

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEAREPreventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
0187	STREGA	3

Struttura
L.N.L.

Ricercatore
responsabile locale: GRAMEGNA Fabiana**Rappresentante Nazionale:** F.GRAMEGNA

Struttura di appartenenza: L.N.L.

Posizione nell'I.N.F.N.: PRIMO RIC.

INFORMAZIONI GENERALI

Linea di ricerca	REAZIONI INDOTTE FRA IONI PESANTI ALLE ENERGIE DI ALPI
Laboratorio ove si raccolgono i dati	L.N.L.,L.N.S.
Sigla dello esperimento assegnata dal Laboratorio	
Acceleratore usato	TANDEM XTU - LINAC ALPI dei L.N.L., CS dei L.N.S.
Fascio (sigla e caratteristiche)	Ioni pesanti con $A > 30$ con $E/A > 6$ MeV/A 12C, 16O da 4 a 70 MeV/A
Processo fisico studiato	Studio della dinamica delle collisioni fra ioni pesanti con particolare riguardo a processi con piu' corpi nello stato finale. Misure di sezione d'urto di interesse per la radioterapia.
Apparato strumentale utilizzato	GARFIELD, rivelatore anulare e parallel plate MULTICS+MEDEA
Sezioni partecipanti all'esperimento	BO, FI, L.N.L., L.N.S., MI, NA,TS
Istituzioni esterne all'Ente partecipanti	
Durata esperimento	3 anni

Codice	Esperimento	Gruppo
0187	STREGA	3

Struttura
L.N.L.

PREVENTIVO LOCALE DI SPESA PER L'ANNO
2001
In ML

VOCI DI SPESA	DESCRIZIONE DELLA SPESA	IMPORTI		A cura della Comm.ne Scientifica Nazionale
		Parziali	Totale Compet.	
Viaggi e missioni	Interno Mobilita' responsabile nazionale Riunioni e contatti per analisi x 3 persone 1 turno x 7gg presso CS LNS x 3 persone	5 10 7	22	
	Estero Collaborazione indiana Univ. e IUCF, Coll. Berkeley Contatti scientifici	18	18	
Materiale Consumo	Consumo vario (colle, gas, minuterie da vuoto, mylar, stesalite per ricambi partitore, supporti magnetici, magazzino LNL, etc.) Riparazioni varie	26 12	38	
Trasp.e facch.				
Spese Calcolo	Consorzio Ore CPU Spazio Disco Cassette Altro			
Affitti e manutenz. apparecchiati.				
Materiale Inventariabile	2 moduli splitter per pulser input 1 PC per analisi dati con dischi ad alta capacita'.	6 6	12	
Costruzione Apparati				
Totale			90	
Note:				

Codice	Esperimento	Gruppo
0187	STREGA	3

Struttura
L.N.L.

PREVISIONE DI SPESA: PIANO FINANZIARIO LOCALE
PER GLI ANNI DELLA DURATA DEL PROGETTO

In ML

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2001	22	18	38				12		90
2002	17	18	30						65
TOTALI	39	36	68				12		155

Note:

Osservazioni del Direttore della Struttura in merito alla disponibilità di personale e di attrezzature:

Il supporto richiesto e' compatibile con le risorse della struttura

Mod. EC. 3

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
0187	STREGA	3

Struttura
L.N.L.

PREVENTIVO GLOBALE PER L'ANNO 2001

In ML

Struttura	A CARICO DELL' I.N.F.N.									A carico di altri Enti
	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp. e Facch.	Spese Calc.	Affitti e Manut. Appar.	Mater. inventar.	Costruz. appar.	TOTALE Compet.	
L.N.L.	22	18	38				12		90	
BOLOGNA	30	5	12				5		52	
FIRENZE	15	3	8				6		32	
L.N.S.	14	4	23						41	
MILANO	18	6	12						36	
NAPOLI	20	6	9				3		38	
TRIESTE	30	6	15						51	
TOTALI	149	48	117				26		340	

NB. La colonna **A carico di altri Enti** deve essere compilata **obbligatoriamente**

Note:

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEAREPreventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
0187	STREGA	3

Struttura
L.N.L.

A) ATTIVITA' SVOLTA NELL'ANNO 2000									
B) ATTIVITA' PREVISTA PER L'ANNO 2001									
C) FINANZIAMENTI GLOBALI AVUTI NEGLI ANNI PRECEDENTI									In ML
Anno Finanziario	Missioni interno	Missioni estero	Materiale di consumo	Trasp. e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e Manut. Apparec.	Materiale inventar.	Costruz. apparati	TOTALE
2000	107	29	93				106		335
TOTALE	107	29	93				106		335

Mod. EC. 5

(a cura del rappresentante nazionale)

Codice	Esperimento	Gruppo
0187	STREGA	3

Struttura
L.N.L.

PREVISIONE DI SPESA**Piano finanziario globale di spesa****In ML**

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Materiale di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2001	149	48	117				26		340
2002	100	50	60						210
TOTALI	249	98	177				26		550

Note:

Codice	Esperimento	Gruppo
0187	STREGA	3

Struttura
L.N.L.

COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI RICERCA (cont.)

LAUREANDI Cognome e Nome	Associazione		Titolo della Tesi
	SI	NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	

	Denominazione	mesi-uomo	SERVIZI TECNICI Annotazioni
1	Serv. Ut. Supp. App. Sperim.	1	
2	Servizio Utenti-Controlli	1	

INTERAZIONI CON LE INDUSTRIE (COMMESSE HIGH TECH)

DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA
ET- Power - Napoli	Delay programmabili con interfaccia FAIR a 32 canali

Codice	Esperimento	Gruppo
0187	STREGA	3

Struttura
L.N.L.

REFEREES DEL PROGETTO	
Cognome e Nome	Argomento
PAGANO Angelo	Progetto completo

MILESTONES PROPOSTE PER IL 2001	
Data completamento	Descrizione
	Cross Section measurements of interest for radiotherapy and health risk of astronauts: carbon induced reactions. (PAC LNL e PAC LNS luglio 2000).
	Search for non-equilibrium features in deep-inelastic collisions at ALPI energies with the Garfield array (PAC LNL luglio 2000).
	Collaborazione con esperimento PRIAMO: Esperimento su GDR da presentare ad un prossimo PAC LNL (dicembre 2000 o luglio 2001)
	Continuazione linea di ricerca: presentazione esperimenti PAC dicembre 2000 (in relazione ai risultati esperimenti precedenti)

COMPETITIVITA' INTERNAZIONALE
<p>Lo studio della termodinamica e dell'interconnessione fra processi di equilibrio e di non-equilibrio nelle reazioni fra ioni pesanti alle diverse energie e' di grande interesse internazionale attuale (vedi Topics delle piu' importanti Conferenze Internazionali, Scuola teorica di Trento settembre 2000)</p> <p>L'interesse internazionale per le misure di sezioni d'urto con fasci di carbonio per la radioterapia e' dimostrato dalla necessita' di avere maggiori informazioni per l'utilizzo di fasci su pazienti affetti da tumori presso laboratori come il GSI di Darmstadt (Germania) e l'HIMAC di Chiba nel Giappone.</p>

LEADERSHIPS NEL PROGETTO	
Cognome e Nome	Funzioni svolte
GRAMEGNA Fabiana	Responsabile di esperimento e Responsabile apparato GARFIELD e Respons. Naz./locale LNL
CASINI Giovanni	Responsabile rivelatori PSPPAC e Respons. locale Sezione di Firenze
CAVALLARO Salvatore	Responsabile rivelatore anulare e Respons. locale LNS
ORDINE Antonio	Responsabile acquisizione e Respons. locale sezione di Napoli.
MORONI A.	Responsabile locale Sezione di Milano
BRUNO A.	Responsabile locale Sezione di Bologna
ABBONDANNO Ugo	Responsabile locale Sezione di Trieste

Codice	Esperimento	Gruppo
0187	STREGA	3

Struttura
L.N.L.

Consuntivo anno 1999/2000

LAUREATI		
Cognome e Nome	Titolo della Tesi	Sbocco professionale
Falsiroli Massimiliano Laurea in FISICA	Calibrazione con ioni pesanti dei cristalli di ioduro di cesio e test delle camere a deriva dell' apparato GARFIELD - laureato a marzo 1999.	Andersen Consulting
LANCHAIS Ariane Laurea in FISICA	GARFIELD: un apparato per misure di reazioni tra ioni pesanti ad alte energie intermedie (laureata in giugno 2000)	Bosa di studio
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
DOTTORI di RICERCA		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
PRESENTAZIONI A CONFERENZE SU INVITO E SEMINARI SIGNIFICATIVI		
Relatore	Titolo	Conferenza o luogo
F. GRAMEGNA	GARFIELD: a general array for Fragments and Light Charged Particle identification	Sif Salerno - Relazione su invito ottobre 98
P.F.MASTINU	Energy and charge calibration of CsI (TI) crystals of the GARFIELD apparatus.	St. Andres - Colombia 1999
L. VANNUCCI	Future Activity at the LNL GARFIELD apparatus	Messina 2000
L. VANNUCCI	Clustering Configurations in Intermediate Medium-mass Systems, invited talk 7th International Conference on Clustering Aspects	Rab- Croatia, 14-19 June 1999

Codice	Esperimento	Gruppo
0187	STREGA	3

Struttura
L.N.L.

Consuntivo anno 1999/2000

MILESTONES RAGGIUNTE	
Data completamento	Descrizione
02/28/1999	Calibrazione Csl rivelatore anulare
01/31/2000	Completamento apparato GARFIELD, test sotto fascio
02/28/2000	Misure di timing: ottenimento buone prestazioni temporali fascio (700ps) (in collaborazione con gruppo macchina LNL)
03/05/2000	Calibrazione PSPPAC
<p>Commento al conseguimento delle milestones</p> <p>La misura "Experimental signature of the liquid gas phase transition at low bombarding energy" approvata dal PAC LNL nel luglio 1999 ed in programma per l'estate 2000 e' stata postposta all'autunno per problemi all'acceleratore (sistema di refrigerazione del LINAC).</p>	

SVILUPPO DI STRUMENTAZIONE INNOVATIVA
<p>Drift chambers con microstrip su vetro per la zona di amplificazione. Progetto F. Gramegna (LNL) e A. Moroni (MI).</p> <p>Sistema di riciclo gas per rivelatore GARFIELD: progetto P.F. Mastinu, L. Costa.</p> <p>Amplificatori - Progetto INFN Milano</p> <p>Preamplificatori - Progetto INFN Milano</p> <p>Sistema di acquisizione FAIR - Progetto INFN Napoli</p> <p>Moduli ADC_TDC FAIR - Progetto INFN Napoli</p> <p>Moduli ritardo FAIR - Progetto INFN Napoli</p> <p>Scaler FAIR -Progetto INFN Napoli</p>

Ricadute su altri gruppi, sul sistema industriale e su altre discipline
<p>Sviluppo rivelatori in collaborazione con esperim. DESC -Gruppo V</p> <p>Sviluppo elettronica-industrializzazione commissionata a ditte CAEN (Viareggio), Silena (Milano), ET Power (Napoli)</p> <p>Misure di sezioni d'urto di interesse per la radioterapia in collaborazione con Gruppo V (FIBIONCA-ATER)</p>

Codice	Esperimento	Gruppo
0187	STREGA	3

Struttura
L.N.L.

Elenco delle pubblicazioni anno 1999/2000

- 1) F. Tonetto et al. "Optimizing performances of Csl (TI) detectors with Photodiode read-out" NIMA420 (1999)181.
- 2) P.M. Mastinu et al. - Energy and charge calibration of Csl(TI) crystals of the GARFIELD apparatus III Latin American Workshop on Nuclear and Heavy Ion Physics, San Andreas Islands- Colombia 13-17 settembre 1999- Acta Physica 2000.
- 3) A. Moroni et al. - Nuclear detecting systems at LNL and LNS:foreseen experiments to provide basic data for heavy-ion risk assessment. - Proceedings of the Arona meeting - subm. to Physica Medica.
- 4) P.M. Mastinu et al. - Calibrating The Csl (te) Detectors of The Garfield Apparatur Submitted To NIM
- 5) M. Chiari Et Al. Performances Of Keystone Geometry Microstrip Gas Chambers - To Be Submitted To NIM
- 6) F.Gramegna et al. - GARFIELD: a general array for fragment identification and for emitted light charged particles in dissipative collisions - to be published
- 7) L. Vannucci et al. - Clustering Aspects of Nuclear Structure and Dynamics, Rab, Croatia, 14-19 June 1999, World Scientific 2000, pg 193.
- 8) U. Abbonndanno e N. Cindro, The twentieth Anniversary of the Orbiting Cluster Model of Resonances. Invited talk alla 7th International Conference on Clustering Aspects Of Nuclear Structure And Dynamics, Rab, Croatia, 14-19 June 1999, World Scientific 2000, Pg 117
- 9) M. Giacchini At Al., - A Slow Control System For The GARFIELD apparatus based on labviwe. - to be published.

Attività svolta nel 1999-estate 2000

L'esperimento Garfield ha proseguito nel 1999 l'assemblaggio dei rivelatori a deriva e degli altri rivelatori dell'apparato per lo studio di reazioni indotte da ioni pesanti ad energie medio-basse, nonché dell'elettronica dell'esperimento.

In particolare la Sezione di Legnaro (leader) ha curato la messa a punto dei rivelatori a microstrip e dei cristalli di ioduro di cesio all'interno delle camere a deriva, l'ottimizzazione del partitore di tensione e il completamento del sistema di distribuzione del gas. Ha seguito inoltre il completamento della meccanica esterna delle due camere e dei sistemi di movimentazione delle stesse. Ha realizzato il sistema di raffreddamento dell'apparato e del sistema di ricircolo del gas. Ha analizzato i dati relativi ai test sotto fascio effettuati in febbraio e luglio '99.

La Sezione di Bologna ha contribuito alla messa a punto dell'elettronica dell'apparato, apportando modifiche opportune ai moduli amplificatori dell'apparato e preparando le basette complete di preamplificatori per la seconda camera a deriva. Ha collaborato inoltre all'allestimento delle camere a deriva.

La Sezione di Firenze ha continuato la costruzione dei rivelatori a valanga sensibili alla posizione (PSPPAC), che sono stati posti sotto fascio per le misure di calibrazione in tempo ed energia sia nel novembre '99, che nel febbraio 2000. Ha, inoltre, collaborato con i LNL nell'allestimento dei rivelatori nella camera di reazione, nonché nella fase di check dell'elettronica di front end e di acquisizione.

La sezione del LNS ha seguito la parte di test e messa a punto del rivelatore anulare composto da camere a ionizzazione, silici e cristalli di ioduro di cesio.

La Sezione di Milano ha collaborato nelle costruzioni meccaniche soprattutto per quanto riguarda le finestre dei rivelatori, la preparazione di opportuni schermi di rame per i rivelatori di CsI (isolamento contro possibili induzioni), l'allestimento della seconda camera a deriva. Ha collaborato inoltre nella sistemazione dell'elettronica dell'apparato.

La Sezione di Napoli ha allestito il sistema di acquisizione, ha seguito la messa a punto dei moduli ADC e TDC FAIR, ha sviluppato nuovi moduli di ritardo FAIR, la cui ingegnerizzazione è in fase di completamento presso una ditta esterna.

La Sezione di Trieste ha continuato la preparazione dei cristalli di Ioduro di cesio, ha collaborato all'analisi dei dati per la calibrazione dei rivelatori di Ioduro di cesio.

Tutte le Sezioni sono state coinvolte nei turni di test dei diversi prototipi e delle camere a deriva presso gli acceleratori Tandem e Linac dei LNL.

Nel febbraio e nel luglio 1999 sono stati effettuati dei turni di test e calibrazione di una camera a deriva con microstrip gas chamber.

Nell'ottobre e nel novembre 1999 sono state effettuate dal gruppo macchina delle prove per l'ottimizzazione del timing del fascio, secondo le richieste dell'esperimento: i risultati purtroppo non sono risultati soddisfacenti ed hanno pertanto obbligato allo spostamento del turno relativo al primo esperimento per lo studio della curva calorica, inizialmente programmato per febbraio 2000.

Nel febbraio 2000 è stato ripetuto il test di timing in collaborazione con il gruppo macchina, che ha portato ad un risultato più che soddisfacente con una risoluzione temporale di 700 ps, stabile nel tempo.

A causa di un guasto al liquefattore di ALPI il turno programmato per maggio 2000 è stato ulteriormente spostato all'autunno 2000.

Nel frattempo alcuni giorni di misura sono stati effettuati con fasci Tandem per lo studio dei tempi di deriva delle camere a deriva, nonché per la risoluzione di alcuni problemi derivanti da induzioni prodotte dal partitore di tensione, necessario ad uniformare il campo elettrico di deriva, sui rivelatori a ioduro di cesio.

Attività seconda metà 2000-2001

Un breve turno di misura è previsto a metà luglio per la messa a punto del rivelatore anulare, in previsione del turno preventivato per l'autunno 2000 (alla ripresa dell'attività di ALPI).

Sono stati presentati 2 proposal al PAC di luglio per esperimenti da effettuarsi ad ALPI nel periodo settembre 2000 – febbraio 2001 (vedi allegati).

2-3 altri proposal sono previsti per la presentazione al PAC di dicembre 2000 per attività da effettuare nel periodo febbraio 2000-luglio 2000: tali proposal sono la naturale continuazione delle linee di ricerca

impostate dai precedenti esperimenti, sia per quanto riguarda le collisioni dissipative, che lo studio della curva calorica, che se necessario, alcune ulteriori misure con fasci di carbonio, per completare le misure per la radioterapia. Un ulteriore esperimento prevede una collaborazione con l'esperimento Priamo, per lo studio della risonanza gigante (GDR) in nuclei altamente eccitati, dove l'apparato GARFIELD verrebbe utilizzato per il trigger di frammenti pesanti e particelle cariche leggere, mentre l'apparato Hector vedrebbe la gamma di alta energia ad essi associati. Si inizieranno inoltre le analisi dati dei diversi esperimenti.

STREGA 2001

Partecipanti:

LNL: F. Gramegna (70%), P.F. Mastinu (60%), R. A. Ricci (30%), L. Vannucci (40%)

Bologna: M. Bruno (40%), M. D'Agostino (30%), L. Fiandri (100%), A. Lanchais (...), G.Vannini (40%), E. Verondini (20%),

Firenze: G. Casini (40%), P. Del Carmine (10%), A. Nannini (20%), M. Chiari (40%)

LNS: S. Cavallaro (50%), A. Bonasera (20%)

Milano: A. Moroni (30%), I. Iori (20%), E. Gadioli (20%)

Napoli: A. Ordine (30%), R. Mordente (40%)

Trieste: U. Abbondanno (70%), P.M. Milazzo (30%), G.V. Margagliotti (30%)

Totale n. ric: 21

Ric. equivalenti : LNL 2. , Bo 2.1, Fi 1.1, LNS 0.7 , Milano 0.7, Napoli 0.7 , Ts 1.3 Tot. 8.6

<i>SEDI</i>	<i>Totale</i>	<i>LNL</i>	<i>Bologna</i>	<i>Firenze</i>	<i>LNS</i>	<i>Milano</i>	<i>Napoli</i>	<i>Trieste</i>
<i>Interno</i>	149 MI	22 MI	30 MI	15MI	14 MI	18 MI	20 MI	30 MI
<i>Estero</i>	48 MI	18 MI	5 MI	3 MI	4 MI	6 MI	6 MI	6 MI
<i>Consumo</i>	117 MI	38 MI	12 MI	8MI	23 MI	12 MI	9 MI	15 MI
<i>Inventariabile</i>	26 MI	12 MI	5 MI	6 MI	---	---	3 MI	
<i>Totale</i>	340 MI	90 MI	52 MI	35 MI	41 MI	36 MI	38 MI	51 MI

Trasferte Interne

LNL : Mobilità rappres. Nazionale 5 MI

Riunioni e contatti scientifici

STREGA 10 MI

1 turno ATER LNS x 3 Pers.

X 7 gg 7 MI

totale 22 MI

Bo : 2 turni x 3 persone x 7 gg 10 MI

Riunioni STREGA +

Supporto tecnico elettronica 8 MI

1 turno ATER LNS x 3 Pers.

X 7 gg 7 MI

1 turno ATER LNL x 3 pers. 5 MI

totale 30 MI

Consumo

LNL : Consumo vario (magazzino, colle, mylar, stesalite, sostegni Finestre partitore di ricambio, supporti magnetici, gas, fotocopie etc.) Riparazioni varie	26 MI 12 MI
<hr/>	
	Tot . 38 MI
Bo : Consumo vario (supporti magnetici, riparazioni elettronica, etc.)	12 MI
Fi : Consumo vario (manutenzione PPAC, colle, gas, supporti magnetici)	8 MI
LNS : Consumo vario (manutenzione anulare , supporti magnetici, gas) 3 settori di ricambio silici rivel. anulare	8MI 15 MI
<hr/>	
	Tot. 23 MI
Mi : Consumo vario (lavorazioni meccaniche, stesalite per portafinestre, materiale vario, riparazioni elettronica)	12 MI
Na : Consumo vario (riparazioni moduli acquisizione)	9 MI
Ts. : Consumo vario (acquisto PD riserva, manutenzione CsI crystals)	15 MI
<hr/>	
TOTALE	115 MI

Inventario

LNL: 2 moduli splitter per pulser di riserva	6MI
PC analisi dati dotato di dischi di grossa capacita'	6 MI
Bo: dischi alfa vax	5 MI
Fi: PC analisi dati dotato di dischi di grossa capacita'	6MI
Na: 1 Segment Controller FAIR	3 MI
<hr/>	
TOTALE	26 MI

SEARCH FOR NON-EQUILIBRIUM FEATURES IN DEEP-INELASTIC COLLISIONS AT ALPI ENERGIES WITH THE GARFIELD ARRAY

Note to the LNL PAC, june 2000

G. Casini⁶, F. Gramegna¹, U. Abbondanno², M. Bruno⁵, S. Cavallaro⁴, M. Chiari⁶, M. D'Agostino⁵, G.V. Margagliotti², P.F. Mastinu¹, P.M. Milazzo², A. Moroni⁷, A. Nannini⁶, A. Ordine³, E. Vardaci³, G. Vannini⁵, L. Vannucci¹

¹ *Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Laboratori Nazionali di Legnaro*

² *Dipartimento di Fisica dell'Università, Trieste and Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Trieste*

³ *Dipartimento di Fisica dell'Università, Napoli and Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Napoli*

⁴ *Dipartimento di Fisica dell'Università, Catania and Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Laboratorio Nazionale del Sud*

⁵ *Dipartimento di Fisica dell'Università, Bologna and Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Bologna*

⁶ *Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Firenze*

⁷ *Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Milano*

ABSTRACT

Energy dissipation in dissipative heavy-ion collisions at low bombarding energies has been rather successfully explained in the framework of transport models. However some non-equilibrium effects have been reported which show that the mechanisms are not fully understood. The STREGA collaboration intends to study this subject using the GARFIELD apparatus. The $^{66}\text{Zn}+^{51}\text{V}$ system in direct and reverse kinematics will be measured at the highest bombarding energies now available with the TANDEM-ALPI system.

SEARCH FOR NON-EQUILIBRIUM FEATURES IN DEEP-INELASTIC COLLISIONS AT ALPI ENERGIES WITH THE GARFIELD ARRAY

Note to the LNL PAC, june 2000

G. Casini⁶, F. Gramegna¹, U. Abbondando², M. Bruno⁵, S. Cavallaro⁴, M. Chiari⁶, M. D'Agostino⁵, G.V. Margagliotti², P.F. Mastinu¹, P.M. Milazzo², A. Moroni⁷, A. Nannini⁶, A. Ordine³, E. Vardaci³, G. Vannini⁵, L. Vannucci¹

¹ *Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Laboratori Nazionali di Legnaro*

² *Dipartimento di Fisica dell'Università, Trieste and Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Trieste*

³ *Dipartimento di Fisica dell'Università, Napoli and Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Napoli*

⁴ *Dipartimento di Fisica dell'Università, Catania and Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Laboratorio Nazionale del Sud*

⁵ *Dipartimento di Fisica dell'Università, Bologna and Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Bologna*

⁶ *Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Firenze*

⁷ *Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Milano*

PRELIMINARY REMARKS

The present beam-request bases on the STREGA proposal consisting of a series of heavy-ion experiments at the Tandem-ALPI facility [1], already presented at (and approved by) the Commissione Scientifica III of the INFN in 1999. The experiment hereafter described, to be performed with the GARFIELD [2] apparatus, aims at a better understanding of the problem of energy dissipation and non-equilibrium effects in deep-inelastic collisions (DIC).

The GARFIELD collaboration is allowed to put forth this request triggered by the good results on the time performances of the pulsed beam obtained last february with the TANDEM-ALPI accelerator. Beam pulses with a time width narrower than 1 ns are needed to successfully perform the experiment which relies on a precise measurement of the time of flight (TOF) of projectile-like and target-like fragments (PLF, TLF) via fast gas counters [3]. Time widths of the order of 700 ps (FWHM) have been measured in the Huygensvat chamber where GARFIELD is housed. This result, obtained with a low energy nickel beam (^{62}Ni at 320 MeV), allowed us to start the TOF-position calibration of the three Parallel plate Counters (PPAC) of the GARFIELD array employing one of the two assigned days (exp.99/52). Similar good timing features, if confirmed also at the maximum available energies (E/A around 10 AMeV) and with heavier systems, should be fine for our purposes.

A brief remark concerning beam and energy availability. In this first proposal of experiment we took into account the present working conditions of ALPI. In the future, when heavier and more energetic beams will be accelerated with ALPI, we foresee to perform other experiments on the subjects here discussed.

INTRODUCTION

One of the most remarkable characteristics of DIC between atomic nuclei is the conversion of the ingoing available kinetic energy in the excitation of several nuclear degrees of freedom [4, 5, 6].

Since the pioneering studies, an attempt was made to understand, both experimentally and theoretically, the mechanisms which lead to the formation, at the end of the interaction, of strongly excited (possibly deformed) pieces of nuclear matter. Of great importance in understanding the reaction processes, is to establish the different time scales pertaining to the various degrees of freedom mainly in comparison with the excitation time scales which are of the order of the interaction times. In this respect the possibility to form, during the interaction, a dinuclear system in statistical equilibrium, thus characterized by the same temperature is a fundamental

topic which has been (and is) widely investigated. Despite of the large amount of experimental and theoretical studies, the problem is not completely understood.

This subject is nowadays more relevant for a twofold reason. First, dissipative binary collisions (of the type of DIC) have been shown to dominate the reaction cross section even at rather high bombarding energy where they compete with (or prepare the way to) other interesting phenomena such as fragmentation and vaporization [7, 9, 8, 10, 17]. Therefore, the study of the energy relaxation in dissipative collisions results to be more general as these phenomena covers a large range of bombarding energies and systems. Secondly, the general problem of thermalization in nuclear systems is currently amply debated because it is directly related to the application of thermodynamics in quantal mesoscopic systems. Variables like temperature, pressure, density are relevant, for example, in many models which try to describe the processes of multifragmentation, vaporization and, possibly, the occurrence of phase transitions in finite nuclear matter [14, 15, 17].

SCIENTIFIC MOTIVATION

At the ALPI bombarding energies, for a large range of impact parameters, nuclear reactions between not too light ions produce two main excited fragments, the PLF and the TLF, which then decay before being measured in the detectors. As said before, a clear answer to the question whether the system reseparates having reached thermal equilibrium is lacking also at these rather low bombarding energies. Also the behavior of the system as a function of the impact parameter is not thoroughly explained. In the following we briefly sum up the subject referring to the literature for a detailed discussion [4, 6].

The elementary process on which many models base to explain kinetic energy dissipation (and related phenomena) in dissipative collisions is the stochastic exchange of nucleons between the nuclei during the contact phase. Several features of these reactions have been accounted for, in the years, by the developments of this simple picture which lead to the Randrup's Nucleon Exchange Model (NEM) [18].

The microscopic description proposed by the NEM is satisfactory when looking at the *average* behavior of the nuclear degrees of freedom, for example, of the excitation energy sharing between PLF and TLF. The averaging has to be intended over the whole primary mass distribution for a fixed degree of inelasticity of the collision. Usually, this latter information is estimated by the total kinetic energy loss defined as $TKEL = E_{cm} - TKE$, where TKE is the kinetic energy of the outgoing PLF and TLF measured in the CM-system.

Concerning the excitation energy, with increasing dissipation (i.e. TKEL), the NEM predicts that the system evolves from an equipartition between the primary fragments toward equilibrium which should be signaled by a sharing proportional to their primary mass. This smooth behavior is particularly clear for strongly mass-asymmetric systems where it has been indeed observed [6] at bombarding energies below 15-16 A·MeV. More recent results [19, 20] obtained at bombarding energies around 30 A MeV seem to confirm the validity of NEM for TKEL as high as 1 GeV. In general, most of the experimental results, while showing a trend towards equilibrium, suggest that complete equilibrium is never reached not even in central collisions.

The conclusion which one can draw from these works is the overall validity of the nucleon exchange process. For short interaction times, corresponding to peripheral collisions, only a few exchanges occur which heat almost equally the two final products. When the system interacts for longer times, the thermal disparity developed in the overlapping region can be washed out by a large number of exchanges. In this framework, the fluctuations which arise in the relevant degrees of freedom (e.g. mass, charge, excitation energy, angular momentum) are due to the fluctuations in the number of exchanges. For example, if stochastic exchanges are assumed, the variance of the mass distribution is simply estimated by the total number of exchanges.

A number of works have however pointed out that the previous picture is not completely satisfactory. From the theoretical point of view, for example, the observation that, in asymmetric

systems, DIC produces large mass width but very small drift of the mean values (namely, PLF and TLF preserve on average the initial projectile and target mass), lead Brosa and Grossmann to introduce the concept of random neck rupture [21]. In this model most of the fluctuations come from the random scission of the neck which develops in the final stage of the interaction. Large amount of energy, mass and angular momentum can be deposited in the acceptor nucleus by this mechanism.

On the experimental ground, several more refined experiments based on different technics, showed that the excitation energy sharing depends, for a fixed TKEL, on the net mass gain [23, 25, 27, 24, 26] namely, on the variation of mass of the excited PLF (TLF) with respect to the projectile (target) mass. Some results clearly demonstrate that this dependence, which is a signature of the lack of equilibrium of the reseparating system, persists even for the highest TKEL [25, 27], thus casting doubts on the global validity of the NEM approach. It has to be noted that a certain amount of non-equilibrium is predicted also by transport models for peripheral collisions where excitation built by the few nucleon exchanges is not redistributed in the whole system. However the observed strenght of the disparity acceptor-donor and its persistence at high TKEL, is not easily understandable in this framework. Very recent results obtained at cyclotron bombarding energies [11, 12] and a large amount of data [?, 16, 13] nowaday available on neck emission, strongly suggest that other mechanisms play a role in dissipating the energy in nuclear collisions. It is quite reasonable that, at the Fermi energy domain, other mechanisms come heavily into game with respect to the case of lower bombarding energies, due to the increasing relevance of nucleon-nucleon collisions. However we have to also take into account for the signals obtained under 15 AMeV; even if not complete and exhaustive, they suggest that the problem is not fully fixed within transport models and that fluctuations can originate also from more “collective” processes.

PROPOSED MEASUREMENT

The STREGA collaboration proposes a measurement of average values and widths of primary (pre-evaporative) quantities for a better understanding of the microscopic dissipation mechanisms. Dealing with DIC, we are mainly interested in non-central collisions for which the contribution of the fusion reaction channel is reasonably small. The idea is to confirm (or not) non-equilibrium signatures previously evidenced by some authors at bombarding energies similar to those of the ALPI beams [23, 25] looking not only at the excitation energy sharing but also, possibly, at the angular momentum sharing of the excited products following a recently published technique [11].

To our knowledge, at these bombarding energies there are a few works, for example that by Tōke *et al*, in which excitation energy division has been carefully investigated. Many previous works on this subject found results which at a certain extent based on model calculations and/or, as said before, they concerned the average behaviour of the excited system. Sometimes [24] the systems have been investigated at low bombarding energies (just above the barrier) where effects due to nuclear structure can largely affect the interpretation of the data.

For the experiment, we would prefer the system $^{116}\text{Sn}+^{93}\text{Nb}$ (or, equivalently, $^{120}\text{Sn}+^{100}\text{Mo}$) at the highest energies currently available with ALPI (10-12 AMeV) in the next future employing, at least in part, a technique fully described elsewhere [27, 11] which consists in measuring a slightly mass-asymmetric system in direct and reverse kinematics. The method has been successfully employed at higher energies and can be used also in this energy domain using the GARFIELD apparatus, enriched with a matrix of 16 large area ($50\times 50\text{mm}^2$ Silicon-lithium detectors; thickness 1.5 mm) mounted behind the most forward PPAC.

The choice of the previous systems has the advantage of allowing for a direct comparison with the data taken at higher bombarding energies. Due to the present constraints imposed by the ALPI machine, waiting for the future availability of heavier beams and according to the last ALPI Report (November 1999), we plan to measure lighter systems like $^{66}\text{Zn}+^{51}\text{V}$ or $^{48}\text{Ti}+^{63}\text{Cu}$; Also in these systems the N/Z ratios of projectile and target are almost equal thus

reducing the effects of isospin equilibration on the reaction dynamics. Moreover, the slight asymmetry allows to populate a common range of masses (namely coming from the projectile or from the target) at moderate TKEL. In the following, for the present PAC proposal, we will focus on the first mentioned system.

Basically, the experiment consists in producing excited nuclei of given mass in different ways and looking for possible differences in their decay. From the light charged particles (LCP) distributions and multiplicities and from the total number of nucleons $\Delta A = A' - A''$ evaporated from PLF (A' and A'' indicate primary and secondary masses) one check whether an overall equilibrium is or is not reached at the end of the interaction.

The three PPAC are mounted in a planar configuration to detect the velocities of the coincident PLF and TLF; by means of the kinematic reconstruction method [28] one can perform the analysis as a function of TKEL and of the primary mass A' . The secondary mass A'' of PLF is measured from its TOF and its kinetic energy deposited in the silicon matrix. The LCP, emitted from both products, are measured in the GARFIELD drift chambers.

In the figures fig 1, fig 2 and fig. 3 results from Monte Carlo simulations of the proposed reaction are shown. In the calculations, deep-inelastic events for the reaction $^{51}\text{V} + ^{66}\text{Zn}$ (direct kinematics) at 10AMeV are generated with primary distributions roughly tuned on experimental data obtained for heavier systems. The excited primary nuclei are then allowed to decay by evaporating light particles. The branching ratios have been parametrized on the basis of the GEMINI statistical code [29]. Figure 1a) shows a polar view of the PPAC. The two circles represent the grazing angles for projectile and target. The figures 1b) and c) show the correlations TKE vs. A' and TKE vs. θ_{cm} for PLF. The plot contain only the events detected by the PPAC and reconstructed with the kinematic method. In this geometry the percentage of detected twofold events is about 5% of the total simulated events, with small differences between the two kinematics.

As said before, the analysis will address the question of excitation energy sharing both by measuring the quantity ΔA as a function of A' and by directly detecting the LCP. An example of the first possibility is shown in fig. 1d),e). The correlations of ΔA vs. A' for binary detected events have been obtained for two calculations with different hypotheses on the excitation energy partition. In the first calculation (Fig. 1d) we assumed that the excitation energy division depends on the net mass transfer as observed in ref [27, 12, 25]. The strenght of the effect, which of course implies non-equilibrium between the fragments, has been reduced with respect to the measured one [27] to take into account for the lower bombarding energy available at ALPI. The other hypothesis (Fig. 1e) corresponds to equilibrium and the two fragments share the excitation proportionally to their mass A' . The differences in the two cases are evident.

The GARFIELD $\Delta E - E$ gas-scintillator telescopes measure and identify the LCP (and heavier charged species) emitted in the collisions. For a given TKEL, the differences in the multiplicities of these LCP as a function of the mass A' bring independent information on the decay of the hot products and thus on the energy partition. Some results from the simulated events are reported for the PLF (fig 2) and the TLF (fig 3). Consider, for simplicity, the middle frame of fig 2 corresponding to the central mass of the system ($A'=58$). The LCP distribution when the nucleus gains nucleons (direct kinematics) is shifted towards higher multiplicities with respect to the case in which the PLF loses mass (reverse kinematics). Instead, no sizeable difference is visible in the case of equilibrium (lower part of the figure). The same conclusions are valid for the decay of the TLF for which one obviously has the specular situation (fig 3).

In conclusion we believe that these type of analyses can shed more light on the subject of energy dissipation. Moreover, we think that additional information can be gained by studying the LCP kinetic energy spectra. It could be possible, for instance, to deduce different slope parameters for nuclei with given mass produced in the two kinematic cases (and thus with different gain or loss of nucleons). Once more, different slopes could indicate that equilibrium is not reached.

BEAM-TIME REQUESTS

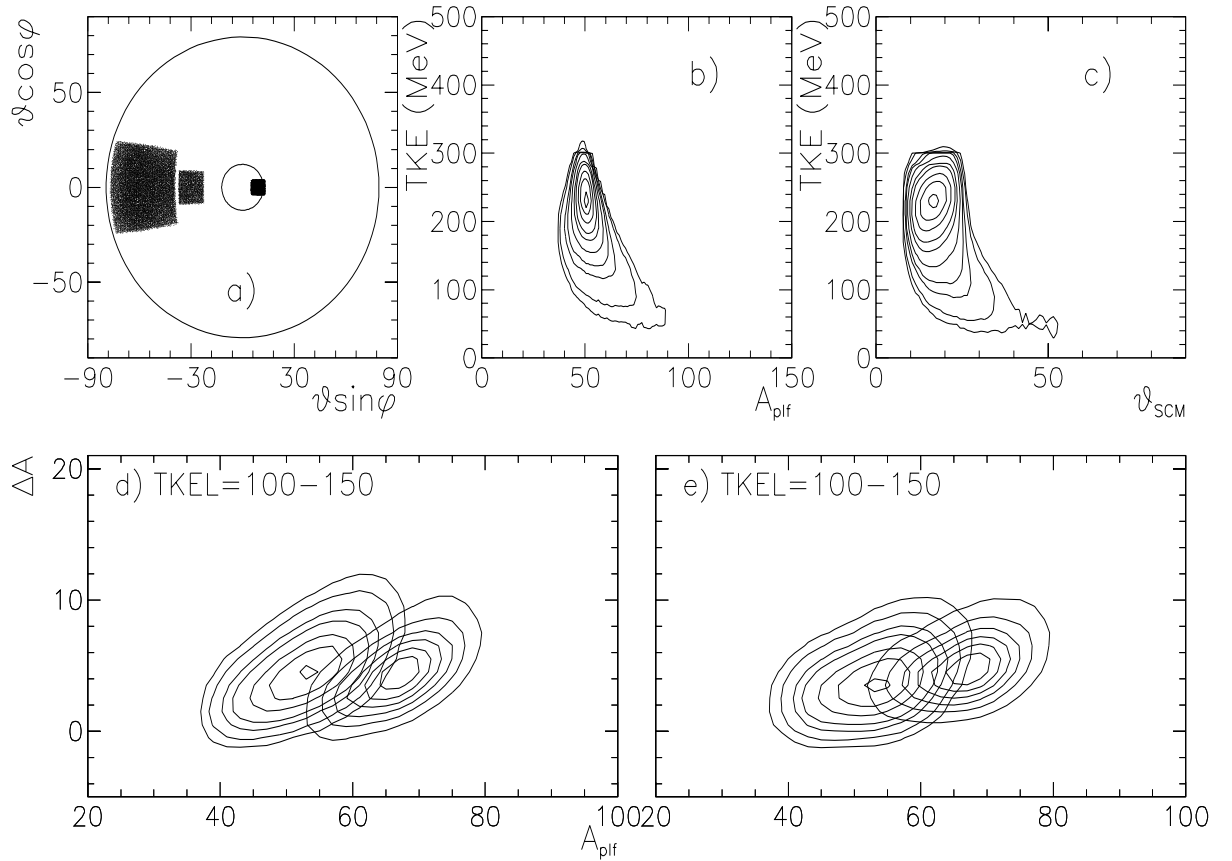


Figure 1: Results from simulated events of the proposed reaction (see text)

For the experiment we ask for the following beams:

^{66}Zn and ^{51}V at the same bombarding energy of about 10 AMeV

for the production runs

^{32}S at some different energies ranging from 100 to the maximum available (for example, four energy 150, 200, 250, 350 MeV)

for energy calibration of the silicon detectors (and negligible Pulse Height defect in the crystals)

The targets should be thin ($150\text{-}250\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$) self-supported foils of ^{51}V , ^{66}Zn and ^{197}Au .

Concerning the beams, the main request we have is the availability of pulsed beams from ALPI with good timing characteristics (around 700 ps, FWHM).

To limit the rate in the forward PPAC at reasonable value (10 Khz), taken into account for the chosen geometry, the ion current should be kept around 0.5 pA. Considering the efficiency of the apparatus for twofold events (roughly 5%) and the decrease of the cross-section as a function of TKEL, we think safe to have 3.5 days of measurement at 10 AMeV for each asymmetric system. For each beam, an additional day of measurement on the symmetric system ($^{66}\text{Zn}+^{66}\text{Zn}$ and $^{51}\text{V}+^{51}\text{V}$) will be very useful. The symmetry of the systems allows for some important checks of the analysis (for example, for a given TKEL, the energy division is surely one half for the average mass of the PLF and the LCP emission from PLF is one half of the whole emission). Finally, we need one day for the energy calibration of

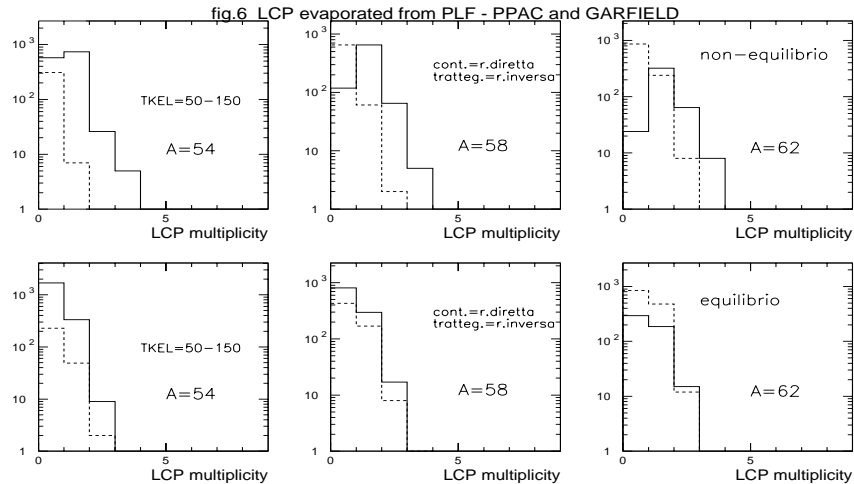


Figure 2: Simulated events. Multiplicity distributions for LCP emitted by PLF measured in two different kinematics for the case of non-equilibrium (upper part) and for that of equilibrium (bottom part)

the silicon detectors with ^{32}S beams.

Summarizing we ask for:

- 4.5 days of ^{66}Zn at 10 A MeV
- 4.5 days of ^{51}V at 10 A MeV
- 1 day of ^{32}S at different energies between 100 and 400 MeV

For this last beam, good time structure is not needed.

References

- [1] F. Gramegna et al. Proposal STREGA, COMM.SCI.III INFN ,1999.
- [2] F. Gramegna *et al.* Nucl. Instr. Methods A 389, 474 (1997).
- [3] G. Casini et al. *Calibration of parallel plate avalanche counters of the GARFIELD array* LNL-PAC proposal 99/52
- [4] J.Tóke and W.U.Schroder, Ann.Rew.Nucl.Science 42, 401 (1992).
- [5] J.F. Lecolley *et al.*, Phys. Lett. B 325, 317 (1994).
- [6] B. Borderie *et al.*, Ann. Phys. Fr. 15, 287 (1990).
- [7] R. J. Charity *et al.*, Z. Phys. A 341, 53 (1991).
- [8] B. Lott *et al.*, Phys. Rev. Lett. 68, 3141 (1992).
- [9] L. Beaulieu *et al.*, Phys. Rev. Lett. 77, 462 (1996).
- [10] Ph.Eudes *et al.* in Proceedings of the XXXVI International Winter Meeting on Nuclear Physics – Bormio, 1998.

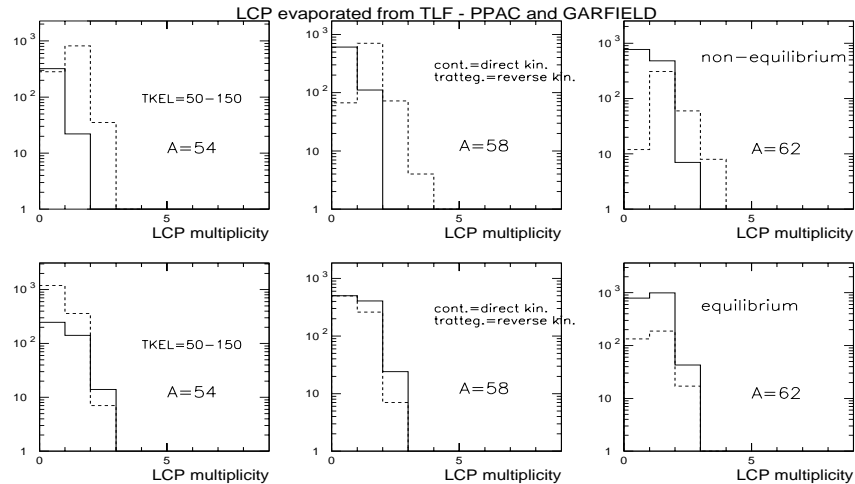


Figure 3: Simulated events. Multiplicity distributions for LCP emitted by TLF measured in two different kinematics for the case of non-equilibrium (upper part) and for that of equilibrium (bottom part)

- [11] G. Casini *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **83**, 2537 (1999).
- [12] G.Casini *et al.* to be published.
- [13] G.Casini *et al.* XXXVIII International Winter Meeting, Bormio 2000, pag.481
- [14] F. Gulminelli et Ph. Chomaz, XXXVI International Winter Meeting, Bormio 1998
- [15] M.D'Agostino *et al.*, *Nucl. Phys. A* 650, 329 (1999)
- [16] J. Lukasik *et al.*, *Phys. Rev. C* 55, 1906 (1997).
- [17] B. Borderie and INDRA Collaboration, *Eur. Phys. J. A* 6, 197, (1999)
- [18] J. Randrup, *Nucl. Phys. A* 307, 319 (1978); 327, 490 (1979); 383, 468 (1982).
- [19] B.M. Quednau *et al.*, *Phys. Lett. B* 309, 10 (1993).
- [20] W.U.Schroeder *et al.*, IV Indra Workshop, maggio 1998 e Nuclear Chemistry Gordon Conference, giugno 1998.
- [21] S.Grossmann and U.Brosa , *Z. Phys. A* 319, 327 (1984)
- [22] R.T. De Souza *et al.*, *Phys. Rev. C*37, 1901 (1988).
- [23] D. R. Benton *et al.*, *Phys. Rev. C* 38, 1207 (1988).
- [24] L. Fiore *et al.*, *Phys. Rev. C* 41, R419 (1990).
- [25] J. Tőke *et al.*, *Phys. Rev. C* 44, 390 (1991).
- [26] L. Fiore *et al.*, *Phys. Rev. C* 50, R1709 (1994).
- [27] G. Casini *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **78**, 828 (1997).

[28] G. Casini *et al.*, Nucl. Instr. Methods A 277, 445 (1989).

[29] R. J. Charity *et al.*, Nucl. Phys. A 483, 371 (1988).

SCIENTIFIC MOTIVATION

The use of carbon ions for radiotherapy is particularly interesting due to the high deposition density induced by these ions at the end of the range and to their high biological effectiveness. In fact, the interest for this type of ions in radiotherapy is due not only to the characteristics of the spatial distribution of the dose (Bragg curve), but especially to the ability of inducing, mainly at the end of the range, highly-energetic clusters of ionizations and excitations. These clusters can be of the order of 1 keV deposited in volumes of linear dimensions of 10 nm. Taking into account the size of DNA molecules (diameter of about 2 nm), the level of damage that can be induced in tumor cells can be hardly recovered by biochemical and enzymatic processes. Survival cell studies *in vitro* and preliminary results on tumor treatments in Chiba (Japan) and at GSI (Darmstadt, Germany) confirm these general considerations, also with particularly radioresistant cell populations and tumors.

The criteria to optimise the treatment planning with carbon ions for maximising TCP (Tumour Control Probability) still need investigation and deepening. The crucial problem is the risk of complications in normal tissues (NTCP, Normal Tissue Complication Probability) often due to nuclear interactions. It is also evident that to optimise the treatment, the model-predicted three-dimension dose conformation is not sufficient and one must take into account the production of secondary particles and the different biological effectiveness of the various field components. Thus, one needs a three dimensional description of the field in tissue, in terms of fluence, energies etc, of each component, including primary and secondary particles. This information can then be combined with appropriate biological models taking into account the biological effectiveness of the various components. This problem is particularly relevant for carbon ion treatments, because the nuclear interactions often lead to the fragmentation of the projectile (as well as of the nuclei of the biological tissue). To give an idea of the relevance of the problem, for carbon ions of energies between 300 and 400 MeV/u, 30-50 percent of the impinging particles (depending on the beam energy and the absorbing medium), does not reach the Bragg peak region.

Within the three-year project *ATER-2* on hadrontherapy (funded by INFN), the subproject *FIBIONCA* is interested in the development and validation of physical and biophysical models for the study and simulation of Carbon beams in tissue. A particular interest is devoted in developing and testing models for predicting nuclear interaction cross sections, including fragmentation in the energy range of interest for radiotherapy (below ≈ 300 MeV/u) to be included in existing Monte Carlo codes. The aim is also to contribute in developing biophysical models and simulation codes for predicting the biological effects of Carbon beams. In this framework it is of great importance to acquire new high quality nuclear cross sections through measurements to be performed at the INFN National Laboratories, according to the different energies and measurement devices available ¹⁾

Besides the basic information for optimizing radiotherapy protocols, there is also an interest in these measurements for assessing the health risk to the exposure of the astronauts to cosmic radiation. Cosmic radiation is mainly composed of swift protons, but also contains heavy ions that can contribute up to 50% of the absorbed dose. It is highly desirable to collect data to reliably simulate nuclear interactions both with the shields and the human body, necessary to estimate the radiation risk and design appropriate shielding structures for long-term space missions.

CROSS SECTION MEASUREMENTS OF INTEREST FOR RADIOTHERAPY AND HEALTH RISK OF ASTRONAUTS: CARBON INDUCED REACTIONS

Note to the LNL PAC, June 2000

A. Moroni¹, A. Ottolenghi¹, M. Biaggi¹, F. Ballarini¹, A. Giussani¹, E. Gadioli¹, C. Birattari¹, R. Cherubini², M. Conzato², F. Gramegna², P.F. Mastinu², R.A. Ricci², L. Vannucci², D. Zafiroopoulos², U. Abbondanno³, G. V. Margagliotti³, P. Milazzo³, M. Bruno⁴, M. D'Agostino⁴, A. Lanchais⁴, G. Vannini⁴, G. Casini⁵, M. Chiari⁵, A. Nannini⁵, A. Ordine⁶, E. Vardaci⁶, S. Cavallaro⁷,

And FORWARD collaboration⁷

- 1) I.N.F.N. Sez Milano and University of Milan
- 2) L.N.L. and University of Padua
- 3) I.N.F.N. Sez Trieste and University of Trieste
- 4) I.N.F.N. Sez Bologna and University of Bologna
- 5) I.N.F.N. Sez Firenze
- 6) I.N.F.N. Sez Napoli and University of Napoli
- 7) LNS

Abstract

A high deposition density at the end of the range and a high biological effectiveness make Carbon ions particular interesting for radiotherapy.

An optimization of the treatment plan with carbon ions for maximising TCP (Tumour Control Probability) still need improvements. New high quality nuclear cross section measurements to be performed at the INFN National Laboratories, according to the different energies and measurement devices available is very important in order to better understand the crucial problem of the risk of complications in normal tissues (NTCP, Normal Tissue Complication Probability) often due to nuclear interactions and for assessing the health risk to the exposure of the astronauts to cosmic radiation.

Cross section measurement of ^{12}C induced reactions, and $^{16}\text{O} + ^{12}\text{C}$ will be performed with the GARFIELD apparatus at the LINAC ALPI accelerator.

SCIENTIFIC MOTIVATION

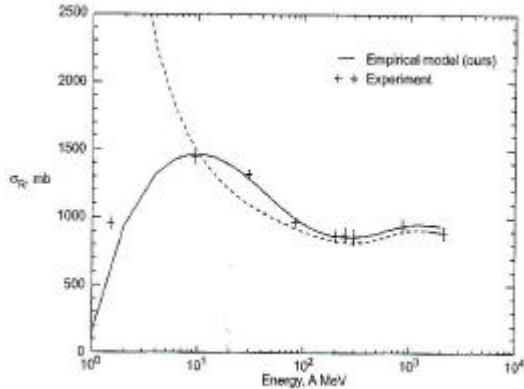
The use of carbon ions for radiotherapy is particularly interesting due to the high deposition density induced by these ions at the end of the range and to their high biological effectiveness. In fact, the interest for this type of ions in radiotherapy is due not only to the characteristics of the spatial distribution of the dose (Bragg curve), but especially to the ability of inducing, mainly at the end of the range, highly-energetic clusters of ionizations and excitations. These clusters can be of the order of 1 keV deposited in volumes of linear dimensions of 10 nm. Taking into account the size of DNA molecules (diameter of about 2 nm), the level of damage that can be induced in tumor cells can be hardly recovered by biochemical and enzymatic processes. Survival cell studies *in vitro* and preliminary results on tumor treatments in Chiba (Japan) and at GSI (Darmstadt, Germany) confirm these general considerations, also with particularly radioresistant cell populations and tumors.

The criteria to optimise the treatment planning with carbon ions for maximising TCP (Tumour Control Probability) still need investigation and deepening. The crucial problem is the risk of complications in normal tissues (NTCP, Normal Tissue Complication Probability) often due to nuclear interactions. It is also evident that to optimise the treatment, the model-predicted three-dimension dose conformation is not sufficient and one must take into account the production of secondary particles and the different biological effectiveness of the various field components. Thus, one needs a three dimensional description of the field in tissue, in terms of fluence, energies etc, of each component, including primary and secondary particles. This information can then be combined with appropriate biological models taking into account the biological effectiveness of the various components. This problem is particularly relevant for carbon ion treatments, because the nuclear interactions often lead to the fragmentation of the projectile (as well as of the nuclei of the biological tissue). To give an idea of the relevance of the problem, for carbon ions of energies between 300 and 400 MeV/u, 30-50 percent of the impinging particles (depending on the beam energy and the absorbing medium), does not reach the Bragg peak region.

Within the three-year project *ATER-2* on hadrontherapy (funded by INFN), the subproject *FIBIONCA* is interested in the development and validation of physical and biophysical models for the study and simulation of Carbon beams in tissue. A particular interest is devoted in developing and testing models for predicting nuclear interaction cross sections, including fragmentation in the energy range of interest for radiotherapy (below ≈ 300 MeV/u) to be included in existing Monte Carlo codes. The aim is also to contribute in developing biophysical models and simulation codes for predicting the biological effects of Carbon beams. In this framework it is of great importance to acquire new high quality nuclear cross sections through measurements to be performed at the INFN National Laboratories, according to the different energies and measurement devices available ¹⁾

Besides the basic information for optimizing radiotherapy protocols, there is also an interest in these measurements for assessing the health risk to the exposure of the astronauts to cosmic radiation. Cosmic radiation is mainly composed of swift protons, but also contains heavy ions that can contribute up to 50% of the absorbed dose. It is highly desirable to collect data to reliably simulate nuclear interactions both with the shields and the human body, necessary to estimate the radiation risk and design appropriate shielding structures for long-term space missions.

As already mentioned, there is a large interest in a better knowledge of cross sections in the whole energy range below few hundreds of MeV/u. Moreover the energy range below and around 10 MeV/u is important for better optimizing treatment planning and is crucial for the validation of the models.



Reaction cross sections as a function of energy for $^{12}\text{C} + ^{12}\text{C}$ collisions; dashed line is from reference 18.

Fig. 1 (ref.2)

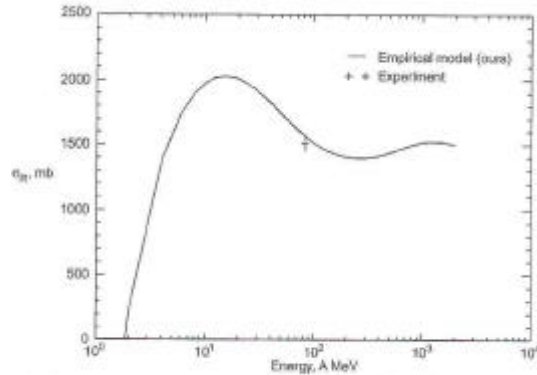


Figure 20. Reaction cross sections as a function of energy for $^{12}\text{C} + ^{40}\text{Ca}$ collisions.

Fig. 2(ref.2)

Indeed the maximum cross sections predicted by the models and available experimental data are just around 10 MeV/u. Moreover, below 10 MeV/u the cross section as a function of energy is characterized by a very rapid variation and need investigation at many different energy values ²⁾.

PROPOSED MEASUREMENTS

The present proposal refers to the particular interest in measuring cross section and angular distributions of reaction products yielded in Carbon induced reactions at the LINAC ALPI facility , with the GARFIELD apparatus³⁾.

We propose to measure the following reactions: ^{12}C on ^{12}C , ^{40}Ca , equivalent tissue materials like mylar, kapton , $^{16}\text{O} + ^{12}\text{C}$ at several bombarding energies: 18 MeV/n, 15 MeV/u, 13 MeV/u, 10 MeV/u, 8 MeV/u, 6 MeV/u, 5 MeV/u, 4 MeV/u). As seen in Fig. 1 and 2 these are good values to study the total cross section behaviour in a range of maximum variation.

The GARFIELD apparatus is made by two drift chambers, with microstrips gas detectors for the amplification region, which give the ΔE information and CsI crystals for the residual energy signal. They cover respectively an angular range from and $95^\circ < \theta < 150^\circ$ and an almost complete range in ϕ . In the forward angle an annular detector is provided, made by 8 sectors of IC+Si+CsI, which covers the angular region between $4^\circ < \theta < 16^\circ$; some further ΔE -E silicon telescopes will be provided in plane at angles between $\theta = 16^\circ$ and 30° , for a complete angular distribution measurements.

A PSPPAC will be used for a measure of the elastic scattering cross section in order to perform a proper cross section normalization. The Faraday Cup current will be also read out as a further cross section check.

We ask for a 0.5 pA intensity of Carbon or Oxygen beam and a target thickness of around 200 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ is considered. A total cross section of around 1500 mbar is expected from the model calculation at 10MeV/u, in the C+C case, while a total cross section of 2000 mbar in C+Ca at 10 MeV/u, as can be seen from the above figures. The major part of this cross section will be forward peaked, so that a global efficiency of 0.1 can be considered. In this way some $6 \cdot 10^3$ c/s can be obtained.

We are interested at Cross sections at least down to about 5% of the total cross section. Dividing the forward detection region in about ten parts ($\Delta\theta \approx 2^\circ$ per detector) we obtain about 30c/s for each angular region. One hour per energy/per beam/per target would mean about 10^4 particles coming from lower cross sections in each detector which is a reasonable number both from a statistical point of view and for further analysis (correlations, possible characterization of main nuclear mechanisms etc.)

This means that we need 1h x 5 beam/target combinations * 8 energies =40 hours.

12 more hours are needed for calibrations and setting of electronics in advance with the LINAC beam and 3 hours with the Tandem beam. The energies between 8 and 4 MeV/u can be obtained at the Tandem accelerator: a couple of hour per energy change should be considered for the machine people, to change energy and tuning the beam to the Garfield scattering chamber (that is 16 hours total, considering both C and O). More difficult will be to consider the Linac operation, due to the fact that the machine tuning is more complex; our experience show that at least 5-6 hour per energy change should be considered (40 hours total).

This means 72 hours of LINAC beam, that is 3 days and 39 hours of Tandem, that is almost 2 days.

REFERENCES

- 1) A. Moroni et al. – Proceedings of 1st International Workshop on Space Radiation Research Arona (Italy) May, 27-31, 2000
- 2) NASA Technical Paper 3621.
- 3) F. Gramegna et al. - Nucl. Instr. And Meth. A389(1997)474 and Annual report 1999



July 5, 2000

Dr. Fabiana Gramegna
INFN-Laboratori Nazionali di Legnaro
via Romea 4
I-35020 Legnaro (Pd)
Italy

Dear Dr. Gramegna,

I have read with interest your proposal entitled "Cross Section Measurements of Interest for Radiotherapy and Health Risk of Astronauts: Carbon Induced Reactions". I think that the measurements you propose have the potential to add significantly to the fields of hadron therapy and space radiation risk, in an energy range which is relevant to the problems at hand but which has not been extensively explored.

I look forward to hearing more about your work, and also to discussing with you the possibility of collaboration on this project and others of mutual interest.

Yours truly,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Jack Miller".

Jack Miller, Ph.D.
Staff Scientist

cc: Dr. G. Fortuna

254 0123 30801

INDIANA UNIVERSITY June 27, 2000

COLLEGE OF
ARTS AND SCIENCES

Fabiana Gramegna
INFN - Lab. Naz. Di Legnaro
Via Romea, 4
I-35020 LEGNARO
Padova
Italy

Dear Fabiana:

I would be delighted if you could visit Bloomington in late August/early September. It would allow us to continue the discussion we started about the possibility of using GARFIELD at Legnaro to study ternary breakups. Hoping you are able to come to Bloomington (after August 26th),

Sincerely,

A handwritten signature in cursive script that reads "Romualdo de Souza/am".

Romualdo deSouza
Associate Professor

Department of Chemistry
Indiana University

Phone: (812) 855-3767
FAX: (812) 855-8300

E-mail: rdesouza@indiana.edu

RDS/am

DEPARTMENT OF CHEMISTRY

Chemistry Building
800 East Kirkwood Avenue
Bloomington, Indiana
47405-7102

Fax: 812-855 8300

Codice	Esperimento	Gruppo
	STREGA	3

Struttura
BOLOGNA

 Ricercatore responsabile locale:
Mauro BRUNO
PREVENTIVO LOCALE DI SPESA PER L'ANNO 2001
In ML

VOCI DI SPESA		DESCRIZIONE DELLA SPESA	IMPORTI		A cura della Comm.ne Scientifica Nazionale										
			Parziali	Totale Compet.											
Viaggi e missioni	Interno	Viaggi per riunioni +supporto tecnico elettronica Viaggi per 2 turni di misura LNL (2 V. per 3 P. per 7 gg) Viaggi per ATER a LNS (1 V. per 3 P. per 7 gg) Viaggi per ATER a LNL (1 V. per 3 P. per 7 gg)	8 10 7 5	30											
	Estero	Viaggi per contatti scientifici con gruppi interessati ad utilizzare l'apparato	5	5											
	Materiale Consumo	Cavi, connettori, materiale di consumo per stampanti, ecc. Cassette exabyte e DLT, riparazioni e modifiche moduli elettronici	12	12											
	Trasp.e facch.														
	Spese Calcolo	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:25%;">Consorzio</td> <td style="width:25%;">Ore CPU</td> <td style="width:25%;">Spazio Disco</td> <td style="width:25%;">Cassette</td> <td style="width:25%;">Altro</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	Consorzio	Ore CPU		Spazio Disco	Cassette	Altro							
Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro											
	Affitti e manutenz. apparecchiati.														
	Materiale Inventariabile	Dischi per alpha-station	5	5											
	Costruzione Apparati														
Totale				52											
Note:															

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Preventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
	STREGA	3

Struttura
BOLOGNA

ALLEGATO MODELLO EC 2

Codice	Esperimento	Gruppo
	STREGA	3

Struttura
BOLOGNA

PREVISIONE DI SPESA: PIANO FINANZIARIO LOCALE
PER GLI ANNI DELLA DURATA DEL PROGETTO

In ML

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2001	30	5	12				5		52
2002	20	6	7						33
TOTALI	50	11	19				5		85

Note:

Osservazioni del Direttore della Struttura in merito alla disponibilità di personale e di attrezzature:

Mod. EC. 3

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
	STREGA	3

Struttura
BOLOGNA

COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI RICERCA (cont.)

LAUREANDI Cognome e Nome	Associazione		Titolo della Tesi
	SI	NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	

Denominazione	mesi-uomo	SERVIZI TECNICI Annotazioni

INTERAZIONI CON LE INDUSTRIE (COMMESSE HIGH TECH)

DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA

Codice	Esperimento	Gruppo
	STREGA	3

Struttura
BOLOGNA

Consuntivo anno 1999/2000

LAUREATI		
Cognome e Nome	Titolo della Tesi	Sbocco professionale
Lancais Airiane Laura Laurea in Fisica	G.A.R.F.I.E.L.D.: un apparato per misure di reazioni fra ioni pesanti ad energie intermedie	
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
DOTTORI di RICERCA		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
PRESENTAZIONI A CONFERENZE SU INVITO E SEMINARI SIGNIFICATIVI		
Relatore	Titolo	Conferenza o luogo

Codice	Esperimento	Gruppo
	STREGA	3

Struttura
BOLOGNA

Consuntivo anno 1999/2000

SIGNIFICATIVE VARIAZIONI DI BILANCIO

Capitolo	Variazione (ML)	Motivazione
Missioni Interne	_____	
Missioni Estere	_____	
Consumo	_____	
Trasporti e Facchinaggio	_____	
Spese Calcolo	_____	
Affitti e Manutenzioni	_____	
Materiale Inventariabile	_____	
Costruzione Apparati	_____	
Totale storni	_____	

CONFERENZE, WORKSHOP e SCUOLE ORGANIZZATE in ITALIA

Data	Titolo	Luogo
29.05.2000	Bologna 2000: Structure of the Nucleus at the Dawn of the Century	Bologna

SIGNIFICATIVE COMMESSE E RELATIVO IMPORTO

ANAGRAFICA FORNITORE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA	IMPORTO (ML)

Codice	Esperimento	Gruppo
0531	STREGA	3

Struttura
FIRENZE

 Ricercatore responsabile locale:
Giovanni Casini
PREVENTIVO LOCALE DI SPESA PER L'ANNO 2001
In ML

VOCI DI SPESA		DESCRIZIONE DELLA SPESA	IMPORTI		A cura della Comm.ne Scientifica Nazionale			
			Parziali	Totale Compet.				
Viaggi e missioni	Interno	2 run/anno x 2.25 ric (0.25x6gg + 0.2 viaggio) 2 riunioni anno x 2 ric [(0.25x2gg)+0.2 viaggio] 2 run/anno x 1.25 ric (0.25x6 gg + 0.8 viaggio)	8 2 5	15				
	Estero	contatti scientifici	3	3				
Materiale Consumo	supporti magnetici per dati manutenzione e sviluppo rivelatori a gas lavorazioni meccaniche per supporti	1 5 2	8					
Trasp.e facch.								
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette		Altro		
Affitti e manutenz. apparecchiati.								
Materiale Inventariabile	acquisto PC per analisi dati disco alta capacita' per PC	3 3	6					
Costruzione Apparati								
Totale				32				
Note:								

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Preventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
0531	STREGA	3

Struttura
FIRENZE

ALLEGATO MODELLO EC 2

Codice	Esperimento	Gruppo
0531	STREGA	3

Struttura
FIRENZE

PREVISIONE DI SPESA: PIANO FINANZIARIO LOCALE
PER GLI ANNI DELLA DURATA DEL PROGETTO

In ML

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2001	15	3	8				6		32
2002	12	3	5						20
TOTALI	27	6	13				6		52

Note:

Osservazioni del Direttore della Struttura in merito alla disponibilità di personale e di attrezzature:

Mod. EC. 3

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
0531	STREGA	3

Struttura
FIRENZE

COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI RICERCA (cont.)

LAUREANDI		Associazione		Titolo della Tesi
Cognome e Nome		SI	NO	
Relatore		<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore		<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore		<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore		<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore		<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore		<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore		<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore		<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Denominazione		mesi-uomo		<p style="text-align: center;">SERVIZI TECNICI</p> <p style="text-align: center;">Annotazioni</p>
INTERAZIONI CON LE INDUSTRIE (COMMESSE HIGH TECH)				
DENOMINAZIONE		DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA		
ET-POWER (NA)		realizzazione prototipi di DELAY con interfaccia FAIR a 32 ch (collaborazione con LNL-NA)		

Codice	Esperimento	Gruppo
0531	STREGA	3

Struttura
FIRENZE

Consuntivo anno 1999/2000

LAUREATI		
Cognome e Nome	Titolo della Tesi	Sbocco professionale
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
DOTTORI di RICERCA		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
PRESENTAZIONI A CONFERENZE SU INVITO E SEMINARI SIGNIFICATIVI		
Relatore	Titolo	Conferenza o luogo

Codice	Esperimento	Gruppo
0531	STREGA	3

Struttura
FIRENZE

Consuntivo anno 1999/2000

SIGNIFICATIVE VARIAZIONI DI BILANCIO

Capitolo	Variazione (ML)	Motivazione
Missioni Interne	_____	
Missioni Estere	_____	
Consumo	_____	
Trasporti e Facchinaggio	_____	
Spese Calcolo	_____	
Affitti e Manutenzioni	_____	
Materiale Inventariabile	_____	
Costruzione Apparati	_____	
Totale storni	_____	

CONFERENZE, WORKSHOP e SCUOLE ORGANIZZATE in ITALIA

Data	Titolo	Luogo

SIGNIFICATIVE COMMESSE E RELATIVO IMPORTO

ANAGRAFICA FORNITORE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA	IMPORTO (ML)

Codice	Esperimento	Gruppo
	Strega	3

Struttura
L.N.S.

 Ricercatore responsabile locale:
Cavallaro Salvatore
PREVENTIVO LOCALE DI SPESA PER L'ANNO 2001
In ML

VOCI DI SPESA	DESCRIZIONE DELLA SPESA						IMPORTI		A cura della Comm.ne Scientifica Nazionale	
							Parziali	Totale Compet.		
Viaggi e missioni	Interno	Due turni di misura a Legnaro (10gg*2 volte + 2 viaggi) Riunioni di gruppo per organizzazioni varie e discussioni dati						9 5	14	
	Estero	Contatti scientifici con ricercatori che si occupano delle tematiche di interesse						4	4	
Materiale Consumo	Manutenzione rivelatore anulare (preamplificatori, cavi, camerette a gas, etc) Ricambio silici di n.3 settori .						8 15	23		
Trasp.e facch.										
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette	Altro					
Affitti e manutenz. apparecchiati.										
Materiale Inventariabile										
Costruzione Apparati										
Totale								41		
Note:										

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Preventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
	Strega	3

Struttura
L.N.S.

ALLEGATO MODELLO EC 2

Codice	Esperimento	Gruppo
	Strega	3

Struttura
L.N.S.

PREVISIONE DI SPESA: PIANO FINANZIARIO LOCALE
PER GLI ANNI DELLA DURATA DEL PROGETTO

In ML

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2000	13	3	7						23
2001	14	4	23						41
2002	14	4	25						43
TOTALI	41	11	55						107

Note:

Osservazioni del Direttore della Struttura in merito alla disponibilità di personale e di attrezzature:

Mod. EC. 3

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
	Strega	3

Struttura
L.N.S.

COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI RICERCA (cont.)

LAUREANDI Cognome e Nome	Associazione		Titolo della Tesi
	SI	NO	
Cosmano Alfio Relatore S, Cavallaro	<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO	Un telescopio a gas-silicio-CsI(Tl) di tipo anulare per la rivelazione dei prodotti di reazione nella regione angolare attorno al fascio degli ioni incidenti.
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	

Denominazione	mesi-uomo	SERVIZI TECNICI Annotazioni

INTERAZIONI CON LE INDUSTRIE (COMMESSE HIGH TECH)

DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA

Codice	Esperimento	Gruppo
	Strega	3

Struttura
L.N.S.

Consuntivo anno 1999/2000

LAUREATI		
Cognome e Nome	Titolo della Tesi	Sbocco professionale
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
DOTTORI di RICERCA		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
PRESENTAZIONI A CONFERENZE SU INVITO E SEMINARI SIGNIFICATIVI		
Relatore	Titolo	Conferenza o luogo

Codice	Esperimento	Gruppo
	Strega	3

Struttura
L.N.S.

Consuntivo anno 1999/2000

SIGNIFICATIVE VARIAZIONI DI BILANCIO

Capitolo	Variazione (ML)	Motivazione
Missioni Interne	_____	
Missioni Estere	_____	
Consumo	_____	
Trasporti e Facchinaggio	_____	
Spese Calcolo	_____	
Affitti e Manutenzioni	_____	
Materiale Inventariabile	_____	
Costruzione Apparati	_____	
Totale storni	_____	

CONFERENZE, WORKSHOP e SCUOLE ORGANIZZATE in ITALIA

Data	Titolo	Luogo

SIGNIFICATIVE COMMESSE E RELATIVO IMPORTO

ANAGRAFICA FORNITORE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA	IMPORTO (ML)

Codice	Esperimento	Gruppo
	STREGA	3

Struttura
MILANO

 Ricercatore responsabile locale:
A. Moroni
PREVENTIVO LOCALE DI SPESA PER L'ANNO 2001
In ML

VOCI DI SPESA		DESCRIZIONE DELLA SPESA	IMPORTI		A cura della Comm.ne Scientifica Nazionale			
			Parziali	Totale Compet.				
Viaggi e missioni	Interno	2Turni Garfield x 2 persone Riunioni Garfield e supporto tecnico 1 Turno ATER x 2 persone	8 8 2	18				
	Estero	Contatti per esperimenti	6	6				
Materiale Consumo	Componenti elettronici per riparazioni, riparazioni esterne Stesalite per portafinestre	6 6	12					
Trasp.e facch.								
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette		Altro		
Affitti e manutenz. apparecchiati.								
Materiale Inventariabile								
Costruzione Apparati								
Totale				36				
Note:								

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Preventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
	STREGA	3

Struttura
MILANO

ALLEGATO MODELLO EC 2

Codice	Esperimento	Gruppo
	STREGA	3

Struttura
MILANO

PREVISIONE DI SPESA: PIANO FINANZIARIO LOCALE
PER GLI ANNI DELLA DURATA DEL PROGETTO

In ML

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2001	18	6	12						36
2002	10	6	12						28
TOTALI	28	12	24						64

Note:

Osservazioni del Direttore della Struttura in merito alla disponibilità di personale e di attrezzature:

Non si ravvisano difficoltà

Mod. EC. 3

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
	STREGA	3

Struttura
MILANO

Consuntivo anno 1999/2000

LAUREATI		
Cognome e Nome	Titolo della Tesi	Sbocco professionale
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
DOTTORI di RICERCA		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
PRESENTAZIONI A CONFERENZE SU INVITO E SEMINARI SIGNIFICATIVI		
Relatore	Titolo	Conferenza o luogo
Moroni Arialdo	Nuclear Detecting Systems at LNL and LNS: experiments to provide basic data for H.I. risk assessment	Arona 27-31 maggio
Moroni Arialdo	INFN apparatus for heavy ion detection	Eurisol meeting LNL 8-9 giugno

Codice	Esperimento	Gruppo
	STREGA	3

Struttura
MILANO

Consuntivo anno 1999/2000

SIGNIFICATIVE VARIAZIONI DI BILANCIO

Capitolo	Variazione (ML)	Motivazione
Missioni Interne	_____	Contatti con Jack Miller (Brookhaven) per esperimenti con ¹² C e con R. De Souza (Indiana Univ.) per esperimenti di fissione ternaria.
Missioni Estere	_____ 3	
Consumo	_____ 4	Acquisto stesalite per portafinestre.
Traporti e Facchinaggio	_____	
Spese Calcolo	_____	
Affitti e Manutenzioni	_____	
Materiale Inventariabile	_____	
Costruzione Apparati	_____	
Totale storni	_____ 7	

CONFERENZE, WORKSHOP e SCUOLE ORGANIZZATE in ITALIA

Data	Titolo	Luogo
24-01-2000	XXXVIII INT. WINTER MEETING ON NUCLEAR PHYSICS.	Bormio
8-06-2000	Ist EURISOL MEETING ON INSTRUMENTATION.	LNL

SIGNIFICATIVE COMMESSE E RELATIVO IMPORTO

ANAGRAFICA FORNITORE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA	IMPORTO (ML)

Codice	Esperimento	Gruppo
1262	STREGA	3

Struttura
NAPOLI

 Ricercatore responsabile locale:
Antonio Ordine
PREVENTIVO LOCALE DI SPESA PER L'ANNO 2001
In ML

VOCI DI SPESA		DESCRIZIONE DELLA SPESA	IMPORTI		A cura della Comm.ne Scientifica Nazionale	
			Parziali	Totale Compet.		
Viaggi e missioni	Interno	2 turni x 2 persone x 7 gg riunioni della collaborazione + supporto tecnico 1 turno ATER LNL x 1 persona	10 6 4	20		
	Estero	Contatti scientifici	6	6		
Materiale Consumo	manutenzione elettronica di acquisizione		9	9		
Trasp.e facch.						
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette		Altro
Affitti e manutenz. apparecchiati.						
Materiale Inventariabile	Scheda VME per alloggiamento PCMCIA + scheda PCMCIA FLASH RAM		3	3		
Costruzione Apparati						
Totale				38		
Note:						

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Preventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
1262	STREGA	3

Struttura
NAPOLI

ALLEGATO MODELLO EC 2

Codice	Esperimento	Gruppo
1262	STREGA	3

Struttura
NAPOLI

PREVISIONE DI SPESA: PIANO FINANZIARIO LOCALE
PER GLI ANNI DELLA DURATA DEL PROGETTO

In ML

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2001	20	6	9				3		38
2002	11	6	5						22
TOTALI	31	12	14				3		60

Note:

Osservazioni del Direttore della Struttura in merito alla disponibilità di personale e di attrezzature:

Presso la sezione di Napoli i tecnici afferiscono ai Servizi della Sezione, per cui non viene indicato un elenco nominativo delle partecipazioni ai singoli esperimenti.

La disponibilità assicurata dai servizi della Sezione è riportata nel mod.EC/EN 7a.

Mod. EC. 3

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
1262	STREGA	3

Struttura
NAPOLI

COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI RICERCA (cont.)

LAUREANDI		Associazione		Titolo della Tesi
Cognome e Nome	SI	NO		
Guardato Sergio	<input type="radio"/> SI	<input checked="" type="radio"/> NO		Realizzazione di un sistema di acquisizione basato sul bus FAIR
Relatore Spadaccini G./Ordine A.				
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO		
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO		
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO		
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO		
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO		
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO		
SERVIZI TECNICI		mesi-uomo		
1	Denominazione	1	Annotazioni	
	Servizio Elettronica		Vedi osservazioni del Direttore sul mod.EC3	
INTERAZIONI CON LE INDUSTRIE (COMMESSE HIGH TECH)				
DENOMINAZIONE		DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA		

Codice	Esperimento	Gruppo
1262	STREGA	3

Struttura
NAPOLI

Consuntivo anno 1999/2000

LAUREATI		
Cognome e Nome	Titolo della Tesi	Sbocco professionale
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
DOTTORI di RICERCA		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
PRESENTAZIONI A CONFERENZE SU INVITO E SEMINARI SIGNIFICATIVI		
Relatore	Titolo	Conferenza o luogo

Codice	Esperimento	Gruppo
1262	STREGA	3

Struttura
NAPOLI

Consuntivo anno 1999/2000

SIGNIFICATIVE VARIAZIONI DI BILANCIO

Capitolo	Variazione (ML)	Motivazione
Missioni Interne	_____	
Missioni Estere	_____	
Consumo	_____	
Trasporti e Facchinaggio	_____	
Spese Calcolo	_____	
Affitti e Manutenzioni	_____	
Materiale Inventariabile	_____	
Costruzione Apparati	_____	
Totale storni	_____	

CONFERENZE, WORKSHOP e SCUOLE ORGANIZZATE in ITALIA

Data	Titolo	Luogo

SIGNIFICATIVE COMMESSE E RELATIVO IMPORTO

ANAGRAFICA FORNITORE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA	IMPORTO (ML)

Codice	Esperimento	Gruppo
	STREGA	3

Struttura
TRIESTE

 Ricercatore responsabile locale:
ABBONDANNO Ugo
PREVENTIVO LOCALE DI SPESA PER L'ANNO 2001
In ML

VOCI DI SPESA		DESCRIZIONE DELLA SPESA	IMPORTI		A cura della Comm.ne Scientifica Nazionale			
			Parziali	Totale Compet.				
Viaggi e missioni	Interno	2 turni x 7 gg x 3 persone presso LNL riunioni e contatti per analisi , supporto tecnico 1 turno (ATER) x 7 gg x 3 persone presso CS LNS 1 turno (ATER) x 4 gg x 3 persone presso LNL	10 9 7 4	30				
	Estero	Contatti scientifici	6	6				
Materiale Consumo	Acquisto fotodiodi, manutenzione cristalli Csl(Tl)	15	15					
Traspe facch.								
Spese Calcolo	Consorzio	Ore CPU	Spazio Disco	Cassette		Altro		
Affitti e manutenz. apparecchiati.								
Materiale Inventariabile								
Costruzione Apparati								
Totale				51				
Note:								

ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Preventivo per l'anno **2001**

Codice	Esperimento	Gruppo
	STREGA	3

Struttura
TRIESTE

ALLEGATO MODELLO EC 2

Codice	Esperimento	Gruppo
	STREGA	3

Struttura
TRIESTE

**PREVISIONE DI SPESA: PIANO FINANZIARIO LOCALE
PER GLI ANNI DELLA DURATA DEL PROGETTO**

In ML

ANNI FINANZIARI	Miss. interno	Miss. estero	Mater. di cons.	Trasp.e Facch.	Spese Calcolo	Affitti e manut. appar.	Mat. inventar.	Costruz. apparati	TOTALE Competenza
2001	30	6	15						51
2002	28	6	3						37
TOTALI	58	12	18						88

Note:

Osservazioni del Direttore della Struttura in merito alla disponibilità di personale e di attrezzature:

Non sono state presentate richieste di rilievo sui Servizi Tecnici della Sezione.

Mod. EC. 3

(a cura del responsabile locale)

Codice	Esperimento	Gruppo
	STREGA	3

Struttura
TRIESTE

COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI RICERCA (cont.)

LAUREANDI Cognome e Nome	Associazione		Titolo della Tesi
	SI	NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Relatore	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	

Denominazione	mesi-uomo	SERVIZI TECNICI Annotazioni

INTERAZIONI CON LE INDUSTRIE (COMMESSE HIGH TECH)

DENOMINAZIONE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA

Codice	Esperimento	Gruppo
	STREGA	3

Struttura
TRIESTE

Consuntivo anno 1999/2000

LAUREATI		
Cognome e Nome	Titolo della Tesi	Sbocco professionale
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
Laurea in		
DOTTORI di RICERCA		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
Dott in		
PRESENTAZIONI A CONFERENZE SU INVITO E SEMINARI SIGNIFICATIVI		
Relatore	Titolo	Conferenza o luogo
Ugo Abbondanno	The twentieth anniversary of the OCM	7th Cluster conference, Rab, Croazia

Codice	Esperimento	Gruppo
	STREGA	3

Struttura
TRIESTE

Consuntivo anno 1999/2000

SIGNIFICATIVE VARIAZIONI DI BILANCIO

Capitolo	Variazione (ML)	Motivazione
Missioni Interne	_____	
Missioni Estere	_____	
Consumo	_____	
Trasporti e Facchinaggio	_____	
Spese Calcolo	_____	
Affitti e Manutenzioni	_____	
Materiale Inventariabile	_____	
Costruzione Apparati	_____	
Totale storni	_____	

CONFERENZE, WORKSHOP e SCUOLE ORGANIZZATE in ITALIA

Data	Titolo	Luogo

SIGNIFICATIVE COMMESSE E RELATIVO IMPORTO

ANAGRAFICA FORNITORE	DESCRIZIONE PRODOTTO O COMMESSA	IMPORTO (ML)

Esperimento

gruppo

Rappresentante nazionale

Struttura res_naz

nuovo continua

STREGA

3

F.GRAMEGNA

L.N.L.

continua

STR.	ESPERIM.	Missioni interno	Inviti ospiti stran.	Missioni estero	Mater. di Cons.	Spes Sem	Tras. e Fac.	Pub. Scien.	Spese Calc	Aff. e Manut. App.	Mater. invent.	Costruz. apparati	TOTALE	
BOLOGNA	Personale													
	Ricercatori		5,0	Tecnologi			Tecnici			Servizi mesi uomo				
	FTE		2,2	FTE			FTE							
	Rapporti (FTE/numero) Ricercatori					0,44					Ricercatori+Tecnologi			0,44
	STREGA		30		5	12						5		52
	di cui sj													
	Totali		30		5	12						5		52
di cui sj														
Richieste/(FTE ricercatori+tecnologi)					23,64									
FIRENZE	Personale													
	Ricercatori		3,0	Tecnologi			1,0	Tecnici			4,0	Servizi mesi uomo		
	FTE		1,0	FTE			0,2	FTE			0,7			
	Rapporti (FTE/numero) Ricercatori					0,33					Ricercatori+Tecnologi			0,30
	STREGA		15		3	8						6		32
	di cui sj													
	Totali		15		3	8						6		32
di cui sj														
Richieste/(FTE ricercatori+tecnologi)					26,67									
L.N.L.	Personale													
	Ricercatori		4,0	Tecnologi			Tecnici			Servizi mesi uomo				
	FTE		2,0	FTE			FTE			2,0				
	Rapporti (FTE/numero) Ricercatori					0,50					Ricercatori+Tecnologi			0,50
	STREGA		22		18	38						12		90
	di cui sj													
	Totali		22		18	38						12		90
di cui sj														
Richieste/(FTE ricercatori+tecnologi)					45,00									
L.N.S.	Personale													
	Ricercatori		2,0	Tecnologi			Tecnici			Servizi mesi uomo				
	FTE		0,7	FTE			FTE							
	Rapporti (FTE/numero) Ricercatori					0,35					Ricercatori+Tecnologi			0,35
	Strega		14		4	23								41
	di cui sj													
	Totali		14		4	23								41
di cui sj														
Richieste/(FTE ricercatori+tecnologi)					58,57									

Esperimento

gruppo

Rappresentante nazionale

Struttura res_naz

nuovo continua

STREGA

3

F.GRAMEGNA

L.N.L.

continua

STR.	ESPERIM.	Missioni interno	Inviti ospiti stran.	Missioni estero	Mater. di Cons.	Spes Sem	Tras. e Fac.	Pub. Scien.	Spese Calc	Aff. e Manut. App.	Mater. invent.	Costruz. apparati	TOTALE	
MILANO	Personale													
	Ricercatori		3,0	Tecnologi			Tecnici		2,0	Servizi mesi uomo				
	FTE		0,7	FTE			FTE		0,4					
	Rapporti (FTE/numero) Ricercatori					0,23					Ricercatori+Tecnologi			0,23
	STREGA		18		6	12								36
	di cui sj													
	Totali		18		6	12								36
	di cui sj													
	Richieste/(FTE ricercatori+tecnologi)					51,43								
	NAPOLI	Personale												
Ricercatori				Tecnologi		2,0	Tecnici			Servizi mesi uomo				
FTE				FTE		0,7	FTE			1,0				
Rapporti (FTE/numero) Ricercatori					Ricercatori+Tecnologi					0,35				
STREGA			20		6	9					3			38
di cui sj														
Totali			20		6	9					3			38
di cui sj														
Richieste/(FTE ricercatori+tecnologi)					54,29									
TRIESTE		Personale												
	Ricercatori		3,0	Tecnologi			Tecnici		1,0	Servizi mesi uomo				
	FTE		1,3	FTE			FTE		0,1					
	Rapporti (FTE/numero) Ricercatori					0,43					Ricercatori+Tecnologi			0,43
	STREGA		30		6	15								51
	di cui sj													
	Totali		30		6	15								51
	di cui sj													
	Richieste/(FTE ricercatori+tecnologi)					39,23								

Esperimento

gruppo

Rappresentante nazionale

Struttura res. naz

nuovo continua

STREGA

3

F.GRAMEGNA

L.N.L.

continua

STP.	ESPERIM.	Missioni interno	Inviti ospiti stran.	Missioni estero	Mater. di Cons.	Spes Sem	Tras. e Fac.	Pub. Scien.	Spese Calc	Aff. e Manut. App.	Mater. invent.	Costruz. apparati	TOTALE	
TOTALI														
	Totals	149		48	117						26		340	
	di cui sj													
Confronto con il modello EC4														
	Mod. EC4 dati	149		48	117						26		340	
	Totals-Dati EC4													
Personale														
	Ricercatori	20,0		Tecnologi	3,0		Tecnici	7,0					Servizi mesi uomo	
	FTE	7,9		FTE	0,9		FTE	1,2					3,0	
	Rapporti (FTE/numero) Ricercatori										0,40	Ricercatori+Tecnologi		0,38
	Richieste/(FTE ricercatori+tecnologi)										38,64			