

DIPARTIMENTO DI FISICA

UNIVERSITA' DELLA CALABRIA



RAPPORTO ATTIVITA'

ANNO ACCADEMICO 1999/2000

Pubblicazioni scientifiche relative all'anno solare 2000

*Università degli Studi della Calabria - Dipartimento di Fisica
C.da Arcavacata, 87036 RENDE (Cosenza) - ITALY*

RAPPORTO ATTIVITA'

ANNO ACCADEMICO 1999/2000

Pubblicazioni scientifiche relative all'anno solare 2000

Indice

Introduzione	6
--------------------	---

INFORMAZIONI GENERALI

Organi del Dipartimento	7
Professori di ruolo	8
Ricercatori, Dottorandi, Assegnisti e Post-Doc	9
Personale tecnico ed amministrativo	10
Elenco numeri telefonici del Dipartimento.....	11
Seminari.....	12
Tesi di Laurea	14
Tesi di Dottorato.....	17
Congressi e Convegni.....	18

ATTIVITA' DI RICERCA

1 - ASTROFISICA	19
1.1 I PLASMI IN ASTROFISICA.....	19
1.1.1 Turbolenza MHD associata all'instabilità parametrica.....	20
1.1.2 Dissipazione di onde di Alfvén in strutture magnetiche caotiche.....	21
1.1.3 Strutture coerenti nella turbolenza MHD del vento solare.....	21
1.1.4 Leggi di scala ed intermittenza in turbolenza MHD	21
1.1.5 Processi di trasporto e dinamica delle particelle cariche in un campo magnetico turbolento	22
1.1.6 Analisi delle osservazioni dei campi magnetici e di velocità fotosferici	23
<i>Pubblicazioni</i>	24
2 - FISICA TEORICA DELLE ALTE ENERGIE	32
2.1 FENOMENOLOGIA ADRONICA E QCD.....	32
2.1.1 QCD	32
2.1.2 Fenomenologia adronica	33
2.1.3 Interazione K-N.....	33
2.2 TEORIE DI GAUGE SU RETICOLO.....	33
2.2.1 Teorie di gauge su reticolo.....	33
<i>Pubblicazioni</i>	35

3 -	FISICA NUCLEARE	38
3.1	NUCLEO COERENTE	38
3.2	SISTEMI METALLO-IDROGENO	38
	<i>Pubblicazioni</i>	39
4 -	FISICA SPERIMENTALE DELLE PARTICELLE ELEMENTARI	40
4.1	ESPERIMENTO ZEUS.....	40
4.2	PROGETTO DI UN RIVELATORE PER IL FUTURO ANELLO DI COLLISIONE ppLHC AL CERN: ATLAS	41
4.3	RICERCA DELLE OSCILLAZIONI DI NEUTRINO ν_μ IN NEUTRINO τ CON L'ESPERIMENTO NOMAD.....	42
	<i>Pubblicazioni</i>	44
5 -	FISICA DELLE SUPERFICI	49
5.1	SPETTROSCOPIA ELETTRONICA DI SUPERFICIE (SPES)	49
5.1.1	Proprietà elettroniche e strutturali di superfici.....	49
5.1.2	Idruri metallici.....	50
5.1.3	Studi strutturali.....	51
5.2	INTERAZIONE IONI-SUPERFICI (IIS)	52
5.3	FISICA TEORICA DI STRUTTURA DELLA MATERIA	53
5.3.1	Riflessione e sputtering indotto da ioni.....	53
5.3.2	Effetti non adiabatici in superfici metalliche	54
5.3.3	Processi chimico-fisici del mercurio atmosferico	56
5.3.4	Fenomeni di interferenza in sistemi atomici soggetti ad irraggiamento laser....	56
	<i>Pubblicazioni</i>	58
6 -	FISICA MOLECOLARE	63
6.1	NUOVI CRISTALLI LIQUIDI APOLARI, FERROELETTRICI E METALLORGANICI. INSTABILITÀ ELETTOCONVETTIVE IN FLUIDI COMPLESSI. INTERAZIONI CRISTALLI LIQUIDI-CONDUTTORI MISTI. STUDIO DELLA VARIABILITÀ SPAZIALE DEGLI SPETTRI RAMAN DEI FILM DI OSSIDO A CONDUZIONE MISTA. ANALISI TERMICA DEI CRISTALLI LIQUIDI.....	63
6.1.1	Studio della variabilità spaziale degli spettri Raman dei film di WO_3 , cresciuti per sputtering reattivo presso l'Unità di Ricerca di Catania	64
6.1.2	Studio della interazione tra i suddetti film e cristalli liquidi nematici In celle asimmetriche.....	65
6.1.3	Nuovi materiali metallorganici e apolari.....	66
6.1.4	Instabilità Elettroconvettive in Cristalli Liquidi Nematici.....	66
6.1.5	Utilizzo di un calorimetrico fotopiroelettrico per lo studio del comportamento critico dei parametri termici alle transizioni di fase nei	

	cristalli liquidi termotropici	69
6.2	SUPERFICI ED INTERFACCE DEI MATERIALI LIQUIDO-CRISTALLINI.....	69
6.3	FOTONICA	70
6.3.1	Dinamica non lineare e transizione al caos in cristalli liquidi	71
6.3.2	Effetto fotorifrattivo in materiali liquido-cristallini compositi (DPLC)	71
6.3.3	Olografia di polarizzazione in PDLC	72
6.3.4	Reticoli orografici in polimeri liquido-cristallini e film di Langmuir-Blodgett	72
6.4	OTTICA NON LINEARE	73
6.4.1	Misura di densità d'energia e durata di impulsi laser corti ed incoerenti con l'uso di cristalli liquidi	73
6.4.2	Realizzazione e caratterizzazione di un reticolo di diffrazione con strati nemati sub-micrometrici attraverso la fotopolimerizzazione di miscele contenenti nematico	73
6.4.3	Autoconfinamento assistito elettricamente e guida d'onda in celle di cristallo liquido nematico	74
	<i>Pubblicazioni</i>	75
7 -	BIOFISICA MOLECOLARE	82
7.1	PROPRIETA' STRUTTURALI E CALORIMETRICHE DI METALLO-PROTEINE.....	82
7.1.1	Eterogeneità strutturale di metallo-proteine contenenti ioni rame	82
7.1.2	Effetto della sostituzione rame/zinco sulla stabilità termica dell'azurina.....	83
7.2	PROPRIETA' FISICHE DI SISTEMI MODELLO DI BIOMEMBRANE.....	83
7.2.1	Comportamento di fase liotropico di composti ternari lipidi/polimero-lipidi/acqua	83
7.2.2	Interazione tra metalli pesanti e membrane fosfolipidiche modello	84
	<i>Pubblicazioni</i>	84

Introduzione

Il Dipartimento di Fisica dell'Università della Calabria è impegnato nei seguenti campi di ricerca:

- 1. Astrofisica*
- 2. Biofisica Molecolare*
- 3. Fisica Ambientale*
- 4. Fisica delle Superfici*
- 5. Fisica Molecolare*
- 6. Fisica Nucleare*
- 7. Fisica delle Alte Energie*
- 8. Fisica Teorica di Alte Energie*
- 9. Fisica Teorica di Struttura della Materia*

Sono istituiti, presso il Dipartimento, una Unità di ricerca dell'Istituto Nazionale per la Fisica della Materia (INFN) ed un Gruppo collegato dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN), che contribuiscono al potenziamento dei mezzi di ricerca ed al necessario coordinamento nazionale.

Per ognuno dei settori di ricerca del Dipartimento elencati sono riportati nella presente relazione l'attività ed i risultati conseguiti nel corso dell'anno accademico '99/00.

Tali ricerche sono per la quasi totalità condotte in collaborazioni internazionali, mantenendo elevato il livello di competenze e competitività scientifica del Dipartimento.

In particolare, vi è da considerare un inserimento organico del gruppo INFN nelle attività del CERN di Ginevra e ad Amburgo e dell'Unità INFN nelle attività dei sincrotroni di Trieste e Grenoble e delle sorgenti neutroniche di Oxford, Saclay e Grenoble.

Sempre per quello che riguarda gli inserimenti internazionali vi è da considerare che il Dipartimento di Fisica dell'Università della Calabria è sede di diversi nodi di networks europei: Astrofisica del Plasma, Ferro-elettrici, Ottica e Cristalli Liquidi, dell'ultimo è anche coordinatore europeo.

L' INFN ha attivato laboratori nei campi della Astrofisica dei Plasmi, della Biofisica, dei Cristalli Liquidi, della Fisica Ambientale e della Fisica delle Superfici e dei Superconduttori. Le ricerche svolte sono parte di progetti Nazionali INFN. Sono inoltre attivati presso il Dipartimento il Dottorato di Ricerca in Fisica e il Diploma universitario in Scienza dei Materiali.

Infine vi è da notare come il Dipartimento sia interessato e ben inserito nell'istituendo Parco Scientifico e Tecnologico della Calabria ed anzi, tramite l'Unità INFN è responsabile dell'avvio del Centro di Cooperazione Università-Centri di Ricerca Imprese ed affidatario del Laboratorio di Prototipi.

Tutto ciò a fronte di sole 35 unità di personale docente e ricercatore e 17 unità di personale tecnico.

Se si considera che tale attività di ricerca è nel contempo affiancata da una attività didattica, che oltre al corso di Laurea in Fisica, si estende su altri 9 corsi di laurea delle Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali, Farmacia ed Ingegneria, nonché a 3 corsi di Diploma Universitario, si comprende che tutto ciò sarebbe irrealizzabile se non sostenuto da un grande entusiasmo e dalla convinzione che esistano le motivazioni ed i presupposti per un rapido sviluppo del Dipartimento.

Prof.

Giovanni

Il Direttore

Falcone

ORGANI DEL DIPARTIMENTO

Direttore:

Giovanni FALCONE

Giunta:

Lorenzo CAPUTI, Ernesto LAMANNA, Luigi PAPAGNO, Luigi SPORTELLI,
Michele CAMARCA, Vincenzo CARBONE, Alessandro PAPA,
Nicola SCARAMUZZA

Consiglio di Dipartimento:

8 Professori Ordinari

16 Professori Associati

9 Ricercatori

9 Rappresentanti dei Dottorandi di Ricerca

9 Rappresentanti del Personale Tecnico ed Amministrativo

Segretario Amministrativo:

Giocondo PERRI

PROFESSORI DI RUOLO

Nome Cognome	Settore Disciplinare
--------------	-------------------------

Proff. Ordinari

1. Roberto BARTOLINO	B01B
2. Gaetano CANNELLI	B01A
3. Elio COLAVITA	B01B
4. Giovanni FALCONE	B01A
5. Guido RUSSO	B05X
6. Luigi SPORTELLI	B01B
7. Giancarlo SUSINNO	B01A
8. Pierluigi VELTRI	B03X

Proff. Associati

1. Renzo ALZETTA	B02A
2. Riccardo BARBERI	B01A
3. Orazio BARRA	B01A
4. Assunta BONANNO	B01A
5. Lorenzo CAPUTI	B01A
6. Vincenzo CARBONE	B01A
7. Enzo CAZZANELLI	B03X
8. Gennaro CHIARELLO	B03X
9. Giovanni CROSETTI	B01A
10. Roberto FIORE	B02A
11. Ernesto LAMANNA	B01A
12. Laura LA ROTONDA	B01A
13. Antonino OLIVA	B01A
14. Luigi PAPAGNO	B01A
15. Francesco PIPERNO	B03X
16. Nicola SCARAMUZZA	B01A
17. Cesare UMETON	B03X
18. Galileo VIOLINI	B02A

RICERCATORI

Settore disciplinare

1. Rosa BARTUCCI	B01B
2. Michele CAMARCA	B01A
3. Gabriella CIPPARRONE	B01A
4. Francesco MALARA	A03X
5. Alessandro PAPA	B02A
6. Marco SCHIOPPA	B01A
7. Carlo VERSACE	B01A
8. Fang XU	B01A
9. Gaetano ZIMBARDO	B05X

DOTTORANDI

ASSEGNISTI

(XIII Ciclo)

1. Maria P. DE SANTO
2. Raffaele LE PERA
3. Raffaele MARSICO
4. Roberta MAZZUCA
5. Giuseppe STRANGI

1. Marcella CAPUA
2. Anna CUPOLILLO
3. Luigi FORLANO
4. Rita GUZZI
5. Giuseppe LIBERTI
6. Pierre POMMOIS
7. Leonardo PRIMAVERA
8. Pierfrancesco RICCARDI
9. Antonio SINDONA

(XIV Ciclo)

1. Tommaso CARUSO
2. Daniela CUCE'
3. Antonella GRECO
4. Anna MASTROBERARDINO
5. Graziano MILETO
6. Luca PAPALINO
7. Luca SORRISO-VALVO
8. Damiano TARANTINO
9. Raffaele VENA

POST-DOC

1. Maria IOVANE
2. Angelo QUARTAROLO

(XV Ciclo)

1. Pasquale BARONE
2. Vincenzo BRUNO
3. Giovanni CARBONE
4. Francesca CASTROVILLARI
5. Fabio LEPRETI
6. Daniela PACILE'
7. Pasquale PAGLIUSI
8. Bruno RIZZUTI
9. Grazia RUSSO
10. Bruno ZAPPONE

PERSONALE TECNICO ED AMMINISTRATIVO

Amministrazione

1. Giocondo PERRI (Segretario Amministrativo)
2. Gaspare PECORA (Segretario Amministrativo sostituto)
3. Lidia MAIDA

Segreteria

4. Luigina DE ROSE
5. Luigi PARISE

Biblioteca

6. Manlio RENZELLI
7. Angela TROMBINO (Responsabile)

Laboratori Didattici

8. Mario LOMBARDI
9. Giovanni VIAPIANA (Responsabile)

Strutture di Calcolo

10. Nicola GUARRACINO (Responsabile)
11. Fedele STABILE

Laboratori di ricerca

Fisica e Biofisica Molecolare

12. Bruno DE NARDO (Responsabile)
13. Carmine PRETE

Interazione Ioni-Materia e Spettroscopia Elettronica di Superficie

14. Eugenio LI PRETI (Responsabile)
15. Vito FABIO

Alte Energie

16. Francesco SCIOMMARELLA
17. Francesco PELLEGRINO

Il Dipartimento di Fisica ospita una sezione distaccata dell'INFM con il seguente personale:
Sonia VIVONA (Assistente Amministrativo - INFM distaccata)
Antonio BOZZARELLO (Collaboratore Amministrativo)

Elenco dei numeri telefonici interni del Dipartimento

(per chi telefona da fuori sede, anteporre 0984-49)

INTERNET: @FIS.UNICAL.IT

HTTP: WWW.FIS.UNICAL.IT

FAX: 4401

ALZETTA Renzo	6028	PECORA Gaspare	6005
BARBERI Riccardo	6118-6150	PELLEGRINO Francesco	6102-6098
BARRA Orazio	6171	PERRI Giocondo	6004
BARTOLINO Roberto	6122	PIPERNO Franco	6058
BARTUCCI Rosina	6074-6073	PRETE Carmine	6142
BONANNO Assunta	6170-6178	RENZELLI Manlio	6009
BOZZARELLO Antonio	6008	RUSSO Guido	6128
CAMARCA Michele	6172-6178	SCARAMUZZA Nicola	6113-6151
CANNELLI Gaetano	6155	SCHIOPPA Marco	6017-6104
CAPUTI Lorenzo	6154-6173	SCIOMMARELLA Francesco	6011
CARBONE Vincenzo	6131-6033	SPORTELLI Luigi	6076-6073
CAZZANELLI Enzo	6114-6142	STABILE Fedele	6027
CHIARELLO Gennaro	6157-6174	SUSINNO Giancarlo	6016-6104
CIPPARRONE Gabriella	6115-6148	UMETON Cesare	6117-6152
COLAVITA Elio	6156-6174	VELTRI Pierluigi	6136-6033
CROSETTI Giovanni	6021	VERSACE Carlo	6116-6147
DE NARDO Bruno	6111-6106	VIAPIANA Giovanni	6053
DE ROSE Luigina	6001	VIOLINI Galileo	6024
FABIO Vito	6076-6166	VIVONA Sonia	6007
FALCONE Giovanni	6057	XU Fang	6168-6178
IORE Roberto	6018	ZIMBARDO Gaetano	6134-6033
GUARRACINO Nicola	6030		
LA ROTONDA Laura	6014-6102	<i>Servizio calcolo e reti</i>	6035
LAMANNA Ernesto	6020-6103	<i>Lab. Fisica Medica</i>	6068
LI PRETI Eugenio	6179-6165	<i>Lab. Numerico Plasmi Astrofisici</i>	6033
LOMBARDI Mario	6083	<i>Lab. Interazione Ioni-Materia</i>	6178
MAIDA Lidia	6006	<i>Lab. Spettroscopia Elettronica</i>	6174
MALARA Francesco	6135-6033	<i>Lab. Biofisica</i>	6073
OLIVA Antonino	6167-6178	<i>Lab. Fisica Molecolare</i>	6151
PAPA Alessandro	6015	<i>Lab. Fisica Nucleare</i>	6104
PAPAGNO Luigi	6158-6174	<i>Lab. Ottica</i>	6152
PARISE Luigi	6002	<i>Lab. Alte Energie</i>	6104
		<i>Officina</i>	6006

SEMINARI (2000)

Seminari tenuti da relatori stranieri

1. 24-03-2000
Prof. ROLAND GRAPPIN – *Observatoire de Paris-Meudon*
Waves and wind in the solar Corona
2. 14-06-2000
Prof. RAUL BARAGIOLA – *Virginia University (USA)*
Search for Plasmon in Condensed Water
3. 27-07-2000
Dr. SERGEY SAVIN – *Istituto di Fisica dello Spazio, Mosca*
On the strong turbulence properties over magnetospheric cusp and “sash” from ISTP spacecraft data
4. 12-09-2000
Dr. PANAGIOTA PETKAKI – *Imperial College, Londra*
Wave observations in the Jovian magnetosphere

Seminari tenuti da relatori italiani

1. 27-01-2000
Dr. ELZA BONTEMPI – *Facoltà di Ingegneria, Università di Brescia*
La riflettometria X per lo studio dei film sottili
2. 15-3-2000
Dr. PASQUALE LONDRILLO – *Osservatorio Astronomico, Bologna*
Modelli di sottogriglia per lo studio numerico della turbolenza fluida e magnetoidrodinamica

3. 10-05-2000
Dr. MARCELLA CAPUA – *Università della Calabria e INFN-Cosenza*
Diffrazione inclusiva a basso q^2
4. 24-05-2000
Dr. STEFANO BELLUCCI – *INFN, Laboratori Nazionali di Frascati*
Introduzione alla teoria chirale delle perturbazioni
5. 25-5-2000
Prof. VALERIO PIRRONELLO – *Università di Catania*
Formazione di idrogeno molecolare su superfici di interesse astrofisico: esperimenti e modelli
6. 28-06-2000
Prof. FULVIO PARMIGIANI – *Dipartimento di Fisica, Università Cattolica di Brescia*
BACH, the Beamline for advanced di CHROIC and scattering experiments at ELETTRA
7. 29-06-2000
Prof. FULVIO PARMIGIANI – *Dipartimento di Fisica, Università Cattolica di Brescia*
Time resolved linear and non linear photoeission in the sub-ps regime

12-12-2000
8. Dr. MASSIMO D'ELIA – *Università di Genova e INFN-Genova*
Il confinamento del colore in Cromodinamica Quantistica

13-12-2000
9. Dr. LUIGI TEDESCO – *Università di Bari e INFN-Bari*
Campi magnetici nell'universo primordiale

TESI DI LAUREA ANNO SOLARE 2000

Seduta del 22.03.2000

1. Patrizia ARCURI *Analisi climatologica delle Piane di Sibari e Metaponto*
RELATORE: prof. Carlo BELLECCI

2. Carlo BRUNO *Studio spettrofotometrico e di risonanza di Spin Elettronico (ESR) dell'interazione fra mercurio (HGII) e multilamelle fosfolipifiche*
RELATORE: prof. Luigi SPORTELLI

3. Francesca CASTROVILLARI *Miglioramenti di una sorgente laser CO₂ per diagnostica atmosferica*
RELATORE: prof. Carlo BELLECCI

4. Teresa LO FEUDO *Prototipo di una unità mobile Dial a CO₂ per il monitoraggio ambientale*
RELATORE: prof. Carlo BELLECCI

5. Andrea STIRPE *Studio EPR dell'effetto del congelamento sulla eterogeneità strutturale di metallo-proteine*
RELATORE: prof. Luigi SPORTELLI

6. Paolo VETRO' *Calibrazione di un sistema D.I.A.L. per misure di benzene in atmosfera*
RELATORE: prof. Carlo BELLECCI

Seduta del 23.03.2000

7. Roberto CAPUTO *Studio e caratterizzazione di reticoli orografici in materiali compositi liquido-cristallini con curaggio UV*
RELATORE: prof. Cesare UMETON

8. Francesco D'ELIA *Studio e caratterizzazione delle proprietà elettriche ed elettro-ottiche di materiali compositi polimero-cristallo liquido*
RELATORE: dott. Nicola SCARAMUZZA

9. Miranda NICOLETTI *Avventure cosmologiche nelle foreste Lyman-Alfa*
RELATORE: dott. Vincenzo CARBONE

Seduta del 17.5.2000

10. Valter BIANCO *Metodi e tecniche di monitoraggio ambientale dei campi elettromagnetici*
RELATORE: prof. Carlo BELLECCI

Seduta del 19.07.2000

11. Pier Giorgio ALFANO *Studio per le perdite anelastiche nella eccitazione e diseccitazione di ioni Ne su bersaglio di Al*
RELATORE: prof. Antonino OLIVA

12. Carlo MINERVINO *Metodologie sperimentali della fisica dei materiali liquido-cristallini*
RELATORE: prof. Roberto BARTOLINO

Seduta del 26.10.2000

13. Roberto BENEDEUCI *Proposte per una reinterpretazione del formalismo della meccanica quantistica*
RELATORE: dott. Giuseppe NISTICO'

14. Serafino PASCUZZI *Aspetti sperimentali della termodinamica degli idruri metallici*
RELATORE: prof. Elio COLAVITA

15. Rocco PROCOPIO

Studio di sensori di gas a ossidi semiconduttori mediante desorbimento

RELATORE: prof. Lorenzo CAPUTI

16. Rocco RUSSO

Metodologia della misura nella verifica costruttiva dei tubi a deriva dell'esperimento ATLAS

RELATORE: prof. Ernesto LAMANNA

TESI DI DOTTORATO ANNO 2000 (XIII Ciclo)

1. Maria Penelope DE SANTO *Tecniche SPM per analisi di proprietà elettriche di superfici*
SUPERVISORE: Dr. Riccardo BARBERI

2. Raffaele LE PERA *Anomalia nello Scattering Compton di neutroni su idruri metallici alla luce della Elettrodinamica Quantistica Coerente*
SUPERVISORE: Prof. Renzo ALZETTA

3. Raffaele MARSICO *Studio e caratterizzazione di sensori di gas e ossidi metallici semiconduttori*
SUPERVISORE: Prof. Lorenzo CAPUTI

4. Roberta MAZZUCA *Il modello di urto singolo nel fenomeno del backscattering di ioni leggeri da superfici di solidi*
SUPERVISORE: Prof. Giovanni FALCONE

5. Giuseppe STRANGI *Studi ottici, elettroottici e dei fenomeni di trasporto in materiali mesogeni*
SUPERVISORE: Dr. Nicola SCARAMUZZA

CONGRESSI E CONVEGNI ANNO 2000

12-17 Settembre 2000

Network Europeo SALCNET – Moena (TN)

31 Marzo 2000

Convegno “Biciclando” Piste ciclabili in Calabria – Copanello (CZ)

23-28 Maggio 2000

Società Italiana Cristalli Liquidi, Congresso annuale “2000 – Reggio Calabria

2-7 Settembre 2000

Work-shop internazionale DIFFRACTION 2000 – Cetraro (CS)

20-23 Settembre 2000

II Convegno Nazionale su “La Fisica del Plasma in Italia”- Cetraro (CS)

1 ASTROFISICA

La ricerca in Astrofisica nel Dipartimento di Fisica dell'Università della Calabria è articolata in tematiche che si differenziano o per l'oggetto dell'indagine o per gli strumenti di indagine utilizzati:

1.1 I PLASMI IN ASTROFISICA

- Ricercatori:* Pierluigi Veltri
Francesco Malara
Vincenzo Carbone
Gaetano Zimbardo
- Assegnisti* Leonardo Primavera
Pierre Pommois
- Dottorandi* Antonella Greco
Luca Sorriso-Valvo
Fabio Lepreti
- Laureandi* Marco Onofri
Francesco Valentini
- Collaboratori:* R. Bruno (*IFSI - CNR, Frascati*)
F. Berrilli (*Università "Tor Vergata", Roma*)
G. Consolini (*IFSI - CNR, Frascati*)
V. Antoni et al. (*Consorzio RFX – CNR, Padova*)
A. Vulpiani (*Università "La Sapienza", Roma*)
G. Boffetta (*Università di Torino*)
S. Savaglio (*Osservatorio Astronomico di Monteporzio, Roma*)
A. Taktakishvili (*Abastumani Observatory, Tbilisi, Georgia*)
A. Milovanov (*Space Research Institute, Mosca, Russia*)
L. Zelenyi (*Space Research Institute, Mosca, Russia*)
V. Abramenko (*Crimean Astrophysical Observatory, Ukraina*)
V. Yurchyshyn (*Big Bear Observatory, Big Bear City, CA, USA*)

Premessa

La maggior parte della materia interplanetaria e dell'atmosfera solare è costituita da plasma, per questo motivo molti dei dati forniti dalle missioni spaziali, o provenienti dagli osservatori solari, possono essere interpretati solo nell'ambito della fisica del plasma. Molto spesso inoltre in questo ambito, gli stessi dati, oltre a permettere la costruzione di modelli per la comprensione dei fenomeni astrofisici, hanno rappresentato un potente mezzo di indagine che ha spesso fornito nuove chiavi di lettura dei fenomeni della fisica fondamentale. Ciò ha permesso di utilizzare lo spazio interplanetario come un immenso laboratorio in cui portare a termine esperienze non realizzabili nei laboratori terrestri. D'altro canto, l'uso di analoghe tecniche di analisi su misure spaziali e misure effettuate nei plasmi di laboratorio, permette di confrontare i fenomeni fisici che avvengono su scale spaziali nettamente diverse ed il cui studio è interessante sia in connessione sia con il problema della fusione termonucleare controllata, sia per la comprensione di alcuni problemi che si incontrano nei plasmi di tipo più propriamente industriale.

Il gruppo di Plasmi astrofisici dell'Università della Calabria si è occupato di problemi di questo tipo, in collaborazione con gruppi localizzati in diverse università italiane (Firenze, Roma) e con istituzioni italiane (IFSI - CNR di Frascati, RFX - CNR di Padova) ed estere (Observatoire de Paris-Meudon, Space Research Institute, Mosca, Crimean Astrophysical Observatory, Ukraina). I temi particolari che sono stati oggetto di studio nel corso del 2000 sono indicati nel seguito.

1.1.1 Turbolenza MHD associata all'instabilità parametrica

Le proprietà della turbolenza MHD possono dipendere dalla particolare instabilità che nella sua fase nonlineare ha generato la turbolenza stessa. Abbiamo quindi studiato numericamente l'evoluzione nonlineare dell'instabilità parametrica, partendo da uno spettro iniziale di onde di Alfvén a larga banda, come si può supporre essere quello del vento solare. Abbiamo trovato che il livello di saturazione dell'instabilità è più basso all'aumentare del beta del plasma. La cascata inversa di onde di Alfvén che si propagano all'indietro, da' origine ad uno spettro che presenta le caratteristiche principali di quello osservato nel vento solare nei getti veloci.

1.1.2 Dissipazione di onde di Alfvén in strutture magnetiche caotiche

E' stato messo in evidenza, utilizzando modelli numerici, come nelle strutture magnetiche complesse, la dissipazione delle onde di Alfvén sia determinata non solo dal meccanismo di phase-mixing, ma anche dallo stiramento delle fluttuazioni prodotto dalla separazione esponenziale delle linee di forza.

1.1.3 Strutture coerenti nella turbolenza MHD del vento solare

L'interazione di una turbolenza alfvénica con uno strato di corrente a grande scala è stata studiata numericamente. Questa interazione, che dà origine a fluttuazioni comprimibili, rappresenta un modello efficace per spiegare le correlazioni tra le fluttuazioni comprimibili osservate nello strato di corrente eliosferico. Il fatto che la distribuzione di entropia intorno allo strato di corrente eliosferico sia non omogenea, dà origine a correlazioni negative tra fluttuazioni di densità e di temperatura a piccole scale. Questi risultati sono in ottimo accordo con le misure effettuate alla frontiera dei cambiamenti di settore.

1.1.4 Leggi di scala ed intermittenza in turbolenza MHD

Autosimilarità nella turbolenza MHD

L'analisi dati del vento solare ha mostrato che la turbolenza MHD è caratterizzata da leggi di scala anomale, che sono state attribuite all'intermittenza. Abbiamo studiato le caratteristiche dell'intermittenza e le leggi di scala anomale in turbolenza MHD usando nuovi metodi (trasformate di wavelets, Auto-Similarità Estesa, funzioni di struttura condizionate, funzioni di distribuzione di probabilità) nell'analisi dei dati ottenuti nelle esperienze spaziali ISEE ed Helios, e dati del campo geomagnetico. Abbiamo mostrato in particolare che l'intermittenza può modificare i parametri che caratterizzano l'anisotropia della turbolenza nel vento solare. L'uso delle stesse tecniche per caratterizzare la turbolenza MHD generata al bordo di una macchina a plasma (l'RFX di Padova) ed in simulazioni numeriche, ha permesso non solo di sottolineare l'universalità della fenomenologia della turbolenza, ma anche di capire meglio il comportamento non lineare della macchina.

Intermittenza temporale nei modelli a guscio

Modelli semplificati sono importanti per studiare le caratteristiche fondamentali della turbolenza. Questi modelli chiamati “modelli a guscio” hanno in comune con le equazioni originali solo le leggi di conservazione, mentre la cascata di energia è modellata introducendo un insieme discreto di modi nello spazio di Fourier. Lo studio dell’intermittenza temporale di un nuovo modello a guscio per la turbolenza MHD ed il confronto con la statistica delle emissioni HXR dalla corona solare, ha permesso di ipotizzare che il meccanismo di rilascio di energia durante i nano-flares sia connesso all’intermittenza della turbolenza MHD presente nelle regioni attive della corona, piuttosto che a meccanismi del tipo “pila di sabbia”.

1.1.5 Processi di trasporto e dinamica delle particelle cariche in un campo magnetico turbolento

Diffusione anomala delle linee di forza magnetiche in una turbolenza anisotropa

La diffusione delle linee di forza del campo magnetico in un mezzo turbolento rappresenta una sorgente importante di trasporto anomalo sia nei plasmi di laboratorio che nella diffusione dei raggi cosmici. In molti sistemi fisici ed in particolare nel vento solare la turbolenza MHD è anisotropa. Abbiamo studiato numericamente la dipendenza dei regimi di trasporto dal livello di fluttuazioni magnetiche, sia nel caso di anisotropia nel piano perpendicolare al campo magnetico medio, che nel caso di una turbolenza assisimmetrica. Al variare del numero di Kubo sono stati trovati regimi anomali, quasilineari e percolativi. Si è fatta un’applicazione al trasporto di particelle energetiche nel vento solare, e questa ha permesso di spiegare le osservazioni da parte della sonda Ulysses di particelle energetiche a grandi latitudini solari. Una simulazione analoga permette di valutare la probabilità che le particelle accelerate in un brillamento possano raggiungere la magnetosfera terrestre.

Dinamica delle particelle cariche in un campo magnetico turbolento

Abbiamo studiato numericamente la dinamica degli ioni in una configurazione del tipo di quella della coda lontana della terra, in presenza delle fluttuazioni magnetiche dovute all’instabilità di tearing, per modellizzare le caratteristiche più importanti della struttura di corrente per capire la topologia del trasporto del plasma in una turbolenza magnetica e la struttura fine della percolazione della corrente elettrica. Un modello numerico bidimensionale ha permesso di calcolare la dimensione frattale del livello di percolazione. D’altra parte, un

modello numerico tridimensionale, più realistico, è stato usato per studiare i regimi di trasporto superdiffusivi e superballistici caratterizzati dalla presenza di voli di Lévy accelerati. Una conducibilità non locale e non lineare risulta essere necessaria per descrivere la risposta degli ioni al campo elettrico. Si è studiata anche la configurazione della coda magnetica vicina alla terra, dove il campo magnetico ha una componente normale allo strato di corrente. Si è studiata la struttura della corrente in funzione del livello delle fluttuazioni magnetiche e del valore della componente normale, e si sono trovate interessanti riscontri con le osservazioni da satellite nella coda magnetica.

1.1.6 Analisi delle osservazioni dei campi magnetici e di velocità fotosferici

Lo studio dei campi di velocità fotosferici 2D, osservati dallo strumento italiano IMP, montato sul telescopio solare THEMIS ha permesso di caratterizzare il comportamento multifrattale del campo di velocità a diverse altezze nella fotosfera, nonché del campo di dissipazione delle fluttuazioni di intensità. L'analisi dei dati di campo magnetico 3D ottenuti dal Huairou videomagnetografo del Beijing Astronomical Observatory ha inoltre permesso di ottenere informazioni sui cambiamenti topologici del campo magnetico alla base della fotosfera, connessi con i brillamenti nella corona solare, ed informazioni sulla stocasticità dell'attività solare.

A PUBBLICAZIONI SU RIVISTE

A.1 Pubblicazioni su riviste internazionali

A.1.1 Pubblicazioni su riviste internazionali stampate nel 2000

1. Carbone V., Regnoli G., Martines E., Antoni V.: *Intermittency and self-similarity in plasma edge fluctuations*, Physics of Plasmas, 7, 445-447 (2000)
2. Zimbardo G., Veltri P., Pommois P.: *Anomalous, quasilinear, and percolative regimes for magnetic field line transport in axially symmetric turbulence*, Phys. Rev. E 61, 1940 (2000)
3. Zimbardo G., Greco A., Veltri P.: *Superballistic transport in tearing driven magnetic turbulence*, Physics of Plasmas, 7, 1071 (2000).
4. Carbone V., Sorriso-Valvo L., Martines E., Antoni V., Veltri P.: *Intermittency and turbulence in a magnetically confined fusion plasma*, Physical Review E 62, R49-R52 (2000).
5. Greco A., Veltri P., Zimbardo G., Taktakishvili A. L., Zelenyi L. M.: *Numerical simulation of ion dynamics in the magnetotail magnetic turbulence: on collisionless conductivity*, Nonlinear Processes in Geophysics, 7, 159-166 (2000).
6. Zimbardo G., Pommois P., Veltri P.: *The Kubo number as a parameter governing the level of chaos in magnetic turbulence*, Physica A, 280, 99-105 (2000).
7. Malara F., Primavera L., Veltri P.: *Nonlinear evolution of parametric instability of a large-amplitude nonmonochromatic Alfvén wave*, Phys. Plasmas, 7, 2866-2877 (2000).
8. Milovanov A.V., Zimbardo G.: *Percolation in Random Scalar Fields: Topological Aspects and Numerical Modeling*, Physical Review E, 62, 250-260 (2000).

9. Lepreti F., Carbone V., Pietropaolo E., Consolini G., Bruno R., Bavassano B., Berrilli F.: *Multifractal structure of the dissipation field of intensity fluctuations in the solar photosphere*, Physica A 280, 88-92 (2000).
10. Giuliani P., Carbone V., Veltri P., Boffetta G., Vulpiani A.: *Waiting time statistics in solar flares*, Physica A 280, 75-80 (2000).
11. Yurchyshyn V.B., Abramenko V.I., Carbone V.: *Flare related changes of an active region magnetic field*, The Astrophysical Journal 538, 968-979 (2000).
12. Sorriso-Valvo L., Carbone V., Veltri P., Politano H., Pouquet A.: *Non-gaussian probability distribution functions in two-dimensional magnetohydrodynamic turbulence*, Europhysics Letters 51, 520-526 (2000).
13. Frick P., Boffetta G., Giuliani P., Lozhkin S., Sokoloff D.: *Long-time behavior of MHD shell models*, Europhysics Letters 52, 539-544 (2000).
14. Ditlevsen P.D., Giuliani P.: *Anomalous scaling in a shell model of helical turbulence*, Physica A 280, 69-74 (2000).
15. Lepreti F., Fanello P.C., Zaccaro F., Carbone V.: *Persistence of solar activity on small scales: Hurst analysis of time series coming from H α flares*, Solar Physics, 197, 149-156 (2000).

A.1.2 Pubblicazioni su riviste internazionali accettate nel 2000.

- 1 Greco A., Zimbardo G., Veltri P., Taktakishvili A. L., Zelenyi L. M.: *Non Gaussian and non local transport in the Earth's distant magnetotail*, Astrophys. Space Science, 277, in press (2001).
- 2 Taktakishvili A. L., Greco A., Veltri P., Zimbardo G., Zelenyi L. M.: *Magnetic turbulence and ion dynamics in the magnetotail*, Astrophys. Space Science, 277, in press (2001).

- 3 Zimbaro G., Pommois P., Veltri P.: *Magnetic field line transport in the heliosphere and energetic particle propagation from corotating interaction regions to high heliographic latitudes*, *Astrophys. Space Science*, 277, in press (2001).
- 4 Kovacs P., Carbone V., Voros Z.: *Wavelet-based filtering of intermittent events from geomagnetic time-series*, *Planetary and Space Science*, in press (2001).
- 5 Carbone V., Giuliani P., Sorriso-Valvo L., Veltri P., Bruno R., Martines E., Antoni V.: *Intermittency in plasma turbulence*, *Planetary and Space Science*, in press (2001).
- 6 Antoni V., Carbone V., Martines E., Regnoli G., Serianni G., Vianello N., Veltri P.: *Electrostatic turbulence intermittency and MHD relaxation phenomena in a RFP plasma*, *Europhysics Letters*, in press (2001).
- 7 Spada E., Carbone V., Cavazzana R., Fattorini L., Regnoli G., Vianello N., Antoni V., Martines E., Serianni G., Spolaore M., Tramontin L.: *Search of SOC processes in magnetically confined plasmas: hints from the Reversed Field Pinch configuration*, *Physical Review Letters*, in press (2001).

A.1.3 Pubblicazioni su riviste nazionali stampate nel 2000.

1. Carbone V., Savaglio S.: *Leggi di scala e possibilità di previsione nei record del mondo di atletica leggera*, *SdS – Rivista della Scuola dello Sport – CONI (Roma)*, Vol. 47-48, pag. 91-96 (2000)

B MEMORIE (Proceedings estesi degli Atti di Congresso o capitoli di libri)

B.1 Memorie Internazionali

B.1.1 Memorie pubblicate su Atti di Congressi Internazionali nel 2000

1. Taktakishvili A. L., Veltri P., Greco A., Zimbardo G., Zelenyi L.M.: *Effect of magnetic turbulence on the ion dynamics in the magnetotail*, Proceedings of the International Symposium Interball - Kiev 2000, Kiev, Ukraine, February 1-4, 2000, Vol. 1, p. 45-48 (2000).
2. Sorriso-Valvo L., Carbone V., Veltri P., Politano H., Pouquet A.: *Non-gaussian probability distribution functions in two dimensional magnetohydrodynamic turbulence*, Proceedings of the EPS 27th Conference on Controlled Fusion and Plasma Physics, Vol. 24B, pp. 113-116 (2000)
3. Carbone V., Regnoli G., Sorriso-Valvo L., Antoni V., Martines E., Bruno R.: *Intermittency in plasmas*, Proceedings of EPS 27th Conference on Controlled Fusion and Plasma Physics, Budapest, Vol. 24B, pp. 276-279 (2000).
4. Lepreti F., Bavassano B., Berrilli F., Bruno R., Carbone V., Consolini G., Pietropaolo E.: *Scaling behavior of the vertical velocity field and of the intensity field in the solar photosphere* in *Advances in Turbulence*, Proceedings of the 8th European Turbulence Conference, Barcelona June 27-30 2000, C. Dopazo Ed., CIMNE Publications, 843-846, 2000

B.1.2 Memorie accettate su Atti di Congressi Internazionali nel 2000

1. Malara F., Primavera L., Veltri P., *Parametric Instability of Broad-Band Alfvénic Fluctuations: Comparison with Solar Wind Observations*, Proceedings of the “II Convegno sulla Ricerca Solare Italiana”, L’Aquila 3-5 Luglio 2000, in corso di stampa (2000).
2. Alfonsi G., Primavera L., Passoni G., Restano C.: *Proper Orthogonal Decomposition of Turbulent Channel Flow*, Proceedings of "First International Conference on Computational Fluid Dynamics", Lecture Notes in Physics, Springer-Verlag, in corso di stampa 2000.

3. Zimbardo G., Veltri P., Pommois P., *Magnetic field line transport in anisotropic magnetic turbulence: anomalous, quasilinear, and percolative regimes versus Kubo number* - Proceedings of Physics of space: growth points and problems - Observatoire de Paris-Meudon, 10/14 Gennaio 2000, in corso di stampa (2000).
4. Malara F., Petkaki P., Veltri P., *Phase-Mixing and 3D Effects in the Dynamics of Alfvén Waves in Force-Free Magnetic Fields*, Proceedings of the “II Convegno sulla Ricerca Solare Italiana”, L’Aquila 3-5 Luglio 2000, in corso di stampa (2000).
5. Malara F., Velli M., *Observations and Models of Coronal Heating*, Proceedings of IAU Symposium: “Recent Insights into the Physics of the Sun and Heliosphere: Highlights from SOHO and other Space Missions”, Manchester, 7-11 August 2000, in corso di stampa (2000).
6. Malara F., Primavera L., Veltri P., *Parametric instability of a broad-band Alfvén wave: nonlinear evolution and saturation*, Proceedings of IAU Symposium: “Recent Insights into the Physics of the Sun and Heliosphere: Highlights from SOHO and other Space Missions”, Manchester, 7-11 August 2000, in corso di stampa (2000).

C RELAZIONI SU INVITO

C.1 Relazioni su invito a Congressi Internazionali

1. Taktakishvili A., Greco A., Veltri P., Zimbardo G., Zelenyi L.: *Magnetic turbulence and ion dynamics in the magnetotail*; Physics of space: growth points and problems, Meudon Observatory, Meudon, France, 10/14 gennaio 2000
2. Malara F., Veltri P.: *Numerical simulations of nonlinear Alfvén wave dynamical evolution in the heliosphere*; European Geophysical Society XXV General Assembly, Nizza, Francia, 25-29 Aprile 2000

3. Malara F., Velli M.: *Observations and Models of Coronal Heating*; IAU Symposium: "Recent Insights into the Physics of the Sun and Heliosphere: Highlights from SOHO and other Space Missions", Manchester, UK, 7-11 August 2000.
4. Carbone V., Veltri P., Regnoli G., Antoni A., Martines E.: *Turbulence in RFX*, Easter Plasma Meeting, Torino 17-19 April, 2000.
5. Carbone V., Veltri P., Lepreti F. : *Waiting times statistic in Solar Flares*, One day International Conference on SOC and Turbulence in astrophysical plasmas, London December 8 (2000)

C.2 Relazioni su invito a Congressi Nazionali

1. Carbone V.: *Turbulence and intermittency in plasmas*, II Conferenza Nazionale di Fisica del Plasma, Cetraro (CS), 20-23 Settembre 2000.

D COMUNICAZIONI A CONGRESSI

D.1 Interventi a Congressi Internazionali

1. Greco A., Zimbardo G., Veltri P., Taktakishvili A., Zelenyi L.M.: *Non gaussian and non local transport in the earth's distant magnetotail*; Physics of space: growth points and problems, Meudon Observatory, Meudon, France, 10/14 gennaio 2000
2. Zimbardo G., Pommois P., Veltri P.: *Magnetic field line transport in the heliosphere and energetic particle propagation from corotating interaction regions to high heliographic latitudes*; Physics of space: growth points and problems, Meudon Observatory, Meudon, France, 10/14 gennaio 2000
3. Zimbardo G., Veltri P., Pommois P.: *Magnetic field line transport in anisotropic magnetic turbulence: anomalous, quasilinear and percolative regimes versus the Kubo number*; Physics of space: growth points and problems, Meudon Observatory, Meudon, France, 10/14 gennaio 2000

4. Pommois P., Veltri P. Zimbardo G.: *Evidence of different electron and ion transport by magnetic turbulence in the heliospheric plasma*; Plasma Easter Meeting, Torino, Italy, 17-19 Aprile 2000.
5. Zelenyi L.M., Milovanov A.V., Zimbardo G., Veltri P., Taktakishvili A.L.: *Self-organized marginal states in the magnetotail current sheet*; European Geophysical Society XXV General Assembly, Nizza, Francia, 25-29 Aprile 2000
6. Greco A., Veltri P., Zimbardo G., Taktakishvili A. L., Milovanov A.V., Zelenyi L.M.: *Ion dynamics in the Earth's magnetotail: effects of the magnetic turbulence and of the normal component of the magnetic field*; European Geophysical Society XXV General Assembly, Nizza, Francia, 25-29 Aprile 2000
7. Lepreti F., Carbone V., Berrilli F., Bavassano B., Bruno R., Consolini G., Pietropaolo E.: *Scaling behaviour of the dissipation field of intensity fluctuations in the solar photosphere*; European Geophysical Society XXV General Assembly, Nizza, Francia, 25-29 Aprile 2000
8. Pommois P., Veltri P. Zimbardo G.: *A Monte Carlo simulation of magnetic field line tracing in the solar wind*; European Geophysical Society XXV General Assembly, Nizza, Francia, 25-29 Aprile 2000
9. Zimbardo, G., Pommois, P., Veltri, P.: *Predictions for the propagation of energetic particles from the Sun to the Earth: Influence of the magnetic turbulence*; European Geophysical Society XXV General Assembly, Nizza, Francia, 25-29 Aprile 2000
10. A. Greco, G. Zimbardo, P. Veltri, A. Taktakishvili, L. M. Zeleny: *Non Gaussian and non local transport in the Earth's distant magnetotail*; International workshop on chaotic transport and complexity, Marsiglia, Francia, 26-30 Giugno 2000.
11. Lepreti F., Carbone V., Berrilli F., Bavassano B., Bruno R., Consolini G., Pietropaolo E.: *Scaling behavior of the vertical velocity field and of the intensity field in the solar photosphere*; 8th European Turbulence Conference, Barcellona, Spagna, 27-30 Giugno 2000

12. Malara F., Primavera L., Veltri P.: *Parametric instability of a broad-band Alfvén wave: nonlinear evolution and saturation*; Manchester, UK, 7-11 August 2000.

D2. Interventi a Congressi Nazionali

1. Malara F., Primavera L., Veltri P.: *Parametric Instability of Broad-Band Alfvénic Fluctuations: Comparison with Solar Wind Observations*; II Convegno sulla Ricerca Solare Italiana, L'Aquila 3-5 Luglio 2000.
2. Malara F., Petkaki P., Veltri P.: *Phase-Mixing and 3D Effects in the Dynamics of Alfvén Waves in Force-Free Magnetic Fields*; II Convegno sulla Ricerca Solare Italiana, L'Aquila 3-5 Luglio 2000.
3. Greco A., Zimbaro G., Veltri P.: *Regimes of anomalous diffusion in tearing driven turbulence*; Secondo Convegno Internazionale su "La Fisica del Plasma in Italia", Cetraro, 20-23 Settembre 2000
4. Greco A., Veltri P.: *Evoluzione della funzione di distribuzione degli elettroni in un mezzo debolmente collisionale: una simulazione Montecarlo*; Secondo Convegno Internazionale su "La Fisica del Plasma in Italia", Cetraro, 20-23 Settembre 2000
5. Lepreti F., Carbone V., Berrilli F., Bavassano B., Bruno R., Consolini G., Pietropaolo E.: *Vertical velocity and intensity fields in the solar photosphere: scaling laws and dynamic properties*; Secondo Convegno Internazionale su "La Fisica del Plasma in Italia", Cetraro, 20-23 Settembre 2000

2 FISICA TEORICA DELLE ALTE ENERGIE

Il lavoro di ricerca del gruppo di Fisica Teorica delle Alte Energie si è svolto in collaborazione con altri gruppi teorici universitari nazionali ed esteri. Alcune delle ricerche svolte hanno utilizzato le risorse di calcolo elettronico del Dipartimento e dell'INFN-Gruppo collegato di Cosenza, per effettuare calcoli numerici, test e simulazioni MonteCarlo di teorie e modelli presi in esame. Le ricerche hanno avuto per oggetto la Cromodinamica Quantistica (QCD) nel limite di alte energie, la fenomenologia dei processi di collisione adronica alle alte energie e lo studio di aspetti non-perturbativi delle teorie di gauge mediante discretizzazione su reticolo spazio-temporale.

L'attività di ricerca del settore si è articolata secondo le seguenti tematiche:

1. Fenomenologia adronica e QCD.
2. Teorie di gauge su reticolo

2.1 FENOMENOLOGIA ADRONICA E QCD

2.1.1 QCD

Ricercatori: Roberto Fiore, Alessandro Papa

Collaboratori: V.S. Fadin (*Budker Institute for Nuclear Physics Novosibirsk - Russia*)

M. I. Kotsky (*Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Gruppo collegato di Cosenza*)

Nell'ambito della teoria Balitsky-Fadin-Kuraev-Lipatov (BFKL), sono stati calcolati all'ordine sottodominante i fattori di impatto di quark e gluoni. E' stato verificato che essi soddisfano alla condizione di bootstrap per la Reggeizzazione del gluone in QCD perturbativa nell'approssimazione dei logaritmi sottodominanti, per arbitraria dimensione dello spazio-tempo. E' stata verificata la condizione di bootstrap sul kernel per la parte di contributo dei gluoni nel limite di dimensione dello spazio-tempo tendente a quattro. Sono state ricavate le condizioni di bootstrap "forte" per la Reggeizzazione del gluone in QCD, sulla base dell'assunzione di Reggeizzazione delle ampiezze di diffusione particella-Reggeone.

2.1.2 Fenomenologia adronica

Ricercatori: Roberto Fiore, Alessandro Papa

Collaboratori: F. Paccanoni (*Università di Padova*)

L.L. Jenkovszky (*Bogoliubov Institute of Theoretical Physics, Kiev, Ucraina*)

E.A. Kuraev (*Joint Institute of Nuclear Research, Dubna, Russia*)

A.I. Lengyel (*Institute of Electron Physics, Uzhgorod*)

V.K. Magas (*University of Bergen, Norvegia*)

E' stata studiata la dissociazione diffrattiva adronica nel modello del Pomeron dipolo: è stato trovato che l'unitarietà è soddisfatta senza il disaccoppiamento del vertice di triplo Pomeron. Un'applicazione del modello di Pomeron dipolo è stata fatta nel caso della dissociazione diffrattiva singola del protone nella reazione $p p \rightarrow p X$. E' stata proposta una realizzazione del pomeron BFKL mediante una "scala di gluoni" con un numero finito di elementi; è stata studiata la compatibilità con i dati sperimentali per le sezioni d'urto p - p e p - \bar{p} .

2.1.3 Interazione K-N

Ricercatore: Galileo Violini

Collaboratori: P. Gensini, R. Hurtado (*Università di Perugia*)

Sono state analizzate le interazioni mesone-nucleone a bassa energia mediante le relazioni di dispersione, in particolare nei canali di stranezza $S=-1$.

2.2 TEORIE DI GAUGE SU RETICOLO

2.2.1 Teorie di gauge su reticolo

Ricercatore: Alessandro Papa

Collaboratori: B. Alles (*Univerità di Milano-Bicocca*)

L. Cosmai (*Università di Bari*)

M. D'Elia (*Università di Pisa*)

Nell'ambito dei modelli $CP(N-1)$ in $D=2$, noti per presentare molte proprietà affini a quelle della QCD, sono state confrontate tecniche di raffreddamento ("cooling") differenti, per l'estrazione del background topologico delle configurazioni di equilibrio termico, ottenendo risultati fra loro consistenti.

A PUBBLICAZIONI SU RIVISTE

A.1 Pubblicazioni su riviste internazionali

A.1.1 Pubblicazioni su riviste internazionali stampate nel 2000

1. R. Fiore, A. Flachi, L.L. Jenkovszky, F. Paccanoni, A. Papa, *Triple Pomeron and Proton Diffraction Dissociation*, Phys. Rev. D 61 (2000) 034004.
2. V.S. Fadin, R. Fiore, M.I. Kotsky, A. Papa, *The Gluon Impact Factors*, Phys. Rev. D 61 (2000) 094005.
3. V.S. Fadin, R. Fiore, M.I. Kotsky, A. Papa, *The Quark Impact Factors*, Phys. Rev. D 61 (2000) 094006.
4. B. Alles, L. Cosmai, M. D'elia, A. Papa, *Topology in 2D CP(N-1) models on the lattice: a critical comparison of different cooling techniques*, Phys. Rev. D 62 (2000) 094507.
5. V.S. Fadin, R. Fiore, M.I. Kotsky, *The Compatibility of the Gluon Reggeization with the s-channel Unitarity*, Phys. Lett. B 494 (2000) 100.
6. V.S. Fadin, R. Fiore, M.I. Kotsky, A. Papa, *Strong Bootstrap Conditions*, Phys. Lett. B 495 (2000) 329.

A.1.2 Pubblicazioni su riviste internazionali accettate nel 2000

1. V.S. Fadin, R. Fiore and A. Papa, *One-loop Reggeon-Reggeon-gluon vertex at arbitrary space-time dimension*, Phys. Rev. D.
2. R. Fiore, L.L. Jenkovszky, E.A. Kuraev, A.I. Lengyel, F. Paccanoni And A. Papa, *Finite sum of gluon ladders and high energy cross sections*, Phys. Rev. D.

B MEMORIE (Proceedings estesi degli Atti di Congresso o capitoli di libri)

B.1 Memorie Internazionali

B.1.1 Memorie pubblicate su Atti di Congressi Internazionali nel 2000

1. A. Papa, *Check of the bootstrap conditions for the gluon Reggeization*, Proceedings of the Crimean Summer School - Seminar, "New Trends in High-Energy Physics", Miskhor (Yalta), May 27 - June 4, 2000, P.N. Bogolyubov and L.L. Jenkovszky editors, Kiev (2000), p. 177.

B.1.2 Memorie accettate su Atti di Congressi Internazionali nel 2000

1. R. Fiore, L.L. Jenkovszky, V. Magas, F. Paccanoni and A. Papa, *Resonance masses and widths from nonlinear Regge trajectories*, International Workshop "Diffraction 2000", Cetraro, September 2 - 7, 2000, in stampa su Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.).
2. R. Fiore, L.L. Jenkovszky, E.A. Kuraev, A.I. Lengyel, F. Paccanoni and A. Papa, *The Pomeron as a finite sum of gluonic ladders: a test in hadron-hadron scattering*, International Workshop "Diffraction 2000", Cetraro, September 2-7, 2000, in stampa su Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.).
3. V.S. Fadin, R. Fiore, M.I. Kotsky and A. Papa, *Strong bootstrap conditions for the NLO gluon Reggeization in QCD*, International Workshop "Diffraction 2000", Cetraro, September 2 - 7, 2000, in stampa su Nucl. Phys. B (Proc. Suppl.).

D COMUNICAZIONI A CONGRESSI

D.1 Interventi a Congressi Internazionali

1. A. Papa, *Check of the bootstrap conditions for the gluon Reggeization*, Crimean Summer School - Seminar, "New Trends in High-Energy Physics", Miskhor (Yalta), May 27 - June 4, 2000.
2. R. Fiore, L.L. Jenkovszky, V. Magas, F. Paccanoni and A. Papa, *Resonance masses and widths from nonlinear Regge trajectories*, International Workshop "Diffraction 2000", Cetraro, September 2 - 7, 2000.

3. R. Fiore, L.L. Jenkovszky, E.A. Kuraev, A.I. Lengyel, F. Paccanoni and A. Papa, *The Pomeron as a finite sum of gluonic ladders: a test in hadron-hadron scattering*, International Workshop "Diffraction 2000", Cetraro, September 2 - 7, 2000.

4. V.S. Fadin, R. Fiore, M.I. Kotsky and A. Papa, *Strong bootstrap conditions for the NLO gluon Reggeization in QCD*, International Workshop "Diffraction 2000", Cetraro, September 2 - 7, 2000.

3. FISICA NUCLEARE

Le ricerche di Fisica nucleare hanno riguardato due settori diversi:

1. Teoria del Nucleo Coerente di Giuliano Preparata, applicata a vari processi e proprietà dei Nuclei, quali quelli sulla linea di sgocciolamento neutronico, come il Litio 11 e quali la Fisica degli Ioni pesanti

2. Sistemi Metallo-Idrogeno per la conservazione e la produzione di energia.

Sparpagliamento profondamente anelastico anomalo di neutroni su Idruri di Palladio e di Niobio alla luce della QED Coerente di Giuliano Preparata.

3.1 NUCLEO COERENTE

Ricercatori: Renzo Alzetta , *professore associato*

Raffaele Le Pera, *dottorando XIII ciclo*

Damiano Tarantino, *dottorando XIV ciclo*

Graziano Mileto, *dottorando XIV ciclo*

Collaboratori: Giuliano Preparata (*Università statale di Milano*)

Giuseppe Liberti, *ricercatore INFN*

3.2 SISTEMI METALLO-IDROGENO

Ricercatori: Raffaele Le Pera

Collaboratori: Giuseppe Liberti

Tommaso Caruso

D COMUNICAZIONI A CONGRESSI

D.1 Interventi a Congressi Internazionali

1. R.G. Agostino, R. Le Pera, G. Liberti, *Theoretical study of the anomalies in Neutron Compton Scattering from metal Dihydrides*, Poster presentato all' "INFM Meeting-Congresso Nazionale di Fisica della Materia", Genova 12-16 giugno 2000

4 FISICA SPERIMENTALE DELLE PARTICELLE ELEMENTARI

La fisica delle particelle elementari si occupa dello studio dei costituenti elementari della materia e delle loro mutue interazioni. La ricerca sperimentale si svolge mediante l'impiego di acceleratori di particelle capaci di innalzare l'energia delle stesse sino ad alcuni TeV e di farle collidere tra di loro o contro dei bersagli fissi, e di rivelatori in grado di riconoscere i prodotti finali dell'interazione.

Le linee di ricerca sulle interazioni fondamentali ad alta energia, alle quali ricercatori del dipartimento partecipano, sono:

1. Studio della struttura interna del protone mediante l'interazione profondamente anelastica elettrone-protone all'acceleratore HERA presso il laboratorio Desy di Amburgo con l'esperimento ZEUS;
2. Studio dell'interazione protone-protone all'acceleratore LHC del CERN di Ginevra con l'esperimento ATLAS finalizzato alla ricerca del bosone di Higgs, di particelle super simmetriche, etc.;
3. Studio delle oscillazione $\nu_{\mu} \rightarrow \nu_{\tau}$ con l'esperimento a targhetta fissa NOMAD al CERN di Ginevra per determinare l'esistenza di neutrini massivi.

4.1 ESPERIMENTO ZEUS

Ricercatori: M. Capua
A. Mastroberardino
M. Schioppa
G. Susinno
Tecnici: F. Pellegrino
Collaborazione internazionale

Gli esperimenti di diffusione altamente anelastica con sonde puntiformi, quali l'elettrone, sono il miglior laboratorio per studiare la struttura degli adroni e la distribuzione dei costituenti negli adroni stessi.

Presso il Laboratorio Desy di Amburgo è in funzione dal luglio '91 l'acceleratore elettrone-protone HERA in cui elettroni (positroni) di 27 GeV di energia vengono fatti collidere contro protoni da 820 GeV. I ricercatori del dipartimento hanno collaborato alla realizzazione del rivelatore di vertici, dello spettrometro di muoni in avanti e dello spettrometro di protoni emessi a piccolissimo angolo.

Nel periodo di presa dati relativo all'anno 2000 l'esperimento ZEUS ha raccolto una luminosità integrata di circa 20 pb^{-1} .

Durante questo periodo i ricercatori del dipartimento hanno collaborato all'analisi di fisica per lo studio dei processi di fotoproduzione diffrattiva di vettori mesoni a grandi momenti trasferiti, alla misura della produzione di mesoni carichi dotati di incanto e alla misura della sezione d'urto di eventi ad alti Q^2 trasferiti a corrente neutra e carica nelle interazioni profondamente anelastiche elettrone-protone.

4.2 PROGETTO DI UN RIVELATORE PER IL FUTURO ANELLO DI COLLISIONE pp LHC al CERN: ATLAS

Ricercatori: G. Avolio
G. Crosetti
A. Lagatta
E. Lamanna
L. La Rotonda
E. Meoni
R. Russo
M. Schioppa
G. Susinno
R. Vena

Tecnici: F. Pellegrino

Collaborazione internazionale

La collaborazione ATLAS propone un rivelatore finalizzato al pieno utilizzo delle potenzialità del collider LHC sin dall'inizio della sua attività. L'ottimizzazione del rivelatore è basata sulla massima sensibilità nel possibile intervallo di massa del bosone di Higgs, sullo studio dettagliato dei decadimenti del quark "top", sulla ricerca di particelle supersimmetriche e sulla sensibilità a possibili strutture composte delle particelle elementari. Lo scopo principale dell'esperimento è di poter operare ad un'elevata luminosità (quella nominale prevista per il collider è di $1.7 \text{ E}34 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$) conservando una buona sensibilità su un vasto spettro di stati finali contenenti elettroni, fotoni, muoni, jets e momento trasverso mancante, in modo da poter individuare possibili segnali per nuova fisica. Inoltre durante il primo periodo in cui il collider lavorerà a bassa luminosità, l'esperimento si rivolgerà alla rivelazione di tau e di quark pesanti in modo da determinare con la massima precisione i possibili decadimenti di Higgs carichi e di particelle supersimmetriche in coppie di tau.

Gli elementi principali del rivelatore ATLAS sono:

- 1) un rivelatore centrale immerso in un campo magnetico solenoidale prodotto con tecniche di super conduzione finalizzato ad un'accurata misura del momento in un ampio intervallo di pseudorapidità ($-2.5 < \text{pseudorapidità} < 2.5$);
- 2) un calorimetro elettromagnetico di elevata precisione utilizzato in combinata con un rivelatore di inizio sciame a fine granularità mirato ad una precisa misura dell'energia rilasciata da fotoni ed elettroni;
- 3) un calorimetro adronico ad elevata ermeticità ($-5 < \text{pseudorapidità} < 5$) per la misura dell'energia dei jet e del momento trasverso mancante;
- 4) uno spettrometro muonico toroidale a larga accettazione ($-3 < \text{pseudorapidità} < 3$) per l'identificazione di muoni e per una misura indipendente del loro momento;
- 5) un preciso rivelatore di vertice per la prima fase a bassa luminosità .

Il progetto tecnico (Technical Proposal) con i dettagli dell'esperimento è stato pubblicato dalla collaborazione e, con l'approvazione del progetto di ricerca LHC da parte del CERN (avvenuta alla fine del '94), è iniziata la fase di costruzione di tutte le componenti del rivelatore.

I ricercatori del dipartimento hanno l'incarico di realizzare, entro il 2003, i 35000 tubi a deriva necessari per la realizzazione delle camere di precisione più interne del barrel dello spettrometro per muoni. L'anno 2000 ha segnato la data d'inizio della produzione industriale dei tubi e con essa l'ultimazione ed il collaudo del tavolo di test della qualità dei tubi prodotti.

Essi partecipano inoltre allo studio, mediante simulazioni MonteCarlo e analisi di dati sperimentali raccolti durante test su fascio e con radiazione cosmica, delle proprietà di deriva delle miscele di gas impiegate nelle camere a deriva dello spettrometro per muoni.

4.3 RICERCA DELLE OSCILLAZIONI DI NEUTRINO ν_μ IN NEUTRINO ν_τ CON L'ESPERIMENTO NOMAD

Ricercatori: L. La Rotonda

Collaborazione internazionale

L'esperimento si propone di studiare oscillazioni di neutrino ν_μ in neutrino ν_τ all'SPS del CERN privilegiando per la rivelazione del neutrino ν_τ i decadimenti con la presenza di un elettrone nello stato finale, anche se non vengono trascurati gli altri canali.

L'esperimento ha iniziato a prendere dati all'inizio del '95 con l'apparato quasi completo e dalla primavera '96 con l'apparato completo. L'analisi dei dati sperimentali raccolti è in corso.

I gruppi italiani della collaborazione hanno preso la responsabilità della costruzione del calorimetro elettromagnetico di sezione 3×3 mq che è stato completamente calibrato nell'autunno 1993 ed installato nella primavera 1994.

I ricercatori di Cosenza hanno preso parte ai ripetuti test su fascio di un sotto modulo del calorimetro elettromagnetico e partecipano costantemente al monitor di qualità dei dati sperimentali raccolti nonché alla presa dati dell'esperimento, alla ricostruzione degli eventi nel calorimetro ed in tutto l'apparato ed all'analisi fisica dei dati medesimi.

A PUBBLICAZIONI SU RIVISTE

A.1 Pubblicazioni su riviste internazionali

A.1.1 Pubblicazioni su riviste internazionali stampate nel 1999-2000

1. M. Capua, A. Mastroberardino, M. Schioppa, G. Susinno, et al., *Measurement of Exclusive Omega electroproduction at Hera*, "Physics Letters B" 487 (2000), 3-4, 273-288
2. M. Capua, A. Mastroberardino, M. Schioppa, G. Susinno, et al., *Measurement of Proton Structure Function F_2 at very low Q^2 at Hera*, "Physics Letters B" 487 (2000) 1-2, 53-73
3. M. Capua, A. Mastroberardino, M. Schioppa, G. Susinno, et al., *Measurement of Inclusive D_s^{\pm} Photoproduction at HERA*, "Physics Letters B" 481 (2000) 2-4, 213-227
4. M. Capua, A. Mastroberardino, M. Schioppa, G. Susinno, et al., *Measurement of Azimuthal Asymmetries in Deep Inelastic Scattering*, "Physics Letters B" 481 (2000) 2-4, 199-212
5. M. Capua, A. Mastroberardino, M. Schioppa, G. Susinno, et al., *Search for Resonances Decaying to $e^+ \text{-jet}$ in e^+p Interactions at HERA*, "The European Physical Journal" C16 (2000) 2, 253-267.
6. M. Capua, A. Mastroberardino, M. Schioppa, G. Susinno, et al., *The Q^2 Dependence of Dijet Cross Section in γp Interactions at Hera*, "Physics Letters" B 479 (2000) 1-3, 37-52.
7. M. Capua, A. Mastroberardino, M. Schioppa, G. Susinno, et al., *Measurement of the $E^2_{T,jet}/Q^2$ Dependence of Forward Jet Production at Hera*, "Physics Letters" B 474 (2000) p. 223-233.
8. M. Capua, A. Mastroberardino, M. Schioppa, G. Susinno, et al., *Measurement of Inclusive Prompt Photon Photoproduction at HERA*, "Physics Letters B" 472 (2000) 1-2, 175-188

9. M. Capua, A. Mastroberardino, M. Schioppa, G. Susinno, et al., *Measurement of Diffractive Photoproduction of Vector Mesons at Large Momentum Transfer at HERA*, "The European Physical Journal" C 14 (2000) 2, 213-238
10. M. Capua, A. Mastroberardino, M. Schioppa, G. Susinno, et al., *Measurement of Spin-Density Matrix Elements in Exclusive Electroproduction of ρ^0 Mesons at HERA*, "The European Physical Journal" C12 (2000) 3, 393-410.
11. M. Capua, A. Mastroberardino, M. Schioppa, G. Susinno, et al., *Measurement of D^{*+} Production and the Charm Contribution to F_2 in Deep Inelastic Scattering at HERA*, "The European Physical Journal" C12 (2000) 1, 35-52.
12. M. Capua, A. Mastroberardino, M. Schioppa, G. Susinno, et al., *Angular and Current-Target Correlation in Deep Inelastic Scattering at HERA*, "The European Physical Journal" C12 (2000) 1, 53-68
13. M. Capua, A. Mastroberardino, M. Schioppa, G. Susinno, et al., *Measurement of High Q^2 Charged-Current $e+p$ Deep Inelastic Scattering Cross Sections at HERA*, "The European Physical Journal" C12 (2000) 3, 411-428
14. M. Capua, A. Mastroberardino, M. Schioppa, G. Susinno, et al., *Search for Contact Interactions in Deep Inelastic Scattering $e+p \rightarrow e+X$ Scattering at HERA*, "The European Physical Journal" C 14 (2000) 2, 239-254
15. L. La Rotonda, et al., *Limit on $\nu_e \rightarrow \nu_\tau$ Oscillation from the NOMAD Experiment*, "Physics Letters B 471 (2000) 406-410
16. L. La Rotonda, et al., *Updated results from the ν_τ Appearance Search in NOMAD*, "Physics Letters B 471 (2000) 406-410
17. L. La Rotonda, et al., *Search for E_ν (Pseudo) Scalar Penetrating Particles in the SPS Neutrino Beam*, Physics Letters B478, 371-380 (2000)
18. L. La Rotonda, et al., *Top Quark Physics*, hep-ph/0003033 (2000)
19. L. La Rotonda, et al., *Measurement of the Lambda Polarization in ν_μ Charged Current Interactions in the NOMAD Experiment*, Nucl. Phys. B588, 3-36 (2000)

20. L. La Rotonda, et al., *Neutrino Production of Opposite Sign Dimuons in the NOMAD Experiment*, Phys. Lett. B486, 35-48 (2000)
21. L. La Rotonda, et al., *Updated Results from the ν_τ Appearance Search in NOMAD*, Phys. Lett. B483, 387-404, (2000)
22. E. Lamanna et al., *Nuclearite search with the MACRO detector at Gran Sasso. By MACRO Collaboration* Eur.Phys.J.C13:453-458, 2000
23. E. Lamanna et al., *A search for lightly ionizing particles with the MACRO detector. By MACRO Collaboration*, 15pp. Phys.Rev.D62:052003,2000
24. E. Lamanna et al., *Low-energy atmospheric muon neutrinos in MACRO. By MACRO Collaboration*, Phys.Lett.B: 478 (2000) no. 1-3, pp. 5-13

D COMUNICAZIONI A CONGRESSI

D.1 Interventi a Congressi Internazionali

1. E. Lamanna et al. *Measurement of inclusive production of charmonium states in B meson decays*. By BABAR Collaboration SLAC-PUB-8526, BABAR-CONF 00-04, Jul 2000. 15pp. Talk given at 30th International Conference on High-Energy Physics (ICHEP 2000), Osaka, Japan, 27 Jul - 2 Aug 2000.
2. E. Lamanna et al. *Exclusive B decays to charmonium final states*. By BABAR Collaboration. SLAC-PUB-8527, BABAR-CONF-00-05, Jul 2000. 18pp. Talk given at 30th International Conference on High-Energy Physics (ICHEP 2000), Osaka, Japan, 27 Jul - 2 Aug 2000.
3. E. Lamanna et al. *A Measurement of the charged and neutral B meson life-times using fully reconstructed decays*. By BABAR Collaboration, SLAC-PUB-8529, BABAR-CONF-00-07, Aug 2000. 22pp. Talk given at 30th International Conference on High-Energy Physics (ICHEP 2000), Osaka, Japan, 27 Jul - 2 Aug 2000;

4. E. Lamanna et al. *A measurement of the B^0 - ANTI- B^0 oscillation frequency and determination of flavor tagging efficiency using semileptonic and hadronic B^0 decays.* By BABAR Collaboration. SLAC-PUB-8530, BABAR-CONF-00-08, Jul 2000. 36pp. Talk given at 30th International Conference on High-Energy Physics (ICHEP 2000), Osaka, Japan, 27 Jul - 2 Aug 2000.
5. E. Lamanna et al. *Measurement of the B^0 meson properties using partially reconstructed B^0 to $D^* \pi^+$ and B^0 to $D^* \text{lepton}^+$ neutrino decays with the BABAR detector.* By BABAR Collaboration, SLACP-PUB-8531, BABAR-CONF-00-09, Jul 2000. 20pp. Talk given at 30th International Conference on High-Energy Physics (ICHEP 2000), Osaka, Japan, 27 Jul - 2 Aug 2000.
6. E. Lamanna et al. *Measurement of the time dependence of B^0 , $\overline{B^0}$ oscillations using inclusive dilepton events.* By BABAR Collaboration, SLAC-PUB-8532, BABAR-CONF-00-10, Jul 2000. 17pp. Talk given at 30th International Conference on High-Energy Physics (ICHEP 2000), Osaka, Japan, 27 Jul - 2 Aug 2000.
7. E. Lamanna et al. *A measurement of the branching fraction of the exclusive decay $B^{*0} \rightarrow K^{*0} \gamma$.* By BABAR Collaboration. SLAC-PUB-8534, BABAR-CONF-00-12, Aug 2000. 14pp. Talk given at 30th International Conference on High-Energy Physics (ICHEP 2000), Osaka, Japan, 27 Jul - 2 Aug 2000.
8. E. Lamanna et al. *Study of inclusive D_S^{*+} production in B decays and measurement of $B^0 \rightarrow D^* D_S^{*+}$ decays using a partial reconstruction technique.* By BABAR Collaboration. SLAC-PUB-8535, BABAR-CONF-00-13, Jul 2000. 21pp. Talk given at 30th International Conference on High-Energy Physics (ICHEP 2000), Osaka, Japan, 27 Jul - 2 Aug 2000.
9. E. Lamanna et al. *Measurement of branching fractions for two-body charmless B decays to charged pions and kaons at BABAR.* By BABAR. SLAC-PUB-8536,

-
- BABAR-CONF-00-14, Jul 2000. 21pp. Talk given at 30th International Conference on High-Energy Physics (ICHEP 2000), Osaka, Japan, 27 Jul - 2 Aug 2000.
10. E. Lamanna et al. *Measurements of charmless three-body and quasi three-body B decays*. By BABAR Collaboration. SLAC-PUB-8537, BABAR-CONF-00-15, Jul 2000. 21pp. Talk given at 30th International Conference on High-Energy Physics (ICHEP 2000), Osaka, Japan, 27 Jul - 2 Aug 2000.
11. E. Lamanna et al. *Search for $B^+ \rightarrow K^+ l^+ l^-$ and $B^0 \rightarrow K^{*0} l^+ l^-$* . By BABAR Collaboration. SLAC-PUB-8538, BABAR-CONF-00-16, Jul 2000. 18pp. Talk given at 30th International Conference on High-Energy Physics (ICHEP 2000), Osaka, Japan, 27 Jul - 2 Aug 2000.
12. E. Lamanna et al., *A study of time dependent CP violating asymmetries in $B^0 \rightarrow J/\psi K_S^0$ and $B^0 \rightarrow \psi(2S) K_S^0$ DECAYS*. By BABAR Collaboration SLAC-PUB-8540, BABAR-CONF-00-01, Jul 2000. 31pp. Talk given at 30th International Conference on High-Energy Physics (ICHEP 2000), Osaka, Japan, 27 Jul - 2 Aug 2000.

5 FISICA DELLE SUPERFICI

5.1 SPETTROSCOPIA ELETTRONICA DI SUPERFICIE (SPES)

<i>Ricercatori:</i>	Elio Colavita Gaetano Cannelli Luigi Papagno Gennaro Chiarello Vincenzo Formoso Raffaele Agostino Anna Cupolillo Tommaso Caruso Raffaele Filosa Serafino Pascuzzi
<i>Tecnici:</i>	Eugenio Li Preti Vito Fabio Salvatore Abate (<i>tecnico, contratto di collaborazione INFM</i>) Giovanni Desiderio (<i>tecnico, contratto di collaborazione INFM</i>)

5.1.1 Proprietà elettroniche e strutturali di superfici

Fotoemissione risonante interatomica in ossidi di Ni e Cr.

Abbiamo eseguito misure di fotoemissione risonante interatomica su campioni ossidati di Ni e Cr. Le misure sono state eseguite presso il Sincrotrone ELETTRA con la strumentazione della linea ALOISA. Mentre l'energia del fotone variava attraversando la soglia $L_{2,3}$ del Ni o del Cr, è stato misurato il segnale O-1s o O-KVV del campione. Abbiamo osservato un processo interatomico che coinvolge sia i livelli $L_{2,3}$ del Ni (Cr) che i livelli dell'ossigeno, ed anzi, si ha un fenomeno di vistosa attenuazione del segnale, (interferenza negativa), quando si accende un altro canale di eccitazione. Questo ultimo è l' eccitazione della soglia $L_{2,3}$ del Ni (Cr) . Recentemente effetti simili sono stati osservati per Ag/V(100)[1] e per MnO [2] , ma è ancora in discussione l'interpretazione corretta del risultato sperimentale.

1. P.Pervan et al. PRL **81**, 4995 (1998)
2. A. Kay et al. Science **281**,679(1998)

Proprietà elettroniche del sistema $\sqrt{3} \times \sqrt{3} R 30^\circ$ su Al(111).

Gli atomi di K adsorbono sulla superficie (111) dell'Al formando la struttura $\sqrt{3} \times \sqrt{3} R 30^\circ$; a temperatura ambiente, però, essi occupano siti sostituzionali, mentre a bassa temperatura occupano siti "on top". Abbiamo eseguito misure con la spettroscopia HREELS, sia a 180K e sia a temperatura ambiente, nell'intervallo di energia di perdita 0-20 eV in modo da evidenziare sia le eccitazioni vibrazionali che quelle elettroniche della struttura del potassio e del substrato di alluminio. Le proprietà collettive della superficie di Al appaiono fortemente influenzate dalla fase sostituzionale di potassio, ma non da quella con adsorbimento on top. In particolare, la struttura di perdita a 1.2eV è molto intensa nella fase di adsorbimento. Di questa struttura mostriamo anche la dipendenza angolare.

5.1.2 Idruri metallici

Assorbimento di idrogeno in leghe metalliche

Abbiamo studiato in situ il processo di assorbimento dell'idrogeno nel volume di un elettrodo di una cella elettrochimica, con la spettroscopia di raggi X, presso il Sincrotrone Europeo ESRF di Grenoble. La particolarità dell'esperimento risiede nel fatto che la cella era in funzione mentre si facevano le misure. Il materiale dell'elettrodo è una lega del tipo AB_2 , più precisamente, $Zr(V_{0.29}Ni_{0.71})_3$, con struttura cubica $C15$, "Laves phase". La particolare realizzazione della cella elettrochimica ha permesso di studiare in situ la forma di riga della soglia K degli elementi della lega. Abbiamo osservato che l'assorbimento di idrogeno provoca dei cambiamenti sia strutturali che elettronici poiché gli atomi di idrogeno si mettono in posizione interstiziale e si legano con ciascuno dei componenti della lega. Comunque, gli atomi di Ni hanno un ruolo trascurabile nella formazione dell'idruro, mentre sono dominanti gli effetti dell'interazione H-V nella banda di valenza del V. Si è visto, inoltre, che l'assorbimento di atomi di H nella matrice della lega, modifica leggermente la conducibilità dell'elettrodo.

Assorbimento di idrogeno per via elettrochimica

In vista dell'attivazione di una linea di ricerca sull'assorbimento di idrogeno per via elettrochimica su elettrodi di leghe intermetalliche, Tommaso Caruso ha svolto uno stage presso il Centro Ricerche ENEA della Casaccia (sez. TEA-ECHI) in cui ha acquisito la conoscenza delle necessarie tecniche di analisi elettrochimica (Spettroscopia di Impedenza

Elettrochimica, Voltammetria Ciclica, etc) utilizzando le suddette tecniche per lo studio della conducibilità e delle proprietà di trasporto di elettroliti polimerici.

Processi di idrogenazione in metalli di transizione e terre rare

Sono state impiegate misure di resistività elettrica e di spettroscopia acustica per investigare due processi di rilassamento osservabili in Sc e Y alle temperature dell'elio liquido. I processi sono stati attribuiti a sistemi di tunnel che l'idrogeno forma attorno a centri di intrappolamento costituiti da impurezze di ossigeno.

5.1.3 Studi strutturali

Potenzialità della tecnica Chemical-Shift Normal-Incidence X-ray Standing Waves .

Le reazioni chimiche che avvengono in presenza di una superficie, come quelle usate nella catalisi eterogenea, coinvolgono diverse specie molecolari "coadsorbite". Esistono diverse tecniche capaci di identificare le suddette specie chimiche, ma nessuna è veramente in grado di determinarne la geometria locale ed il sito di adsorbimento. La tecnica Chemical-Shift Normal-Incidence X-ray Standing Waves (CS-NIXSW) permette invece non solo di identificare la geometria di adsorbimento locale di tutti i prodotti della reazione chimica, ma anche di seguirne l'evoluzione in funzione della temperatura. Abbiamo scelto come modello, il sistema $\text{CH}_3\text{SH}/\text{Cu}(111)$ poiché sono presenti in superficie quattro diverse specie chimiche contenenti zolfo. Il sito di adsorbimento di ogni singola specie è stato determinato. Con la stessa tecnica abbiamo studiato l'interazione di SO_2 con la superficie di $\text{Cu}(111)$. Sono state ottenute informazioni strutturali, quantitative, a bassa temperatura sul sito di adsorbimento di SO_2 e delle varie specie atomiche che si producono a causa dell'interazione con la superficie di $\text{Cu}(111)$.

Diffrazione di superficie con raggi X

Abbiamo studiato l'ossidazione della superficie di $\text{NiAl}(100)$ con la tecnica di diffrazione di superficie con raggi X (Surface X-ray Diffraction). L'ossidazione della superficie di un metallo o di una lega metallica è di grande importanza tecnologica in vari campi. In particolare, recentemente, è stato dimostrato che strati molto sottili di ossido possono essere usati anche per costruire RAM (memorie ad accesso casuale). La superficie pulita di $\text{NiAl}(100)$ termina soltanto con atomi di Ni. Uno strato di ossido epitassiale Al_2O_3 è stato

formato esponendo la superficie a 950°C per 500 s ed a una pressione di 1×10^{-6} mbar. Si è osservato che lo strato di ossido forma una superstruttura commensurata (2x1) con due domini di ossido ruotati di 90° uno rispetto all'altro.

Effetti di imperfezioni reticolari sulle proprietà fisiche del semi-isolante InP

Il materiale InP nel suo stato di semi-isolante presenta proprietà fisiche che lo rendono interessante per le applicazioni nei dispositivi di alta frequenza e nei sistemi di comunicazione a fibre ottiche. Poiché queste proprietà possono essere sensibilmente influenzate da imperfezioni reticolari, è stato studiato lo spettro di rilassamento di campioni InP nello stato semi-isolante e non semi-isolante allo scopo di identificare la natura di alcuni difetti.

5.2 INTERAZIONI IONI-SUPERFICI (IIS)

<i>Ricercatori:</i>	Antonino Oliva
	Assunta Bonanno
	Michele Camarca
	Fang Xu
	Pasquale Barone
	Pierfrancesco Riccardi
<i>Tecnici:</i>	Eugenio Li Preti
	Fabio Vito

L'attività di ricerca ha ottenuto i seguenti risultati:

E' stata studiata la distribuzione in energia degli elettroni emessi da una targhetta di Al bombardata con ioni Ar di 1keV e ioni Ne di 1-5 keV di energia. Lo studio è stato effettuato con risoluzione angolare in emissione che ha fornito una differente risposta per i due tipi di ioni. Dai risultati si evince che l'emissione indotta da Argon è dovuta a neutralizzazione Auger, mentre nel caso di Neon, l'emissione principale è dovuta a meccanismi di decadimento via eccitazione di plasmoni. Inoltre si dimostra una transizione da emissione superficiale ad emissione di bulk all'aumentare dell'energia dello ione.

L'identificazione dei plasmoni attraverso il caratteristico spettro di emissione ha consentito di verificare che i plasmoni di superficie sono eccitati da ioni Ne, ma non da ioni Ar. Nella emissione di plasmoni di volume a più alta energia, si fa l'ipotesi che l'eccitazione degli stessi avvenga tramite elettroni veloci provenienti dalla diseccitazione di tipo Auger del bersaglio di alluminio.

5.3 FISICA TEORICA DI STRUTTURA DELLA MATERIA

Ricercatori: Giovanni Falcone,
Francesco Piperno,
Luigi Forlano,
Antonio Sindona,
Roberta Mazzuca,
Angelo Quartarolo

Collaborazioni: E. Mashkova, *Dipartimento di Fisica Nucleare, Univ. Mosca*
A.I. Tolmachev, *Dipartimento di Fisica Nucleare, Univ. Mosca*
E. Perrone, *Istituto di Fisica Atmosferica, CNR - Cosenza*

La ricerca del gruppo, oltre alla tradizionale ricerca su alcuni processi che avvengono durante l'interazione di particelle atomiche con superfici dei solidi e l'interferenza nell'interazione di atomi con laser, si è allargata ai processi chimico fisici del mercurio atmosferico.

5.3.1 Riflessione e sputtering indotto da ioni.

Ormai sono molti anni che si ritiene che sia l'equazione integro-differenziale di Boltzmann a governare i processi d'interazione tra ioni di bassa energia e superfici solide. Il nostro gruppo da molti anni è impegnato nella ricerca di metodi analitici approssimati e metodi numerici delle equazioni di Boltzmann nelle sue varie forme. Dopo aver introdotto, per tali equazioni il metodo degli streams che consente di avere soluzioni analitiche per alcuni tipi di problemi, di recente abbiamo indagato, nei suoi aspetti più generali, l'introduzione della perdita anelastica nell'equazione di Boltzmann. Inoltre, si sono messe appunto le tecniche numeriche per risolvere l'equazione nelle variabili spazio-energia e spazio-angolo e si sta lavorando per mettere insieme le due tecniche per risolvere l'equazione completa nelle variabili spazio-energia-angolo.

5.3.2 Effetti non adiabatici in superfici metalliche

L'influenza degli effetti non-adiabatici, nell'interazione tra il gas di elettroni di conduzione di un metallo ideale ed una sorgente semiclassica è stata approfondita in relazione alla spettroscopia da raggi X, ed ai fenomeni di scambio carica dinamico, a singolo o a due elettroni, tra aggregati atomici e superfici solide. Il meccanismo di eccitazione della banda di conduzione in seguito all'accensione di un potenziale Coulombiano schermato è stato il principale oggetto di interesse della ricerca. La ricerca in tale settore si può dividere in tre filoni separati ma collegati.

Parte A) Una parte della ricerca è stata rivolta alla “Spettroscopia da lacuna profonda (Generalizzazione del modello di Mahan-Nozieres-De Dominicis)”

La distribuzione in energia, $P_0(E)$, di un Gas di elettroni interagente con una lacuna profonda, creata improvvisamente nel solido in assenza di effetti termici, segue l'andamento singolare previsto negli anni 60-70 Mahan-Nozieres-De Dominicis. La principale sorgente di allargamento negli spettri di emissione da raggi X è dovuta all'interazione elettrone-fonone. Quest'ultima è considerata fenomenologicamente da Doniach e Sunjich in un effetto di allargamento Lorentziano della $P_0(E)$. Tale legge si è ben adattata agli esperimenti condotti a bassa temperatura. Negli ultimi anni Citrin et Al. hanno pubblicato una serie di articoli su esperimenti di questo tipo condotti su vari materiali. Il nostro approccio al problema, si è basato su un'idea di Brako e News che hanno calcolato, nel 1980, la funzione di perdita di un gas di Fermi, perturbato da una impurezza dinamica, a bassa temperatura e in approssimazione di onda S . Abbiamo generalizzato tale modello ad ogni temperatura e a tutte le onde parziali applicandolo alla funzione spettrale della teoria delle singolarità di bordo. In tal modo siamo riusciti a stimare l'effetto delle interazioni termiche, in banda di conduzione, per esperimenti di XPS condotti a temperature ordinarie.

Parte B) La seconda parte della ricerca è stata rivolta alla determinazione della “Distribuzione in energia degli elettroni emessi da un metallo in seguito a scambi elettronici a due corpi (effetto Auger)”.

La distribuzione in energia degli elettroni emessi da un solido in seguito a bombardamento ionico ad energie dell'ordine del keV è oggetto di notevole interesse teorico e sperimentali per gli effetti non adiabatici legati alle proprietà di allargamento della distribuzione in funzione della velocità delle particelle incidenti. In particolare, quando l'energia dello stato di valenza degli ioni incidenti è al di sotto del fondo della banda di conduzione del metallo il canale

preferenziale di neutralizzazione segue un meccanismo noto in letteratura come effetto Auger. Quest'ultimo occorre perché quando lo ione incidente è l'energia ceduta dal sistema durante il processo viene utilizzata da un secondo elettrone della che viene emesso fuori dal solido. Tale meccanismo è conseguenza di un allargamento Lorentziano della distribuzione degli elettroni emessi con un parametro di allargamento (la semi-larghezza a metà altezza) che segue una legge di scala lineare con le velocità incidenti. Tali studi sono stati condotti in via qualitativa da Hagstrum, a partire dai primi anni '60. Il nostro sforzo è stato quello di comprendere quali tipi di allargamenti si potessero osservare nella distribuzione sperimentale di elettroni emessi da un campione monocristallino di Alluminio, bombardato da ioni positivi di Argon. Si è osservato che accanto al principale canale di allargamento Lorentziano sussiste un secondo meccanismo spiegabile come effetto di asimmetria, dovuto alla creazione di una lacuna di core in banda di conduzione in seguito alla neutralizzazione del fascio ionico. Tale effetto è stato spiegato con un modello a primi principi, in accordo con i risultati provenienti dall'analisi statistica dei dati sperimentali. Il nuovo effetto è stato posto all'attenzione della comunità scientifica internazionale in una conferenza tenuta in Argentina sulle collisioni anelastiche tra particelle ioniche e substrati solidi.

Parte C). Una terza parte della ricerca è stata rivolta alle "Eccitazioni elettroniche in solidi indotte da ioni lenti"

L'analisi dei processi di scambio carica risonante, durante l'emissione di particelle secondarie nel fenomeno dello sputtering ha portato alla formalizzazione di un modello di Anderson-Newns generalizzato. La generalizzazione ha portato all'introduzione di un secondo meccanismo di scambio carica che tenesse conto degli effetti di superficie. Molte incongruenze del meccanismo basilare alle basse energie, sono state spiegate, riproducendo dati sperimentali di spettroscopia di ioni secondari, e proponendo una legge di scala per le velocità di emissione che andasse bene anche nella regione critica. I nostri studi hanno affrontato quest'ultimo aspetto, in relazione agli esperimenti di spettroscopia di massa di ioni secondari (SIMS), nei quali è di fondamentale importanza una conoscenza accurata dei coefficienti di neutralizzazione e ionizzazione. I risultati hanno chiarito alcuni aspetti essenziali dell'emissione secondaria. Un ulteriore passo avanti è stato fatto verso la costruzione di un modello a principi primi per descrivere la ionizzazione risonante della frazione di atomi secondari emessi, nel caso di sistemi atomici ad un elettrone di valenza e superfici metalliche rappresentabili mediante il modello del Jellium semi-infinito.

5.3.3 Processi chimico-fisici del mercurio atmosferico

Negli anni recenti l'attenzione della comunità scientifica si è rivolta sempre più a problemi riguardanti le cause che alterano l'ecosistema nel quale viviamo e che ne degradano la qualità. In tale contesto un problema all'ordine del giorno è quello relativo ad uno degli inquinanti più pericolosi: il mercurio. Data la sua volatilità, solubilità e scarsa capacità di essere ossidato quando è nello stato elementale, il mercurio è in grado di rimanere in atmosfera molti mesi prima di essere depositato a terra o su grandi estensioni d'acqua. Il pericolo maggiore per la salute umana deriva dal letale dimetilmercurio prodotto proprio in fase acquosa. Quest'ultimo entra nella catena alimentare a livello di fauna ittica. La nostra ricerca ha riguardato diversi aspetti del suddetto problema. Poiché il mercurio viene rilasciato in atmosfera anche in fase particolata è importante valutare il livello di contaminazione da mercurio dell'aerosol di una data zona urbana, rurale o marina. L'attività di ricerca non può prescindere da campagne di misura e da messa a punto di tecniche capaci di fornire misure di mercurio nelle sue diverse fasi ed i relativi flussi di deposizione. Quando sono note le sorgenti di mercurio ed il tasso di deposizione sulle varie superfici è possibile affrontare il problema con modelli che trattano il trasporto in atmosfera. In tal modo, si possono ottenere delle previsioni ipotizzando diversi scenari ambientali e capire quali sono le sorgenti che maggiormente incidono all'inquinamento di una data zona. Un modello del trasporto non sarà mai completo se non tiene conto dei processi chimico-fisici in cui è coinvolto un inquinante. Tale compito è stato svolto realizzando un originale modello di *gas phase partitioning* collegato a diversi codici di simulazione atmosferica. A causa dell'importanza del ruolo svolto dall'interfaccia aria-acqua particolare attenzione è stata ad essa rivolta per capire il tipo di speciazione ed i flussi di deposizione connessi alle varie dinamiche ondose.

5.3.4 Fenomeni di interferenza in sistemi atomici soggetti ad irraggiamento laser

Abbiamo proseguito lo studio del sistema a tre livelli in configurazione V, mostrando che la coerenza fornita dall'esterno tramite l'impiego di un campo magnetico statico può, in talune circostanze e scegliendo accuratamente l'ampiezza del campo applicato, essere utilizzata per modificare il tempo di vita dei livelli eccitati del sistema. In particolare, in condizioni ideali, si è mostrato che l'emissione può essere del tutto soppressa. Ci siamo, inoltre, dedicati allo studio dell'effetto del controllo coerente della dinamica di emissione nelle proprietà di correlazione del secondo ordine del campo di radiazione emesso. In particolare, abbiamo

esaminato le correlazioni fotone-fotone nel dominio temporale in un sistema a quattro livelli in configurazione Lambda-V, già studiato in, mostrando che la probabilità di doppia fotorivelazione viene modulata dalla presenza di battimenti quantici. Effetto analogo abbiamo riscontrato in un sistema a quattro livelli soggetto a irraggiamento laser risonante con una transizione tra stati eccitati. Per questo secondo caso, abbiamo ottenuto risultati analitici approssimati validi nel regime di campo esterno debole.

A PUBBLICAZIONI SU RIVISTE

A.1 Pubblicazioni su riviste internazionali

A.1.1 Pubblicazioni su riviste internazionali stampate nel 2000

1. V. Formoso, A. Filipponi, A. Di Cicco, G. Chiarello, R. Felici, A. Santaniello, *Is shake-up excitations in Ge and GeO₂ high energy x-ray photoemission spectroscopy*, Physical Review.B61,1871(2000)
2. L.S. Caputi, R. Marsico, S. Scalese, A. Cupolillo, G. Chiarello, E. Colavita, L.Papagno, *Structural study of Ni(100)-c(2x2)-Sn by electron-energy-loss holography*, Surface Science 444,61(2000)
3. R.G. Agostino, G. Liberti, V. Formoso, A. Santaniello, E. Colavita, A. Zuettel, C. Nuetzenadel, L. Schlapbach, C. Gauthier, *In situ X-ray absorption study of Zr(V0.29Ni0.71)3 hydride electrodes*, Physical Review B 61, 1364 (2000)
4. G. Chiarello, V. Formoso, A. Santaniello, E. Colavita, L. Papagno, *Surface plasmon dispersion and multipole surface plasmon in Al(111)*, Phys Rev B 62, 12676 (2000)
5. G. J. Jackson, D. P. Woodruff, R. G. Jones, N. K. Singh, A. S. Y. Chan, B.C.C. Cowie, and V. Formoso *Following Local Adsorption Sites through a Surface Chemical Reaction: CH₃SH on Cu(111)*, Physical Review Letters 84, 119 (2000)
6. G. Chiarello, A. Cupolillo, V. Formoso, L. Papagno E. Colavita, *Temperature effects on the coadsorption of K-CO on Ni(100)*, Surface Science 452, 133 (2000)
7. V. Formoso, *Chemical- shift normal incidence X-ray standing wave determination of adsorbate structures*, Notiziario Neutroni e Luce di Sincrotrone, 5, 25(200).

- 8 G.J. Jackson, S.M. Driver, D.P. Woodruff, N. Abrams, R.G. Jones , M.T. Butterfield, M.D. Crapper, B.C.C. Cowie, V. Formoso, *A structural study of the interaction of SO₂ with Cu(111)*, Surface Science 459 (2000) 231
- 9 A. Stierle, V. Formoso, F. Comin, R. Franchy, *Surface X-ray diffraction study on the initial oxidation of NiAl(100)*, Surface Science 467 85 (2000)
- 10 A. Stierle, V. Formoso, F. Comin, G. Schmitz, R. Franchy, *Oxidation of NiAl(100) studied with surface sensitive X-ray diffraction*, Physica B 283, 208 (2000)
- 11 R. Cantelli, F. Cordero, O. Palumbo, G. Cannelli, F. Trequattrini G. M. Guadalupi and B. Molinas, *Mechanisms of the semi-insulating conversion of InP by anelastic spectroscopy*, Phys. Rev. B 62, 1828 (2000).
- 12 G. Cannelli, R. Cantelli, F. Cordero, G.M. Guadalupi, B. Molinas, O. Palumbo and F. Trequattrini, *Anelastic relaxation in semi-insulating InP*, J. Alloys and Compounds 310, 288 (2000).
- 13 F. Trequattrini, G. Cannelli, R. Cantelli, F. Cordero, and O. Florencio *Low temperature relaxations associated with quantum tunnelling of H in Sc and Y*, J. Alloys and Compounds 310, 196 (2000).
- 14 P. Riccardi, P. Barone, A. Bonanno, A. Oliva, *Angular studies of potential electron emission in the interaction of slow ions with Al surfaces*. Phys. Rev. Lett. 84(2000)378
- 15 P. Riccardi, P. Barone, M. Camarca, A. Oliva, R.A. Baragiola *Plasmon excitation in Al by keV Ne and Ar ions*. Nucl. Instr. and Meth. B 164-165(2000)886

- 16 E.S. Mashkova, V. A. Molchanov and G. Falcone, *Spatial distribution of the particles sputtered under ion Bombardment III*, Oblique incidence, Poverhknost, 8 (2000) 78
- 17 N. Pirrone, I. Hedgecock and L. Forlano, *The Role of the Ambient Aerosol in the Atmospheric Processing of Semi-Volatile Contaminants - A Parameterised Numerical Model*, Journal of Geophys. Res., 105, D8, (2000), 9773-9790.
- 18 F. Plastina and F. Piperno, *Suppressing of decay via magnetic coherence in a V-type three level system*, Phys. Rev. 62A (2000) 53801

A.1.2 Pubblicazioni su riviste internazionali accettate nel 2000

1. L.Papagno, G. Chiarello, V. Formoso, A. Santaniello, and E. Colavita, *Electronic excitations of the $\sqrt{3} \times \sqrt{3}$ R30° phase on Al(111)*, Surface Science, (2001), accettato
2. G.B. Appetecchi, F. Alessandrini, M. Carewska, T. Caruso, P.P. Prosini, S. Scaccia and S. Passerini *Investigation on Lithium Polymer Electrolyte Batteries*, Proceedings of the "10th International Meeting on Lithium Batteries", Journal of Power Sources, accettato
3. G.Chiarello, V.Formoso, L.Papagno, and E.Colavita ,L. Floreano, R. Gotter, A. Morgante, and A. Verdini , A.Santaniello, *Interatomic resonant photoemission in NiO and Cr₂O₃ thin films* in preparazione.
4. P.Barone, A. Bonanno, M.Camarca, A.Oliva, F.Xu, P.Riccardi and R.A.Baragiola, *The excitation of collective electronic modes in Al by slow single charged Ne ions*, Surf. Sci. Lett., accettato

5. P.Riccardi, P.Barone, M.Camarca, N.Mandarino, F.Xu, A.Oliva, R.A. Baragiola, *Bulk plasmon excitation in the interaction of Ne⁺ and Ar⁺ ions with polycrystalline Al surfaces*, Nucl. Instr. and Meth. B, in stampa

6. R.A. Baragiola, C.A. Dukes and P. Riccardi *Plasmon Excitation in ion-solid interactions invited review article*, Nucl. Instr. and Meth. B, in stampa

B MEMORIE (Proceedings estesi degli Atti di Congresso o capitoli di libri)

B.1 Memorie Internazionali

B.1.2 Memorie accettate di Congressi Internazionali

1. R. Mazzuca, A.I. Tolmachev, G. Falcone, L. Forlano, *The effect of Fluctuation of Inelastic Energy Losses in the Theory of single-Collision Backscattering of Charged Particles*", Proc. 30-th International Conference on Physics of Interaction of Charged Particles with Crystals, Moscow, Publishing House of Moscow State University, May 2, 2000 (in Russian).

2. L. Forlano, I. Hedgecock and N. Pirrone, *"Deposition and Speciation of Atmospheric Mercury as it interacts with the ambient aerosol"*, Science of Total Environment, in press.

3. I. Hedgecock, N. Pirrone, L. Forlano, *"Mercury and Photochemistry in the Marine Boundary Layer - Evidence for the Production of Reactive Gas Phase Mercury"*, Atmospheric Environment, in press

4. I. Hedgecock, L. Forlano, N. Pirrone, *"Mercury, sunshine and sea-salt aerosol: is it a recipe for cycling in the marine boundary layer?"*, Atmospheric Environment, in press.

5. G. Trombino, I. Hedgecock, L. Forlano, N. Pirrone, *"The Role of Water Wave Dynamic Processes in the Exchange of Gaseous Mercury at the Air-Sea"*

Interface”, in the Proceedings of the 25th International Conference on Heavy Metals in the Environment, 6-10 August, Ann Arbor, MI, USA (in press).

6. A. Sindona, “*Non Lorentzian effects in low energy ions neutralizing at metal Surfaces*”, *comunicazione orale al congresso internazionale “Inelastic Ion Surface Collisions” (IISC-13)*, Bariloche, Argentina, 24-29 Novembre 2000.
7. A. Sindona, P. Riccardi, G. Falcone, A. Oliva e R. A. Baragiola, “*Non Lorentzian effects in low energy ions neutralizing at metal Surfaces*”, sottomesso su Nucl. Instr. And Meth. B.

6. FISICA MOLECOLARE

6.1 NUOVI CRISTALLI LIQUIDI APOLARI, FERROELETTRICI E METALLORGANICI. INSTABILITÀ ELETTOCONVETTIVE IN FLUIDI COMPLESSI. INTERAZIONI CRISTALLI LIQUIDI-CONDUTTORI MISTI. STUDIO DELLA VARIABILITÀ SPAZIALE DEGLI SPETTRI RAMAN DEI FILM DI OSSIDO A CONDUZIONE MISTA. ANALISI TERMICA DEI CRISTALLI LIQUIDI

<i>Ricercatori:</i>	Roberto Bartolino Enzo Cazzanelli Nicola Scaramuzza Carlo Versace
<i>Dottorandi:</i>	Vincenzo Bruno Luca Papalino
<i>Borsisti post-doc:</i>	Giuseppe Strangi
<i>Borsisti:</i>	Sergio Capoleoni
<i>Laureandi:</i>	Gianfranco Parise

Formazione Spontanea di “Chevrons” Orizzontali nella Fase Smettica C Chirale ($Sm-C^*$).

La fase ferroelettrica smettica C chirale ($Sm-C^*$) è stata studiata molto intensamente negli ultimi vent’anni, per le sue interessanti proprietà elettriche ed elettro-ottiche. Sin dalla scoperta delle celle a cristallo liquido ferroelettrico stabilizzate in superficie (SSFLC) [1], molti sforzi sono stati profusi per poter comprendere e sfruttare le complesse strutture che si formano nella fase ferroelettrica $Sm-C^*$ (vedi Fig.1). L’idea di base della stabilizzazione di superficie è quella di sopprimere la struttura ad elica della fase chirale $Sm-C^*$ confinando il cristallo liquido in una cella di spessore inferiore al passo dell’elica p . In questo lavoro è riportata la formazione spontanea della tessitura striata (chevrons orizzontali) in celle asimmetriche SSFLC in assenza di campi applicati.

Le celle sono state preparate depositando mediante “spin-coating” nylon e glymo (3-Glicidoxypropyltrimethoxysilane) sulle due differenti pareti della cella. Il glymo è un composto sensibile all’umidità che recentemente ha mostrato l’interessantissima proprietà di

sopprimere la memoria di superficie in celle nematiche. L'effetto memoria in superficie domina e l'energia elastica e lo scivolamento nel piano dell'asse facile, pertanto agisce come un ostacolo per la realizzazione di substrati ideali con condizioni di ancoraggio debole. Applicando perpendicolarmente alle superfici della cella un campo continuo, quando il campione è nella sua posizione di estinzione, un set di strisce continua a rimanere fondamentalmente immutato (buio), mentre un secondo set di strisce diventa luminoso. Invertendo la polarità del campo elettrico esterno si inverte la risposta elettro-ottica delle strisce. Questo significa che la polarizzazione a campo nullo, alterna tra "up" e "down" striscia per striscia.

Un altro interessante aspetto della tessitura striata degli "chevrons" orizzontali è il fatto che mostra un'eccellente risposta elettro-ottica nota come "V-shaped". Applicando una forma d'onda triangolare si osserva che l'intensità trasmessa in funzione del voltaggio da luogo ad una risposta elettro-ottica a forma di V priva di isteresi fino alla frequenza di 3 Hz del campo elettrico applicato. Il quale rappresenta un intervallo di frequenze più ampio rispetto a quello osservato per "V-shaped switching" in celle simmetriche di W415.

Il modello delle strutture strato-direttore in presenza ed in assenza di campo elettrico applicato vede gli strati smettici ortogonali alle superfici e l'orientazione del direttore giace nel piano della cella e alterna di $\pm 4^\circ$ striscia per striscia. La polarizzazione P è perpendicolare alle pareti della cella e alterna tra "up" e "down" a campo nullo. In assenza di campo esterno questa struttura minimizza l'energia d'interazione ad entrambe le superfici (interazione tipo nematico), mentre l'energia elettrostatica, ed in risposta al campo elettrico applicato solo metà delle strisce subisce la riorientazione molecolare.

6.1.1 Studio della variabilità spaziale degli spettri Raman dei film di WO_3 , cresciuti per sputtering reattivo presso la Unità di ricerca di Catania.

Abbiamo potuto vedere come la luce laser concentrata in spot dell'ordine di alcuni micron eserciti un'azione modificatrice della struttura, nel senso di indurre una cristallizzazione anche rapida dei film. L'effetto del laser è comunque fortemente variabile in funzione della posizione dei punti focalizzati rispetto al bordo dei campioni, ed inoltre l'effetto di cristallizzazione appare più frequente quanto più tempo trascorre dopo la fabbricazione dei film. Tali fenomeni suggeriscono di definire una suscettività alla cristallizzazione fotoindotta come misura del grado di metastabilità delle varie regioni dei film. La analisi micro-Raman

potrebbe quindi costituire un utile metodo di indagine sulle inomogeneità strutturali non osservabili con altre tecniche classiche. Lo studio effettuato in tal senso è stato presentato alla conferenza IME-4 di Uppsala e verrà pubblicato su *Electrochimica Acta*.

Uno studio simile è in corso su film misti di Ti-V ossido cresciuti con tecnica sol-gel dalla UDR di Trento (Ingegneria dei Materiali), a diversa composizione ed in funzione dei trattamenti termici sui film. Anche in questo caso si può notare una variabilità spaziale nei processi di cristallizzazione indotti da irradiazione laser nei film.

6.1.2 Studio della interazione tra i suddetti film e cristalli liquidi nematici in celle asimmetriche

Dopo la scoperta di una notevole modifica nella risposta elettroottica di celle di cristalli liquidi nematici (NLC) quando uno strato sottile (~ 0.5 micron) di WO_3 viene depositato sulla superficie di un elettrodo, si è esteso lo studio di questo effetto ad altri film a conduzione mista con buona trasparenza nel visibile. Queste caratteristiche, richieste per i dispositivi elettrocromici, sono anche necessarie per l'uso di tali film in celle di NLC.

Continuando lo studio sul primo tipo di sistema investigato, film di WO_3 depositati per rf magnetron sputtering su substrato di ITO, si è potuta determinare abbastanza precisamente la tensione associata al doppio strato che si forma all'interfaccia ossido-cristallo liquido, aggiustando per approssimazioni successive la forma dell'impulso di tensione che azzerava la corrente passante per la cella.

Come nuovi sistemi sono stati già studiate le risposte elettroottiche in celle di NLC di film a composizioni miste titanio ossido-vanadio ossido, depositati sul substrato di ITO standard tramite tecniche sol-gel, presso l'UDR di Trento. I primi studi in funzione del rapporto atomico Ti/V di film non trattati termicamente hanno mostrato come la miglior risposta elettroottica si ha con un rapporto $Ti/V=2/1$, sia per la maggior velocità di risposta che per il minor voltaggio di soglia di riorientazione del NLC. Ulteriori studi in corso hanno permesso di accertare che trattamenti termici sui film migliorano di molto la risposta elettroottica nelle celle di NLC pure a basso contenuto di vanadio. Inoltre si è visto come variando il voltaggio applicato alle celle si possa invertire la polarità che inibisce la riorientazione e la conseguente birifrangenza elettricamente indotta nel cristallo liquido.

6.1.3 Nuovi materiali metallorganici e apolari

Misure fatte su un particolare cristallo liquido nematico metallorganico AZPAC, i cui risultati potevano sembrare in qualche modo contraddittori, sono state interpretate in termini della particolare forma molecolare del metallorganico stesso, cioè non rod-like come negli usuali cristalli liquidi nematici ma semidiscotica che impedisce le libere rotazioni attorno all'asse lungo molecolare. Ancora, la possibilità di interazioni Pd---O(N) portano, sempre nel caso dell'AZPAC, alla formazione di multimeri polari che sono responsabili di un ordine superparaelettrico nella direzione ortogonale al direttore molecolare.

Ancora, si è continuato lo studio e la caratterizzazione dei materiali liquido cristallini apolari. Studiando la transizione di Fredericks in campo elettrico si è potuto misurare sia l'anisotropia dielettrica sia quella ottica dei materiali. Inoltre con lo studio della dinamica della riorientazione molecolare indotta da campi elettrici esterni, si sono ottenute informazioni sui coefficienti visco-rotazionali. Lo studio delle instabilità elettroconvettive hanno evidenziato l'assenza, per gli apolari, del regime conduttivo (almeno sino a frequenze di 0.1 Hz), regime sempre presente negli usuali cristalli liquidi polari. Tale assenza fa presumere l'importanza dell'accoppiamento campo elettrico – dipolo molecolare nell'instaurarsi del regime conduttivo nei cristalli liquidi. Inoltre, ad alte frequenze del campo elettrico applicato, si è osservato per la prima volta il regime “high-frequency inertia anisotropic mode”, predetto teoricamente agli inizi degli anni '80 e mai osservato sperimentalmente.

6.1.4 Instabilità Elettroconvettive in Cristalli Liquidi Nematici

Supponiamo di avere una normale cella a sandwich contenente un campione di cristallo liquido nematico. Il nematico è orientato in modo che il suo asse principale di simmetria sia parallelo al substrato.

Supponiamo ora che al film di nematico sia applicato un campo elettrico alternato diretto perpendicolarmente alle superfici, ottenuto, per esempio, applicando una differenza di potenziale elettrico alternata agli elettrodi semitrasparenti che delimitano il materiale liquido cristallino.

Nell'ipotesi che le anisotropie dielettrica e conduttiva siano rispettivamente negativa ($\epsilon_{\perp} > \epsilon_{\parallel}$) e positiva ($\sigma_{\perp} < \sigma_{\parallel}$), è possibile osservare, all'aumentare dell'ampiezza della differenza di potenziale applicata, il susseguirsi di diversi regimi dinamici guidati dalla convezione

elettrodrodinamica, i quali si manifestano mediante la formazione di diversi tipi di strutture: rolls (1), rolls obliqui, quadrati (2), nibles (3) e, per finire due regimi disordinati (4) caratterizzati da una intensa diffusione e depolarizzazione della luce che attraversa il film di cristallo liquido, ragione per la quale vengono indicati con il termine di modi di scattering dinamico (DSM), rispettivamente, 1 e 2.

La ricerca in questo campo, ed in particolare lo studio dei transienti che portano il sistema fisico da un modo all'altro, noti con il nome di transizione $DSM1 \leftrightarrow DSM2$, è in corso da diversi anni ed ha coinvolto diversi gruppi di ricerca negli Stati Uniti, Giappone, Francia, Svezia, Italia, Germania e Israele. Il notevole interesse suscitato è dovuto al fatto che in natura la transizione tra due diversi stati di turbolenza è abbastanza rara e che ancora più raramente si hanno sistemi dinamici che consentano, come nel caso dei cristalli liquidi, l'osservazione diretta dei diversi stati dinamici e delle diverse strutture che li caratterizzano. Le differenze più evidenti tra i due stati DSM riguarda il diverso comportamento ottico: la diffusione della luce è sempre più intensa nel DSM2 (ed aumenta con il voltaggio applicato), inoltre lo scattering, anisotropo nel DSM1, è perfettamente isotropo nel DSM2. Queste differenze indicano che, anche per uno stesso voltaggio applicato, il DSM1 è caratterizzato da una densità di difetti nell'allineamento del nematico maggiore di quelli presenti nel DSM2. Inoltre solo nel DSM2 i piccoli vortici elettroconvettivi, che costituiscono la "grana" della fotografia 4, sono effettivamente allineati in maniera casuale. Quanto abbiamo ora detto in maniera qualitativa può essere espresso quantitativamente per mezzo sia del grado di polarizzazione della luce incidente che dell'entropia di radiazione, le quali sono in grado di misurare il grado di coerenza delle componenti del campo elettrico della luce che attraversa il fluido nematico turbolento. Le misure fotopolarimetriche da noi effettuate hanno confermato quanto detto e ci consentono di interpretare la transizione $DSM1 \leftrightarrow DSM2$ come la transizione tra uno stato dinamico con turbolenza sviluppata in due dimensioni ad uno stato dinamico con turbolenza tridimensionale. Abbiamo detto che la transizione avviene anche mantenendo costante l'ampiezza della differenza di potenziale applicato, purché essa superi un valore di soglia (due o tre decine di volt). Allora, le regioni di DSM2 nascono casualmente nel campione e se la polarizzazione della luce che illumina il campione è fissata in modo da essere poco sensibile al DSM1, ossia ortogonalmente alla direzione di allineamento iniziale, esse appaiono come aree più scure poiché diffondono la luce incidente in maggior misura. La loro forma è grossolanamente ellittica con l'asse lungo orientato parallelamente alla direzione di

allineamento iniziale. Dopo un intervallo di tempo variabile il DSM1 si estende su tutto il campione con un meccanismo di nucleazione e crescita. Il numero di centri di nucleazione, così come la loro velocità di crescita, è maggiore per voltaggi più grandi. Più di recente un fenomeno simile è stato osservato in campioni allineati omeotropicamente, cioè ortogonalmente alle pareti. Sono molte le analogie fenomenologiche con il caso del planare: le leggi sperimentali che descrivono la velocità di crescita e quella di nucleazione hanno la stessa espressione, questo è sorprendente se si considera che nel caso omeotropico la rottura di simmetria che nelle celle planari avviene alla transizione $DSM1 \leftrightarrow DSM2$ si ha alla transizione di Freéedericksz, ad un valore di differenza di potenziale applicato decisamente più piccolo ($V \approx 6V$). Nelle celle omeotropiche, più bassa è la tensione di soglia e le aree di DSM2 hanno forma circolare anziché ellittica. L'analisi quantitativa delle grandezze caratterizzanti il fenomeno di nucleazione indica valori sensibilmente diversi, in particolare l'energia associata al singolo centro di nucleazione è più bassa nel caso di allineamento omeotropico e la velocità di crescita dei diametri delle aree di DSM1 nell'omeotropico è intermedia a quelle degli assi delle ellissi nel planare.

Le osservazioni fatte ci inducono ad interpretare la transizione come una rottura di ancoraggio e la susseguente randomizzazione dei vortici elettroconvettivi che, nel DSM1, rimanevano preferenzialmente orientati nella medesima direzione dei Williams rolls. L'ipotesi della rottura dell'ancoraggio viene indicata dalla comparsa di un gran numero di difetti di allineamento sulla superficie del campione, i quali perdurano anche spenta la differenza di potenziale e, quindi, lentamente rilassano alla condizione indisturbata. Misure più recenti indicano quale causa di questa rottura un fenomeno elettrico, indipendente dall'idrodinamica. Per avere conferme sulla natura elettrica del fenomeno si sono effettuate misure su campioni aventi diversa conduttività. Per variare la conduttività del nematico si sono introdotte nel materiale puro piccole percentuali di un composto drogante metallorganico avente la stessa simmetria. I risultati ottenuti indicano un deciso abbassamento della tensione soglia sia nel caso dell'allineamento omeotropico che in quello planare. Una spiegazione qualitativa del fenomeno può essere che, introducendo delle impurezze elettriche, si sono alterate in misura minima le caratteristiche elettriche del cristallo liquido ma si è, invece indebolito l'ancoraggio ottenendo come effetto l'abbassamento della soglia per ogni frequenza investigata.

6.1.5 Utilizzo di un calorimetro fotopiroelettrico per lo studio del comportamento critico dei parametri termici alle transizioni di fase nei cristalli liquidi termotropici.

Sono state effettuate misure in alta risoluzione dei parametri termici su campioni di 9CB e di 8S5 alla transizione Smectico A - Nematico (AN) per misurarne gli esponenti critici e si è verificato l'accordo con i valori previsti dalla teoria per tali esponenti. Inoltre si è evidenziata la differenza tra i comportamenti critici dei due materiali in esame alla transizione AN ed il suo legame con l'estensione dell'intervallo di temperatura di esistenza della fase nematica.

6.2 SUPERFICI ED INTERFACCE DEI MATERIALI LIQUIDO-CRISTALLINI

Ricercatori: Roberto Bartolino

Riccardo Barberi

Dottorandi: Giuseppe Lombardo

Giovanni Carbone

Bruno Zappone

Borsisti Post-Doc: Maria Iovane

Maria De Santo

Federica Ciuchi

Collaboratori: Michele Giocondo

Massimo Sposato

Alfredo Pane

Le interazioni anisotrope tra le molecole di un cristallo liquido nematico e una superficie solida possono determinare una o più direzioni di orientazione spontanea del nematico sulla superficie stessa. Tale fenomeno prende il nome di "ancoraggio" del cristallo liquido sulla superficie esterna ed ha una rilevanza notevole sia da un punto di vista accademico che applicativo.

I processi fisici che governano queste orientazioni spontanee non sono stati infatti ancora del tutto compresi e bisogna considerare che il controllo degli effetti elettro-ottici dei dispositivi a

cristallo liquido è sempre sottomesso alla capacità di poter predeterminare gli ancoraggi sulle superfici di contenimento del materiale liquido cristallino.

La dinamica dei cristalli liquidi ha recentemente ricevuto un nuovo impulso alla luce di indicazioni sperimentali che sembrano suggerire nuovi fenomeni di superficie. Proprio nel corso del 2000 è stata per esempio data la prima definizione rigorosa di viscosità superficiale, introdotta da un modello fenomenologico. E' ora possibile affrontare questa tematica col metodo della diluizione su scala mesoscopica dei potenziali di superficie nel volume sottostante, così che la superficie stessa sia sostituita da un sottile strato limite con una dinamica propria, sebbene interagente con quella del volume.

Questa linea di ricerca è dedicata allo studio delle proprietà fisiche, sia statiche che dinamiche, dell'interfaccia nematico-solido.

Lo scopo principe è quello di arrivare ad una descrizione la più completa possibile dello stato di superficie di un materiale nematico in contatto con una superficie solida al fine di poter ottenere il miglior controllo possibile dell'orientazione degli assi facili, dell'energia ad essi associata e delle possibili transizioni di orientazione e di ordine.

Si dispongono così in generale le basi per realizzare studi sperimentali di elettro-ottica innovativa e si migliora al tempo stesso l'insieme delle conoscenze sperimentali sui materiali liquido cristallini che sono spesso inficiate da una non ottimale realizzazione delle celle a causa di trattamenti di superficie rudimentali.

Nel corso del 2000, l'attività sperimentale si è concentrata sulle proprietà indotte da materiali organici sensibili alla luce sull'ancoraggio dei cristalli liquidi nematici e sulle tecniche di misura dell'energia degli ancoraggi planare e omeotropico per i nematici. Parallelamente, tecniche numeriche, basate sul metodo degli elementi finiti, cominciano ad essere applicate alla descrizione fine delle proprietà di superficie dei nematici.

6.3 FOTONICA

Ricercatori: Gabriella Cipparrone

Dottorandi: Pasquale Pagliusi

Grazia Russo

Borsisti post-doc: Alfredo Mazzulla

Laureandi: Alessandro Dastoli

6.3.1 Dinamica nonlineare e transizione al caos in cristalli liquidi.

E' stato realizzato uno studio d'interessanti effetti di dinamica nonlineare e transizioni al caos, nella riorientazione del direttore molecolare indotta mediante un fascio laser in un campione di cristallo liquido nematico. In particolare questi regimi dinamici sono stati osservati in un esperimento in cui un'onda ordinaria incide con un piccolo angolo su un campione di cristallo liquido con allineamento omeotropico: essi sono evidenziati da oscillazioni persistenti nel numero di cerchi di diffrazione dovuti all'effetto di automodulazione della fase ed osservabili a campo lontano nel fascio trasmesso.

All'aumentare del valore dell'intensità luminosa incidente la dinamica osservata diventa estremamente complessa, mostrando una serie d'inusuali biforcazioni prima di raggiungere un regime stocastico.

Il comportamento osservato prima del raggiungimento del regime irregolare sembrerebbe poter essere descritto da una cascata di biforcazioni cosiddette "gluing".

L'analisi realizzata mostra che, con un esperimento relativamente semplice è possibile osservare un nuovo scenario nell'evoluzione verso un regime irregolare.

Questa fenomenologia non è stata mai osservata in un sistema fisico reale. Lo studio realizzato quindi risulta interessante non solo per quanto concerne l'ottica nonlineare dei cristalli liquidi ma anche dal punto di vista della teoria del caos.

Per la realizzazione delle misure sulle quali è stata effettuata l'analisi, è stato utilizzato un apparato sperimentale basato su una tecnica di pump-probe e includente un polarimetro.

6.3.2 Effetto fotorifrattivo in materiali liquido-cristallini compositi (PDLC).

Sono state realizzate misure di TBC (Two Beam Coupling) con il reticolo fermo e la tecnica traslazionale con il reticolo in movimento in film di PDLC (polymer dispersed liquid crystals) drogati con coloranti. In questi materiali è stato osservato un effetto di memoria ottica. I risultati di questi esperimenti hanno evidenziato la nonlocalità dell'effetto, mostrando come la modulazione fotoindotta delle proprietà ottiche del materiale fosse sfasata rispetto alla figura d'interferenza della luce laser. I reticoli sono sostanzialmente reticoli di fase sfasati di $\pi/2$ rispetto alla distribuzione d'intensità luminosa prodotta nella regione d'interferenza ed

utilizzata per la scrittura dei reticoli stessi. I risultati ottenuti sembrano indicare un'origine fotorifrattiva della formazione dei reticoli olografici.

Sono state effettuate misure di corrente fotoindotta, per verificare l'eventuale presenza di processi di generazione fotoindotta di carica e trasporto nei materiali. I risultati ottenuti sicuramente evidenziano la presenza dei processi ipotizzati e supportano l'ipotesi dell'origine fotorifrattiva.

6.3.3 Olografia di polarizzazione in PDLC

Recentemente è stato iniziato uno studio di reticoli olografici in PDLC prodotti mediante una tecnica olografica di polarizzazione. Le tecniche usualmente utilizzate sono quelle olografiche d'intensità e si basano sul controllo del processo di polimerizzazione e di separazione di fase per la realizzazione dei reticoli.

Il nuovo metodo si basa su effetti d'allineamento fotoindotto.

Illuminando una miscela di polimero e cristallo liquido con una distribuzione d'intensità del fascio laser uniforme, ma in cui è modulato lo stato di polarizzazione, sono stati realizzati reticoli costituiti da gocce di cristalli liquido con un ben definito allineamento.

Diverse geometrie sperimentali sono state studiate.

Ottimizzazione di alcuni parametri, quale stabilità delle strutture ed efficienza di switching elettrico sono stati ottenuti.

6.3.4 Reticoli olografici in polimeri liquido cristallini e film di Langmuir-Blodgett.

Di recente si è iniziato lo studio di alcuni materiali fotosensibili azo-composti. In particolare sono state realizzate indagini con tecniche olografiche d'intensità e di polarizzazione per studiare fenomeni di memoria ottica in polimeri liquido-cristallini, polimeri drogati con coloranti (azo-dye) e film di Langmuir-Blodgett fotosensibili di azo composti. L'idea di utilizzare questi materiali nasce dal fatto che essi manifestano un fenomeno di riorientazione molecolare fotoindotta con una lunga stabilità temporale.

Per alcuni di questi sistemi, interessanti risultati sono stati ottenuti riguardo alla stabilità e all'efficienza di diffrazione. E' stato realizzato uno studio della formazione dei reticoli per differenti lunghezze d'onda e intensità dei fasci laser utilizzati per la scrittura.

Interessanti risultati sono stati ottenuti dallo studio dei reticoli olografici indotti mediante l'esposizione di film di questi materiali nella regione di sovrapposizione di due fasci laser con

polarizzazione circolare opposta. Nella regione di sovrapposizione dei due fasci si ha, infatti, una polarizzazione lineare che ruota uniformemente spostandosi lungo il vettore d'onda del reticolo ed una modulazione trascurabile dell'intensità luminosa.

Lo studio delle proprietà di polarizzazione di puri reticoli di fase ottenuti, usando questa tecnica, nei polimeri e film di Langmuir Blodgett, mostra interessanti peculiarità per applicazioni in vari campi.

6.4 OTTICA NON LINEARE

Ricercatori: Cesare Umeton

Borsisti: Roberto Caputo

6.4.1 Misura di densità d'energia e durata di impulsi laser corti ed incoerenti con l'uso di cristalli liquidi

Sono stati ideati e descritti due nuovi metodi per la caratterizzazione di impulsi laser corti (ed eventualmente anche parzialmente coerenti) che fanno uso di cristalli liquidi: Il primo, detto "delle due onde in competizione" (CAW), è un metodo non interferometrico che, con un semplice esperimento di singolo impulso, è in grado di fornire sia la densità d'energia di picco che la durata dell'impulso. Il secondo metodo, detto "della sovrapposizione di impulsi in schema di ottica lineare" (LOPO), consente di misurare la durata di impulsi ultracorti senza far uso di fenomeni di ottica nonlineare e relativi materiali. E' stata anche studiata la possibilità di utilizzare il controllo della birifrangenza di un cristallo liquido, indotta elettricamente, per sostituire la linea di ritardo opto-meccanica.

6.4.2 Realizzazione e caratterizzazione di un reticolo di diffrazione con strati nematici sub-micrometrici attraverso la fotopolimerizzazione di miscele contenenti nematico

E' stata utilizzata la fotopolimerizzazione indotta dal pattern di interferenza creato da una radiazione laser UV su una miscela polimerica contenente cristallo liquido nematico per realizzare una struttura sub-micrometrica, spazialmente periodica, formata da una sequenza di strati orientati di cristallo liquido nematico separati da pareti di polimero isotropo. E' stato accertato che tale struttura:

-può essere realizzata solo se durante la polimerizzazione si inibisce la separazione di fase;

- si comporta come un reticolo di diffrazione con passo fino a $0.3 \mu\text{m}$, anche in miscele con le quali non si possono ottenere reticoli PDLC standard con passo inferiore a $6 \mu\text{m}$;
- esibisce un'efficienza di diffrazione che è sempre molto più alta di quella dei reticoli PDLC standard ottenuti dalla stessa miscela.

6.4.3 Autoconfinamento assistito elettricamente e guida d'onda in celle di cristallo liquido nematico

E' stata osservata la formazione di solitoni spaziali e la guida d'onda self/cross in celle planari di cristallo liquido con pilotaggio elettrico esterno. Gli effetti di guida e di auto- confinamento sono stati di ottenuti con basse potenze di un laser Ar⁺ e verificate con un probe HeNe.

A PUBBLICAZIONI SU RIVISTE

A.1 Pubblicazioni su riviste internazionali

A.1.1 Pubblicazioni su riviste internazionali stampate nel 2000

1. L.M.Blinov, R.Barberi, M.V.Kozlovsky, V.V.Lazarev, M.P. De Santo, *Optical anisotropy and four possible orientations of a nematic liquid crystal on the same film of a photochromic chiral smectic polymer*, J. Nonlinear Opt. Phys. & Materials, 9 (2000) 1-10
2. M.P. De Santo, R. Barberi, L.M. Blinov, S.P. Palto, S.G. Yudin, *A study of ultra thin dielectric films by Atomic and Electrostatic Force Microscopy*, Molecular Materials, 12 (4) (2000)
3. L. M. Blinov , R.Barberi, S. P. Palto, Th.Rasing, M.P. De Santo, S. G. Yudin: *Surface potential and piezo-response of ferroelectric Langmuir-Blodgett films studied by electrostatic force microscopy*, Proc. of 6th Int. Conference on Langmuir-Blodgett films in Colloids and Surfaces A, Potsdam, Germany, August 2000.
4. G. Cipparrone, G. Russo, V. Carbone, C. Versace, G. Strangi, *Polarimetric study of the optically induced dynamical behavior in nematic liquid crystal film*, Optics Communications, vol.173, 1(2000).
5. L.M. Blinov, G. Cipparrone, N. Scaramuzza, M.V. Kozlovsky, V.V. Lazarev, *Holographic development of a hidden UV image recorded on a liquid crystalline polymer*, Optics Communications, vol.173, 137(2000).
6. G. Russo, V. Carbone, G. Cipparrone, *Nonlinear dynamics optically induced in nematic liquid crystals*, Phys. Rev. E, vol.62(4), 5036 (2000).

7. G. Cipparrone, A. Mazzulla, S.P. Palto, S.G. Yudin, L.M. Blinov, *Permanent polarization gratings in photosensitive Langmuir-Blodgett film*, Appl. Phys.Letters , vol.47(14), 2106(2000).
8. G. Cipparrone, A. Mazzulla, P. Pagliusi, *Spatial periodicity of photorefractive orientational grating in polymer-liquid crystal composite*, Optics Communications, vol.185, 171(2000).
9. G. Cipparrone, A.Mazzulla, M.V.Kozlovsky, S. P.Palto, S.G.Yudin, L.M.Blinov, *Polarization gratings in photosensitive Langmuir-Blodgett films and chiral liquid crystalline polymers*, Molecular Materials, vol.12, 359 (2000).
10. N. Scaramuzza, M. C. Pagnotta, G. Strangi, D. E. Lucchetta, C. C. Versace And A. Th. Ionescu, *Thermally induced depolarization currents in a palladium containing metallorganic liquid crystal*, Mol. Cryst. Liq.Cryst.339, 83 (2000).
11. D. E. Lucchetta, N. Scaramuzza, G. Strangi, C. C. Versace, *Impurities in nematic liquid crystal samples induces changes in the DSM1-DSM2 turbulent transition phase diagram*, Liq.Cryst. 27 277, (2000).
12. G. Strangi, E. Cazzanelli, N. Scaramuzza, C. Versace And R. Bartolino, *Electrical and electro-optical investigations of liquid crystal cells containing WO3 thin films*, Phys.Rev.E 62, 2263 (2000).
13. N.V. Tabiryan, C. Umeton, *Measurement of Energy Density and Duration of Ultrashort Incoherent Light Pulses with the Aid of Liquid Crystals*, Optics Comm., 175, 425 (2000)
14. R. Caputo, A.V. Sukhov, C. Umeton, *Experimental studies of initial stage of PDLC curing caused by UV interference pattern*, Mol. Materials, 12, 169 (2000)

15. R. Caputo, A.V. Sukhov, C. Umeton And R.F. Ushakov, *Formation of a Grating of Submicron Nematic Layers by Photopolymerization of Nematic-Containing Mixtures*, *J.E.T.P.*, 91, 1190 (2000)
16. M. Peccianti, A. De Rossi, G. Assanto, A. De Luca, C. Umeton And I.C. Khoo, *Electrically assisted self-confinement and waveguiding in planar nematic liquid crystal cells*, *Appl. Phys. Lett.*, 77, 7 (2000).

A.1.2 Pubblicazioni su riviste internazionali accettate

1. G. Cipparrone, A. Mazzulla P. Pagliusi A.V. Sukhov, R.F.Ushakov, *Transient photoinduced current in dye-doped polymer and PDLC*, *J.O.S.A. B* vol. 18, 182 (2001)
2. L.M. Blinov, R.Barberi, S.P. Palto, M.P. De Santo, S.G. Yudin: *Switching of a ferroelectric polymer Langmuir-Blodgett film studied by Electric Field Microscopy*, pubblicazione prevista su *Journal of Applied Physics*, 89 (2001)
3. R. Barberi, A.L. Alexe Ionescu, J.J. Bonvent, M. Giocondo, M. Iovane, *A tool to control the nematic surface alignment: anchoring competition*, accettato per la pubblicazione su *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* (2000)
4. C. Carbone, B. Zappone, R. Barberi, R. Bartolino, *Apertureless SNOM microscopy with a commercial AFM*, accettato per la pubblicazione su *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* (2001)
5. L. M. Blinov, R. Barberi, G. Cipparrone, M. V. Kozlovsky, V. V. Lazarev, M. Ozaki , M. P. De Santo, N. Scaramuzza, K. Yoshino, *Reversible UV Image Recording on a Photochromic Side Chain Liquid Crystalline Polymer*, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* 355 (2001) 359

6. V. Carbone, G. Cipparrone, G. Russo, *Homoclinic Gluing bifurcations during the light induced reorientation in Nematic Liquid Crystal films*, in corso di stampa su Phys. Rev. E.
7. G. Cipparrone, A. Mazzulla, G. Russo, *Diffraction grating in PDLC recorded by means of polarization holographic technique*, in corso di stampa su Appl. Phys.Lett..
8. N. Scaramuzza, G.Strangi, C.Versace, *Electro-optic behavior of a non-polar nematic liquid crystal and its mixture*, Liq. Cryst. 28, 307 (2001).
9. G. Strangi, D.A. Coleman, J.E. Maclennan, M. Copic, N.A. Clark, *Spontaneous Formation of Horizontal Chevrons in Smectic C* Liquid Crystal*, Appl. Phys. Lett. 78, 10 (2001).
10. G. Strangi, C. Versace, N. Scaramuzza, *Surface Anchoring Energy Modulation in Liquid Crystal Cells With Mixed Conductor Boundary Layers*, To be published Appl. Phys. Lett. (2001).
11. A. L. Alexe-Ionescu, A. Th. Ionescu, N. Scaramuzza, G. Strangi, C. Versace, *Effects of Charge Asymmetry in a Nematic Liquid Crystal in Contact With an Amorphous Tungsten Trioxide Layer*, to be published Mol. Cryst. Liq.Cryst. (2001)
12. E. Cazzanelli, N. Scaramuzza, G. Strangi, C. Versace, R. Ceccato and G. Carturan, *SOL-GEL Synthesis and Characterization of TiO₂ and TiO₂-V₂O₅ Films for Electrode in Asymmetric Liquid Crystal Cells*. To be published Mol. Cryst. Liq.Cryst. (2001)
13. E. Cazzanelli, L. Papalino, A. Pennisi, F. Simone, *Spatial variation of structural order in sputtered WO₃ films*, Accettato da Electrochimica Acta

14. V. Bruno, N. Scaramuzza, U. Zammit, *Study of Critical Behavior of the Thermal Parameters in the Phase Transition in Mesogenic Materials*. in stampa su Mol. Cryst. Liq. Cryst.
15. L. Komitov, D. Pucci, N. Scaramuzza, A. Sparavigna, A. Strigazzi, *Thermotropic behavior and complex permittivity of the palladium mesogen AZPAC and of its free ligand HAZ*, in stampa su Mol. Cryst. Liq. Cryst.
16. A.L. Alexe-Ionescu, A. Th. Ionescu, N. Scaramuzza, G. Strangi, C. Versace, G. Barbero And R. Bartolino, *Liquid-crystal/electrochromic interface: A p/n-like electro-optic junction*, in stampa su Physical Review E

C RELAZIONI SU INVITO

C.1 Relazioni su invito a Congressi Internazionali

1. R. Barberi, *Esperimenti con i cristalli liquidi nematici: le transizioni di superficie*, LXXXVI Congresso Nazionale della Società Italiana di Fisica, Palermo, 6-11 Ottobre 2000
2. R. Barberi, *Surface bistable nematic devices and weak anchoring*, Workshop on Emerging liquid crystal technologies, Università di Parigi Sud, Orsay, Francia, 4 febbraio 2000

D Interventi a congresso

D.1 Interventi a congressi internazionali

1. D. Sikharulidze, R. Barberi, R. Bartolino, *New reversible storage effect in NLC cells with electrically modified microtextured surface orientation*, INFMeeting 2000, Genova, 12-16 giugno 2000

2. L. Blinov, R. Barberi, S. Palto, M. P. De Santo, S. Yudin, *AFM patterning of ferroelectric polymer LB films for liquid crystal applications*, INFMeeting 2000, Genova, 12-16 giugno 2000
3. G. Carbone, B. Zappone, R. Barberi, R. Bartolino, *Apertureless SNOM setup on a commercial AFM*, INFMeeting 2000, Genova, 12-16 giugno 2000
4. G. Lombardo, R. Barberi, *Multiplexed electric addressing of nematic bistable pixels*, INFMeeting 2000, Genova, 12-16 giugno 2000
5. L. Blinov, R. Barberi, S. Palto, M. P. De Santo, S. Yudin, *AFM patterning of ferroelectric organic films for nematic alignment*, IV Congresso Nazionale della società Italiana dei Cristalli Liquidi, Reggio Calabria, 24-26 Maggio 2000
6. D. Sikharulidze, R. Barberi, *Local electric field and bistable switching in nematic liquid crystal cells*, IV Congresso Nazionale della società Italiana dei Cristalli Liquidi Reggio Calabria, 24-26 Maggio 2000
7. R. Barberi, O. Duhem, M. Iovane, G. Lombardo, C. Newton: *Anchoring energy measurements: a practical approach*, IV Congresso Nazionale della società Italiana dei Cristalli Liquidi, Reggio Calabria, 24-26 Maggio 2000
8. G. Russo, V. Carbone, G. Cipparrone, *Gluing bifurcations scenario optically induced in Liquid Crystals*, Congresso della Società Italiana Cristalli Liquidi, SICL2000, Reggio Calabria 24-26 Maggio 2000
9. G. Cipparrone, A. Mazzulla, G. Russo, *Polarization holography in PDLC*, congresso della Società Italiana Cristalli Liquidi, SICL2000, Reggio Calabria 24-26 Maggio 2000.

10. G. Cipparrone, A. Mazzulla, P. Pagliusi, *Spatial periodicity of photorefractive orientational grating in polymer-liquid crystal composite*, Congresso della Società Italiana Cristalli Liquidi, SICL2000, Reggio Calabria 24-26 Maggio 2000.
11. *Gluing bifurcations in nonlinear dynamics optically induced in NLC* alla Conferenza nazionale dell'Istituto Nazionale per la Fisica della Materia, INFMeeting 2000, Genova 12-16 giugno 2000.
12. G. Strangi, D.A. Coleman, J.E. Maclennan, M. Copic, N.A. Clark, *Spontaneous Formation of Horizontal Chevrons in Smectic C* Liquid Crystal*, IV Conference of Italian Liquid Crystal Society (SICL 2000), Reggio Calabria, Italy (May 2000).
13. G. Strangi, D.A. Coleman, J.E. Maclennan, M. Copic, N.A. Clark, *Polarization driven striped texture in SSFLC cells*" SILC SCHOOL, Introduction To Theory And Modeling Of Thermotropic Liquid Crystals" Portoroz, Slovenia (April 2000).
14. A. De Rossi, M. Peccianti, G. Assanto, A. De Luca, M. A. Karpierz, I. C. Khoo, *Light Self-Confinement in Planar Cells Containing Nematic Liquid Crystals*, Int. Conf. on Transp. Opt. Networks - ICTON 2000, pp.79-82, Gdansk (Poland), June 5-8, 2000
15. M. Peccianti, A. De Rossi, G. Assanto, A. De Luca, C. P. Umeton And I. C. Khoo, *Optical Self-confinement and Waveguiding in Planar Nematic Liquid Crystals*, Proc. IQEC 2000, ISBN 0-7803-6318-3, Nice (France), Sept. 10-15, 2000, p. 10 (2000)
16. G. Assanto, M. Peccianti, A. De Rossi, C. Umeton, I. C. Khoo, *Spatial Solitons in Voltage-Biased Nematic Liquid Crystals*, LEOS 2000, Annual Meeting, Rio Grande (Puerto Rico) 13-16 Nov. 2000
17. M. Peccianti, C. Umeton, I. C. Khoo, A. De Rossi, G. Assanto, *Two-dimensional spatial solitons in nematic liquid crystals*, Photonics West, SPIE Int. Symp. on "High-Power Lasers and Applications"[4271-48], S. Jose (USA), 20-26 Jan. 2001;

7 **BIOFISICA MOLECOLARE**

Ricercatori: L. Sportelli

R. Bartucci

Assegnisti: R. Guzzi

Borsisti: G. Montesano

Dottorandi: B. Rizzuti

Collaboratori: S. Belsito

A. Stirpe

P. Mollica

Laureandi: M. Pantusa

Tecnici: B. De Nardo

C. Prete

Collaboratori: D. Grasso (*Università di Catania*)

C. La Rosa (*Università di Catania*)

D. Milardi (*Università di Catania*)

G.W. Canters (*Gorlaeus Laboratory, University of Leiden, Olanda*)

Ph.M. Verbeet (*Gorlaeus Laboratory, University of Leiden, Olanda*)

D. Marsh (*MPI for Biophysical Chemistry, Goettingen, Germania*)

7.1 **PROPRIETA' STRUTTURALI E CALORIMETRICHE DI METALLO-PROTEINE**

7.1.1 **Eterogeneità strutturale di metallo-proteine contenenti ioni rame.**

Uno studio comparativo degli effetti della velocità di congelamento e delle proprietà chimico-fisiche del solvente sull'eterogeneità strutturale dell'azurina, nella forma nativa ed in assenza di ponte di solfuro, e dell'amicianina è stato eseguito mediante spettroscopia di risonanza di spin elettronico (EPR). Gli spettri EPR sono stati simulati utilizzando un modello che prevede una distribuzione gaussiana delle componenti dei tensori \mathbf{g} e \mathbf{A} dell'Hamiltoniana di spin. In tal modo è stato dimostrato che la composizione del solvente, come pure la velocità di congelamento, influenzano l'eterogeneità strutturale delle proteine. Questa eterogeneità è stata

quantificata attraverso le deviazioni standard, $\sigma_{g_{\parallel}}$ e $\sigma_{A_{\parallel}}$, delle componenti parallele dei tensori \mathbf{g} e \mathbf{A} a simmetria assiale. In particolare, entrambi i parametri subiscono una riduzione dopo il congelamento lento; tale riduzione è più significativa quando il glicerolo è aggiunto come co-solvente alle soluzioni proteiche. Il confronto dei valori di $\sigma_{g_{\parallel}}$ e $\sigma_{A_{\parallel}}$ trovati per le proteine studiate, evidenziano che la riduzione è più marcata nelle due forme di azurina rispetto all'amicianina e che l'azurina privata del ponte disolfuro ha una eterogeneità strutturale più bassa rispetto a quella della forma nativa. La notevole similarità del sito attivo, Cu-(atomi leganti), delle proteine suggerisce un irrigidimento della matrice proteica della azurina in assenza del ponte disolfuro confrontata con quella nativa e dell'amicianina rispetto ad entrambe le forme di azurina. Il primo dei due risultati evidenzia un ruolo importante del legame -SS- nel modulare la flessibilità dell'azurina nella forma nativa.

7.1.2 Effetto della sostituzione rame/zinco sulla stabilità termica dell'azurina.

Lo ione rame presente naturalmente nel sito attivo dell'azurina è stato sostituito con uno ione zinco e gli effetti di questa sostituzione sulla stabilità termica della proteina sono stati studiati utilizzando la calorimetria differenziale e l'emissione di fluorescenza. I risultati ottenuti mostrano che il modello di unfolding seguito dalla Zn-azurina è sempre del tipo "multistep" ($N \leftrightarrow U \Rightarrow F$) anche se i parametri che caratterizzano lo step reversibile e quello irreversibile dipendono dal metallo legato alla proteina. Inoltre, in presenza di Zn la transizione è parzialmente reversibile. Lo step reversibile è stato separato da quello irreversibile mediante l'estrapolazione della curva calorimetrica a velocità infinita. Il confronto tra i dati termodinamici ottenuti per la Cu- e la Zn-azurina mostra che lo zinco stabilizza fortemente la struttura tridimensionale della proteina. Infatti, sia la temperatura di denaturazione che l'energia libera di Gibbs aumentano rispettivamente di 4 °C e di 31 kJ/mol. Inoltre, anche il valore dell'energia di attivazione è aumentato in presenza di zinco indicando che lo step irreversibile si manifesta con una velocità più bassa rispetto a quella che si ottiene per la Cu-azurina. I valori energetici ottenuti in questo studio suggeriscono una maggiore affinità termodinamica della azurina verso lo zinco rispetto al rame.

7.2 PROPRIETA' FISICHE DI SISTEMI MODELLO DI BIOMEMBRANE

7.2.1 Comportamento di fase liotropico di composti ternari lipidi/polimero-lipidi/acqua.

I liposomi stabilizzati stericamente sono costituiti da appropriate concentrazioni di lipidi e polimero-lipidi. Essi vengono attualmente usati con successo per il trasporto di farmaci in vivo.

Sono state studiate le proprietà molecolari e mesoscopiche di dispersioni a completa idratazione di lipidi di DPPC e di polimero-lipidi costituiti da DPPE recante sulla testa polare il polimero idrofilico poli-etilene glicole (PEG-DPPE). Sono stati presi in considerazione PEGs a diverse lunghezze della catena polimerica: PEG:350, PEG:2000 e PEG:5000.

Misure di ESR lineare in fase gel a bassa temperatura hanno evidenziato la progressiva conversione da fase lamellare a fase micellare del DPPC all'aumentare della concentrazione di polimero-lipide incorporata nella matrice lipidica di base. Sperimentalmente, la frazione molare di ogni fase presente nelle dispersioni ad ogni composizione è stata determinata mediante opportune differenze spettrali. Teoricamente, la transizione fase lamellare → fase micellare è stata descritta in termini di termodinamica di equilibrio.

Si è trovato che le fasi stabili, lamellari o micellari, sono influenzate criticamente non solo dal contenuto di PEG-lipide nella dispersione, ma anche dalla lunghezza della catena polimerica. In accordo con i concetti del polimorfismo lipidico, più è lunga la catena del polimero minore è la concentrazione del corrispondente polimero-lipide che può essere incorporata nei liposomi di DPPC prima che questi vengano destabilizzati e convertiti in micelle.

Questi risultati hanno una diretta rilevanza per l'ottimizzazione della composizione di liposomi stabilizzati stericamente.

7.2.2 Interazione tra metallo pesanti e membrane fosfolipidiche modello.

La spettroscopia di assorbimento ottico e quella di ESR convenzionale e di saturation transfer (STESR) con la tecnica dello spin labeling sono state usate per studiare l'interazione tra due composti del mercurio altamente tossici, il cloruro di mercurio $HgCl_2$ e il metil mercurio CH_3HgOH , con vescicole multilamellari (MLV) di dipalmitoilfosfatidilcolina (DPPC).

I dati indicano che l'interazione tra $HgCl_2$ e CH_3HgOH con le MLV di DPPC si manifesta all'interfaccia polare-apolare dei bilayers. Indirettamente, in funzione della loro

concentrazione nel mezzo di dispersione, i mercuriali influenzano anche il comportamento di fase termotropico e la dinamica rotazionale delle catene idrocarburiche delle multilamelle di DPPC. Entrambi i composti inducono in fase gel una transizione strutturale da fase lamellare normale a fase interdigitata, $L_B \rightarrow L_{Bi}$. Inoltre, il cloruro di mercurio risulta più efficace del metil mercurio in quanto la concentrazione necessaria per influenzare la struttura e la dinamica delle MLV di DPPC è nell'ordine: $[HgCl_2] < [CH_3HgOH]$.

Gli effetti osservati sulle MLV di DPPC potrebbero essere rilevanti biologicamente in quanto potrebbero essere alla base dell'alterazione nella neurotrasmissione dei segnali evidenziata in presenza di composti tossici del mercurio.

A PUBBLICAZIONI SU RIVISTE

A.1 Pubblicazioni su riviste internazionali

A.1.1 Pubblicazioni su riviste internazionali stampate nel 2000

1. S. Belsito, R. Bartucci, G. Montesano, D. Marsh, and L. Sportelli, *Molecular and mesoscopic properties of hydrophilic polymer-grafted phospholipids mixed with phosphatidylcholine in aqueous dispersion: interaction of dipalmitoyl N-polu/ethylene glycol) Phosphatidylethanolamine with dipalmitoylphosphatidylcholine studied by spectrophotometry and spin-label electron spin resonance*, Biophysical Journal 78, 1420-1430 (2000).

A.2 Pubblicazioni su riviste internazionali accettate nel 2000

1. R. Guzzi, A. Stirpe, M. Ph. Verbeet, and L. Sportelli, *Structural heterogeneity of Blue Copper Proteins: an EPR Study of Amicyanin, wild-type and Cys3Ala/cys26Ala Azurin mutant*, Eur. Biophysical Journal (2000) accepted.
2. G. Montesano, R. Bartucci, S. Belsito, D. Marsh, and L. Sportelli, *Lipid Membrane Expansion and Micelle Formation by Polymer-grafted Lipids: Scaling with Polymer Length Studied by Spin-Label Electron Spin Resonance*, Biophysical Journal (2000) accepted.
3. R. Bartucci, R. Guzzi, and L. Sportelli, *Electron Paramagnetic Resonance investigations of Biological Systems, Recent Res. Devel.* in Biophysical Chem. (2000) accepted.

D COMUNICAZIONI A CONGRESSI

D.1 Congressi nazionali

1. Rizzuti B., Guzzi R., and Sportelli L., *Molecular Dynamic Simulation Study of the Disulfide Bridge Role in Azurin*. INFMeeting, National Conference on Physics of Matter, Genova, 12/16 Giugno 2000.

2. Bartucci R., Gliozzi A., and Sportelli L., *Chain Mobility in Bipolar Lipids, in Diphytanoylcholines, and in Phosphatidylcholines*. INFMeeting, National Conference on Physics of Matter, Genova, 12/16 Giugno 2000.
3. Bartucci R., Belsito S., Marsh D., Montesano G., and Sportelli L., *Bilayer to Micelle Phase Transition in Lipid/Polymer-Lipid Aqueous Dispersions*. INFMeeting, National Conference on Physics of Matter, Genova, 12/16 Giugno 2000.
4. Bruno C., Bartucci R., and Sportelli L., *Studio Spettrofotometrico e di Risonanza di Spin Elettronico dell'Interazione fra Mercurio e Multilamelle di DPPC*. Congresso Nazionale della Società Italiana di Fisica, Palermo, 6/10 Ottobre 2000.

D.2 Congressi internazionali

1. R. Guzzi, B. Rizzuti, and L. Sportelli, *The role of the disulfide bridge in Azurin: A molecular dynamic simulation study*. 3rd European Biophysics Congress, Munchen, Germany – Sept. 9-13, 2000
2. G. Montesano, R. Bartucci, and L. Sportelli, *Conventional Spin label ESR in polymer-lipid micellar dispersions*. 3rd European Biophysics Congress, Munchen, Germany – Sept. 9-13, 2000