000	

4.1.1 Altro

I fondi sono rilasciati a scopo cofinanziamento dalla Sezione INFN di Milano

4.2 Risorse finanziarie acquisibili in data successiva a quella della domanda e utilizzabili a sostegno del programma nell'ambito della durata prevista

QUADRO RA

Provenienza	Anno della domanda o stipula del contratto	Stato di approvazione	Quota disponibile per il programma, Euro	Note
Università	2002	<i>in fase di presentazione</i>	6.000	<i>La cifra sara' resa disponibile in caso di approvazione del programma</i>
Dipartimento				
CNR				
Unione Europea				
Altro				
TOTAL			6.000	

4.2.1 Altro

4.3 Certifico la dichiarata disponibilità e l'utilizzabilità dei fondi di cui ai punti 4.1 e 4.2: *SI*

Firma _____

(per la copia da depositare presso l'Ateneo e per l'assenso alla diffusione via Internet delle informazioni riguardanti i programmi finanziati; legge del 31.12.96 n° 675 sulla "Tutela dei dati personali")

Firma _____

22/04/2002 11:38:15

