

ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ

του

ΙΩΑΝΝΗ ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ του ΓΕΩΡΓΙΟΥ

(06/06/2011)

Ονοματεπώνυμο:.....Ιωάννης Παπαδόπουλος
 Όνομα πατρός:.....Γεώργιος
 Υπηκοότητα:.....Ελληνική
 Ημερομηνία γεννήσεως:.....26 Δεκεμβρίου 1969
 Οικογενειακή κατάσταση:.....Έγγαμος

 Επαγγελματική θέση:.....Επίκουρος Καθηγητής του Τμήματος Φυσικής
 του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

 Διεύθυνση εργασίας:.....Τμήμα Φυσικής (Φ3-303α)
 Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων
 45110 Ιωάννινα

 Διεύθυνση κατοικίας:.....Συνοικισμός Πεντέλης, 45500 Ιωάννινα
 e-mail:.....pyannis@uoi.gr
 Ιστοσελίδα:.....http://cern.ch/pyannis

Σπουδές:

1. 17ο Λύκειο Θεσσαλονίκης, Απολυτήριο (1987).
2. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Φυσικής, Πτυχίο (1993).
3. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Φυσικής, Μεταπτυχιακές σπουδές, Διδακτορικό δίπλωμα (Μάρτιος 1999).

Περιεχόμενα

1. Επαγγελματικές θέσεις.....	3
2. Ερευνητικό έργο.....	4
2.1 Το πείραμα CPLEAR (PS 195).....	4
2.2 Το πείραμα TARC (PS 211).....	5
2.3 Ο ανιχνευτής αερίου MICROMEGAS.....	6
2.4 Πείραμα ATLAS	9
2.5 Πείραμα CMS	10
2.6 Ερευνητικό πρόγραμμα I-ImaS (NMP2-CT-2003-505593, FP6-NMP).....	14
2.7 Ο κόμβος Πλέγματος GR-07-UOI-HEPLAB του εργαστηρίου ΦΥΕ.....	14
3. Διδακτικό έργο.....	16
4. Διοικητικές θέσεις.....	17
5. Δημοσιεύσεις σε έγκυρα περιοδικά.....	17
6. Ανακοινώσεις σε συνέδρια από συνεργάτες (Conference Proceedings).....	22
7. Εσωτερικές αναφορές (Internal Notes).....	22
8. Παρουσιάσεις σε διεθνή συνέδρια.....	23
9. Συμμετοχή σε διεθνή συνέδρια (χωρίς ανακοίνωση) και σχολεία.....	24
10. Ανάλυση δημοσιεύσεων σε έγκυρα περιοδικά.....	25
11. Πίνακας ετεροαναφορών.....	44

1. Επαγγελματικές θέσεις

1. Επίκουρος Καθηγητής του Τμήματος Φυσικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, μέλος του Εργαστηρίου Φυσικής Υψηλών Ενεργειών (Απρίλιος 2008 – σήμερα).
2. Λέκτορας του Τμήματος Φυσικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, μέλος του Εργαστηρίου Φυσικής Υψηλών Ενεργειών (Μάρτιος 2003 – Μάρτιος 2008).
3. CERN Fellow (Οκτώβριος 2001 – Μάρτιος 2003), CERN EP/ATD (Γενεύη, Ελβετία). Συμμετοχή στην ομάδα TDAQ (Trigger & DAQ) του πειράματος ATLAS.
4. Post Doc, CEA-Saclay/DSM/DAPNIA/SED, 91191 Gif-sur-Yvette cedex, Paris-France (Ιανουάριος 2000 – Ιούλιος 2001). Συμμετοχή στην ομάδα έρευνας και ανάπτυξης (R&D) MICROMEGAS του Τμήματος Μελέτης Ανιχνευτών του CEA-Saclay.
5. CERN Unpaid Associate (Απρίλιος 1999 - Δεκέμβριος 1999). Συμμετοχή στις ερευνητικές ομάδες CPLEAR (PS 195) και TARC (PS 211).
6. Στρατιωτική θητεία (Μάρτιος 1998 - Μάρτιος 1999).
7. CERN User / CERN Unpaid Associate (Τμηματικά 1994-1998), CERN/PPE, 1211 Geneva 23, Switzerland. Συμμετοχή στις ερευνητικές ομάδες CPLEAR (PS195) και TARC (PS 211).
8. CERN summer student, Μελέτη των συστηματικών σφαλμάτων του πολωμένου στόχου του πειράματος SMC (NA47) του CERN (Ιούνιος 1994 - Σεπτέμβριος 1994).

2. Ερευνητικό έργο

Οι ερευνητικές μου δραστηριότητες συγκεντρώνονται στο πεδίο της Πειραματικής Φυσικής Υψηλών Ενεργειών.

Από το 1994 έως το 1999 συμμετείχα ως υποψήφιος διδάκτορας στην ερευνητική ομάδα CPLEAR του CERN. Κατά τα έτη 1995 έως 1998 συμμετείχα παράλληλα και στην ερευνητική ομάδα TARC (PS 211) του CERN, πείραμα το οποίο ανήκει στο πεδίο της Πυρηνικής Φυσικής και που βασίζεται στη χρήση επιταχυντών υψηλών ενεργειών.

Από τον Ιανουάριο 2000 έως τον Ιούλιο 2001, ασχολήθηκα αποκλειστικά με την ανάπτυξη του ανιχνευτή αερίου με δυνατότητα χωρικής διάκρισης MICROMEGAS, στο ερευνητικό κέντρο CEA-Saclay της Γαλλίας, ως μεταδιδακτορικός ερευνητής στο πλαίσιο της ομάδας R&D MICROMEGAS.

Από τον Οκτώβριο 2001 έως το Μάρτιο 2003 υπήρξα CERN Fellow και συμμετείχα στην ομάδα TDAQ σκανδαλισμού και λήψης δεδομένων (Trigger & DAQ) του πειράματος ATLAS.

Από το Μάρτιο 2003 έως σήμερα είμαι μέλος του Εργαστηρίου Φυσικής Υψηλών Ενεργειών του Τμήματος Φυσικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων και συμμετέχω στο πείραμα CMS του CERN.

Αναλυτικά το ερευνητικό μου έργο έχει ως εξής:

2.1 Το πείραμα CPLEAR (PS 195)

(1994-1999, CERN, ως υποψήφιος διδάκτορας με ανάθεση από το ΑΠΘ)

Το πείραμα CPLEAR (PS 195) του CERN μέτρησε τις παραμέτρους παραβίασης των συμμετριών CP, T και CPT στο σύστημα των ουδετέρων καονίων. Το πείραμα προτάθηκε το 1986 και η κατασκευή του ανιχνευτή περατώθηκε το 1992. Η περίοδος λήψης δεδομένων διήρκεσε έως το 1996. Σήμερα το πείραμα έχει φθάσει στο τέλος του. Το πείραμα CPLEAR οδήγησε στον πλέον ακριβή υπολογισμό σε παγκόσμια κλίμακα των παραμέτρων παραβίασης των συμμετριών CP, T και CPT στο σύστημα των ουδετέρων καονίων. Η συμμετοχή μου στο πείραμα, στο πλαίσιο της διδακτορικής μου διατριβής με θέμα *"Μελέτη της παραβίασης της συμμετρίας CP στις διασπάσεις των ουδετέρων καονίων σε δύο φορτισμένα πιόνια και έλεγχος της συμμετρίας CPT"* (επιβλέπων καθηγητής: Σ. Δεδούσης), έχει ως εξής:

- Ως μέλος της ομάδας του Ανιχνευτή Ταυτοποίησης Σωματιδίων (Particle Identification Detector - PID) υπήρξα υπεύθυνος για τον έλεγχο και τη βαθμονόμησή του κατά τη διάρκεια των περιόδων λήψης δεδομένων.
- Συμμετείχα σε όλες τις περιόδους λήψης δεδομένων του πειράματος, από το 1994 κι έπειτα, κατά τις οποίες συλλέχθηκε το μεγαλύτερο μέρος της στατιστικής του πειράματος, ως υπεύθυνος του συστήματος λήψης δεδομένων και του online ελέγχου του ανιχνευτή PID.
- Υπήρξα υπεύθυνος για την παραγωγή προσομοιωμένων γεγονότων Monte Carlo. Εργάστηκα για την αναθεώρηση του προγράμματος προσομοίωσης CP-GEANT (βασισμένο στη βιβλιοθήκη GEANT του CERN) ώστε να συμπεριληφθούν όλα τα κανάλια εξαύλωσης πρωτονίου - αντιπρωτονίου σε ηρεμία, για τη μελέτη του συσχετισμού Bose-Einstein των πιονίων (*δημοσίευση 13*).
- Συμμετείχα στην ανάλυση του συνόλου των δεδομένων (πραγματικών και προσομοιωμένων) του πειράματος, με έμφαση στα γεγονότα των διασπάσεων των ουδετέρων καονίων σε δύο φορτισμένα πιόνια. Υπήρξα υπεύθυνος για τη μελέτη της

κανονικοποίησης των γεγονότων και των συστηματικών σφαλμάτων που υφίστανται λόγω αυτής στη μέτρηση της παραμέτρου ϕ_{\pm} . (δημοσιεύσεις 5, 28 και 33).

- Συμμετείχα στην ανάλυση για τον υπολογισμό των συστηματικών σφαλμάτων που προέρχονται από το φαινόμενο της αναγέννησης των ουδετέρων καονίων (regeneration effect), καθώς και στους υπολογισμούς στους οποίους βασίστηκε η εκτέλεση μιας ειδικής μέτρησης για τον υπολογισμό του πλάτους αναγέννησης των ουδετέρων καονίων στον άνθρακα. Ο άνθρακας ήταν το βασικό υλικό του ανιχνευτή υπεύθυνο για τα φαινόμενα αναγέννησης.
- Στο πλαίσιο της παραπάνω μελέτης, συμμετείχα στην ανάλυση των δεδομένων που ελήφθησαν αρχικά με τη χρήση ενός αναγεννητή από χαλκό, για τη αποτίμηση της μεθόδου προσδιορισμού της θέσης του αναγεννητή μέσω των μετατροπών φωτονίων σε e^+e^- , καθώς και στην ανάλυση των δεδομένων που ελήφθησαν με τη χρήση ενός αναγεννητή από άνθρακα που οδήγησε στον υπολογισμό του πλάτους αναγέννησης των ουδετέρων καονίων στον άνθρακα, για ορμές μικρότερες του 1 GeV/c (δημοσιεύσεις 15 και 24). Το αποτέλεσμα της μέτρησης αυτής οδήγησε στη μείωση του συστηματικού σφάλματος στον υπολογισμό της παραμέτρου ϕ_{\pm} κατά έναν παράγοντα τρία και την κατέστησε την ακριβέστερη στον κόσμο (δημοσίευση 28).
- Υπήρξα υπεύθυνος για την ανάπτυξη της φαινομενολογίας της συσχέτισης των παραμέτρων $\text{Re}(\epsilon)$ και $\text{Im}(\delta)$ με τα πλάτη διάσπασης των ουδετέρων καονίων, προσαρμόζοντας τη σχέση Bell-Steinberger στις συνθήκες του πειράματος CPLEAR. Η ανάλυση, μέσω προσαρμογών υπό περιορισμούς, χρησιμοποιώντας όλες τις μετρήσεις του CPLEAR, οδήγησε στον υπολογισμό της παραμέτρου $\text{Im}(\delta)$ της παραβίασης της συμμετρίας CPT (δημοσίευση 26).

2.2 Το πείραμα TARC (PS 211)

(1995-1998, CERN, ως μέλος της ερευνητικής ομάδας του ΑΠΘ)

Το πείραμα TARC (Transmutation through Adiabatic Resonance Crossing) του CERN είχε ως στόχο τη μελέτη του νετρονικού πεδίου από αντιδράσεις θρυμματισμού και της μεταστοιχείωσης βασικών ισοτόπων των πυρηνικών αποβλήτων (π.χ. ^{129}I , ^{239}Pu) σε μία διάταξη μολύβδου υψηλής καθαρότητας στην οποία προσπίπτει δέσμη πρωτονίων υψηλής ενέργειας (δημοσιεύσεις 27, 34 και 40). Το πείραμα αυτό ανήκει στο χώρο της Πυρηνικής Φυσικής και βασίζεται στη χρήση επιταχυντών υψηλών ενεργειών. Η συμμετοχή μου στο πείραμα αυτό ήταν η ακόλουθη:

- Υπήρξα υπεύθυνος της ανάπτυξης των προγραμμάτων προσομοίωσης Monte Carlo του πειράματος (TARC-MC). Τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων αυτών συνετέλεσαν στην τελική επιλογή της γεωμετρίας της διάταξης μολύβδου που χρησιμοποιήθηκε. Το ολοκληρωμένο αυτό πρόγραμμα προσομοίωσης χρησιμοποιήθηκε για τη μελέτη όλων των ανιχνευτών που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα.
- Συμμετείχα στο σχεδιασμό και την προετοιμασία του πειράματος.
- Συμμετείχα στο σχεδιασμό, κατασκευή και ανάπτυξη ενός ανιχνευτή σπινθηρισμών ^3He ο οποίος χρησιμοποιήθηκε για μετρήσεις του νετρονικού πεδίου στη διάταξη του πειράματος. Τα χαρακτηριστικά του ανιχνευτή αυτού προσδιορίστηκαν κατόπιν προσομοίωσης Monte Carlo που πραγματοποίησα.
- Συμμετείχα σε όλες τις μετρήσεις με τον ανιχνευτή σπινθηρισμών ^3He καθώς και στην ανάλυση των δεδομένων τα οποία συνελέχθησαν με τον ανιχνευτή αυτό.
- Υπήρξα υπεύθυνος για τις προσομοιώσεις Monte Carlo, τις μετρήσεις και την ανάλυση των δεδομένων που ελήφθησαν με τους ανιχνευτές ενεργοποίησης που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα.

- Συμμετείχα στην ανάλυση των δεδομένων που ελήφθησαν με τη χρήση ενός ανιχνευτή ιονισμού ^3He .
- Συμμετείχα σε όλες τις περιόδους λήψης δεδομένων του πειράματος (Απρίλιος 1996 - Αύγουστος 1996) ως shift-Leader.

2.3 Ο ανιχνευτής αερίου MICROMEGAS.

(2000-2001, CEA-Saclay, Γαλλία, ως μεταδιδακτορικός ερευνητής)

Ο ανιχνευτής MICROMEGAS (MICRO MESH Gaseous Structure) είναι ένας ανιχνευτής αερίου που σχεδιάστηκε στο CEA-Saclay από τους I. Γιοματάρη και G. Charpak. Βασίζεται στην απλή γεωμετρία δύο παραλλήλων επιπέδων ηλεκτροδίων (ηλεκτρόδιο ολίσθησης-κάθοδος και επίπεδο ταινιών-άνοδος) μεταξύ των οποίων παρεμβάλλεται ένα επίπεδο μεταλλικό πλέγμα (micromesh), χωρίζοντας τον ανιχνευτή σε δύο περιοχές όπου το ηλεκτρικό πεδίο είναι σχεδόν ομογενές αλλά διαφορετικής εντάσεως: σχετικά ασθενές (~ 1 kV/cm) στην περιοχή ολίσθησης και πολύ ισχυρό (50-100 kV/cm) στην περιοχή ενίσχυσης. Οι ταινίες είναι τυπωμένες πάνω σε ένα PCB χρησιμοποιώντας τη συνήθη μέθοδο της λιθογραφίας και η απόσταση επανάληψής τους (pitch) είναι της τάξης των 100 μm . Το ηλεκτρικό πεδίο του ανιχνευτή χαρακτηρίζεται από γραμμές ολίσθησης που περνούν ως επί το πλείστον από τις οπές, πλάτους ~ 50 μm , του πλέγματος. Ένα σωματίο που εισέρχεται στον ανιχνευτή, προκαλεί τον ιονισμό του αερίου. Τα ηλεκτρόνια που ελευθερώνονται ολισθαίνουν προς το πλέγμα και εισέρχονται στην περιοχή ενίσχυσης, πλάτους 100 μm , προκαλώντας χιονοστιβάδα η οποία ανιχνεύεται από τις ταινίες (strips) της ανόδου. Στο πλαίσιο της συνεργασίας μου με την ομάδα R&D MICROMEGAS, η συμμετοχή μου ήταν η ακόλουθη:

- Τον Ιούλιο 1999, συμμετείχα στο πείραμα στη δέσμη πιονίων υψηλής ενέργειας (10 GeV/c) στον επιταχυντή PS του CERN, με στόχο τον έλεγχο της χωρικής διακριτικής ικανότητας και τη μελέτη παραγωγής σπινθήρων στον ανιχνευτή για διάφορα αέρια μείγματα. Η συνεργασία μου αυτή με την ομάδα R&D MICROMEGAS οδήγησε στην απόκτηση της θέσης Post Doc στο CEA-Saclay από τον Ιανουάριο 2000 έως τον Ιούλιο 2001. Τα αποτελέσματα του πειράματος αυτού χρησιμοποιήθηκαν στη δημοσίευση [38](#).
- Υπήρξα υπεύθυνος για το σύστημα σκανδαλισμού (trigger), την ανάγνωση του σήματος (readout) και τη λήψη δεδομένων (DAQ). Ο σκανδαλισμός, ελλείπει εξωτερικού σήματος ενάρξεως, γινόταν χρησιμοποιώντας το σήμα του πλέγματος, έπειτα από προενίσχυσή του μέσω του προενισχυτή 142 της ORTEC. Σχεδίασα το σύστημα σκανδαλισμού δίνοντας ιδιαίτερη σημασία στη βελτιστοποίηση του χρονισμού για την ελαχιστοποίηση του νεκρού χρόνου που υπεισέρχεται λόγω των καθυστερήσεων των ηλεκτρονικών ανάγνωσης (readout) και του συστήματος λήψης δεδομένων (DAQ). Πραγματοποίησα το σύστημα σκανδαλισμού χρησιμοποιώντας μονάδες NIM και CAMAC. Συγκρινόμενο με το προηγούμενο σύστημα σκανδαλισμού που χρησιμοποιούνταν παλαιότερα, το σύστημα σκανδαλισμού παρουσίασε απόλυτη ευστάθεια, ανεξάρτητα από το ρυθμό σκανδαλισμού. Η ανάγνωση του σήματος των strips γινόταν χρησιμοποιώντας ηλεκτρονικές κάρτες οι οποίες βασίζονται στο ολοκληρωμένο κύκλωμα GASSIPLEX (προενισχυτής φορτίου) το οποίο έχει αναπτυχθεί στο CERN. Κάθε GASSIPLEX chip παρέχει 16 κανάλια ανάγνωσης τα οποία κατόπιν πολυπλεξίας δίνουν μία έξοδο. Κατά την ανάγνωση των ηλεκτρονικών καρτών πραγματοποιείται αποπολυπλεξία του σήματος και η συλλογή των δεδομένων γίνεται με τη χρήση ενός HYTEC list processor και του προγράμματος Kmax που τρέχει σε έναν Power Macintosh. Για τον online έλεγχο των συλλεγόμενων δεδομένων (online event display) ανέπτυξα ένα πρόγραμμα στην ειδική γλώσσα προγραμματισμού CSL που παρέχει το πρόγραμμα Kmax.

- Ήμουν υπεύθυνος για την ανάλυση των δεδομένων και την εξαγωγή των αποτελεσμάτων από τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν τόσο στο εργαστήριο του CEA-Saclay όσο και στα πειράματα σε δέσμη σωματίων σε άλλα ερευνητικά κέντρα.
- Συμμετείχα στην ανάπτυξη του ανιχνευτή σε επίπεδο hardware. Το μεταλλικό πλέγμα του ανιχνευτή παίζει βασικό ρόλο στη μορφή του ηλεκτρικού πεδίου στις δύο περιοχές του. Στη δημοσίευση 31 παρουσιάζονται αποτελέσματα χρησιμοποιώντας ένα πλέγμα που κατασκευάστηκε με τη μέθοδο της φωτολιθογραφίας και χημική κατεργασία.
- Το Μάρτιο 2000 πραγματοποιήθηκε ένα πείραμα στη δέσμη νετρονίων του ερευνητικού κέντρου CEN Bordeaux-Gradignan, με στόχο τον έλεγχο του ανιχνευτή MICROMEAS ως προς την ανίχνευση νετρονίων, με απώτερο σκοπό τη χρήση του ως beam profiler στο πείραμα n_TOF του CERN. Η ανίχνευση των νετρονίων στην περίπτωση αυτή γίνεται μέσω της χρήσης ενός στόχου (χρησιμοποιήθηκαν στόχοι ${}^6\text{Li}$ και ${}^{10}\text{B}$) στον οποίο αντιδρούν τα νετρόνια δίνοντας φορτισμένα σωματίδια τα οποία ανιχνεύονται. Επίσης, χρησιμοποιώντας ως αέριο του ανιχνευτή μείγμα αργού / ισοβουτανίου, ανιχνεύονται τα ανακρουόμενα πρωτόνια κατά τις ελαστικές σκεδάσεις των νετρονίων με το υδρογόνο του ισοβουτανίου. Καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος αυτού ήμουν υπεύθυνος για τα συστήματα ανάγνωσης των ηλεκτρονικών, σκανδαλισμού και λήψης δεδομένων. Πραγματοποίησα την ανάλυση των δεδομένων αναπτύσσοντας κατάλληλο λογισμικό και παρουσίασα τα αποτελέσματα στο Collaboration Meeting της ερευνητικής ομάδας n_TOF τον Απρίλιο 2000. Τα αποτελέσματα του πειράματος αυτού (διακριτική ικανότητα θέσης μικρότερη των 400 μm , σταθερότητα στη λειτουργία και άριστη απόρριψη θορύβου) οδήγησαν στην αποδοχή του ανιχνευτή. Παρουσίασα τα ανωτέρω αποτελέσματα στο συνέδριο IEEE NSS/MIC 2000 (Lyon, France), ενώ είμαι ο κύριος συγγραφέας σχετικής δημοσίευσης (δημοσίευση 32).
- Τα αποτελέσματα του ανωτέρω πειράματος οδήγησαν στην πραγματοποίηση ενός πρωτοτύπου ανιχνευτή MICROMEAS για το πείραμα n_TOF του CERN. Το Νοέμβριο 2000, μετέβην στο ερευνητικό κέντρο CENBG (Bordeaux, France), για την τελική συναρμολόγηση και έλεγχο του ανιχνευτή, ο οποίος λειτούργησε υπό συνθήκες κενού, η δε ανάγνωση του σήματος των ταινιών έγινε με γρήγορα ηλεκτρονικά (προενισχυτές ρεύματος με χρόνο ανόδου 1 ns της Mini-Circuits). Ο ανιχνευτής μεταφέρθηκε στο CERN και εγκαταστάθηκε στο χώρο του πειράματος n_TOF. Κατά τη διάρκεια του πειράματος που πραγματοποιήθηκε ήμουν υπεύθυνος για τον έλεγχο και τη λειτουργία του ανιχνευτή. Πρώτα αποτελέσματα από το πείραμα αυτό, το οποίο αποτελεί την πρώτη χρησιμοποίηση ενός MICROMEAS για την ανίχνευση νετρονίων, παρουσιάστηκαν στο συνέδριο ICATPP-7. Μετά την επιτυχή λειτουργία του ανιχνευτή αυτού, εκδηλώθηκε ενδιαφέρον από την ομάδα τεχνικών εφαρμογών DTA του CEA-Saclay για τη χρήση του στον έλεγχο υλικών διαστημικής τεχνολογίας με νετρόνια στον πυρηνικό αντιδραστήρα ORPHEE του CEA-Saclay και κατασκευάστηκαν πρωτότυποι ανιχνευτές MICROMEAS για περαιτέρω έρευνες.
- Τον Απρίλιο 2000, πραγματοποιήθηκε ένα πείραμα στη δέσμη πρωτονίων υψηλής ενέργειας (10 GeV/c) στον επιταχυντή PS του CERN, για τον έλεγχο της παραγωγής σπινθήρων στον ανιχνευτή για διάφορα μείγματα αερίων και εφαρμόζοντας υψηλότερο ηλεκτρικό πεδίο στην περιοχή ολίσθησης (λειτουργία διπλής ενίσχυσης), στο οποίο ήμουν υπεύθυνος για την πραγματοποίηση του συστήματος σκανδαλισμού, (κατά τη διάρκεια του πειράματος αυτού δεν πραγματοποιήθηκε λήψη δεδομένων). Το ανωτέρω πείραμα πραγματοποιήθηκε για τον καθορισμό των συνθηκών ενός πειράματος μεγαλύτερης διάρκειας (10 ημέρες) που πραγματοποιήθηκε τον Ιούλιο 2000 στη δέσμη πρωτονίων υψηλής ενέργειας (10 GeV/c) στον επιταχυντή PS του CERN. Κατά τη διάρκεια του πειράματος αυτού ήμουν υπεύθυνος για τα συστήματα ανάγνωσης των ηλεκτρονικών, σκανδαλισμού και λήψης δεδομένων. Έχοντας αναπτύξει κατάλληλο λογισμικό,

πραγματοποίησα ένα δίκτυο τεσσάρων υπολογιστών που επέτρεψε, πέραν της λήψης δεδομένων, την άμεση ανάλυση των δεδομένων. Τα αποτελέσματα του πειράματος αυτού δημοσιεύτηκαν στο περιοδικό NIM A (*δημοσίευση 37*).

- Άμεση εφαρμογή του τρόπου λειτουργίας διπλής ενίσχυσης (preamplification mode) του ανιχνευτή MICROMEGAS, αποτελεί μία νέα μέθοδος μέτρησης της ταχύτητας ολίσθησης των ηλεκτρονίων σε διάφορα αέρια μείγματα και για διάφορα ηλεκτρικά πεδία (από 10 V/cm έως 14 kV/cm). Η μέθοδος βασίζεται στη μέτρηση της διαφοράς χρόνου των σημάτων στην άνοδο, τα οποία προέρχονται από φωτοηλεκτρόνια τα οποία ελευθερώνονται από το πλέγμα (micromesh) και το ηλεκτρόδιο ολίσθησης κατά την πρόσπτωση φωτονίων UV σε αυτά. Τα φωτόνια προέρχονται από μία παλμική πηγή LASER αζώτου. Τα σήματα διαβάζονται μέσω ενός γρήγορου προενισχυτή (1 GHz). Πραγματοποιήθηκαν σειρές μετρήσεων για διάφορα αέρια μείγματα, τα οποία παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για θαλάμους προβολής χρόνου TPC (Time Projection Chambers) που χρησιμοποιούνται σε πειράματα Φυσικής Υψηλών Ενεργειών. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι για υψηλά ηλεκτρικά πεδία δεν υπήρχαν τότε άλλα πειραματικά δεδομένα. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε εργασία που δημοσιεύτηκε στο περιοδικό NIM A (*δημοσίευση 39*).
- Το Νοέμβριο 2000, ολοκληρώθηκε το πρώτο πρωτότυπο ενός ανιχνευτή MICROMEGAS για μετρήσεις χαμηλού υποστρώματος, το οποίο σχεδιάστηκε για το πείραμα CAST (CERN Axion Solar Telescope) του CERN. Το πείραμα αυτό βασίζεται στην ανίχνευση φωτονίων ενέργειας της τάξης του keV και απαιτεί ιδιαίτερα χαμηλό υπόστρωμα και άριστη απόρριψη θορύβου. Για το λόγο αυτό, ο ανιχνευτής κατασκευάστηκε από υλικά που χαρακτηρίζονται από πολύ χαμηλή φυσική ενεργότητα. Τα χαρακτηριστικά του ανιχνευτή αυτού ήταν: περιοχή ενίσχυσης 50 μm , περιοχή μετατροπής/ενίσχυσης 11 cm, περιοδικότητα ταινιών (pitch) 317.5 μm , ενεργός επιφάνεια $12 \times 12 \text{ cm}^2$, τοιχώματα από Plexiglas για μείωση της φυσικής ραδιενέργειάς του. Ο ανιχνευτής ελέγχθηκε με τη χρήση μαλακών ακτίνων X από πηγές ^{55}Fe και ^{109}Cd . Ακολούθησε λήψη δεδομένων με τον ανιχνευτή χωρίς πηγή (λήψη δεδομένων υποστρώματος). Παρουσίασα τα αποτελέσματα στο Collaboration Meeting της πειραματικής ομάδας CAST στο CERN (http://cern.ch/pyannis/CAST_13nov2000.pdf).
- Ο ανωτέρω αναφερθείς ανιχνευτής μεταφέρθηκε το Μάρτιο 2001 στο υπόγειο εργαστήριο LSM (Laboratoire Souterrain de Modane, Γαλλία, <http://www-lsm.in2p3.fr>). το οποίο βρίσκεται στο μέσο του τούνελ που συνδέει τη Γαλλία με την Ιταλία, κάτω από το όρος Frejus, με στόχο τη λήψη δεδομένων σε χώρο χαμηλής κοσμικής ακτινοβολίας. Ο ανιχνευτής τοποθετήθηκε επιπλέον μέσα σε κάστρο αρχαιολογικού μολύβδου. Στόχος των μετρήσεων αυτών είναι η εκτίμηση του μετρούμενου ρυθμού γεγονότων λόγω της φυσικής ραδιενέργειας των υλικών του ανιχνευτή για την επιβεβαίωση της δυνατότητας χρησιμοποίησής του σε πειράματα πολύ χαμηλού ρυθμού γεγονότων (όπως Π.χ. το πείραμα CAST, πειράματα νετρίνο, πειράματα ανίχνευσης WIMPs κ.ά.) .
- Τον Απρίλιο 2001 ολοκληρώθηκε η κατασκευή του δεύτερου πρωτοτύπου για τον ανιχνευτή του πειράματος CAST. Ο ανιχνευτής αυτός είχε τα ίδια χαρακτηριστικά με το πρώτο πρωτότυπο αλλά ελαχιστοποιημένη μάζα. Η περιοχή ολίσθησης ήταν 5 cm. Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν με τον ανιχνευτή αυτόν επιβεβαίωσαν τα αποτελέσματα που ελήφθησαν με το πρώτο πρωτότυπο.
- Το Μάιο 2001 ολοκληρώθηκε ο πρώτος ανιχνευτής MICROMEGAS 2D, για τον προσδιορισμό δύο συντεταγμένων X και Y της θέσης πρόσπτωσης ενός σωματίου. Το επίπεδο ανόδου αποτελείται από pads τα οποία συνδέονται με τέτοιο τρόπο (χρησιμοποιείται PCB δύο επιπέδων) ώστε να δημιουργούνται ταινίες κάθετες μεταξύ τους. Τα πρώτα αποτελέσματα ήταν ιδιαίτερα ενθαρρυντικά: το φορτίο που συλλέγεται στις ταινίες Y είναι της τάξης του 50% σε σχέση με αυτό των ταινιών X (για τις ταινίες X

η σύνδεση των pads γίνεται στο πρώτο επίπεδο του PCB, ενώ για τις ταινίες Y στο δεύτερο, οπότε η ενεργός επιφάνεια των ταινιών Y είναι μικρότερη αυτής των ταινιών X). Χάρη στα αποτελέσματα αυτά, αποφασίστηκε η κατασκευή ενός πρωτοτύπου ανιχνευτή 2D για το πείραμα CAST στο CERN.

- Τον Ιούνιο και Ιούλιο 2001 πραγματοποιήθηκε πείραμα στη δέσμη πρωτονίων υψηλής ενέργειας (10-15 GeV/c) στον επιταχυντή PS (γραμμή T7) του CERN, για τον έλεγχο του πρωτοτύπου ανιχνευτή MICROMEGAS που κατασκευάστηκε στο CEA-Saclay για τις ανάγκες της ομάδας KABES (KAon BEam Spectrometer) του πειράματος NA48 στο CERN. Ο ανιχνευτής αυτός σχεδιάστηκε για να χρησιμοποιηθεί ως TPC. Το πρωτότυπο κατασκευάστηκε, έτσι, ώστε η ανάγνωση κάποιων ταινιών να γίνει μέσω των καρτών με GASSIPLEX (32 κανάλια), ενώ των υπολοίπων μέσω καρτών με γρήγορους προενισχυτές που σχεδιάστηκαν ειδικά για τον ανιχνευτή αυτόν για μετρήσεις χρόνου (32 κανάλια). Η διάταξη του πειράματος περιλάμβανε τηλεσκόπιο από τέσσερις "τυπικούς" ανιχνευτές MICROMEGAS, τοποθετημένους κατά ζεύγη. Οι ανιχνευτές του πρώτου ζεύγους είχαν pitch 100 μm ενώ του δεύτερου 317.5 μm . Ο ανιχνευτής KABES ήταν τοποθετημένος μεταξύ των δύο ζευγών. Ο σκανδαλισμός προερχόταν από δύο διασταυρωμένους σπινθηριστές σε σύμπτωση. Η ανάγνωση των ηλεκτρονικών όλων των ανιχνευτών έγινε με το σύστημα σκανδαλισμού και λήψης δεδομένων που σχεδίασα και για το οποίο ήμουν υπεύθυνος καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος. Επιπλέον, το πρόγραμμα λήψης δεδομένων επεκτάθηκε ώστε να γίνεται και η ανάγνωση των ηλεκτρονικών μέτρησης χρόνου από μονάδες TDC στο CAMAC crate. Όπως και στην περίπτωση του πειράματος του Ιουλίου 2000 στο CERN, πραγματοποίησα δίκτυο υπολογιστών για την άμεση μεταφορά και επεξεργασία των δεδομένων.

2.4 Πείραμα ATLAS

(2001-2003, CERN, ως CERN Fellow)

Από τον Οκτώβριο 2001 έως το Μάρτιο 2003 ήμουν CERN Fellow και συμμετείχα στην ομάδα σκανδαλισμού και λήψης δεδομένων (TDAQ) του πειράματος ATLAS. Το πείραμα αυτό είναι ένα από τα δύο κύρια πειράματα του CERN, τα οποία έχουν κατασκευαστεί και λειτουργούν στον επιταχυντή Large Hadron Collider (LHC), ο οποίος παρέχει γεγονότα από τη σύγκρουση δεσμών πρωτονίων - αντιπρωτονίων με τελικό στόχο ενέργειας $\sqrt{s}=14$ TeV. Ένας από τους κύριους στόχους του πειράματος ATLAS είναι η κατανόηση του μηχανισμού που είναι υπεύθυνος για το σπάσιμο της ηλεκτρασθενούς συμμετρίας (αναζήτηση ενός ή περισσότερων μποζονίων Higgs) και η αναζήτηση νέας φυσικής, πέραν του Καθιερωμένου Προτύπου. Επιπλέον, θα πραγματοποιηθούν μετρήσεις ακριβείας για διαδικασίες του Καθιερωμένου Προτύπου (π.χ. μετρήσεις της μάζας του μποζονίου W, της μάζας του top κουάρκ και των πινακοστοιχείων του πίνακα Cabibbo - Kobayashi - Maskawa), καθώς και για νέα σωματίδια (ιδιότητες των μποζονίων Higgs, ιδιότητες υπερσυμμετρικών σωματιών).

Στο πλαίσιο της συνεργασίας μου με την ομάδα TDAQ, είχα αναλάβει υπευθυνότητα στα ακόλουθα αντικείμενα:

- Ανάλυση, σχεδίαση και υλοποίηση του Process Manager (PMG) του λογισμικού Online, ο οποίος είναι υπεύθυνος για τη διαχείριση όλων των διεργασιών που λαμβάνουν χώρα κατά τη λήψη δεδομένων του ανιχνευτή του πειράματος ATLAS (ή μέρους αυτού). Ο PMG έχει τη δυνατότητα να αρχίσει και να τερματίσει διεργασίες που εκτελούνται οπουδήποτε στο σύστημα λήψης δεδομένων, επικοινωνώντας με τα συστήματα του

συνολικού ανιχνευτή (σκανδαλισμός 1ου επιπέδου, σκανδαλισμός 2ου επιπέδου, ανιχνευτής(ές), ροή δεδομένων, σύστημα ελέγχου του ανιχνευτή, φίλτρο γεγονότων). Επιπλέον, όταν του ζητηθεί, δίνει πληροφορίες για τις τρέχουσες διεργασίες. Ο PMG βασίζεται σε αντικειμενοστραφή προγραμματισμό (C++ και Java), ενώ οι επικοινωνία με τα αντικείμενα του όλου ανιχνευτή γίνεται με χρήση CORBA .

- Σύνδεση του συστήματος ROS (ReadOut System) του πειράματος ATLAS με το σύστημα σκανδαλισμού, χρονισμού κι ελέγχου TTC (Trigger, Timing and Control) του επιταχυντή LHC. Για το σκοπό αυτό έχει αναπτυχθεί μία ηλεκτρονική κάρτα PMC (PCI Mezzanine Card), TTCsr (TTC Simple Receiver), η οποία τοποθετείται στην υποδοχή PMC μίας μονάδας CES RIO 2. Η κάρτα TTCsr λαμβάνει τα οπτικά σήματα του συστήματος TTC, τα μετατρέπει σε ηλεκτρικά και τα διαθέτει στη ροή δεδομένων του πειράματος. Η κάρτα TTCsr αποτελείται από μία γέφυρα PCI, ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα το οποίο μετατρέπει το οπτικό σήμα σε ηλεκτρικό (TTCrx ASIC), μερικά FIFOs (γραμμές First In First Out) κι ένα FPGA (Field Programmable Gate Array). Τη βασική εργασία στο αντικείμενο αυτό αποτελούν:
 - Η ανάπτυξη κατάλληλου λογισμικού στο RIO 2 για την επικοινωνία με την ηλεκτρονική κάρτα PMC TTCsr και τη λήψη δεδομένων από αυτή. Το λογισμικό αυτό, σε μορφή βιβλιοθηκών, επιτρέπει στους χρήστες την πρόσβαση σε όλη τη λειτουργικότητα της κάρτας PMC TTCsr .
 - Τη βελτίωση και εν μέρει τον επανασχεδιασμό της ψηφιακής λογικής, η οποία ενσωματώνεται στο FPGA και διαχειρίζεται τη μεταφορά των σημάτων TTC στο σύστημα ροής δεδομένων του πειράματος.
- Διαχείριση του πλήρους λογισμικού αρχικά της ομάδας ROS και έπειτα όλου του μέρους ροής δεδομένων DF (Data Flow) της ομάδας TDAQ. Στο πλαίσιο αυτό, πέραν της ανάπτυξης λογισμικού που αφορούν τις παραπάνω δραστηριότητες, ήμουν υπεύθυνος για την καθημερινή ανανέωση του όλου λογισμικού του DF. Το ολοκληρωμένο αυτό λογισμικό χρησιμοποιήθηκε στα test beams των ομάδων ανιχνευτών του πειράματος ATLAS, στα οποία υπήρξα υπεύθυνος για τη λειτουργία των συστημάτων DAQ. (http://atlas.web.cern.ch/Atlas/GROUPS/DAQTRIG/ROS/code_repository)
- Σχεδιασμός και υλοποίηση αυτόνομου υπολογιστή (ROS-PC) ως μονάδας του συστήματος ROS του συστήματος λήψης δεδομένων. Η υλοποίηση έγινε με τέτοιο τρόπο ώστε να μην είναι απαραίτητη η εσωτερική δομή του δικτύου του CERN για τη σύνδεση πολλών ROS-PCs, έτσι ώστε το σύστημα να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιοδήποτε συνεργαζόμενο εργαστήριο εκτός CERN. Το σύστημα υλοποιήθηκε με βάση το CERN RedHat Linux και το λογισμικό του συστήματος ROS. (περισσότερες πληροφορίες: <http://atlas.web.cern.ch/Atlas/GROUPS/DAQTRIG/ROS/distribution/ROS>)
- Τα παραπάνω συστήματα για τα οποία εργάστηκα ως CERN Fellow περιγράφονται στη δημοσίευση που περιγράφει συνολικά τον ανιχνευτή του πειράματος ATLAS στο CERN ([*δημοσίευση 48*](#)).

2.5 Πείραμα CMS

(2003-σήμερα, CERN, ως μέλος της ομάδας CMS του ΠΙ)

Από το Μάρτιο 2003 είμαι μέλος του Εργαστηρίου Φυσικής Υψηλών Ενεργειών του Τμήματος Φυσικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων και συμμετέχω στο πείραμα CMS του CERN. Το πείραμα αυτό είναι ένα από τα δύο κύρια πειράματα του CERN, τα οποία έχουν κατασκευαστεί και λειτουργούν στον επιταχυντή LHC, ο οποίος παρέχει γεγονότα από τη σύγκρουση δεσμών πρωτονίων - αντιπρωτονίων με τελικό στόχο ενέργειας $\sqrt{s}=14$ TeV. Ένας από τους κύριους στόχους του πειράματος CMS είναι η κατανόηση του μηχανισμού που είναι

υπεύθυνος για το σπάσιμο της ηλεκτρασθενούς συμμετρίας (αναζήτηση ενός ή περισσότερων μποζονίων Higgs) και η αναζήτηση νέας φυσικής, πέραν του Καθιερωμένου Προτύπου. Επιπλέον, θα πραγματοποιηθούν μετρήσεις ακριβείας για διαδικασίες του Καθιερωμένου Προτύπου (π.χ. μετρήσεις της μάζας του μποζονίου W, της μάζας του top κουάρκ και των πινακοστοιχείων του πίνακα Cabibbo - Kobayashi - Maskawa), καθώς και για νέα σωματάρια (ιδιότητες των μποζονίων Higgs, ιδιότητες υπερσυμμετρικών σωματιών).

Η συμμετοχή μου στο πείραμα CMS είναι η ακόλουθη:

- Το 2003 και 2004, ασχολήθηκα με ένα σύστημα ανάγνωσης ηλεκτρονικών που αναπτύχθηκε στο εργαστήριο ΦΥΕ για τη δυναμική λήψη δεδομένων από μικρολωριδιακούς αισθητήρες πυριτίου. Το σύστημα αυτό αποτελείται από ένα υβριδικό ανάγνωσης που περιλαμβάνει ένα ολοκληρωμένο front-end (FE) το οποίο συνδέεται με τον αισθητήρα πυριτίου, μία μονάδα ανάγνωσης η οποία παράγει τα σήματα ελέγχου του ολοκληρωμένου FE και ψηφιοποιεί την έξοδό του, και έναν προσωπικό υπολογιστή στον οποίο εκτελείται το πρόγραμμα LabView και ελέγχει συνολικά το σύστημα. Η συνεισφορά μου ήταν ιδιαίτερη στον ψηφιακό προγραμματισμό σε VHDL του FPGA που χρησιμοποιείται, ειδικά ως προς το χρονισμό των σημάτων ελέγχου για τη σωστή λειτουργία του συστήματος σε υψηλές συχνότητες. Το σύστημα αυτό περιγράφεται με λεπτομέρεια στην εσωτερική δημοσίευση CERN-CMS-IN-2004/032.
- Το Σεπτέμβριο 2004, μετέβην στο CERN όπου συμμετείχα στους ελέγχους ενός πρωτοτύπου του ανιχνευτή Preshower του CMS. Το πρωτότυπο αυτό περιλάμβανε δύο μητρικές κάρτες ανάγνωσης, κάθε μία από τις οποίες ήταν εξοπλισμένη με τέσσερις αισθητήρες πυριτίου. Οι έλεγχοι πραγματοποιήθηκαν στη γραμμή H4 του επιταχυντή SPS του CERN. Οι δέσμες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν πιόνια, μόνια και ηλεκτρόνια υψηλών ενεργειών. Κατά τη διάρκεια της παραμονής μου εκεί κωδικοποίησα τα εγγραφόμενα δεδομένα χρησιμοποιώντας το λογισμικό πακέτο ROOT, και κατέστησα διαθέσιμα τα δεδομένα και τα προγράμματα πρόσβασης σε αυτά σε όλους τους συνεργάτες. Επιπλέον, παρείχα άμεσα αποτελέσματα από την πρώτη ανάλυση των δεδομένων με σκοπό τον έλεγχο της ποιότητας των εγγραφόμενων δεδομένων. Η περαιτέρω λεπτομερειακή ανάλυση των δεδομένων έγινε στο εργαστήριο ΦΥΕ. Παρουσίασα τα πρώτα αποτελέσματα σε συνάντηση της ομάδας του ανιχνευτή Preshower στις 15/3/2005, ενώ με βάση αυτά έδωσα ομιλία με τίτλο “CMS Preshower 2004 beam test” στο συνέδριο HSSHEP 2005 Workshop στις 21/4/2005. Οι διαφάνειες των ομιλιών μου είναι διαθέσιμες μέσω της ιστοσελίδας μου (<http://cern.ch/pyannis>).
- Τα δεδομένα που ελήφθησαν στους παραπάνω ελέγχους, πέραν της χρησιμότητάς τους για τον έλεγχο της σωστής λειτουργίας των ηλεκτρονικών του ανιχνευτή Preshower, χρησιμοποιήθηκαν και για την εξαγωγή φυσικών αποτελεσμάτων με στόχο τόσο την επιβεβαίωση της σωστής ανίχνευσης σωματιών όσο και την απόλυτη βαθμονόμηση του ανιχνευτή. Πιο συγκεκριμένα, τα δεδομένα που ελήφθησαν με μόνια ορμής 150 GeV/c (τα οποία αποτελούν σωματάρια ελαχίστου ιονισμού), έπειτα από την αφαίρεση των τιμών κατωφλίου και του κοινού θορύβου των ηλεκτρονικών καρτών ανάγνωσης των αισθητήρων πυριτίου, φαίνονται να ακολουθούν κατανομή Landau (πεπλεγμένη με μία κατανομή Gauss που οφείλεται στο θόρυβο των ηλεκτρονικών) όπως αναμένεται. Η σύγκριση των πειραματικών αποτελεσμάτων με αυτά που προέκυψαν από προσομοιώσεις με Geant-4 παρουσιάζει εξαιρετική συμφωνία, πράγμα που επιτρέπει τη χρήση τους για την απόλυτη ενεργειακή βαθμονόμηση του ανιχνευτή Preshower. Η περιγραφή της πειραματικής διάταξης και της ανάλυσης των δεδομένων περιγράφεται με λεπτομέρεια στην αναφορά CERN-CMS-NOTE-2006-046, η οποία ακολούθως δημοσιεύτηκε και στο περιοδικό NIM A ([δημοσίευση 44](#)).

- Στους ελέγχους του 2004 στο CERN, πέραν των μιονίων χρησιμοποιήθηκαν και δέσμες ηλεκτρονίων και πιονίων. Η ανάλυση των δεδομένων αυτών έχει ολοκληρωθεί και ήδη έχει κατατεθεί στους εσωτερικούς κριτές του πειράματος CMS. Η συμφωνία πραγματικών και προσομοιωμένων με Geant-4 δεδομένων είναι πάρα πολύ καλή.
- Στο πλαίσιο της κατασκευής του ανιχνευτή Preshower, το εργαστήριο ΦΥΕ ανέλαβε τον χαρακτηρισμό ~600 αισθητήρων πυριτίου. Η διαδικασία αυτή διήρκεσε από την άνοιξη του 2004 έως την άνοιξη του 2005. Ο χαρακτηρισμός ενός αισθητήρα πυριτίου έγκειται στις μετρήσεις καμπύλων C-V (χωρητικότητα συναρτήσει της τάσης πόλωσης) και I-V (ρεύμα συναρτήσει της τάσης πόλωσης) καθώς και του προσδιορισμού της τάσης απογύμνωσης V_{fd} (full depletion voltage). Μετά τον ποιοτικό έλεγχο των αποτελεσμάτων, αυτά αποθηκεύονταν σε ειδική βάση δεδομένων και τελικά μεταφέρθηκαν στην κεντρική βάση δεδομένων CRISTAL του πειράματος CMS.
- Τα υβριδικά ηλεκτρονικά όπου συνδέονται οι αισθητήρες πυριτίου βασίζονται στο ολοκληρωμένο κύκλωμα PACE (έκδοση 3c), στο κέλυφος του οποίου συμπεριλαμβάνονται δύο ASIC, το Delta που ενισχύει και μορφοποιεί τα σήματα εισόδου και το PACE-AM που είναι μία αναλογική μνήμη. Κατά την παραγωγή τους τα ολοκληρωμένα PACE3 περνούν από έλεγχο ποιότητας, όμως είναι απαραίτητος ο ενδελεχής έλεγχός τους σε όλους τους δυνατούς τρόπους λειτουργίας τους. Το εργαστήριο ΦΥΕ ανέλαβε τον πλήρη ποιοτικό έλεγχο ~5200 ολοκληρωμένων PACE3. Οι επιμέρους έλεγχοι αφορούν την τροφοδοσία, την ψηφιακή λειτουργικότητα, τη γραμμικότητα, το θόρυβο (σε υψηλή και χαμηλή απολαβή λειτουργίας), την ομοιομορφία της μνήμης και την μορφή του παλμού όπως προκύπτει με χρονική σάρωση. Για τον έλεγχο χρησιμοποιείται ειδική μητρική κάρτα (η οποία σχεδιάστηκε στο CERN) στην οποία τοποθετείται κάθε φορά ένα PACE3 σε μία υποδοχή ZIF. Η κάρτα συνδέεται σε έναν υπολογιστή όπου εκτελείται μία εφαρμογή LabView, η οποία ελέγχει την όλη διαδικασία και καταγράφει τα δεδομένα από κάθε έλεγχο. Τα αποτελέσματα αποστέλλονται τελικά στην κεντρική βάση δεδομένων CRISTAL του πειράματος CMS στο CERN. Η διαδικασία ελέγχου διήρκεσε έξι μήνες και ολοκληρώθηκε το Μάιο 2006. Τα αποτελέσματα των ελέγχων παρουσιάστηκαν στο συνέδριο LECC 2005, Heidelberg.
- Με βάση τα δεδομένα που ελήφθησαν κατά τον έλεγχο των ολοκληρωμένων PACE3 και πιο συγκεκριμένα αυτά της χρονικής σάρωσης για την καταγραφή της μορφής των παλμών, ανέπτυξα μία μέθοδο για την παραμετροποίηση των παλμών με βάση τρία χρονικά δείγματα (αυτό που συμβαίνει δηλαδή στην πραγματικότητα στο πείραμα CMS). Με τον τρόπο αυτό καθίσταται δυνατός ο απόλυτος συγχρονισμός των επιμέρους μονάδων του Preshower και ο ακριβής προσδιορισμός του ύψους παλμού, άρα και της αποτιθέμενης ενέργειας στον αισθητήρα από ένα διερχόμενο σωματίο (αφού ο ανιχνευτής είναι αναλογικός). Παρουσίασα τη μέθοδο αυτή σε ομιλία μου με τίτλο «PACE3 Pulse Height Parametrization» στο συνέδριο HSSHEP 2006 Workshop στις 14/4/2006. Οι διαφάνειες των ομιλιών μου είναι διαθέσιμες μέσω της ιστοσελίδας μου (<http://cern.ch/pyannis>).
- Το Μάιο 2006, στο πλαίσιο μελέτης του θορύβου των αισθητήρων πυριτίου (τόσο του εσωτερικού θορύβου όσο και του θορύβου των ηλεκτρονικών ανάγνωσης) που διεξήχθη στο CERN έπειτα από αλλαγές στη σχεδίαση των γειώσεων, ανέλαβα την επεξεργασία των δεδομένων που ελήφθησαν. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης των δεδομένων αυτών είναι διαθέσιμα μέσω της ιστοσελίδας μου (<http://cern.ch/pyannis>) υπό τον τίτλο «Pedestal and Common Mode analysis results».
- Τον Ιούλιο 2006, το εργαστήριο ΦΥΕ ανέλαβε την ανάπτυξη ενός λογισμικού πακέτου για την παρακολούθηση των δεδομένων του Preshower κατά τη διάρκεια λήψης δεδομένων, το οποίο θα χρησιμοποιηθεί τόσο σε επερχόμενους ελέγχους του Preshower με κοσμική ακτινοβολία όσο και στο πείραμα CMS. Το πακέτο αυτό ονομάζεται DQM (Data Quality

Monitor), σύστημα παρακολούθησης της ποιότητας δεδομένων και παρέχει πλήρη λειτουργικότητα, ως προς τις απαιτήσεις που είχαν αρχικά τεθεί. Το πακέτο βασίζεται στο λογισμικό ROOT που έχει αναπτυχθεί στο CERN και δέχεται τα δεδομένα των επιμέρους ανιχνευτών, υπολογίζει τις τιμές κατωφλίου για κάθε κανάλι και αφού αφαιρέσει τον κοινό θόρυβο εξάγει το πραγματικό σήμα. Το σύστημα είναι διαδραστικό και επιτρέπει την παρέμβαση του χρήστη σε διάφορα επίπεδα. Στο σύστημα έχω προσθέσει αλγορίθμους ανεύρεσης τροχιών και τρισδιάστατης απεικόνισής τους για καλύτερη εποπτεία. Το Preshower DQM χρησιμοποιήθηκε κατά τους ελέγχους πρωτοτύπων του Preshower με κοσμική ακτινοβολία.

- Τον Ιούλιο 2007 εργάστηκα στο CERN για την ενσωμάτωση του λογισμικού DQM του ανιχνευτή Preshower, το οποίο είχε αναπτυχθεί ως αυτόνομο, στο κεντρικό λογισμικό CMSSW του πειράματος. Επιπλέον στο λογισμικό αυτό ανέπτυξα τη λειτουργία κατασκευής ιστοσελίδας συνεχούς ενημέρωσης (web interface) για τον online έλεγχο της λήψης δεδομένων από πρωτότυπα του ανιχνευτή Preshower. Η διεπαφή αυτή τέθηκε σε λειτουργία και χρησιμοποιήθηκε κατά τη λήψη δεδομένων του πρωτοτύπου Preshower στη γραμμή H2 του επιταχυντή SPS του CERN (Ιούλιος-Αύγουστος 2007), καθώς και στη λήψη δεδομένων κοσμικής ακτινοβολίας.
- Κατά τον Οκτώβριο και Νοέμβριο 2007 εργάστηκα στο CERN τόσο για το λογισμικό DQM όσο και στο πλαίσιο της ομάδας «Particle Flow» του πειράματος CMS. Πιο συγκεκριμένα, ως προς το DQM, ανέπτυξα λογισμικό για την ενσωμάτωση της οθόνης 3D απεικόνισης γεγονότων κοσμικής ακτινοβολίας και των αλγορίθμων εύρεσης τροχιών (τα οποία είχα ήδη αναπτύξει στην αυτόνομη έκδοση του λογισμικού DQM). Ως προς την ομάδα «Particle Flow», μελέτησα τη λειτουργία του ανιχνευτή Preshower δημιουργώντας προσομοιωμένα γεγονότα Monte Carlo για e^- , γ , μ^- και π^- που προσπίπτουν στον ανιχνευτή Preshower με αρχική ενέργεια 15, 20, 40, 80, 120 και 150 GeV. Η παραγωγή των γεγονότων έγινε στον cluster H/Y που εγκατέστησα στο εργαστήριο ΦΥΕ, τα δε αποτελέσματα της μελέτης παρουσιάστηκαν στη συνάντηση της ομάδας στο CERN την 22/11/2008 ([αναφορά 8](#) στον κατάλογο Εσωτερικών Αναφορών – Internal Notes).
- Τον Ιούλιο 2008 εργάστηκα στο CERN για τον τελικό έλεγχο των μικρομονάδων (micro-modules) του ανιχνευτή Preshower καθώς και για γεωμετρικές μετρήσεις για την τοποθέτηση των μητρικών καρτών (Ladders / Motherboards) στους μεταλλικούς σκελετούς (Dees) του ανιχνευτή Preshower.
- Από τον Οκτώβριο έως το Δεκέμβριο 2008 εργάστηκα στο CERN για την διασύνδεση του συστήματος λήψεως δεδομένων του Preshower με τις online και offline βάσεις δεδομένων (condition databases), καθώς και με την ανάπτυξη και εγκατάσταση του συστήματος μεταφοράς δεδομένων (PhEDEx) για τη μεταφορά δεδομένων του πειράματος CMS στον κόμβο υπολογιστικού πλέγματος GR-07-UOI-HEPLAB που λειτουργεί στο Εργαστήριο ΦΥΕ.
- Το Νοέμβριο 2008 συνδέθηκα με την ομάδα μελέτης QCD του πειράματος CMS. Στο πλαίσιο της συνεργασίας μου με την ομάδα QCD, μελέτησα κατανομές των ιδιοτήτων των πιδάκων σε προσομοιωμένα γεγονότα που προήλθαν από τις γεννήτριες γεγονότων PYTHIA, MadGraph, HERWIG και ALPGEN. Για την ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά ο κόμβος Πλέγματος GR-07-UOI-HEPLAB που λειτουργεί στο Εργαστήριο ΦΥΕ. Παρουσίασα τα αποτελέσματα των μελετών αυτών σε συναντήσεις της ομάδας στο CERN ([αναφορές 9 έως και 12](#) στον κατάλογο Εσωτερικών Αναφορών – Internal Notes). Οι μελέτες αυτές χρησιμοποιήθηκαν στη συγγραφή της δημοσίευσης [101](#).

2.6 Ερευνητικό πρόγραμμα I-ImaS (NMP2-CT-2003-505593, FP6-NMP) (2004-2007, ως μέλος της ομάδας του ΠΙ)

Το εργαστήριο ΦΥΕ συμμετείχε στο ερευνητικό πρόγραμμα I-ImaS (Intelligent Imaging Sensors for Industry, Health and Security), το οποίο είχε ως κύριο αντικείμενό του την ανάπτυξη αισθητήρων νέας γενεάς, οι οποίοι θα οδηγήσουν σε επαναστατική πρόοδο στην διαγνωστική ποιότητα εικόνων ακτίνων Χ στους τομείς της υγείας, της βιομηχανίας και της ασφάλειας. Στο πλαίσιο του προγράμματος I-ImaS, συμμετείχα στις σχετικές δραστηριότητες του εργαστηρίου ΦΥΕ και πιο συγκεκριμένα στην ανάπτυξη ηλεκτρονικών καρτών που χρησιμοποιούνται στο σύστημα λήψης δεδομένων και καρτών διαχείρισης σημάτων για τη διασύνδεση των επιμέρους υποσυστημάτων.

2.7 Ο κόμβος Πλέγματος GR-07-UOI-HEPLAB του εργαστηρίου ΦΥΕ (1996-σήμερα, ως υπεύθυνος του συστήματος)

Το Δεκέμβριο 2006, το εργαστήριο ΦΥΕ απέκτησε πέντε Η/Υ ειδικών προδιαγραφών με στόχο τη δημιουργία ενός μικρού GRID cluster. Ως υπεύθυνος για την εγκατάσταση του cluster αυτού καθώς και για τη συντήρησή του, εγκατέστησα το λειτουργικό σύστημα SLC4 και το λογισμικό CMSSW του πειράματος CMS (οπότε και το cluster λειτουργούσε τοπικά για τις ανάγκες του εργαστηρίου ΦΥΕ), καθώς και το μεσισμικό (middleware) gLite 3.1 για τη δημιουργία του GRID site.

Τον Απρίλιο 2007 παρακολούθησα το διήμερο σεμινάριο “Προχωρημένα Θέματα σε Τεχνολογίες Πλέγματος” που διοργανώθηκε από το ΕΔΕΤ και το Τμήμα Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.

Τον Οκτώβριο 2007 παρελήφθησαν άλλοι εννέα Η/Υ, οι οποίοι προστέθηκαν στο σύστημα το Δεκέμβριο 2007.

Έπειτα από την τελική εγκατάσταση και ρύθμιση του συστήματος, έγινε πιστοποίησή του και ετέθη σε λειτουργία ως *GRID site* με όνομα GR-07-UOI-HEPLAB την 22/1/2008, ενώ από την 3/2/2008 άρχισε να δέχεται και να επεξεργάζεται εργασίες από τον εικονικό οργανισμό CMS VO του πειράματος CMS.

Το Σεπτέμβριο 2008 συμμετείχα στην ημερίδα «Υπολογισμός Πλέγματος και Δικτυακές Υπηρεσίες Εφαρμογών» που διοργανώθηκε από το Τμήμα Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων στο πλαίσιο του Προγράμματος Interstore (<http://srg.cs.uoi.gr/interstore>). Η ομιλία μου είχε θέμα «GRID Applications at the HEP Laboratory of UOI».

Από το Νοέμβριο 2008, εγκατέστησα στον κόμβο Πλέγματος GR-07-UOI-HEPLAB το σύστημα μεταφοράς δεδομένων PhEDEx του πειράματος CMS, οπότε ο κόμβος κατέστη πλήρως λειτουργικός ως προς τις ανάγκες του πειράματος CMS. Σήμερα ο κόμβος φιλοξενεί περίπου 95 Tbyte προσομοιωμένων και πραγματικών δεδομένων.

Κατά το πρώτο εξάμηνο του 2010 ο κόμβος Πλέγματος GR-07-UOI-HEPLAB επεκτάθηκε τόσο ως προς την υπολογιστική του ισχύ, όσο και ως προς τη χωρητικότητα αποθήκευσης δεδομένων. Σήμερα ο κόμβος περιλαμβάνει 128 CPUs και περίπου 200 Tbyte αποθηκευτικού χώρου.

Το Μάρτιο 2010, συμμετείχα στο συνέδριο “HEP2010 - XXVIII Workshop on Recent Advances in Particle Physics and Cosmology” όπου παρουσίασα τον κόμβο Πλέγματος GR-07-UOI-HEPLAB με την ομιλία "The Tier-3 GRID site at the UOI HEP Laboratory: a platform for CMS data analysis and trigger data monitoring"

Από τον Απρίλιο 2011, ο κόμβος Πλέγματος GR-07-UOI-HEPLAB έχει αναβαθμιστεί στην κατηγορία Tier-2 από τη συνεργασία Worldwide LHC Computing Grid (WLCG), έπειτα

από σχετική υπογραφή συμφωνητικού (MoU) μεταξύ του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων και του CERN (<http://gstat-wlcg.cern.ch/apps/topology/federation/281>). Είμαι μέλος του Collaboration Board (CB) του WLCG, εκπροσωπώντας το Εργαστήριο ΦΥΕ. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο κόμβος Πλέγματος GR-07-UOI-HEPLAB είναι ο μοναδικός κόμβος Πλέγματος της Ελλάδας που έχει έως σήμερα αναβαθμιστεί στην κατηγορία Tier-2.

Από την έναρξη της λειτουργίας του, ο κόμβος Πλέγματος GR-07-UOI-HEPLAB χρησιμοποιείται αποκλειστικά για τις ανάγκες της ανάλυσης δεδομένων του πειράματος CMS από συνεργαζόμενες ομάδες από όλο τον κόσμο. Το Εργαστήριο ΦΥΕ χρησιμοποιεί τον κόμβο για αναλύσεις που σχετίζονται με τις δραστηριότητες στην ομάδα QCD του CMS (π.χ. αναλύσεις dijet με προσομοιωμένα γεγονότα Monte Carlo και πραγματικά δεδομένα) καθώς και για προσομοιώσεις του συστήματος σκανδαλισμού στο πλαίσιο της εργασίας στην ομάδα TRIGGER του CMS.

Στατιστικά στοιχεία και πληροφορίες για τον κόμβο GR-07-UOI-HEPLAB είναι διαθέσιμα μέσω του συνδέσμου <https://alpha.physics.uoi.gr/twiki/bin/view/HEPLAB/T3GrIoannina>.

3. Διδακτικό έργο

Το διδακτικό μου έργο (σε προπτυχιακό και μεταπτυχιακό επίπεδο) ξεκινά επίσημα με την ανάληψη των καθηκόντων μου ως Λέκτορα του Τμήματος Φυσικής το 2003. Προηγουμένως, συμμετείχα ανεπισημώς στη διδασκαλία προπτυχιακών μαθημάτων στο Τμήμα Φυσικής του ΑΠΘ, ως μεταπτυχιακός φοιτητής.

Κατά τα ακαδημαϊκά έτη 2002-2003 έως και 2006-2007 ήμουν συνδιδάσκων στο υποχρεωτικό μάθημα του 4ου εξαμήνου του Τμήματος Φυσικής «Εργαστήρια Κυμάτων και Οπτικής». Στο πλαίσιο του μαθήματος αυτού συνέγραψα σημειώσεις σχετικά με την ακουστική υπερήχων, ενώ έχω οργανώσει την ιστοσελίδα του μαθήματος (<http://alpha.physics.uoi.gr/optlab>), την οποία και συντηρώ έως τώρα.

Από το ακαδημαϊκό έτος 2002-2003, είμαι συνδιδάσκων στο υποχρεωτικό μάθημα του 2ου εξαμήνου του Τμήματος Φυσικής «Γλώσσες Προγραμματισμού Ηλεκτρονικών Υπολογιστών».

Κατά τα ακαδημαϊκά έτη 2003-2004, 2004-2005 και 2005-2006, ήμουν συνδιδάσκων στο υποχρεωτικό μάθημα του 3ου εξαμήνου του Τμήματος Φυσικής «Εργαστήρια Ηλεκτρισμού και Μαγνητισμού».

Από το ακαδημαϊκό έτος 2003-2004, είμαι συνδιδάσκων στο κατ' επιλογήν μάθημα του 5ου/7ου εξαμήνου του Τμήματος Φυσικής «Αντικειμενοστραφείς Γλώσσες Προγραμματισμού».

Από το ακαδημαϊκό έτος 2006-2007, είμαι συντονιστής του κατ' επιλογήν μαθήματος του εαρινού εξαμήνου του Τμήματος Φυσικής «Εφαρμογές Διαδικτύου». Στο πλαίσιο του μαθήματος αυτού συνέγραψα σημειώσεις, ενώ έχω οργανώσει την ιστοσελίδα του μαθήματος η οποία είναι προσβάσιμη μέσω του συνδέσμου http://alpha.physics.uoi.gr/internet_applications.

Από το ακαδημαϊκό έτος 2010-2011, είμαι συνδιδάσκων στο υποχρεωτικό μάθημα του 2ου εξαμήνου του Τμήματος Φυσικής «Ηλεκτρισμός και Μαγνητισμός».

Από το ακαδημαϊκό έτος 2005-2006, διδάσκω το μάθημα «Σχεδίαση με VHDL» του 1ου εξαμήνου του Μεταπτυχιακού Προγράμματος στις Σύγχρονες Ηλεκτρονικές Τεχνολογίες (ΣΗΤ) του Τμήματος Φυσικής.

Στο πλαίσιο του ΜΠΣ ΣΗΤ, επιβλέπω μία διπλωματική εργασία ενώ υπήρξα μέλος τριμελών επιτροπών για ΜΔΕ.

Στο πλαίσιο των μαθημάτων «Γλώσσες Προγραμματισμού Ηλεκτρονικών Υπολογιστών», «Αντικειμενοστραφείς Γλώσσες Προγραμματισμού» και «Εφαρμογές Διαδικτύου», έχω αναλάβει τη εγκατάσταση και διαχείριση των ηλεκτρονικών υπολογιστών της αίθουσας υπολογιστών του Τμήματος Φυσικής που χρησιμοποιούνται για τη διδασκαλία, ως προς το λειτουργικό σύστημα LINUX το οποίο έχει επιλεγεί. Επιπλέον, έχω αναπτύξει έναν εξυπηρετητή LINUX, το οποίο δίνει τη δυνατότητα στους φοιτητές να εξασκηθούν στον προγραμματισμό, αλλά και να αναπτύξουν προγράμματα με τα οποία μπορούν να επεξεργαστούν πειραματικά δεδομένα, και συνέγραψα σχετικές σημειώσεις (οδηγίες χρήσεως) οι οποίες είναι προσβάσιμες από την ιστοσελίδα http://alpha.physics.uoi.gr/IPapadopoulos/gcc/linux_server.htm).

4. Διοικητικές Θέσεις

- Μέλος της Γενικής Συνέλευσης του Τμήματος Φυσικής από το 2003.
- Μέλος της Επιτροπής Ηλεκτρονικών Υπολογιστών του Τμήματος Φυσικής από το ακαδημαϊκό έτος 2005-2006.
- Πρόεδρος/μέλος της Επιτροπής για την παραλαβή των αγοραζομένων ειδών, οργάνων και υλικών για τις ανάγκες του Τμήματος Φυσικής κατά τα Οικονομικά έτη από το 2007 έως σήμερα.
- Μέλος της Επιτροπής Σεμιναρίων του Τμήματος Φυσικής από το 2009 έως σήμερα.
- Μέλος της επιτροπής για την προμήθεια ενός αυτόματου συστήματος θερμοφωταύγειας TL/IRSL

5. Δημοσιεύσεις σε έγκυρα περιοδικά

1. "Heating rate effects on the TL glow-peaks of three thermoluminescence phosphors", G. Kitis et al., NIM B 73 (1993) 367-372, [doi:10.1016/0168-583X\(93\)95753-R](https://doi.org/10.1016/0168-583X(93)95753-R)
2. "The influence of the heating rate on the response and trapping parameters of α -Al₂O₃:C", G. Kitis et al., Radiat. Prot. Dosim. 55 (1994) 183-190.
3. "First observation of a particle antiparticle asymmetry in the decay of neutral kaons into $\pi^0\pi^0$ ", R. Adler et al., Z. Phys. C 70 (1996) 211-217, [doi:10.1007/s002880050097](https://doi.org/10.1007/s002880050097)
4. "Measurement of the K_L - K_S mass difference using semileptonic decays of tagged neutral kaons", R. Adler et al., Phys. Lett. B 363 (1995) 237-242, [doi:10.1016/0370-2693\(95\)01294-9](https://doi.org/10.1016/0370-2693(95)01294-9)
5. "Measurement of the CP violation parameter η_{+-} using tagged K^0 and K^0 -bar", R. Adler et al., Phys. Lett. B 363 (1995) 243-248, [doi:10.1016/0370-2693\(95\)01295-0](https://doi.org/10.1016/0370-2693(95)01295-0)
6. "Tests of CPT symmetry and quantum mechanics with experimental data from CPLEAR", R. Adler et al., Phys. Lett. B 364 (1995) 239-245, [doi:10.1016/0370-2693\(95\)01416-0](https://doi.org/10.1016/0370-2693(95)01416-0)
7. "Evaluation of the phase of the CP violation parameter η_{+-} and the K_L - K_S mass difference from a correlation analysis of different experiments", R. Adler et al., Phys. Lett. B 369 (1996) 367-371, [doi:10.1016/0370-2693\(96\)00021-4](https://doi.org/10.1016/0370-2693(96)00021-4)
8. "Search for CP violation in the decay of neutral kaons to $\pi^+\pi^-\pi^0$ ", R. Adler et al., Phys. Lett. B 370 (1996) 167-173, [doi:10.1016/0370-2693\(96\)00069-X](https://doi.org/10.1016/0370-2693(96)00069-X)
9. "The CPLEAR Detector at CERN", R. Adler et al., NIM A 379 (1996) 76-100, [doi:10.1016/0168-9002\(96\)00542-6](https://doi.org/10.1016/0168-9002(96)00542-6)
10. "Observation of the CP conserving $K_S \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ decay amplitude", R. Adler et al., Phys. Lett. B 374 (1996) 313-318, [doi:10.1016/0370-2693\(96\)00222-5](https://doi.org/10.1016/0370-2693(96)00222-5)
11. "Experimental measurement of the $K_S K_S / K_S K_L$ ratio in antiproton annihilations at rest in gaseous hydrogen at 15 and 27 bar", R. Adler et al., Phys. Lett. B 403 (1997) 383-389, [doi:10.1016/S0370-2693\(97\)00489-9](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(97)00489-9)
12. "CPLEAR results on the CP parameters of neutral kaons decaying to $\pi^+\pi^-\pi^0$ ", R. Adler et al., Phys. Lett. B 407 (1997) 193-200, [doi:10.1016/S0370-2693\(97\)00757-0](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(97)00757-0)
13. "Direct determination of two-pion correlations for $p\text{-bar } p \rightarrow 2\pi^+ 2\pi^-$ annihilation at rest", A. Angelopoulos et al., Eur. Phys. J. C1 (1998) 139-148, [doi:10.1007/s100520050068](https://doi.org/10.1007/s100520050068)
14. "An upper limit for the branching ratio of the decay $K_S \rightarrow e^+e^-$ ", A. Angelopoulos et al., Phys. Lett. B 413 (1997) 232-238, [doi:10.1016/S0370-2693\(97\)01187-8](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(97)01187-8)
15. "Measurement of neutral kaon regeneration amplitude in carbon at momenta below 1 GeV/c", A. Angelopoulos et al., Phys. Lett. B 413 (1997) 422-430, [doi:10.1016/S0370-2693\(97\)01193-3](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(97)01193-3)
16. "Measurement of the CP violation parameter η_{00} using tagged K^0 -bar and K^0 ", A. Angelopoulos et al., Phys. Lett. B 420 (1998) 191-195, [doi:10.1016/S0370-2693\(97\)01526-8](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(97)01526-8)

17. **"An EPR experiment testing the non-separability of the $K^0\bar{K}^0$ -bar wave function"**,
A. Apostolakis et al., Phys. Lett. B 422 (1998) 339-348, [doi:10.1016/S0370-2693\(97\)01545-1](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(97)01545-1)
18. **"The neutral kaon decays to $\pi^+\pi^0$: A detailed analysis of the CPLEAR data"**,
A. Angelopoulos et al., Eur. Phys. J. C5 (1998) 389-409, [doi:10.1016/S0370-2693\(97\)01526-8](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(97)01526-8)
19. **"Search for CP violation in the decay of tagged $K^0\bar{K}^0$ and K^0 to $\pi^0\pi^0\pi^0$ "**,
A. Angelopoulos et al., Phys. Lett. B 425 (1998) 391-398, [doi:10.1016/S0370-2693\(98\)00256-1](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(98)00256-1)
20. **"Pion correlations and resonance effects in $p\bar{p}$ annihilation at rest to $2\pi^+2\pi^0$ "**,
A. Apostolakis et al., Eur. Phys. J. C6 (1999) 437-450, [doi:10.1007/s100529801032](https://doi.org/10.1007/s100529801032)
21. **"Measurement of the K_L-K_S mass difference using semileptonic decays of tagged neutral kaons"**,
A. Angelopoulos et al., Phys. Lett. B 444 (1998) 38-42, [doi:10.1016/S0370-2693\(98\)01355-0](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(98)01355-0)
22. **"First direct observation of time reversal non-invariance in the neutral kaon system"**,
A. Angelopoulos et al., Phys. Lett. B 444 (1998) 43-51, [doi:10.1016/S0370-2693\(98\)01356-2](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(98)01356-2)
23. **"A determination of the CPT violation parameter $\text{Re}(\delta)$ from the semileptonic decay of strangeness tagged neutral kaons"**,
A. Angelopoulos et al., Phys. Lett. B 444 (1998) 52-60, [doi:10.1016/S0370-2693\(98\)01357-4](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(98)01357-4)
24. **"Dispersion relation analysis of the neutral kaon regeneration amplitude in carbon"**,
A. Angelopoulos et al., Eur. Phys. J. C10 (1999) 19-25, [doi:10.1007/s100529900140](https://doi.org/10.1007/s100529900140)
25. **"Tests of the equivalence principle with neutral kaons"**,
A. Apostolakis et al., Phys. Lett. B 452 (1999) 425-433, [doi:10.1016/S0370-2693\(99\)00271-3](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(99)00271-3)
26. **"Determination of the T and CPT violation parameters in the neutral kaon system using the Bell-Steinberger relation and data from CPLEAR"**,
A. Apostolakis et al., Phys. Lett. B 456 (1999) 297-303, [doi:10.1016/S0370-2693\(99\)00483-9](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(99)00483-9)
27. **"Experimental verification of neutron phenomenology in lead and transmutation by Adiabatic Resonance Crossing in accelerator driven systems"**,
H. Arnould et al., Phys. Lett. B 458 (1999) 167-180, [doi:10.1016/S0370-2693\(99\)00584-5](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(99)00584-5)
28. **"A determination of the CP violation parameter η_+ from the decay of strangeness-tagged neutral kaons"**,
A. Apostolakis et al., Phys. Lett. B 458 (1999) 545-552, [doi:10.1016/S0370-2693\(99\)00596-1](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(99)00596-1)
29. **" $K^0 - \bar{K}^0$ mass and decay-width differences: CPLEAR evaluation"**,
A. Angelopoulos et al., Phys. Lett. B 471 (1999) 332-338, [doi:10.1016/S0370-2693\(99\)01333-7](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(99)01333-7)
30. **"Measurement of the energy dependence of the form-factor f_+ in K^0_{e3} decay"**,
A. Apostolakis et al., Phys. Lett. B 473 (2000) 186-192, [doi:10.1016/S0370-2693\(99\)01482-3](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(99)01482-3)
31. **"New developments of MICROMEAS Detector"**,
A. Delbart et al., NIM A 461 (2001) 84-87, [doi:10.1016/S0168-9002\(00\)01175-X](https://doi.org/10.1016/S0168-9002(00)01175-X)
32. **"Experimental studies of a MICROMEAS neutron detector"**,
S. Andriamonje et al., NIM A 481 (2002) 120-129, [doi:10.1016/S0168-9002\(01\)01246-3](https://doi.org/10.1016/S0168-9002(01)01246-3)
33. **"A detailed description of the analysis of the decay of neutral kaons to $\pi^+\pi^-$ in the CPLEAR experiment"**,
A. Apostolakis et al., Eur. Phys. J. C18 (2000) 41-55, [doi:10.1007/s100520000504](https://doi.org/10.1007/s100520000504)
34. **"Experimental verification of neutron phenomenology in lead and of transmutation by adiabatic resonance crossing in accelerator driven systems: A summary of the TARC Project at CERN"**,
A. Abanades et al., NIM A 463 (2001) 586-592, [doi:10.1016/S0168-9002\(01\)00173-5](https://doi.org/10.1016/S0168-9002(01)00173-5)
35. **"T-violation and CPT-invariance measurements in the CPLEAR experiment: a detailed description of the analysis of neutral-kaon decays to $e\pi\nu$ "**,
A. Angelopoulos et al., Eur. Phys. J. C22 (2001) 55-79, [doi:10.1007/s100520100793](https://doi.org/10.1007/s100520100793)
36. **" $K^0 - \bar{K}^0$ transitions monitored by strong interactions: a new determination of the K_L-K_S mass difference"**,
A. Angelopoulos et al., Phys. Lett. B 503 (2001) 49-57, [doi:10.1016/S0370-2693\(01\)00218-0](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(01)00218-0)
37. **"Performance of MICROMEAS with preamplification at high intensity hadron beams"**,
A. Delbart et al., DAPNIA-01-04 and NIM A 478 (2002) 205-209, [doi:10.1016/S0168-9002\(01\)01758-2](https://doi.org/10.1016/S0168-9002(01)01758-2)
38. **"Study of sparking in Micromegas chambers"**,
A. Bay et al., IPHE-2001-11 and NIM A 488 (2002) 162-174, [doi:10.1016/S0168-9002\(02\)00510-7](https://doi.org/10.1016/S0168-9002(02)00510-7)
39. **"Electron drift velocity measurements at high electric fields"**,
P. Colas et al., DAPNIA-01-09 and NIM A 478 (2002) 215-219, [doi:10.1016/S0168-9002\(01\)01760-0](https://doi.org/10.1016/S0168-9002(01)01760-0)
40. **"Results from the TARC experiment: spallation neutron phenomenology in lead and neutron-driven nuclear transmutation by adiabatic resonance crossing"**,
A. Abanades et al., NIM A 478 (2002) 577-730, [doi:10.1016/S0168-9002\(01\)00789-6](https://doi.org/10.1016/S0168-9002(01)00789-6)
41. **"Physics at CPLEAR"**,
A. Angelopoulos et al., Phys. Rept. 374 (2003) 165-270, [doi:10.1016/S0370-1573\(02\)00367-8](https://doi.org/10.1016/S0370-1573(02)00367-8)
42. **"Measurement of the n_{TOF} beam profile with a micromegas detector"**,
J. Pancin et al., NIM A 524 (2004) 102-114, [doi:10.1016/j.nima.2004.01.055](https://doi.org/10.1016/j.nima.2004.01.055)
43. **"Results of the first performance tests of the CMS electromagnetic calorimeter"**,
P. Adzic et al., Eur. Phys. J. C44S2 (2006) 1-10, [doi:10.1140/epjcd/s2005-02-011-3](https://doi.org/10.1140/epjcd/s2005-02-011-3)

44. **"Detection of muons at 150 GeV/c with a CMS Preshower prototype"**,
D. Barney et al., NIM A 564 (2006) 126 - 133, [doi:10.1016/j.nima.2006.03.031](https://doi.org/10.1016/j.nima.2006.03.031)
45. **"Reconstruction of the signal amplitude of the CMS electromagnetic calorimeter"**,
P. Adzic et al., Eur. Phys. J. C46 (2006) 23-35, [doi:10.1140/epjcd/s2006-02-002-x](https://doi.org/10.1140/epjcd/s2006-02-002-x)
46. **"CMS technical design report, volume II: Physics performance"**,
The CMS Collaboration (G.L. Bayatian et al.), J. Phys. G34 (2007) 995-1579, [doi:10.1088/0954-3899/34/6/S01](https://doi.org/10.1088/0954-3899/34/6/S01)
47. **"Energy resolution of the barrel of the CMS Electromagnetic Calorimeter"**,
P. Adzic et al., JINST 2 (2007) P04004, [doi:10.1088/1748-0221/2/04/P04004](https://doi.org/10.1088/1748-0221/2/04/P04004)
48. **"The ATLAS Experiment at the CERN Large Hadron Collider"**,
The ATLAS Collaboration (G. Aad et al.), JINST 3 (2008) S08003, [doi:10.1088/1748-0221/3/08/S08003](https://doi.org/10.1088/1748-0221/3/08/S08003)
49. **"The CMS experiment at the CERN LHC"**,
The CMS Collaboration (R. Adolphi et al.), JINST 3 (2008) S08004, [doi:10.1088/1748-0221/3/08/S08004](https://doi.org/10.1088/1748-0221/3/08/S08004)
50. **"The CMS barrel calorimeter response to particle beams from 2 to 350 GeV/c"**,
S. Abdullin et al., Eur. Phys. J. C60 (2009) 359-373, [doi:10.1140/epjc/s10052-009-0959-5](https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-009-0959-5)
51. **"CMS physics technical design report: Addendum on high density QCD with heavy ions"**,
The CMS Collaboration (D. d'Enterria et al.), J. Phys. G34 (2007) 2307-2455, [doi:10.1088/0954-3899/34/11/008](https://doi.org/10.1088/0954-3899/34/11/008)
52. **"Intercalibration of the barrel electromagnetic calorimeter of the CMS experiment at start-up"**,
P. Adzic et al., JINST 3 (2008) P10007, [doi:10.1088/1748-0221/3/10/P10007](https://doi.org/10.1088/1748-0221/3/10/P10007)
53. **"Radiation hardness qualification of PbWO4 scintillation crystals for the CMS Electromagnetic Calorimeter"**,
P. Adzic et al., JINST 5 (2010) P03010, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/P03010](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/P03010)
54. **"Alignment of the CMS Silicon Tracker during Commissioning with Cosmic Rays"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03009, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03009](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03009)
55. **"Performance and Operation of the CMS Electromagnetic Calorimeter"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03010, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03010](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03010)
56. **"Precise Mapping of the Magnetic Field in the CMS Barrel Yoke using Cosmic Rays"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03021, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03021](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03021)
57. **"Alignment of the CMS Muon System with Cosmic-Ray and Beam- Halo Muons"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03020, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03020](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03020)
58. **"Time Reconstruction and Performance of the CMS Electromagnetic Calorimeter"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03011, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03011](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03011)
59. **"Performance Study of the CMS Barrel Resistive Plate Chambers with Cosmic Rays"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03017, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03017](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03017)
60. **"Aligning the CMS Muon Chambers with the Muon Alignment System during an Extended Cosmic Ray Run"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03019, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03019](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03019)
61. **"CMS Data Processing Workflows during an Extended Cosmic Ray Run"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03006, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03006](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03006)
62. **"Commissioning of the CMS Experiment and the Cosmic Run at Four Tesla"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03001, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03001](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03001)
63. **"Performance of the CMS Drift Tube Chambers with Cosmic Rays"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03015, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03015](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03015)
64. **"Performance of CMS Hadron Calorimeter Timing and Synchronization using Test Beam, Cosmic Ray, and LHC Beam Data"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03013, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03013](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03013)
65. **"Identification and Filtering of Uncharacteristic Noise in the CMS Hadron Calorimeter"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03014, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03014](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03014)
66. **"Commissioning of the CMS High-Level Trigger with Cosmic Rays"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03005, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03005](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03005)
67. **"Performance of the CMS drift-tube chamber local trigger with cosmic rays"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03003, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03003](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03003)
68. **"Calibration of the CMS Drift Tube Chambers and Measurement of the Drift Velocity with Cosmic Rays"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03016, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03016](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03016)
69. **"Fine Synchronization of the CMS Muon Drift-Tube Local Trigger using Cosmic Rays"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03004, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03004](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03004)
70. **"Performance of the CMS Hadron Calorimeter with Cosmic Ray Muons and LHC Beam Data"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03012, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03012](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03012)
71. **"Performance of the CMS Cathode Strip Chambers with Cosmic Rays"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03018, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03018](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03018)
72. **"Performance of CMS Muon Reconstruction in Cosmic-Ray Events"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03022, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03022](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03022)
73. **"Commissioning and Performance of the CMS Silicon Strip Tracker with Cosmic Ray Muons"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03008, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03008](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03008)

74. **"Measurement of the Muon Stopping Power in Lead Tungstate"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) P03007, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/P03007](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/P03007)
75. **"Performance of the CMS Level-1 Trigger during Commissioning with Cosmic Ray Muons and LHC Beams"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03002, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03002](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03002)
76. **"Commissioning and Performance of the CMS Pixel Tracker with Cosmic Ray Muons"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03007, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03007](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03007)
77. **"Charged-particle multiplicities in pp interactions at $\sqrt{s} = 900$ GeV measured with the ATLAS detector at the LHC"**,
The ATLAS Collaboration (G. Aad et al.), Phys. Lett. B688 (2010) 21-42, [doi:10.1016/j.physletb.2010.03.064](https://doi.org/10.1016/j.physletb.2010.03.064)
78. **"First measurement of the underlying event activity at the LHC with $\sqrt{s} = 0.9$ TeV"**,
The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), Eur. Phys. J. C70 (2010) 555-572, [doi:10.1140/epjc/s10052-010-1453-9](https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-010-1453-9)
79. **"CMS Tracking Performance Results from early LHC Operation"**,
The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), Eur. Phys. J. C70 (2010) 1165-1192, [doi:10.1140/epjc/s10052-010-1491-3](https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-010-1491-3)
80. **"Transverse momentum and pseudorapidity distributions of charged hadrons in pp collisions at $\sqrt{s} = 0.9$ and 2.36 TeV"**,
The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), JHEP 02 (2010) 041, [doi:10.1007/JHEP02\(2010\)041](https://doi.org/10.1007/JHEP02(2010)041)
81. **"First Measurement of Bose-Einstein Correlations in Proton-Proton Collisions at $\sqrt{s}=0.9$ and 2.36 TeV at the LHC"**,
The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), Phys. Rev. Lett. 105 (2010) 032001, [doi:10.1103/PhysRevLett.105.032001](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.105.032001)
82. **"Transverse-momentum and pseudorapidity distributions of charged hadrons in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV"**,
The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), Phys. Rev. Lett. 105 (2010) 022002, [doi:10.1103/PhysRevLett.105.022002](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.105.022002)
83. **"Measurement of the charge ratio of atmospheric muons with the CMS detector"**,
The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), Phys. Lett. B692 (2010) 83-104, [doi:10.1016/j.physletb.2010.07.033](https://doi.org/10.1016/j.physletb.2010.07.033)
84. **"Observation of Long-Range Near-Side Angular Correlations in Proton-Proton Collisions at the LHC"**,
The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), JHEP 09 (2010) 091, [doi:10.1007/JHEP09\(2010\)091](https://doi.org/10.1007/JHEP09(2010)091)
85. **"Search for Dijet Resonances in 7 TeV pp Collisions at CMS"**,
The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), Phys. Rev. Lett. 105 (2010) 211801, [doi:10.1103/PhysRevLett.105.211801](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.105.211801)
86. **"Search for Quark Compositeness with the Dijet Centrality Ratio in pp Collisions at $\sqrt{s}=7$ TeV"**,
The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), Phys. Rev. Lett. 105 (2010) 262001, [doi:10.1103/PhysRevLett.105.262001](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.105.262001)
87. **"First Measurement of the Cross Section for Top-Quark Pair Production in Proton-Proton Collisions at $\sqrt{s}=7$ TeV"**,
The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), Phys. Lett. B695 (2011) 424-443, [doi:10.1016/j.physletb.2010.11.058](https://doi.org/10.1016/j.physletb.2010.11.058)
88. **"Charged particle multiplicities in pp interactions at $\sqrt{s} = 0.9, 2.36,$ and 7 TeV"**,
The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), JHEP 01 (2011) 079, [doi:10.1007/JHEP01\(2011\)079](https://doi.org/10.1007/JHEP01(2011)079)
89. **"Search for Stopped Gluinos in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV"**,
The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), Phys. Rev. Lett. 106 (2011) 011801, [doi:10.1103/PhysRevLett.106.011801](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.106.011801)
90. **"Measurement of the Isolated Prompt Photon Production Cross Section in pp Collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV"**,
The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), Phys. Rev. Lett. 106 (2011) 082001, [doi:10.1103/PhysRevLett.106.082001](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.106.082001)
91. **"Measurements of Inclusive W and Z Cross Sections in pp Collisions at $\sqrt{s}=7$ TeV"**,
The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), JHEP 01 (2011) 080, [doi:10.1007/JHEP01\(2011\)080](https://doi.org/10.1007/JHEP01(2011)080)
92. **"Search for Microscopic Black Hole Signatures at the Large Hadron Collider"**,
The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), Phys. Lett. B697 (2011) 434-453, [doi:10.1016/j.physletb.2011.02.032](https://doi.org/10.1016/j.physletb.2011.02.032)
93. **"Search for a heavy gauge boson W' in the final state with an electron and large missing transverse energy in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV"**,
The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), Phys. Lett. B698 (2011) 21-39, [doi:10.1016/j.physletb.2011.02.048](https://doi.org/10.1016/j.physletb.2011.02.048)
94. **"Measurement of the B+ Production Cross Section in pp Collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV"**,
The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), Phys. Rev. Lett. 106 (2011) 112001, [doi:10.1103/PhysRevLett.106.112001](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.106.112001)
95. **"Search for Supersymmetry in pp Collisions at 7 TeV in Events with Jets and Missing Transverse Energy"**,
The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), Phys. Lett. B698 (2011) 196-218, [doi:10.1016/j.physletb.2011.03.021](https://doi.org/10.1016/j.physletb.2011.03.021)

96. **"Search for Heavy Stable Charged Particles in pp collisions at $\sqrt{s}=7$ TeV"**,
The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), JHEP 03 (2011) 024, [doi:10.1007/JHEP03\(2011\)024](https://doi.org/10.1007/JHEP03(2011)024)
97. **"Inclusive b-hadron production cross section with muons in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV"**,
The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), JHEP 03 (2011) 090, [doi:10.1007/JHEP03\(2011\)090](https://doi.org/10.1007/JHEP03(2011)090)
98. **"Dijet Azimuthal Decorrelations in pp Collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV"**,
The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), Phys. Rev. Lett. 106 (2011) 122003,
[doi:10.1103/PhysRevLett.106.122003](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.106.122003)
99. **"Measurement of B anti-B Angular Correlations based on Secondary Vertex Reconstruction at $\sqrt{s}=7$ TeV"**,
The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), JHEP 03 (2011) 136, [doi:10.1007/JHEP03\(2011\)136](https://doi.org/10.1007/JHEP03(2011)136)
100. **"Performance of the ATLAS detector using first collision data"**,
The ATLAS Collaboration (G. Aad et al.), JHEP 09 (2010) 56, [doi:10.1007/JHEP09\(2010\)056](https://doi.org/10.1007/JHEP09(2010)056)
101. **"Measurement of the Ratio of the 3-jet to 2-jet Cross Sections in pp Collisions at $\sqrt{s}=7$ TeV"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), [arXiv:1106.0647v1](https://arxiv.org/abs/1106.0647v1) [hep-ex] and submitted to Phys. Lett. B.

6. Ανακοινώσεις σε συνέδρια από συνεργάτες (Conference Proceedings)

1. "The Micromegas neutron detector for CERN n_TOF",
S. Andriamonje et al., Proceedings of the 7th International Conference on Advanced Technology and Particle Physics (ICATPP-7). 15-19 Oct. 2001 Villa Olmo, Como, Italy.
2. "Experience with multi-threaded C++ applications in the ATLAS DataFlow software",
S. Gadomski et al., ATL-DAQ-2003-007 and hep-ex/0306031.
3. "The baseline dataflow system of the ATLAS trigger and DAQ",
J. Vermeulen et al., ATL-DAQ-2003-032 and ATL-COM-DAQ-2003-053.
4. "The DataFlow System of the ATLAS Trigger and DAQ",
G. Lehmann et al., ATL-DAQ-2003-039 and CHEP-2003-MOGT009 (eConf C0303241:MOGT009,2003).
5. "The Second Level Trigger of the ATLAS experiment at CERN's LHC",
A. Dos Anjos et al., ATL-DAQ-2003-052 and IEEE Trans. Nucl. Sci. 51 (2004) 909-914.
6. "The base-line DataFlow system of the ATLAS Trigger & DAQ",
H-P Beck et al., ATL-DAQ-2004-006 and IEEE Trans. Nucl. Sci. 51 (2004) 470-475.
7. "Production Testing and Quality Assurance of the CMS Preshower Front-end Chips - PACE3",
N. Manthos et al., LECC 2005, "Heidelberg 2005, Electronics for LHC and future experiments" 32.

7. Εσωτερικές αναφορές (Internal Notes)

1. "ATLAS High-Level Trigger, Data Acquisition and Controls: Technical Design Report",
ATLAS HLT/DAQ/DCS Group, ATLAS TDR-016 (2003).
2. "A Readout System for Dynamic Measurements of CMS Preshower Silicon Sensors",
I. Evangelou et al., CERN-CMS-IN-2004/032.
3. "Results of the First Performance Tests of the CMS Electromagnetic Calorimeter",
P. Adzic et al., CERN-CMS-NOTE-2005-020.
4. "Detection of muons at 150 GeV/c with a CMS Preshower Prototype",
D. Barney et al., CERN-CMS-NOTE-2006-046.
5. "Energy Resolution Performance of the CMS Electromagnetic Calorimeter",
P. Adzic et al., CERN-CMS-NOTE-2006-140.
6. "Energy Resolution of the Barrel of the CMS Electromagnetic Calorimeter",
P. Adzic et al., CERN-CMS-NOTE-2006-148.
7. "CMS physics : Technical Design Report",
The CMS Collaboration, CERN-LHCC-2006-001 ; CMS-TDR-008-1 (2006).

8. "Progress with the Pre-Shower in Particle Flow",
I. Papadopoulos, Particle Flow and Tau Id meeting, 2007-11-22,
http://alpha.physics.uoi.gr/PDF_files/pflow-20071122.pdf
9. "Pythia vs Madgraph comparisons",
I. Papadopoulos, QCD HighPT Meeting, 2009-10-15,
http://alpha.physics.uoi.gr/PDF_files/Yannis-high_pT_20091015.pdf
10. "Update on Madgraph vs Pythia comparisons",
I. Papadopoulos, QCD HighPT Meeting, 2009-10-29,
http://alpha.physics.uoi.gr/PDF_files/Yannis-high_pT_20091029.pdf
11. "Jet spectra comparisons: PYTHIA and MadGraph",
I. Papadopoulos, PH Generator Tools Meeting, 2009-11-12,
http://alpha.physics.uoi.gr/PDF_files/Yannis-PH_Generator_Tools_20091112.pdf
12. "Update on Madgraph-Pythia Comparisons",
I. Papadopoulos, QCD Meeting, 2009-11-24,
http://alpha.physics.uoi.gr/PDF_files/Yannis-QCD_20091124.pdf

8. Παρουσιάσεις σε διεθνή συνέδρια

1. "Recent results on ϕ_{\pm} at CPLEAR"
5th Conference of the Greek Society for HEP, Ioannina, 3-6 april 1996.
2. "Results on CP, T and CPT symmetries with tagged K^0 and K^0 -bar by CPLEAR"
XVI Autumn School and Workshop on Fermion Masses, Mixing and CP Violation, Lisbon, Portugal, 6-15 october 1997.
3. "First direct observation of T-violating effects"
Workshop on Recent Developments in High Energy Physics, Thessaloniki, 1-3 april 1999.
4. "MICROMEGAS as a neutron beam profiler"
IEEE 2000 Nuclear Science Symposium / Medical Imaging Conference, Lyon, France, 15-20 october 2000, Conference Record vol.1, p.5/60-5/62.
5. "CMS Preshower 2004 beam test"
2005 Workshop on Recent Advances in Particle Physics and Cosmology, Thessaloniki 21-24 april 2005.
6. "PACE3 Pulse Height Parametrization"
HEP2006 - Recent Developments in High Energy Physics and Cosmology, Ioannina, Greece, April 13-16, 2006.
7. "The Tier-3 GRID site at the UOI HEP Laboratory: a platform for CMS data analysis and trigger data monitoring"
HEP2010 - XXVIII Workshop on Resent advances in Particle Physics and Cosmology, Thessaloniki, Greece, March 25-28, 2010.

9. Συμμετοχή σε διεθνή συνέδρια (χωρίς ανακοίνωση) και σχολεία

1. CERN summer student, CERN, june - september 1994
2. "Fifth Greek School and Workshop in HEP", Corfou, Greece, september 1995.
3. "Workshop on K Physics", Orsay, France, 30 may - 4 june 1996.
4. "1997 European School of High-Energy Physics (formerly the CERN-JINR School of Physics)", Menstrup, Danemark, 25 may - 7 june 1997.
(Συμμετείχα στο poster session παρουσιάζοντας το πείραμα CPLEAR και τα αποτελέσματά του.)
5. "3e Atelier de Micromegas", University of Lausanne, Switzerland,
9 -10 march 2000.
6. "NATO Advanced Study Institute 2000, Recent Developments in Particle Physics and Cosmology", Cascais, Portugal, 26 june - 7 july 2000.

10. Ανάλυση δημοσιεύσεων σε έγκυρα περιοδικά:

1. **"Heating rate effects on the TL glow-peaks of three thermoluminescence phosphors"**,
G. Kitis et al., NIM B 73 (1993) 367-372, [doi:10.1016/0168-583X\(93\)95753-R](https://doi.org/10.1016/0168-583X(93)95753-R)

Στην εργασία αυτή μελετάται η επίδραση του ρυθμού θέρμανσης στις παραμέτρους παγίδευσης καθώς και στις παραμέτρους σχήματος των φωτοκορυφών θερμοφωταύγειας για τρεις κρυστάλλους (νορβηγικός χαλαζίας, LiF:Mg,Ti και CaF₂:MBLE). Οι πειραματικές μετρήσεις ελήφθησαν με ρυθμούς θέρμανσης από 2 έως 70 °C/s. Τα αποτελέσματα δείχνουν την ισχυρή εξάρτηση των παραμέτρων αυτών από το ρυθμό θέρμανσης των κρυστάλλων. (Η εργασία αυτή προέρχεται από την εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας κατά τη διάρκεια των προπτυχιακών μου σπουδών.)

2. **"The influence of the heating rate on the response and trapping parameters of α-Al₂O₃:C"**,
G. Kitis et al., Radiat. Prot. Dosim. 55 (1994) 183-190.

Στην εργασία αυτή, η οποία αποτελεί συνέχεια της προηγούμενης, μελετάται η θερμοφωταύγεια του κρυστάλλου α-Al₂O₃:C, ο οποίος χαρακτηρίζεται από υψηλή ευαισθησία. Οι ρυθμοί θέρμανσης που χρησιμοποιήθηκαν ήταν από 0.6 έως 50 °C/s. Ο κρυστάλλος χάνει απότομα την υψηλή του ευαισθησία καθώς ο ρυθμός θέρμανσης αυξάνει. Τα χαρακτηριστικά της φωτοκορυφής (μέγιστο και FWHM της κορυφής) συμφωνούν μόνον ποιοτικά με τα θεωρητικά προβλεπόμενα. Οι παράμετροι παγίδευσης (ενεργειακό βάθος παγίδας, E, και συχνοτικός παράγοντας, s), υπολογισμένοι μέσω τεσσάρων μεθόδων (προσαρμογής, σχήματος κορυφής, μεταβλητού ρυθμού θέρμανσης και initial rise), παρουσιάζουν μείωση καθώς ο ρυθμός θέρμανσης αυξάνει. Τα αποτελέσματα συζητούνται στο πλαίσιο των κινητικών μοντέλων θερμοφωταύγειας.

3. **"First observation of a particle antiparticle asymmetry in the decay of neutral kaons into π⁰π⁰"**,
R. Adler et al., Z. Phys. C 70 (1996) 211-217, [doi:10.1007/s002880050097](https://doi.org/10.1007/s002880050097)

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται για πρώτη φορά η χρονικά εξαρτημένη ασυμμετρία, A₀₀, των διασπάσεων των ουδετέρων καονίων, K⁰ και K⁰-bar, σε δύο ουδέτερα πόνια, όπως μετρήθηκε από το πείραμα CPLEAR. Το στατιστικό δείγμα που χρησιμοποιήθηκε στην ανάλυση αφορά δεδομένα που συλλέχθηκαν από το 1992 έως το 1994. Περιγράφεται η τεχνική ανάλυσης των δεδομένων η οποία επιτρέπει την επιλογή γεγονότων από διασπάσεις ουδετέρων καονίων σε δύο π⁰.

4. **"Measurement of the K_L-K_S mass difference using semileptonic decays of tagged neutral kaons"**,
R. Adler et al., Phys. Lett. B 363 (1995) 237-242, [doi:10.1016/0370-2693\(95\)01294-9](https://doi.org/10.1016/0370-2693(95)01294-9)

Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μέτρησης της διαφοράς μάζας (Δm) μεταξύ των ιδιοκαταστάσεων μάζας K_S και K_L των ουδετέρων καονίων από το πείραμα CPLEAR. Ο υπολογισμός του Δm έγινε χρησιμοποιώντας τις ημιλεπτονικές διασπάσεις των ουδετέρων καονίων με καθορισμένη αρχική παραδοξότητα σε τελικές καταστάσεις πεν. Το στατιστικό δείγμα που χρησιμοποιήθηκε στην ανάλυση αφορά δεδομένα που συλλέχθηκαν έως τα μέσα του 1994. Το αποτέλεσμα της μέτρησης είναι Δm=(0.5274 ± 0.0029_{στατ.} ± 0.0005_{συστ.}) 10¹⁰ h/s. Η μέτρηση αυτή αποτέλεσε μία από τις πλέον ακριβείς μετρήσεις του Δm την εποχή της δημοσίευσης αυτής. Επιπλέον παίζει ουσιαστικό ρόλο, αφού από την ακρίβειά της εξαρτάται το συστηματικό σφάλμα στη μέτρηση της φάσης φ₊ της παραβιάζουσας τη συμμετρία CP παραμέτρου η₊.

5. **"Measurement of the CP violation parameter η₊ using tagged K⁰ and K⁰-bar"**,
R. Adler et al., Phys. Lett. B 363 (1995) 243-248, [doi:10.1016/0370-2693\(95\)01295-0](https://doi.org/10.1016/0370-2693(95)01295-0)

Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μέτρησης από το πείραμα CPLEAR της παραμέτρου η₊ της παραβίασης της συμμετρίας CP στις διασπάσεις των ουδετέρων καονίων, K⁰ και K⁰-bar, σε δύο φορτισμένα πόνια. Το στατιστικό δείγμα που χρησιμοποιήθηκε στην ανάλυση αφορά δεδομένα που συλλέχθηκαν έως τα μέσα του 1994. Η παράμετρος η₊ προσδιορίζεται μέσω της ασυμμετρίας A₊ των ρυθμών διάσπασης των K⁰ και K⁰-bar σε δύο φορτισμένα πόνια. Το αποτέλεσμα της μέτρησης είναι |η₊|=(2.312 ± 0.043_{στατ.} ± 0.030_{συστ.} ± 0.011 τ_S) 10⁻³ και φ₊=42.7° ± 0.9°_{στατ.} ± 0.6°_{συστ.} ± 0.9°_{Δm}, όπου για την τιμή της διαφοράς μάζας Δm χρησιμοποιήθηκε η τιμή από την προηγούμενη εργασία. Η μέτρηση αυτή αποτέλεσε μία από τις πλέον ακριβείς μετρήσεις την εποχή της δημοσίευσης αυτής.

6. **"Tests of CPT symmetry and quantum mechanics with experimental data from CPLEAR"**,
R. Adler et al., Phys. Lett. B 364 (1995) 239-245, [doi:10.1016/0370-2693\(95\)01416-0](https://doi.org/10.1016/0370-2693(95)01416-0)

Το σύστημα των ουδετέρων καονίων αποτελεί ένα από τα πλέον ευαίσθητα συστήματα στη φύση για τον έλεγχο διάκριτων συμμετριών και κβαντομηχανικής σε μικροσκοπικό επίπεδο. Αποτελεί το μοναδικό μέχρι σήμερα σύστημα στο οποίο έχει παρατηρηθεί παραβίαση της συμμετρίας CP ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τον

έλεγχο της διατήρησης της συμμετρίας CPT. Η συμμετρία CPT αποτελεί βασική ιδιότητα της κβαντικής θεωρίας πεδίου και πηγάζει από τοπικότητα (locality), την αιτιότητα (causality) και το αναλλοίωτο υπό τους μετασχηματισμούς Lorentz. Μερικές προσεγγίσεις στη θεωρία της κβαντικής βαρύτητας (quantum gravity) προτείνουν, σύμφωνα με τον Hawking, την τροποποίηση της κβαντικής θεωρίας πεδίου με τέτοιο τρόπο ώστε καθαρές κβαντομηχανικές καταστάσεις εξελισσόμενες αναμειγνύονται περιλαμβάνοντας μία μικρή παραβίαση της συμμετρίας CPT. Η πιθανότητα αυτή μπορεί να αναλυθεί χρησιμοποιώντας το φορμαλισμό του συστήματος των ουδετέρων καονίων ως ανοικτό κβαντομηχανικό σύστημα. Στην περίπτωση αυτή, η πιθανή παραβίαση της συμμετρίας CPT περιγράφεται μέσω τριών παραμέτρων α , β και γ . Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα του πειράματος CPLEAR από τις διασπάσεις των ουδετέρων καονίων σε δύο φορτισμένα πόνια και σε πέν (ημιλεπτονικές διασπάσεις), υπολογίστηκε το άνω όριο των παραμέτρων αυτών: $\alpha < 4.0 \cdot 10^{-17}$ GeV, $|\beta| < 2.3 \cdot 10^{-19}$ GeV και $\gamma < 3.7 \cdot 10^{-21}$ GeV.

7. **"Evaluation of the phase of the CP violation parameter η_{+-} and the K_L - K_S mass difference from a correlation analysis of different experiments"**,

R. Adler et al., Phys. Lett. B 369 (1996) 367-371, [doi:10.1016/0370-2693\(96\)00021-4](https://doi.org/10.1016/0370-2693(96)00021-4)

Στην εργασία αυτή υπολογίζεται η φάση ϕ_{+-} της παραβιάζουσας τη συμμετρία CP παραμέτρου η_{+-} και η διαφορά μάζας Δm μεταξύ των ιδιοκαταστάσεων μάζας K_S και K_L των ουδετέρων καονίων, χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα όλων των συγχρόνων πειραμάτων. Στην ανάλυση λαμβάνεται υπ' όψιν η συσχέτιση μεταξύ των ϕ_{+-} και Δm για κάθε πείραμα ξεχωριστά. Χρησιμοποιώντας και τα αποτελέσματα των δημοσιεύσεων 4 και 5, βρέθηκε ότι $\Delta m = (530.7 \pm 1.3) \cdot 10^7 \hbar/s$ και $\phi_{+-} = 43.82^\circ \pm 0.63^\circ$. Οι τιμές αυτές είναι οι πλέον ακριβείς την εποχή της δημοσίευσης αυτής.

8. **"Search for CP violation in the decay of neutral kaons to $\pi^+\pi^-\pi^0$ "**,

R. Adler et al., Phys. Lett. B 370 (1996) 167-173, [doi:10.1016/0370-2693\(96\)00069-X](https://doi.org/10.1016/0370-2693(96)00069-X)

Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μέτρησης της παραμέτρου η_{+-0} της παραβίασης της συμμετρίας CP στις διασπάσεις $K_S \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ στο πείραμα CPLEAR. Το στατιστικό δείγμα που χρησιμοποιήθηκε στην ανάλυση αφορά δεδομένα που συλλέχθηκαν κατά τα έτη 1992 και 1993. Η παράμετρος η_{+-0} προσδιορίζεται μέσω της ασυμμετρίας A_{+-0} των ρυθμών διάσπασης των K^0 και K^0 -bar σε $\pi^+\pi^-\pi^0$. Το αποτέλεσμα της μέτρησης είναι $\text{Re}(\eta_{+-0}) = (6 \pm 13_{\text{στατ.}} \pm 1_{\text{συστ.}}) \cdot 10^{-3}$ και $\text{Im}(\eta_{+-0}) = (-2 \pm 18_{\text{στατ.}} \pm 3_{\text{συστ.}}) \cdot 10^{-3}$, που αντιστοιχεί σε $|\eta_{+-0}| < 0.037$ με 90% CL. Η παραπάνω τιμή αποτελεί την πλέον ακριβή μέτρηση της παραμέτρου η_{+-0} την εποχή της δημοσίευσης αυτής.

9. **"The CPLEAR Detector at CERN"**,

R. Adler et al., NIM A 379 (1996) 76-100, [doi:10.1016/0168-9002\(96\)00542-6](https://doi.org/10.1016/0168-9002(96)00542-6)

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται η σχεδίαση, κατασκευή και απόδοση όλων των επιμέρους ανιχνευτών οι οποίοι απαρτίζουν τον ανιχνευτή του πειράματος CPLEAR. Στόχος του πειράματος CPLEAR είναι η μελέτη των συμμετριών CP, T και CPT στο σύστημα των ουδετέρων καονίων, K^0 και K^0 -bar, τα οποία παράγονται κατά τις εξαυλώσεις αντιπρωτονίων σε στόχο υδρογόνου. Τους ανιχνευτές τροχιών (tracking detectors) του πειράματος αποτελούν δύο αναλογικοί θάλαμοι πολλών συρμάτων (MWPCs), έξι θάλαμοι ολίσθησης (drift chambers) και δύο στρώματα θαλάμων καταγισμών (streamer tubes). Η ταυτοποίηση των φορτισμένων σωματιών γίνεται με τη χρήση ανιχνευτών Cherenkov με ακτινοβολητή (radiator) φρέον και με σπινθηριστές που επιτρέπουν τη μέτρηση του χρόνου πτήσης (time of flight) και της απώλειας ενέργειας, επιτρέποντας τον ταχύτατο διαχωρισμό των φορτισμένων πονίων από τα φορτισμένα καόνια. Η ανίχνευση φωτονίων γίνεται με τη χρήση ενός ηλεκτρομαγνητικού καλοριμέτρου διαδοχής αερίου / μολύβδου. Επιπλέον, χρησιμοποιείται ένα πολύπλοκο σύστημα σκανδαλισμού (trigger system) πολλών επιπέδων, το οποίο χρησιμοποιεί τα δεδομένα των ανιχνευτών τροχιών και ταυτοποίησης σωματιών, για την επιλογή των γεγονότων που περιέχουν διασπάσεις των ουδετέρων καονίων. Όλοι οι επιμέρους ανιχνευτές είναι τοποθετημένοι μέσα σε ένα σωληνοειδές διαμέτρου 2 m και μήκους 3.6 m το οποίο παράγει μαγνητικό πεδίο εντάσεως 0.44 T, παράλληλο προς τον άξονα της δέσμης.

10. **"Observation of the CP conserving $K_S \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ decay amplitude"**,

R. Adler et al., Phys. Lett. B 374 (1996) 313-318, [doi:10.1016/0370-2693\(96\)00222-5](https://doi.org/10.1016/0370-2693(96)00222-5)

Η συμβολή ανάμεσα στα πλάτη διάσπασης των K_S και K_L σε $\pi^+\pi^-\pi^0$, τα οποία διατηρούν τη συμμετρία CP, παρατηρήθηκε στο πείραμα CPLEAR, μελετώντας ξεχωριστά τη χρονικά εξαρτημένη ασυμμετρία στη διάσπαση των ουδετέρων καονίων, K^0 και K^0 -bar, για τους χώρους φάσεων $E_{\text{CM}}(\pi^+) > E_{\text{CM}}(\pi^-)$ και $E_{\text{CM}}(\pi^+) < E_{\text{CM}}(\pi^-)$. Από τις παραπάνω ασυμμετρίες υπολογίστηκε η διατηρούσα τη συμμετρία CP παράμετρος λ . Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα του πειράματος τα οποία συλλέχθηκαν κατά τα έτη 1992 και 1993 βρέθηκε για την παράμετρο λ ότι $\text{Re}(\lambda) = (0.036 \pm 0.010_{\text{στατ.}} \pm 0.002_{\text{συστ.}})$ με το $\text{Im}(\lambda)$ να είναι συμβατό με μηδέν. Από την παραπάνω τιμή του λ υπολογίστηκε ο λόγος διακλάδωσης για τη μη παραβιάζουσα τη συμμετρία CP διάσπαση $K_S \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ και βρέθηκε ίσος με $B = (4.1 \pm 2.5_{\text{στατ.}} \pm 0.5_{\text{συστ.}}) \cdot 10^{-7}$. Οι παραπάνω τιμές αποτελούν τις ακριβέστερες τιμές την εποχή της δημοσίευσης αυτής.

11. **"Experimental measurement of the $K_S K_S / K_S K_L$ ratio in antiproton annihilations at rest in gaseous hydrogen at 15 and 27 bar"**,

R. Adler et al., Phys. Lett. B 403 (1997) 383-389, [doi:10.1016/S0370-2693\(97\)00489-9](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(97)00489-9)

Ο λόγος των ρυθμών διάσπασης με παραγωγή δύο σωματιών σε εξαυλώσεις πρωτονίου - αντιπρωτονίου σε ηρεμία παρέχει πληροφορία για τη δυναμική των εξαυλώσεων και επιτρέπει τον προσδιορισμό του κλάσματος της P-wave εξαύλωσης. Το κλάσμα αυτό εξαρτάται από την πυκνότητα του στόχου λόγω του φαινομένου Stark το οποίο ευνοεί τις ατομικές καταστάσεις S όσο η πυκνότητα αυξάνει. Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα του πειράματος CPLEAR, μετρήθηκε ο λόγος R μεταξύ των λόγων διακλάδωσης των διασπάσεων $\bar{p}p \rightarrow K_S K_S$ και $\bar{p}p \rightarrow K_S K_L$. Για πυκνότητα στόχου 27 bar, βρέθηκε ότι $R(27\text{bar}) = 0.037 \pm 0.002$ ενώ το κλάσμα της P-wave εξαύλωσης για την πυκνότητα αυτή βρέθηκε ίσο με 0.45 ± 0.06 . Επίσης μετρήθηκε, με μικρότερη στατιστική ακρίβεια, ο λόγος των λόγων διακλάδωσης για πυκνότητα στόχου 15 bar και βρέθηκε ότι $R(15\text{bar}) = 0.041 \pm 0.009$. Οι μετρήσεις αυτές αποτελούν τις μοναδικές μετρήσεις που υπάρχουν για αέριο στόχο υδρογόνου υπό πίεση.

12. **"CPLEAR results on the CP parameters of neutral kaons decaying to $\pi^+ \pi^- \pi^0$ "**,

R. Adler et al., Phys. Lett. B 407 (1997) 193-200, [doi:10.1016/S0370-2693\(97\)00757-0](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(97)00757-0)

Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται οι μετρήσεις της χρονικά εξαρτημένης ασυμμετρίας μεταξύ των ρυθμών διάσπασης των ουδετέρων καονίων, K^0 και $K^0\text{-bar}$, σε $\pi^+ \pi^- \pi^0$ στο πείραμα CPLEAR. Η μέτρηση της ασυμμετρίας αυτής επιτρέπει τη μελέτη της συμβολής ανάμεσα στο πλάτος διάσπασης του K_L (το οποίο παραβιάζει τη συμμετρία CP) και στο πλάτος K_S (το οποίο είτε παραβιάζει είτε όχι τη συμμετρία CP). Χρησιμοποιώντας όλα τα δεδομένα του πειράματος που συλλέχθηκαν από το 1992 έως το 1996, υπολογίστηκε η παράμετρος η_{+-0} της παραβίασης της συμμετρίας CP, καθώς και η παράμετρος λ της διατήρησης της συμμετρίας CP. Τα αποτελέσματα της μέτρησης αυτής είναι τα εξής: $\text{Re}(\eta_{+-0}) = (-2 \pm 7_{\text{stat.}} -1_{\text{συστ.}}^{+4}) 10^{-3}$, $\text{Im}(\eta_{+-0}) = (-2 \pm 9_{\text{stat.}} -1_{\text{συστ.}}^{+2}) 10^{-3}$, $\text{Re}(\lambda) = (28 \pm 7_{\text{stat.}} \pm 3_{\text{συστ.}}) 10^{-3}$ και $\text{Im}(\lambda) = (-10 \pm 8_{\text{stat.}} \pm 2_{\text{συστ.}}) 10^{-3}$. Επίσης, από την παραπάνω τιμή του λ υπολογίστηκε ο λόγος διακλάδωσης για τη μη παραβιάζουσα τη συμμετρία CP διάσπαση $K_S \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0$ και βρέθηκε ίσος με $B = (2.5 -1.3_{\text{stat.}} -1.0_{\text{συστ.}}^{+0.5} -0.6_{\text{συστ.}}) 10^{-7}$. Πρόκειται για τις πιο ακριβείς μετρήσεις στον κόσμο για τις παραμέτρους αυτές.

13. **"Direct determination of two-pion correlations for $\bar{p}p \rightarrow 2\pi^+ 2\pi^-$ annihilation at rest"**,

A. Angelopoulos et al., Eur. Phys. J. C1 (1998) 139-148, [doi:10.1007/s100520050068](https://doi.org/10.1007/s100520050068)

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται η μελέτη συσχετισμών δύο πιονίων στις αντιδράσεις $\bar{p}p \rightarrow 2\pi^+ 2\pi^-$ σε ηρεμία στο πείραμα CPLEAR. Η μελέτη βασίζεται στην ανάλυση διαφορικών κατανομών της αναλλοίωτης μάζας γεγονότων τα οποία περιλαμβάνουν στην τελική τους κατάσταση ζεύγη πιονίων με το ίδιο φορτίο και από τα οποία έχει αφαιρεθεί ο παράγοντας του φασικού χώρου. Τα γεγονότα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση αυτή συλλέχθηκαν κατά τα έτη 1993 και 1994 με τη χρήση ελάχιστου σκανδαλισμού (minimum-bias trigger). Βρέθηκε ότι σε μικρή σχετικά ορμή και για μεγάλη συνολική ορμή του ζεύγους των δύο πιονίων, παρουσιάζεται μία κορυφή στις διαφορικές κατανομές της αναλλοίωτης μάζας. Το φαινόμενο αυτό ερμηνεύεται στην εργασία αυτή ως αποτέλεσμα της μπεζονικής συμμετροποίησης των ιδιοτήτων της πηγής των πιονίων.

14. **"An upper limit for the branching ratio of the decay $K_S \rightarrow e^+ e^-$ "**,

A. Angelopoulos et al., Phys. Lett. B 413 (1997) 232-238, [doi:10.1016/S0370-2693\(97\)01187-8](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(97)01187-8)

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται η μελέτη της διάσπασης $K_S \rightarrow e^+ e^-$ χρησιμοποιώντας τα δεδομένα του πειράματος CPLEAR. Η διάσπαση αυτή οφείλεται σε μία διαδικασία ουδετέρων ρευμάτων με αλλαγή γεύσης (flavor changing neutral current process), η οποία είναι ισχυρά περιορισμένη στο Καθιερωμένο Πρότυπο (Standard Model - SM). Ο αναμενόμενος λόγος διακλάδωσης στο SM για τη διάσπαση αυτή είναι περίπου $7 \cdot 10^{-15}$ και η μέτρησή του αποτελεί έλεγχο του SM. Το αποτέλεσμα της ανάλυσης των δεδομένων δίνει $\text{BR}(K_S \rightarrow e^+ e^-) < 1.4 \cdot 10^{-7}$ (90% CL). Πρόκειται για το ακριβέστερο στον κόσμο άνω όριο για τη διάσπαση αυτή.

15. **"Measurement of neutral kaon regeneration amplitude in carbon at momenta below 1 GeV/c"**,

A. Angelopoulos et al., Phys. Lett. B 413 (1997) 422-430, [doi:10.1016/S0370-2693\(97\)01193-3](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(97)01193-3)

Η κύρια πηγή των συστηματικών σφαλμάτων στη μέτρηση της παραμέτρου ϕ_{+-} , στο πείραμα CPLEAR, προέρχεται από την έλλειψη μετρήσεων της διαφοράς $\Delta f = f(0) - \bar{f}(0)$ των εμπροσθοσκεδαζόμενων πλατών των ουδετέρων καονίων, K^0 και $K^0\text{-bar}$, στην περιοχή ενεργειών του πειράματος, η οποία καθιστά αδύνατο τον ακριβή υπολογισμό των φαινομένων αναγέννησης (regeneration effects). Για το λόγο αυτό, το 1996 έγινε μία ειδική μέτρηση με τον ανιχνευτή του πειράματος CPLEAR, η οποία σκοπό είχε τη μέτρηση της διαφοράς Δf σε αναγεννητή από άνθρακα. Ο άνθρακας αποτελεί το βασικό κατασκευαστικό συστατικό του ανιχνευτή του CPLEAR. Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται για πρώτη φορά μετρήσεις της διαφοράς Δf για άνθρακα και για ορμές των ουδετέρων καονίων μικρότερες των 750 MeV/c. Για την επίτευξη μίας τέτοιας μέτρησης, τοποθετήθηκε ένα κυλινδρικό κομμάτι γραφίτη, πάχους 2.5 cm, σε απόσταση περίπου 10 cm από το σημείο των εξαυλώσεων $\bar{p}p$. Η διαφορά Δf προσδιορίστηκε μέσω της σύγκρισης των ρυθμών διάσπασης των ουδετέρων καονίων σε δύο φορτισμένα πόνια με και χωρίς αναγεννητή. Η χρήση των νέων τιμών για τη διαφορά Δf έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των

συστηματικών σφαλμάτων τα οποία προέρχονται από το φαινόμενο της αναγέννησης κατά έναν παράγοντα τρία, καθιστώντας τη μέτρηση της παραμέτρου η_{+-} την ακριβέστερη στον κόσμο.

16. **"Measurement of the CP violation parameter η_{00} using tagged K^0 -bar and K^0 "**,

A. Angelopoulos et al., Phys. Lett. B 420 (1998) 191-195, [doi:10.1016/S0370-2693\(97\)01526-8](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(97)01526-8)

Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μέτρησης της παραμέτρου η_{00} της παραβίασης της συμμετρίας CP στις διασπάσεις των ουδετέρων καονίων, K^0 και K^0 -bar, σε δύο ουδέτερα πόνια στο πείραμα CPLEAR. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση συλλέχθηκαν κατά τα έτη 1990 έως και 1996. Η παράμετρος η_{00} προσδιορίστηκε μέσω της ασυμμετρίας A_{00} των διασπάσεων των K^0 και K^0 -bar σε δύο π^0 . Το αποτέλεσμα της μέτρησης είναι $|\eta_{00}| = (2.47 \pm 0.31_{\text{stat.}} \pm 0.24_{\text{sys.}}) \cdot 10^{-3}$ και $\phi_{00} = 42.0^\circ \pm 5.6^\circ_{\text{stat.}} \pm 1.9^\circ_{\text{sys.}}$.

17. **"An EPR experiment testing the non-separability of the $K^0 K^0$ -bar wave function"**,

A. Apostolakis et al., Phys. Lett. B 422 (1998) 339-348, [doi:10.1016/S0370-2693\(97\)01545-1](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(97)01545-1)

Στην εργασία αυτή μετρήθηκαν στο πείραμα CPLEAR οι συσχετισμοί παραδοξότητας των K^0 και K^0 -bar μακριά από το σημείο παραγωγής τους κατά την εξάλωση $\bar{p}p \rightarrow K^0 K^0$ -bar σε ηρεμία. Συγκεκριμένα μελετήθηκαν δύο πειραματικές διατάξεις οι οποίες αντιστοιχούν σε 0 και 1.2 τ_S μεταξύ των δύο μετρήσεων της παραδοξότητας. Η διάταξη με μηδενική χρονική διαφορά εκπληρώνει τις συνθήκες ενός πειράματος EPR. Και στις δύο περιπτώσεις, οι ασυμμετρίες των γεγονότων με την ίδια ή αντίθετη παραδοξότητα (ΛK^- και $K^+ \Lambda$ αντίστοιχα) συμφωνούν με τις προβλεπόμενες από την κβαντομηχανική τιμές και κατά συνέπεια με την υπόθεση της μη διαχωρισιμότητας της κυματοσυνάρτησης των $K^0 K^0$ -bar.

18. **"The neutral kaon decays to $\pi^+ \pi^- \pi^0$: A detailed analysis of the CPLEAR data"**,

A. Angelopoulos et al., Eur. Phys. J. C5 (1998) 389-409, [doi:10.1016/S0370-2693\(97\)01526-8](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(97)01526-8)

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται λεπτομερώς η ανάλυση των δεδομένων του πειράματος CPLEAR στις διασπάσεις των ουδετέρων καονίων σε $\pi^+ \pi^- \pi^0$. Τα αποτελέσματα αυτά έχουν δημοσιευτεί περιληπτικά στην εργασία 12. Επιπλέον, υπολογίζονται οι παράμετροι κλίσης που περιγράφουν την ενεργειακή εξάρτηση του Dalitz plot της διάσπασης $K_L \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0$. Όλα τα αποτελέσματα συμφωνούν με την υπάρχουσα θεωρητική εικόνα του συστήματος των ουδετέρων καονίων συμπεριλαμβανομένης της παραβίασης της συμμετρίας CP και της Chiral Perturbation Theory.

19. **"Search for CP violation in the decay of tagged K^0 -bar and K^0 to $\pi^0 \pi^0 \pi^0$ "**,

A. Angelopoulos et al., Phys. Lett. B 425 (1998) 391-398, [doi:10.1016/S0370-2693\(98\)00256-1](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(98)00256-1)

Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μέτρησης της παραμέτρου η_{000} της παραβίασης της συμμετρίας CP στις διασπάσεις των ουδετέρων καονίων, K^0 και K^0 -bar, σε τρία ουδέτερα πόνια στο πείραμα CPLEAR. Βρέθηκε ότι $\text{Re}(\eta_{000}) = 0.18 \pm 0.14_{\text{stat.}} \pm 0.06_{\text{sys.}}$ και $\text{Im}(\eta_{000}) = 0.15 \pm 0.20_{\text{stat.}} \pm 0.03_{\text{sys.}}$. Επίσης υπολογίστηκε το άνω όριο για το λόγο διακλάδωσης $K_S \rightarrow \pi^0 \pi^0 \pi^0$: $B(K_S \rightarrow \pi^0 \pi^0 \pi^0) < 1.9 \cdot 10^{-5}$ (90% CL). Οι μετρήσεις αυτές συνεισφέρουν σημαντικά στη μελέτη αυτού του δύσκολου στην ανίχνευση καναλιού διάσπασης.

20. **"Pion correlations and resonance effects in $\bar{p}p$ annihilation at rest to $2\pi^+ 2\pi^- \pi^0$ "**,

A. Apostolakis et al., Eur. Phys. J. C6 (1999) 437-450, [doi:10.1007/s100529801032](https://doi.org/10.1007/s100529801032)

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται η μελέτη συσχετισμών δύο φορτισμένων πονίων στην αντίδραση $\bar{p}p \rightarrow 2\pi^+ 2\pi^- \pi^0$ σε ηρεμία στο πείραμα CPLEAR. Τα πειραματικά δεδομένα παρουσιάζουν αύξηση της κατανομής σε μικρές αναλλοιώτες μάζες M_{++} , M_{--} για ζεύγη πονίων με ίδιο φορτίο. Μία ισχυρότερη αύξηση παρατηρείται στις διπλές διαφορικές κατανομές σε χαμηλές μάζες ζευγών πονίων. Το σήμα αυτό είναι ισχυρότερο όταν η ενέργεια του π^0 είναι μεγάλη. Τα δεδομένα συγκρίνονται με δυναμικά μοντέλα τα οποία περιλαμβάνουν συντονισμούς στην τελική κατάσταση. Στην περίπτωση όπου το κανάλι διάσπασης $\rho 3\pi$ γίνεται σημαντικό, η προσομοίωση προβλέπει μεγάλο συσχετισμό πονίων στη διπλή διαφορική πυκνότητα, εξηγώντας με τον τρόπο αυτό την παρατηρούμενη συμπεριφορά. Ο στοχαστικός μηχανισμός HBT (Hanbury-Brown-Twiss) δεν υποστηρίζεται από τα παραπάνω δεδομένα.

21. **"Measurement of the K_L - K_S mass difference using semileptonic decays of tagged neutral kaons"**,

A. Angelopoulos et al., Phys. Lett. B 444 (1998) 38-42, [doi:10.1016/S0370-2693\(98\)01355-0](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(98)01355-0)

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται το τελικό αποτέλεσμα της μέτρησης της διαφοράς μάζας (Δm) των K_L - K_S στο πείραμα CPLEAR. Ο υπολογισμός του Δm έγινε χρησιμοποιώντας $1.2 \cdot 10^6$ ημιλεπτονικές διασπάσεις των ουδετέρων καονίων με καθορισμένη αρχική παραδοξότητα σε τελικές καταστάσεις πεν. Βρέθηκε ότι $\Delta m = (0.5295 \pm 0.0020_{\text{stat.}} \pm 0.0003_{\text{sys.}}) \cdot 10^{10} \text{ h/s}$. Η παραπάνω τιμή αποτελεί την πλέον ακριβή μέτρηση της παραμέτρου Δm την εποχή της δημοσίευσης αυτής. Επιπλέον μετρήθηκε η παράμετρος $\text{Re}(x)$ της παραβίασης του κανόνα $\Delta S = \Delta Q$, η οποία βρέθηκε $\text{Re}(x) = (-1.8 \pm 4.1_{\text{stat.}} \pm 4.5_{\text{sys.}}) \cdot 10^{-3}$.

22. **"First direct observation of time reversal non-invariance in the neutral kaon system"**,
A. Angelopoulos et al., Phys. Lett. B 444 (1998) 43-51, [doi:10.1016/S0370-2693\(98\)01356-2](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(98)01356-2)

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται μία από τις σημαντικότερες μετρήσεις του πειράματος CPLEAR. Αφορά την πρώτη πειραματική παρατήρηση στη φυσική της παραβίασης της συμμετρίας T στο σύστημα των ουδετέρων καονίων. Η μέτρηση προέρχεται από τη σύγκριση των πιθανοτήτων ενός K^0 -bar να μετατραπεί σε K^0 και ενός K^0 σε K^0 -bar. Η μέτρηση βασίζεται στη δυνατότητα της μεθόδου του πειράματος CPLEAR να καθορίζει την παραδοξότητα των ουδετέρων καονίων τόσο κατά τη στιγμή της παραγωγής τους όσο και κατά τη στιγμή των ημιλεπτονικών διασπάσεών τους. Μετρήθηκε πως η ασυμμετρία μεταξύ των δύο πιθανοτήτων είναι ίση με $(-6.6 \pm 1.3_{\text{stat.}} \pm 1.0_{\text{sys.}}) 10^{-3}$. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η παραπάνω μέτρηση αποτελεί μία από τις σημαντικότερες μετρήσεις στη φυσική των διάκριτων συμμετριών μετά την ανακάλυψη της παραβίασης της συμμετρίας CP το 1964.

23. **"A determination of the CPT violation parameter $\text{Re}(\delta)$ from the semileptonic decay of strangeness tagged neutral kaons"**,
A. Angelopoulos et al., Phys. Lett. B 444 (1998) 52-60, [doi:10.1016/S0370-2693\(98\)01357-4](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(98)01357-4)

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται η μέτρηση της παραμέτρου $\text{Re}(\delta)$ της παραβίασης της συμμετρίας CPT, με δεδομένα του πειράματος CPLEAR. Η μέτρηση αυτή αποτελεί μία από τις σημαντικότερες του πειράματος. Ο υπολογισμός του $\text{Re}(\delta)$ έγινε χρησιμοποιώντας τις ημιλεπτονικές διασπάσεις των ουδετέρων καονίων. Βρέθηκε ότι $\text{Re}(\delta) = (3.0 \pm 3.3_{\text{stat.}} \pm 0.6_{\text{sys.}}) 10^{-4}$, τιμή η οποία είναι συμβατή με το μηδέν και η οποία είναι κατά δύο τάξεις μεγέθους ακριβέστερη από την έως σήμερα παγκόσμια μέση τιμή. Η παραπάνω ακρίβεια στη μέτρηση της παραμέτρου αυτής είναι ιδιαίτερα σημαντική στην ανάλυση του αναλλοίωτου της συμμετρίας CPT στο σύστημα των ουδετέρων καονίων.

24. **"Dispersion relation analysis of the neutral kaon regeneration amplitude in carbon"**,
A. Angelopoulos et al., Eur. Phys. J. C10 (1999) 19-25, [doi:10.1007/s100529900140](https://doi.org/10.1007/s100529900140)

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται μία γενική ανάλυση των πλατών αναγέννησης των ουδετέρων καονίων, βασισμένη στη μέθοδο των Forward Dispersion Relations (FDR). Για την ανάλυση λαμβάνονται υπ' όψιν τα πειραματικά δεδομένα του πειράματος CPLEAR. Για την περιοχή των υψηλών ενεργειών τα δεδομένα περιγράφονται με το μοντέλο Regge. Για την περιοχή των χαμηλών ενεργειών, κάτω από το κατώφλι των ελαστικών σκεδάσεων (unphysical region), τα αποτελέσματα της ανάλυσης διαφωνούν με προηγούμενους υπολογισμούς FDR. Αυτό οφείλεται στα νέα δεδομένα που παρέχουν οι μετρήσεις του CPLEAR.

25. **"Tests of the equivalence principle with neutral kaons"**,
A. Apostolakis et al., Phys. Lett. B 452 (1999) 425-433, [doi:10.1016/S0370-2693\(99\)00271-3](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(99)00271-3)

Στην εργασία αυτή γίνεται ένας έλεγχος της ισχύος της αρχής της ισοδυναμίας (Equivalence Principle) ανάμεσα σε σωματίδια και αντισωματίδια. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται τα δεδομένα του πειράματος CPLEAR που αφορούν τις διασπάσεις των ουδετέρων καονίων K^0 και K^0 -bar σε δύο φορτισμένα πιόνια ($\pi^+\pi^-$). Πιο συγκεκριμένα, μελετάται τυχόν μεταβολή στις τιμές των παραμέτρων $|\eta_{\pm}|$ και ϕ_{\pm} σε ετήσια, μηνιαία και ημερήσια βάση και η οποία μπορεί να συσχετιστεί με μεταβολές αστροφυσικών βαρυτικών δυναμικών. Τέτοιο φαινόμενο δεν παρατηρήθηκε ενώ η ανάλυση των αντισωματιδίων ισχύει στο επίπεδο του $6.5, 4.3$ και $1.8 \cdot 10^{-9}$ αναλόγως του εάν κανείς θεωρήσει την ύπαρξη βαθμωτών, διανυσματικών ή τελεστικών αλληλεπιδράσεων οι οποίες προέρχονται από τον ήλιο με μία εμβέλεια πολύ μεγαλύτερη της απόστασης γης - ήλιου. Επί πλέον υπολογίζονται τα άνω όρια για την τιμή της διαφοράς $g-g$ των βαρυτικών σταθερών σύζευξης ανάμεσα στα σωματίδια K^0 και K^0 -bar ως συνάρτηση της εμβέλειας για βαθμωτές, διανυσματικές και τελεστικές αλληλεπιδράσεις.

26. **"Determination of the T and CPT violation parameters in the neutral kaon system using the Bell-Steinberger relation and data from CPLEAR"**,
A. Apostolakis et al., Phys. Lett. B 456 (1999) 297-303, [doi:10.1016/S0370-2693\(99\)00483-9](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(99)00483-9)

Στην εργασία αυτή, χρησιμοποιώντας τα δεδομένα του πειράματος CPLEAR, προσδιορίζονται μέσω προσαρμογών υπό περιορισμούς η παράμετρος $\text{Re}(\epsilon)$ της παραβίασης της συμμετρίας CP και η παράμετρος $\text{Im}(\delta)$ της παραβίασης της συμμετρίας CPT. Οι περιοριστικές συνθήκες προέρχονται από τη σχέση μοναδιότητας (unitarity relation) των Bell και Steinberger. Η ακρίβεια των αποτελεσμάτων είναι μία τάξη μεγέθους καλύτερη από προηγούμενες μετρήσεις: $\text{Re}(\epsilon) = (164.9 \pm 2.5) 10^{-5}$ και $\text{Im}(\delta) = (2.4 \pm 5.0) 10^{-5}$. Επιπλέον, η μέθοδος αυτή επιτρέπει για πρώτη φορά τον προσδιορισμό της παραμέτρου $\text{Re}(\gamma)$ της παραβίασης της συμμετρίας CPT στις ημιλεπτονικές διασπάσεις των ουδετέρων καονίων: $\text{Re}(\gamma) = (0.3 \pm 3.1) 10^{-3}$. Επιπλέον προσδιορίζονται με αυξημένη ακρίβεια οι παράμετροι $\text{Re}(x_{\pm})$ και $\text{Re}(x_{\pm})$ της παραβίασης του κανόνα $\Delta S = \Delta Q$, ενώ για την παράμετρο $\text{Re}(\delta)$ βρίσκεται $(2.4 \pm 2.8) 10^{-4}$ και η ακρίβεια είναι ελαφρώς βελτιωμένη σε σύγκριση με τη δημοσίευση 23.

27. **"Experimental verification of neutron phenomenology in lead and transmutation by Adiabatic Resonance Crossing in accelerator driven systems"**,
H. Arnould et al., Phys. Lett. B 458 (1999) 167-180, [doi:10.1016/S0370-2693\(99\)00584-5](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(99)00584-5)

Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του πειράματος TARC (PS 211). Συγκεκριμένα παρουσιάζονται οι μετρήσεις της ενεργειακής και χωρικής κατανομής των νετρονίων θρυμματισμού (spallation neutrons) τα οποία παράγονται με τη χρήση υψηλοενεργειακής δέσμης πρωτονίων (2.5 και 3.57 GeV/c) από το CERN-PS τα οποία επιβραδύνονται σε διάταξη μολύβδου υψηλής καθαρότητας, διαστάσεων $3.3 \times 3.3 \times 3 \text{ m}^3$. Επιπλέον, παρουσιάζονται οι ρυθμοί σύλληψης των νετρονίων από μακρόβια ραδιενεργά. Με τον τρόπο αυτό αποδεικνύεται πειραματικά ότι η μέθοδος της Αδιαβατικής Διέλευσης από Συντονισμούς (ARC – Adiabatic Resonance Crossing) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποτελεσματική μεταστοιχείωση πολλών ραδιενεργών καταλοίπων.

28. **"A determination of the CP violation parameter η_{+-} from the decay of strangeness-tagged neutral kaons"**,
A. Apostolakis et al., Phys. Lett. B 458 (1999) 545-552, [doi:10.1016/S0370-2693\(99\)00596-1](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(99)00596-1)

Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μέτρησης από το πείραμα CPLEAR της παραμέτρου η_{+-} της παραβίασης της συμμετρίας CP στις διασπάσεις των ουδετέρων καονίων, K^0 και $K^0\text{-bar}$, σε δύο φορτισμένα πιόνια. Το στατιστικό δείγμα που χρησιμοποιήθηκε στην ανάλυση αφορά όλα τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από το πείραμα CPLEAR. Η παράμετρος η_{+-} προσδιορίζεται μέσω της ασυμμετρίας A_{+-} των ρυθμών διάσπασης των K^0 και $K^0\text{-bar}$ σε δύο φορτισμένα πιόνια. Το αποτέλεσμα της μέτρησης είναι $|\eta_{+-}| = (2.264 \pm 0.023_{\text{στατ.}} \pm 0.026_{\text{συστ.}} \pm 0.007_{\tau_S}) \cdot 10^{-3}$ και $\phi_{+-} = 43.19^\circ \pm 0.53^\circ_{\text{στατ.}} \pm 0.28^\circ_{\text{συστ.}} \pm 0.42^\circ_{\Delta m}$. Τα σφάλματα των αποτελεσμάτων αυτών είναι συγκρίσιμα με τις μέσες τιμές που προκύπτουν από το συνδυασμό των μετρήσεων όλων των άλλων πειραμάτων. Η τιμή της γωνίας ϕ_{+-} είναι σε καλή συμφωνία με την υπερασθενή γωνία ϕ_{sw} , οπότε είναι συμβατή με τη διατήρηση της συμμετρίας CPT.

29. **" K^0 - $K^0\text{-bar}$ mass and decay-width differences: CPLEAR evaluation"**,
A. Angelopoulos et al., Phys. Lett. B 471 (1999) 332-338, [doi:10.1016/S0370-2693\(99\)01333-7](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(99)01333-7)

Στην εργασία αυτή αναλύονται με λεπτομέρεια οι πιθανές συνεισφορές στην παραβίαση της συμμετρίας CPT τόσο από τον πίνακα μίξης των ουδετέρων καονίων, K^0 και $K^0\text{-bar}$, όσο και από τα επί μέρους πλάτη διάσπασής τους σε τελικές καταστάσεις δύο φορτισμένων πιονίων και ημιλεπτονικές. Χωρίς καμία ιδιαίτερη υπόθεση, οι διαφορές των μαζών και των πλατών των K^0 και $K^0\text{-bar}$ είναι σε συμφωνία με τη διατήρηση της συμμετρίας CPT με ακρίβεια της τάξης των μερικών 10^{-18} GeV . Η μέτρηση των παραπάνω διαφορών βασίζεται κατά κύριο λόγο στις μετρήσεις του πειράματος CPLEAR: $(M_{K^0 K^0} - M_{\bar{K}^0 \bar{K}^0}) = (-1.5 \pm 2.0) \cdot 10^{-18} \text{ GeV}$

και $(\Gamma_{K^0 K^0} - \Gamma_{\bar{K}^0 \bar{K}^0}) = (3.9 \pm 4.2) \cdot 10^{-18} \text{ GeV}$. Επιπλέον, η διατήρηση της συμμετρίας CPT ισχύει με όριο της τάξης των 10^{-3} - 10^{-4} για πολλά πλάτη διάσπασης ουδετέρων καονίων σε διάφορες τελικές καταστάσεις.

30. **"Measurement of the energy dependence of the form-factor f_+ in K^0_{e3} decay"**,
A. Apostolakis et al., Phys. Lett. B 473 (2000) 186-192, [doi:10.1016/S0370-2693\(99\)01482-3](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(99)01482-3)

Στην εργασία αυτή αναλύονται ημιλεπτονικές διασπάσεις ουδετέρων καονίων σε πην, με σκοπό τον προσδιορισμό της εξάρτησης του ηλεκτρασθενούς παράγοντα μορφής f_+ στις διασπάσεις αυτές (K^0_{e3}) από την ποσότητα q^2 (μεταφορά ορμής). Χρησιμοποιώντας ένα πλήθος γεγονότων της τάξης των 10^3 , ο παράγοντας μορφής βρέθηκε να εξαρτάται γραμμικά από το q^2 , με κλίση $\lambda_+ = 0.0245 \pm 0.0012_{\text{στατ.}} \pm 0.0022_{\text{συστ.}}$.

31. **"New developments of MICROMEAS Detector"**,
A. Delbart et al., NIM A 461 (2001) 84-87, [doi:10.1016/S0168-9002\(00\)01175-X](https://doi.org/10.1016/S0168-9002(00)01175-X)

Ένας νέος τύπος πλέγματος (micromesh) για τον ανιχνευτή Micromegas, η κατασκευή του οποίου βασίζεται σε τεχνικές χημικής διάβρωσης, περιγράφεται στην εργασία αυτή. Παρατίθενται αποτελέσματα σχετικά με τις επιδόσεις του ανιχνευτή με τη νέα αυτή σχεδίαση για διάφορα αέρια μείγματα. Η γεωμετρία του πλέγματος εξασφαλίζει ομοιογένεια του ηλεκτροστατικού πεδίου. Επιτυγχάνεται ενεργειακή διακριτική ικανότητα 11.7% FWHM στα 5.9 keV και 5.4% FWHM στα 22 keV για αέριο μείγμα αργού / ισοβουτανίου σε αναλογία 90% / 10%. Πρόκειται για αξιοσημείωτη βελτίωση για έναν ανιχνευτή αερίου που λειτουργεί σε υψηλή απολαβή (περίπου 5000).

32. **"Experimental studies of a MICROMEAS neutron detector"**,
S. Andriamonje et al., NIM A 481 (2002) 120-129, [doi:10.1016/S0168-9002\(01\)01246-3](https://doi.org/10.1016/S0168-9002(01)01246-3)

Στην εργασία αυτή μελετώνται δύο ανιχνευτές Micromegas, οι οποίοι λειτουργούν ως συσκευές προσδιορισμού του προφίλ μίας δέσμης νετρονίων, η οποία προέρχεται από μία μηχανή tandem στο CENBG της Γαλλίας. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται λεπτοί στόχοι ${}^6\text{Li}$ και ${}^{10}\text{B}$, οι οποίοι λειτουργούν ως μετατροπείς των νετρονίων

μέσω πυρηνικών αντιδράσεων, μπροστά από τους ανιχνευτές. Παρουσιάζονται αποτελέσματα της απόδοσης ανίχνευσης και της χωρικής διακριτικής ικανότητας του ανιχνευτή.

33. **"A detailed description of the analysis of the decay of neutral kaons to $\pi^+\pi^-$ in the CPLEAR experiment"**, A. Apostolakis et al., Eur. Phys. J. C18 (2000) 41-55, [doi:10.1007/s100520000504](https://doi.org/10.1007/s100520000504)

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται λεπτομερώς η ανάλυση γεγονότων από διασπάσεις ουδετέρων καονίων σε δύο φορτισμένα πιόνια, βασισμένη στο πλήρες σύνολο γεγονότων του πειράματος CPLEAR. Με μία νέα προσέγγιση που χρησιμοποιεί την πληροφορία για την αρχική παραδοξότητα των ουδετέρων καονίων, μετράται η χρονικά εξαρτημένη ασυμμετρία του ρυθμού διάσπασης. Η ασυμμετρία αυτή, η οποία προκύπτει από τη συμβολή μεταξύ των πλατών διάσπαση των K_S και K_L , επέτρεψε τη μέτρηση τόσο του πλάτους όσο και της φάσης της παραμέτρου η_{+-} , η οποία περιγράφει την παραβίαση της συμμετρίας CP στο σύστημα των ουδετέρων καονίων, με ακρίβεια συγκρίσιμη με αυτή του παγκοσμίου μέσου όρου.

34. **"Experimental verification of neutron phenomenology in lead and of transmutation by adiabatic resonance crossing in accelerator driven systems: A summary of the TARC Project at CERN"**, A. Abanades et al., NIM A 463 (2001) 586-592, [doi:10.1016/S0168-9002\(01\)00173-5](https://doi.org/10.1016/S0168-9002(01)00173-5)

Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται σε συντομία η μέθοδος και τα αποτελέσματα του πειράματος TARC (Transmutation by Adiabatic Resonance Crossing), το οποίο πραγματοποιήθηκε στις εγκαταστάσεις του επιταχυντή PS στο CERN από το 1996 έως το 1999. Στο πείραμα αυτό παράγονται νετρόνια θρυμματισμού κατά την πρόσπτωση πρωτονίων υψηλής ενέργειας σε μόλυβδο. Η ενεργειακή και η χωρική κατανομή των νετρονίων θρυμματισμού, τα οποία επιβραδύνονται στη διάταξη από μόλυβδο διαστάσεων $3.3 \times 3.3 \times 3 \text{ m}^3$ του πειράματος, καθώς και οι μετρούμενοι ρυθμοί σύλληψης νετρονίων από μακρόβια προϊόντα σχάσης όπως το ^{99}Tc και το ^{129}I δείχνουν ότι η μέθοδος της αδιαβατικής διέλευσης από συντονισμούς (ARC – Adiabatic Resonance Crossing) θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την αποτελεσματική εξουδετέρωση τέτοιων πυρηνικών αποβλήτων. Επιπλέον, τα αποτελέσματα του πειράματος επιβεβαιώνουν την ορθότητα της προσομοίωσης που χρησιμοποιήθηκε.

35. **"T-violation and CPT-invariance measurements in the CPLEAR experiment: a detailed description of the analysis of neutral-kaon decays to $\pi\pi$ "**, A. Angelopoulos et al., Eur. Phys. J. C22 (2001) 55-79, [doi:10.1007/s100520100793](https://doi.org/10.1007/s100520100793)

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται λεπτομερώς η ανάλυση γεγονότων από ημιλεπτονικές διασπάσεις ουδετέρων καονίων σε $\pi\pi$, βασισμένη στο πλήρες σύνολο γεγονότων του πειράματος CPLEAR. Με μία νέα προσέγγιση που χρησιμοποιεί την πληροφορία για την αρχική παραδοξότητα των ουδετέρων καονίων, μετρώνται οι χρονικά εξαρτημένες ασυμμετρίες των ρυθμών διάσπασης. Οι ασυμμετρίες αυτές επέτρεψαν τη συστηματική μελέτη παραμέτρων οι οποίες σχετίζονται με την παραβίαση των συμμετριών T και CPT. Αποτελέσματα της συστηματικής αυτής μελέτης ήταν η πρώτη άμεση παρατήρηση της παραβίασης της συμμετρίας T καθώς και ο άμεσος προσδιορισμός της παραβιάζουσας τη συμμετρία CPT παραμέτρου $\text{Re}(\delta)$ με ακρίβεια βελτιωμένη κατά δύο τάξεις μεγέθους σε σχέση με την τρέχουσα τιμή της βιβλιογραφίας.

36. **" $K^0 - \bar{K}^0$ transitions monitored by strong interactions: a new determination of the $K_L - K_S$ mass difference"**, A. Angelopoulos et al., Phys. Lett. B 503 (2001) 49-57, [doi:10.1016/S0370-2693\(01\)00218-0](https://doi.org/10.1016/S0370-2693(01)00218-0)

Η πειραματική διάταξη του CPLEAR, με κατάλληλη μετατροπή, χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό της διαφοράς μάζας Δm μεταξύ $K_L - K_S$ με μία μέθοδο σύμφωνα με την οποία η παραδοξότητα των ουδετέρων καονίων ελέγχεται μέσω ισχυρών αλληλεπιδράσεων χωρίς να απαιτείται κάποια ιδιαίτερη υπόθεση σχετικά με τη διατήρηση της συμμετρίας CPT στις διασπάσεις. Το αποτέλεσμα για την παράμετρο Δm , παρέχει ένα χρήσιμο δεδομένο για περαιτέρω έλεγχο της συμμετρίας CPT.

37. **"Performance of MICROMEAS with preamplification at high intensity hadron beams"**, A. Delbart et al., DAPNIA-01-04 and NIM A 478 (2002) 205-209, [doi:10.1016/S0168-9002\(01\)01758-2](https://doi.org/10.1016/S0168-9002(01)01758-2)

Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται αποτελέσματα από τη συστηματική μελέτη του ανιχνευτή Micromegas σε δέσμες αδρονίων υψηλών ενεργειών. Μελετήθηκε η πιθανότητα εκκένωσης συναρτήσεως της απολαβής για διάφορα μείγματα αερίων. Χρησιμοποιώντας ένα πλήρες σύστημα καταγραφής τροχιών αποτελούμενο από περισσότερους ανιχνευτές Micromegas, μετρήθηκαν ταυτόχρονα η απολαβή, η απόδοση, η χωρική διακριτική ικανότητα και η πιθανότητα εκκένωσης. Συζητούνται ζητήματα σχετικά με την ενδεχόμενη χρήση του ανιχνευτή σε μελλοντικούς επιταχυντές με υψηλή ροή αδρονίων.

38. **"Study of sparking in Micromegas chambers"**,

A. Bay et al., IPHE-2001-11 and NIM A 488 (2002) 162-174, [doi:10.1016/S0168-9002\(02\)00510-7](https://doi.org/10.1016/S0168-9002(02)00510-7)

Στην εργασία αυτή μελετώνται λεπτομερώς οι ιδιότητες του ανιχνευτή Micromegas ως προς την παραγωγή ηλεκτρικών εκκενώσεων. Οι μελέτες δείχνουν ότι οι εκκενώσεις κατά τη λειτουργία του ανιχνευτή σε δέσμες αδρονίων προέρχονται κατά κύριο λόγο από τις πυρηνικές αντιδράσεις των σωματιών της δέσμης με το αέριο του ανιχνευτή. Η χρήση αερίων χαμηλού Z μειώνει το ρυθμό εκκενώσεων. Αποδεικνύεται πως για τον ανιχνευτή Micromegas ισχύει το μοντέλο καταγισμού Rather. Προτείνεται μία πόλωση του ανιχνευτή που μειώνει το ρυθμό εκκενώσεων ενώ συζητούνται πιθανές βελτιώσεις της γεωμετρίας και των αερίων μειγμάτων που χρησιμοποιούνται.

39. **"Electron drift velocity measurements at high electric fields"**,

P. Colas et al., DAPNIA-01-09 and NIM A 478 (2002) 215-219, [doi:10.1016/S0168-9002\(01\)01760-0](https://doi.org/10.1016/S0168-9002(01)01760-0)

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται μία νέα μέθοδος μέτρησης της ταχύτητας ολίσθησης ηλεκτρονίων. Χρησιμοποιείται ένα παλμικό laser αζώτου στο υπεριώδες για τη διέγερση τόσο του ηλεκτροδίου ολίσθησης όσο και του πλέγματος ενός ανιχνευτή Micromegas. Η ανάγνωση των σημάτων που επάγονται στην άνοδο του ανιχνευτή πραγματοποιείται με ένα γρήγορο ενισχυτή ρεύματος. Παρατίθενται αποτελέσματα εφαρμογής της μεθόδου για διάφορα αέρια μείγματα και για ηλεκτρικά πεδία από 10 V/cm έως 14 kV/cm και συζητούνται πιθανές εφαρμογές.

40. **"Results from the TARC experiment: spallation neutron phenomenology in lead and neutron-driven nuclear transmutation by adiabatic resonance crossing"**,

A. Abanades et al., NIM A 478 (2002) 577-730, [doi:10.1016/S0168-9002\(01\)00789-6](https://doi.org/10.1016/S0168-9002(01)00789-6)

Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του πειράματος TARC (Transmutation by Adiabatic Resonance Crossing), κύριος σκοπός του οποίου ήταν αφενός να αποδείξει τη δυνατότητα χρησιμοποίησης της μεθόδου της αδιαβατικής διέλευσης από συντονισμούς (ARC – Adiabatic Resonance Crossing) για την αποτελεσματική εξουδετέρωση μακρόβιων προϊόντων σχάσης (LLFF – Long Lived Fission Fragments) σε συστήματα οδηγούμενα από επιταχυντές (ADS – Accelerator-Driven Systems) και αφετέρου να επιβεβαιώσει την ορθότητα της προσομοίωσης που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος «Energy Amplifier». Η πειραματική διάταξη από μόλυβδο διαστάσεων $3.3 \times 3.3 \times 3 \text{ m}^3$ εγκαταστάθηκε σε μία γραμμή δέσμης πρωτονίων του επιταχυντή PS στο CERN, για να μελετηθεί πώς τα παραγόμενα νετρόνια θρυμματισμού υψηλής σχετικά ενέργειας ($E_n \geq 1 \text{ MeV}$) επιβραδύνονται σχεδόν αδιαβατικά (με σχεδόν επίπεδη ισοληθαργική ενεργειακή κατανομή) και φθάνουν σε ενέργεια που αντιστοιχεί σε συντονισμό σύλληψης του νετρονίου από ένα στοιχείο προς μεταστοιχείωση, στην οποία η πιθανότητα σύλληψης είναι μεγάλη. Μετρήθηκαν οι ενεργειακές και χωρικές κατανομές του νετρονικού πεδίου που προκύπτει από την πρόσπτωση πρωτονίων ορμής 2.5 και 3.5 GeV/c στην πειραματική διάταξη, καθώς και ρυθμοί σύλληψης νετρονίων από μακρόβια προϊόντα σχάσης όπως το ^{99}Tc και το ^{129}I . Αναπτύχθηκαν και ελέγχθηκαν για την ορθότητά τους κατάλληλα υπολογιστικά εργαλεία τόσο για την προσομοίωση του πειράματος όσο και για την ανάλυση των πειραματικών δεδομένων. Η άμεση πειραματική παρατήρηση της μεθόδου ARC δείχνει πως είναι δυνατή η καταστροφή μεγάλων ποσοτήτων LLFF, με ρυθμό μεγαλύτερο αυτού της παραγωγής τους. Επιπλέον, η μέθοδος ανοίγει νέες προοπτικές για την παραγωγή ραδιοϊσοτόπων, εναλλακτικά προς την παραγωγή σε πυρηνικούς αντιδραστήρες, ειδικότερα για ιατρικές εφαρμογές, στη νετρονική έρευνα και σε βιομηχανικές εφαρμογές.

41. **"Physics at CPLEAR"**,

A. Angelopoulos et al., Phys. Rept. 374 (2003) 165-270, [doi:10.1016/S0370-1573\(02\)00367-8](https://doi.org/10.1016/S0370-1573(02)00367-8)

Ο δακτύλιος LEAR στο CERN παρείχε τη δυνατότητα μελέτης των συμμετριών που σχετίζονται με την ύλη και την αντιύλη. Το CPLEAR ήταν ένα πείραμα που αφιερώθηκε στη μελέτη των συμμετριών CP, T και CPT στο σύστημα των ουδετέρων καονίων. Η λήψη διαφόρων μετρήσεων με τον ανιχνευτή του πειράματος CPLEAR μάζε επέτρεψε να προσδιορίσουμε με υψηλή ακρίβεια τις παραμέτρους που περιγράφουν τη χρονική εξέλιξη των ουδετέρων καονίων και των αντισωματιών τους, συμπεριλαμβανομένων των πλατών διάσπασής τους, και τις ιδιότητες των αντίστοιχων συμμετριών. Το CPLEAR έθεσε όρια σχετικά με κβαντομηχανικές προβλέψεις ή την αρχή της ισοδυναμίας στη γενική θεωρία της σχετικότητας. Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται τα κυριότερα χαρακτηριστικά και οι επιδόσεις του πειράματος CPLEAR, καθώς και τα αποτελέσματα που επιτεύχθηκαν.

42. **"Measurement of the n_TOF beam profile with a micromegas detector"**,

J. Pancin et al., NIM A 524 (2004) 102-114, [doi:10.1016/j.nima.2004.01.055](https://doi.org/10.1016/j.nima.2004.01.055)

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται η χρήση ενός ανιχνευτή Micromegas για τον προσδιορισμό του προφίλ της δέσμης νετρονίων στην εγκατάσταση n_TOF (neutron Time Of Flight) του CERN. Η χωρική κατανομή της δέσμης μελετήθηκε σε συνάρτηση με την κινητική ενέργεια των νετρονίων. Αυτό επιτεύχθηκε για μία ευρεία περιοχή ενεργειών χρησιμοποιώντας δύο συμπληρωματικές διαδικασίες: στις χαμηλές ενέργειες μέσω της αντίδρασης $^6\text{Li}(n, \alpha)t$ και στις υψηλές ενέργειες μέσω ελαστικών σκεδάσεων των νετρονίων στους πυρήνες του αερίου του ανιχνευτή (Αργό + ισοβουτάνιο ή Ήλιο + ισοβουτάνιο). Τα πειραματικά δεδομένα συγκρίνονται με δεδομένα από

προσομοίωση Monte Carlo του συστήματος. Το προφίλ της δέσμης νετρονίων προσαρμόζεται σε μία αναλυτική συνάρτηση με ικανοποιητική ακρίβεια, επιτρέποντας τη χρήση της σε πειράματα σύλληψης νετρονίων στην εγκατάσταση n_TOF του CERN.

43. **"Results of the first performance tests of the CMS electromagnetic calorimeter"**,
P. Adzic et al., Eur. Phys. J. C44S2 (2006) 1-10, [doi:10.1140/epjcd/s2005-02-011-3](https://doi.org/10.1140/epjcd/s2005-02-011-3)

Στην εργασία αυτή παρουσιάζονται αποτελέσματα από ελέγχους των επιδόσεων του ηλεκτρομαγνητικού καλοριμέτρου (ECAL) του πειράματος CMS, που πραγματοποιήθηκαν σε μονάδες του υποσυστήματος «barrel» τα έτη 2002 και 2003. Ένας έλεγχος σε δέσμες ηλεκτρονίων υψηλής ενέργειας έγινε στο τέλος του 2003 για την πιστοποίηση των νέων ηλεκτρονικών μονάδων Very Front End. Στους ελέγχους αυτούς χρησιμοποιήθηκαν οι τελικές εκδόσεις των συστημάτων παρακολούθησης και ψύξης, καθώς και της ρύθμισης υψηλών και χαμηλών τάσεων. Τα αποτελέσματα είναι εντός των προδιαγραφών που τέθηκαν, συμπεριλαμβανομένων αυτών του θορύβου και της συνολικής ενεργειακής διακριτικής ικανότητας που απαιτούνται για την επίτευξη του προγράμματος φυσικής του πειράματος CMS στον επιταχυντή LHC του CERN.

44. **"Detection of muons at 150 GeV/c with a CMS Preshower prototype"**,
D. Barney et al., NIM A 564 (2006) 126 - 133, [doi:10.1016/j.nima.2006.03.031](https://doi.org/10.1016/j.nima.2006.03.031)

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται η ανάλυση των δεδομένων με μόνια ορμής 150 GeV/c, που ελήφθησαν κατά τη διάρκεια ελέγχων ενός πρωτοτύπου του ανιχνευτή Preshower του πειράματος CMS στη γραμμή H4 του επιταχυντή SPS του CERN το 2004. Η εξαγωγή του σήματος που επάγουν τα μόνια στον ανιχνευτή Preshower είναι δυνατή μετά από την αφαίρεση των τιμών κατοφλίου και του κοινού θορύβου των ηλεκτρονικών καρτών ανάγνωσης των αισθητήρων πυριτίου. Επίσης παρουσιάζονται τα αποτελέσματα προσομοίωσης Monte Carlo του συστήματος (η οποία βασίζεται στο λογισμικό Geant-4), τα οποία είναι σε εξαιρετική συμφωνία με αυτά των πειραματικών δεδομένων. Τέλος αποδεικνύεται ότι συνδυάζοντας τα αποτελέσματα της ανάλυσης των πραγματικών δεδομένων με αυτά της προσομοίωσης, μπορούμε να επιτύχουμε μία απόλυτη βαθμονόμηση του ανιχνευτικού συστήματος Preshower του CMS.

45. **"Reconstruction of the signal amplitude of the CMS electromagnetic calorimeter"**,
P. Adzic et al., Eur. Phys. J. C46 (2006) 23-35, [doi:10.1140/epjcd/s2006-02-002-x](https://doi.org/10.1140/epjcd/s2006-02-002-x)

The amplitude of the signal collected from the PbWO₄ crystals of the CMS electromagnetic calorimeter is reconstructed by a digital filtering technique. The amplitude reconstruction has been studied with test beam data recorded from a fully equipped barrel supermodule. Issues specific to data taken in the test beam are investigated, and the implementation of the method for CMS data taking is discussed.

46. **"CMS technical design report, volume II: Physics performance"**,
The CMS Collaboration (G.L. Bayatian et al.), J. Phys. G34 (2007) 995-1579, [doi:10.1088/0954-3899/34/6/S01](https://doi.org/10.1088/0954-3899/34/6/S01)

CMS is a general purpose experiment, designed to study the physics of pp collisions at 14 TeV at the Large Hadron Collider (LHC). It currently involves more than 2000 physicists from more than 150 institutes and 37 countries. The LHC will provide extraordinary opportunities for particle physics based on its unprecedented collision energy and luminosity when it begins operation in 2007.

The principal aim of this report is to present the strategy of CMS to explore the rich physics programme offered by the LHC. This volume demonstrates the physics capability of the CMS experiment. The prime goals of CMS are to explore physics at the TeV scale and to study the mechanism of electroweak symmetry breaking—through the discovery of the Higgs particle or otherwise. To carry out this task, CMS must be prepared to search for new particles, such as the Higgs boson or supersymmetric partners of the Standard Model particles, from the start-up of the LHC since new physics at the TeV scale may manifest itself with modest data samples of the order of a few fb⁻¹ or less.

The analysis tools that have been developed are applied to study in great detail and with all the methodology of performing an analysis on CMS data specific benchmark processes upon which to gauge the performance of CMS. These processes cover several Higgs boson decay channels, the production and decay of new particles such as Z' and supersymmetric particles, B_s production and processes in heavy ion collisions. The simulation of these benchmark processes includes subtle effects such as possible detector miscalibration and misalignment. Besides these benchmark processes, the physics reach of CMS is studied for a large number of signatures arising in the Standard Model and also in theories beyond the Standard Model for integrated luminosities ranging from 1 fb⁻¹ to 30 fb⁻¹. The Standard Model processes include QCD, B-physics, diffraction, detailed studies of the top quark properties, and electroweak physics topics such as the W and Z⁰ boson properties. The production and decay of the Higgs particle is studied for many observable decays, and the precision with which the Higgs boson properties can be derived is determined. About ten different supersymmetry benchmark points are analysed using full simulation. The CMS discovery reach is evaluated in the SUSY parameter space covering a large variety of decay signatures. Furthermore, the discovery reach for a plethora of alternative models for new physics is explored, notably extra dimensions, new vector boson high mass states, little Higgs models, technicolour and others. Methods to

discriminate between models have been investigated.

This report is organized as follows. Chapter 1, the Introduction, describes the context of this document. Chapters 2–6 describe examples of full analyses, with photons, electrons, muons, jets, missing E_T , B-mesons and τ 's, and for quarkonia in heavy ion collisions. Chapters 7–15 describe the physics reach for Standard Model processes, Higgs discovery and searches for new physics beyond the Standard Model.

47. **"Energy resolution of the barrel of the CMS Electromagnetic Calorimeter"**,

P. Adzic et al., JINST 2 (2007) P04004, [doi:10.1088/1748-0221/2/04/P04004](https://doi.org/10.1088/1748-0221/2/04/P04004)

The energy resolution of the barrel part of the CMS Electromagnetic Calorimeter has been studied using electrons of 20 to 250 GeV in a test beam. The incident electron's energy was reconstructed by summing the energy measured in arrays of 3×3 or 5×5 channels. There was no significant amount of correlated noise observed within these arrays. For electrons incident at the centre of the studied 3×3 arrays of crystals, the mean stochastic term was measured to be 2.8% and the mean constant term to be 0.3%. The amount of the incident electrons' energy which is contained within the array depends on its position of incidence. The variation of the containment with position is corrected for using the distribution of the measured energy within the array. For uniform illumination of a crystal with 120 GeV electrons a resolution of 0.5% was achieved. The energy resolution meets the design goal for the detector.

48. **"The ATLAS Experiment at the CERN Large Hadron Collider"**,

The ATLAS Collaboration (G. Aad et al.), JINST 3 (2008) S08003, [doi:10.1088/1748-0221/3/08/S08003](https://doi.org/10.1088/1748-0221/3/08/S08003)

The ATLAS detector as installed in its experimental cavern at point 1 at CERN is described in this paper. A brief overview of the expected performance of the detector when the Large Hadron Collider begins operation is also presented.

49. **"The CMS experiment at the CERN LHC"**,

The CMS Collaboration (R. Adolphi et al.), JINST 3 (2008) S08004, [doi:10.1088/1748-0221/3/08/S08004](https://doi.org/10.1088/1748-0221/3/08/S08004)

The Compact Muon Solenoid (CMS) detector is described. The detector operates at the Large Hadron Collider (LHC) at CERN. It was conceived to study proton-proton (and lead-lead) collisions at a centre-of-mass energy of 14 TeV (5.5 TeV nucleon-nucleon) and at luminosities up to $10^{34} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ($10^{27} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$). At the core of the CMS detector sits a high-magnetic-field and large-bore superconducting solenoid surrounding an all-silicon pixel and strip tracker, a lead-tungstate scintillating-crystals electromagnetic calorimeter, and a brass-scintillator sampling hadron calorimeter. The iron yoke of the flux-return is instrumented with four stations of muon detectors covering most of the 4π solid angle. Forward sampling calorimeters extend the pseudorapidity coverage to high values ($|\eta| \leq 5$) assuring very good hermeticity. The overall dimensions of the CMS detector are a length of 21.6 m, a diameter of 14.6 m and a total weight of 12500 t.

50. **"The CMS barrel calorimeter response to particle beams from 2 to 350 GeV/c"**,

S. Abdullin et al., Eur. Phys. J. C60 (2009) 359-373, [doi:10.1140/epjc/s10052-009-0959-5](https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-009-0959-5)

The response of the CMS barrel calorimeter (electromagnetic plus hadronic) to hadrons, electrons and muons over a wide momentum range from 2 to 350 GeV/c has been measured. To our knowledge, this is the widest range of momenta in which any calorimeter system has been studied. These tests, carried out at the H2 beam-line at CERN, provide a wealth of information, especially at low energies. The analysis of the differences in calorimeter response to charged pions, kaons, protons and antiprotons and a detailed discussion of the underlying phenomena are presented. We also show techniques that apply corrections to the signals from the considerably different electromagnetic (EB) and hadronic (HB) barrel calorimeters in reconstructing the energies of hadrons. Above 5 GeV/c, these corrections improve the energy resolution of the combined system where the stochastic term equals $84.7 \pm 1.6\%$ and the constant term is $7.4 \pm 0.8\%$. The corrected mean response remains constant within 1.3% *rms*.

51. **"CMS physics technical design report: Addendum on high density QCD with heavy ions"**,

The CMS Collaboration (D. d'Enterria et al.), J. Phys. G34 (2007) 2307-2455, [doi:10.1088/0954-3899/34/11/008](https://doi.org/10.1088/0954-3899/34/11/008)

This report presents the capabilities of the CMS experiment to explore the rich heavy-ion physics programme offered by the CERN Large Hadron Collider (LHC). The collisions of lead nuclei at energies $\sqrt{s_{NN}} = 5.5$ TeV, will probe quark and gluon matter at unprecedented values of energy density. The prime goal of this research is to study the fundamental theory of the strong interaction — Quantum Chromodynamics (QCD) — in extreme conditions of temperature, density and parton momentum fraction (low- x). This report covers in detail the potential of CMS to carry out a series of representative Pb-Pb measurements. These include "bulk" observables, (charged hadron multiplicity, low p_T inclusive hadron identified spectra and elliptic flow) which provide information on the collective properties of the system, as well as perturbative probes such as quarkonia, heavy-quarks, jets and high p_T

hadrons which yield "tomographic" information of the hottest and densest phases of the reaction.

52. **"Intercalibration of the barrel electromagnetic calorimeter of the CMS experiment at start-up"**,
P. Adzic et al., JINST 3 (2008) P10007, [doi:10.1088/1748-0221/3/10/P10007](https://doi.org/10.1088/1748-0221/3/10/P10007)

Calibration of the relative response of the individual channels of the barrel electromagnetic calorimeter of the CMS detector was accomplished, before installation, with cosmic ray muons and test beams. One fourth of the calorimeter was exposed to a beam of high energy electrons and the relative calibration of the channels, the intercalibration, was found to be reproducible to a precision of about 0.3%. Additionally, data were collected with cosmic rays for the entire ECAL barrel during the commissioning phase. By comparing the intercalibration constants obtained with the electron beam data with those from the cosmic ray data, it is demonstrated that the latter provide an intercalibration precision of 1.5% over most of the barrel ECAL. The best intercalibration precision is expected to come from the analysis of events collected in situ during the LHC operation. Using data collected with both electrons and pion beams, several aspects of the intercalibration procedures based on electrons or neutral pions were investigated.

53. **"Radiation hardness qualification of PbWO₄ scintillation crystals for the CMS Electromagnetic Calorimeter"**,
P. Adzic et al., JINST 5 (2010) P03010, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/P03010](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/P03010)

Ensuring the radiation hardness of PbWO₄ crystals was one of the main priorities during the construction of the electromagnetic calorimeter of the CMS experiment at CERN. The production on an industrial scale of radiation hard crystals and their certification over a period of several years represented a difficult challenge both for CMS and for the crystal suppliers. The present article reviews the related scientific and technological problems encountered.

54. **"Alignment of the CMS Silicon Tracker during Commissioning with Cosmic Rays"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03009, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03009](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03009)

The CMS silicon tracker, consisting of 1440 silicon pixel and 15 148 silicon strip detector modules, has been aligned using more than three million cosmic ray charged particles, with additional information from optical surveys. The positions of the modules were determined with respect to cosmic ray trajectories to an average precision of 3–4 microns RMS in the barrel and 3–14 microns RMS in the endcap in the most sensitive coordinate. The results have been validated by several studies, including laser beam cross-checks, track fit self-consistency, track residuals in overlapping module regions, and track parameter resolution, and are compared with predictions obtained from simulation. Correlated systematic effects have been investigated. The track parameter resolutions obtained with this alignment are close to the design performance.

55. **"Performance and Operation of the CMS Electromagnetic Calorimeter"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03010, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03010](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03010)

The operation and general performance of the CMS electromagnetic calorimeter using cosmic-ray muons are described. These muons were recorded after the closure of the CMS detector in late 2008. The calorimeter is made of lead tungstate crystals and the overall status of the 75 848 channels corresponding to the barrel and endcap detectors is reported. The stability of crucial operational parameters, such as high voltage, temperature and electronic noise, is summarised and the performance of the light monitoring system is presented.

56. **"Precise Mapping of the Magnetic Field in the CMS Barrel Yoke using Cosmic Rays"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03021, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03021](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03021)

The CMS detector is designed around a large 4 T superconducting solenoid, enclosed in a 12 000-tonne steel return yoke. A detailed map of the magnetic field is required for the accurate simulation and reconstruction of physics events in the CMS detector, not only in the inner tracking region inside the solenoid but also in the large and complex structure of the steel yoke, which is instrumented with muon chambers. Using a large sample of cosmic muon events collected by CMS in 2008, the field in the steel of the barrel yoke has been determined with a precision of 3 to 8% depending on the location.

57. **"Alignment of the CMS Muon System with Cosmic-Ray and Beam- Halo Muons"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03020, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03020](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03020)

The CMS muon system has been aligned using cosmic-ray muons collected in 2008 and beam-halo muons from the 2008 LHC circulating beam tests. After alignment, the resolution of the most sensitive coordinate is 80 microns for the relative positions of superlayers in the same barrel chamber and 270 microns for the relative positions of endcap chambers in the same ring structure. The resolution on the position of the central barrel chambers relative to the tracker is comprised between two extreme estimates, 200 and 700 microns, provided by two complementary

studies. With minor modifications, the alignment procedures can be applied using muons from LHC collisions, leading to additional significant improvements.

58. **"Time Reconstruction and Performance of the CMS Electromagnetic Calorimeter"**,

The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03011, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03011](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03011)

The resolution and the linearity of time measurements made with the CMS electromagnetic calorimeter are studied with samples of data from test beam electrons, cosmic rays, and beam-produced muons. The resulting time resolution measured by lead tungstate crystals is better than 100 ps for energy deposits larger than 10 GeV. Crystal-to-crystal synchronization with a precision of 500 ps is performed using muons produced with the first LHC beams in 2008.

59. **"Performance Study of the CMS Barrel Resistive Plate Chambers with Cosmic Rays"**,

The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03017, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03017](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03017)

In October and November 2008, the CMS collaboration conducted a programme of cosmic ray data taking, which has recorded about 270 million events. The Resistive Plate Chamber system, which is part of the CMS muon detection system, was successfully operated in the full barrel. More than 98% of the channels were operational during the exercise with typical detection efficiency of 90%. In this paper, the performance of the detector during these dedicated runs is reported.

60. **"Aligning the CMS Muon Chambers with the Muon Alignment System during an Extended Cosmic Ray Run"**,

The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03019, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03019](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03019)

The alignment system for the muon spectrometer of the CMS detector comprises three independent subsystems of optical and analog position sensors. It aligns muon chambers with respect to each other and to the central silicon tracker. System commissioning at full magnetic field began in 2008 during an extended cosmic ray run. The system succeeded in tracking muon detector movements of up to 18 mm and rotations of several milliradians under magnetic forces. Depending on coordinate and subsystem, the system achieved chamber alignment precisions of 140–350 μm and 30–200 μrad , close to the precision requirements of the experiment. Systematic errors on absolute positions are estimated to be 340–590 μm based on comparisons with independent photogrammetry measurements.

61. **"CMS Data Processing Workflows during an Extended Cosmic Ray Run"**,

The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03006, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03006](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03006)

The CMS Collaboration conducted a month-long data taking exercise, the Cosmic Run At Four Tesla, during October–November 2008, with the goal of commissioning the experiment for extended operation. With all installed detector systems participating, CMS recorded 270 million cosmic ray events with the solenoid at a magnetic field strength of 3.8 T. This paper describes the data flow from the detector through the various online and offline computing systems, as well as the workflows used for recording the data, for aligning and calibrating the detector, and for analysis of the data.

62. **"Commissioning of the CMS Experiment and the Cosmic Run at Four Tesla"**,

The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03001, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03001](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03001)

The CMS Collaboration conducted a month-long data-taking exercise known as the Cosmic Run At Four Tesla in late 2008 in order to complete the commissioning of the experiment for extended operation. The operational lessons resulting from this exercise were addressed in the subsequent shutdown to better prepare CMS for LHC beams in 2009. The cosmic data collected have been invaluable to study the performance of the detectors, to commission the alignment and calibration techniques, and to make several cosmic ray measurements. The experimental setup, conditions, and principal achievements from this data-taking exercise are described along with a review of the preceding integration activities.

63. **"Performance of the CMS Drift Tube Chambers with Cosmic Rays"**,

The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03015, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03015](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03015)

Studies of the performance of the CMS drift tube barrel muon system are described, with results based on data collected during the CMS Cosmic Run at Four Tesla. For most of these data, the solenoidal magnet was operated with a central field of 3.8 T. The analysis of data from 246 out of a total of 250 chambers indicates a very good muon reconstruction capability, with a coordinate resolution for a single hit of about 260 μm , and a nearly 100% efficiency for the drift tube cells. The resolution of the track direction measured in the bending plane is about 1.8 mrad, and the efficiency to reconstruct a segment in a single chamber is higher than 99%. The CMS simulation of cosmic rays reproduces well the performance of the barrel muon detector.

64. **"Performance of CMS Hadron Calorimeter Timing and Synchronization using Test Beam, Cosmic Ray, and LHC Beam Data"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03013, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03013](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03013)

This paper discusses the design and performance of the time measurement technique and of the synchronization systems of the CMS hadron calorimeter. Time measurement performance results are presented from test beam data taken in the years 2004 and 2006. For hadronic showers of energy greater than 100 GeV, the timing resolution is measured to be about 1.2 ns. Time synchronization and out-of-time background rejection results are presented from the Cosmic Run At Four Tesla and LHC beam runs taken in the Autumn of 2008. The inter-channel synchronization is measured to be within ± 2 ns.

65. **"Identification and Filtering of Uncharacteristic Noise in the CMS Hadron Calorimeter"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03014, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03014](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03014)

Commissioning studies of the CMS hadron calorimeter have identified sporadic uncharacteristic noise and a small number of malfunctioning calorimeter channels. Algorithms have been developed to identify and address these problems in the data. The methods have been tested on cosmic ray muon data, calorimeter noise data, and single beam data collected with CMS in 2008. The noise rejection algorithms can be applied to LHC collision data at the trigger level or in the offline analysis. The application of the algorithms at the trigger level is shown to remove 90% of noise events with fake missing transverse energy above 100 GeV, which is sufficient for the CMS physics trigger operation.

66. **"Commissioning of the CMS High-Level Trigger with Cosmic Rays"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03005, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03005](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03005)

The CMS High-Level Trigger (HLT) is responsible for ensuring that data samples with potentially interesting events are recorded with high efficiency and good quality. This paper gives an overview of the HLT and focuses on its commissioning using cosmic rays. The selection of triggers that were deployed is presented and the online grouping of triggered events into streams and primary datasets is discussed. Tools for online and offline data quality monitoring for the HLT are described, and the operational performance of the muon HLT algorithms is reviewed. The average time taken for the HLT selection and its dependence on detector and operating conditions are presented. The HLT performed reliably and helped provide a large dataset. This dataset has proven to be invaluable for understanding the performance of the trigger and the CMS experiment as a whole.

67. **"Performance of the CMS drift-tube chamber local trigger with cosmic rays"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03003, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03003](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03003)

The performance of the Local Trigger based on the drift-tube system of the CMS experiment has been studied using muons from cosmic ray events collected during the commissioning of the detector in 2008. The properties of the system are extensively tested and compared with the simulation. The effect of the random arrival time of the cosmic rays on the trigger performance is reported, and the results are compared with the design expectations for proton-proton collisions and with previous measurements obtained with muon beams.

68. **"Calibration of the CMS Drift Tube Chambers and Measurement of the Drift Velocity with Cosmic Rays"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03016, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03016](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03016)

This paper describes the calibration procedure for the drift tubes of the CMS barrel muon system and reports the main results obtained with data collected during a high statistics cosmic ray data-taking period. The main goal of the calibration is to determine, for each drift cell, the minimum time delay for signals relative to the trigger, accounting for the drift velocity within the cell. The accuracy of the calibration procedure is influenced by the random arrival time of the cosmic muons relative to the LHC clock cycle. A more refined analysis of the drift velocity was performed during the offline reconstruction phase, which takes into account this feature of cosmic ray events.

69. **"Fine Synchronization of the CMS Muon Drift-Tube Local Trigger using Cosmic Rays"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03004, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03004](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03004)

The CMS experiment uses self-triggering arrays of drift tubes in the barrel muon trigger to perform the identification of the correct bunch crossing. The identification is unique only if the trigger chain is correctly synchronized. In this paper, the synchronization performed during an extended cosmic ray run is described and the results are reported. The random arrival time of cosmic ray muons allowed several synchronization aspects to be studied and a simple method for the fine synchronization of the Drift Tube Local Trigger at LHC to be developed.

70. **"Performance of the CMS Hadron Calorimeter with Cosmic Ray Muons and LHC Beam Data"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03012, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03012](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03012)

The CMS Hadron Calorimeter in the barrel, endcap and forward regions is fully commissioned. Cosmic ray data were taken with and without magnetic field at the surface hall and after installation in the experimental hall, hundred meters underground. Various measurements were also performed during the few days of beam in the LHC in September 2008. Calibration parameters were extracted, and the energy response of the HCAL determined from test beam data has been checked.

71. **"Performance of the CMS Cathode Strip Chambers with Cosmic Rays"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03018, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03018](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03018)

The Cathode Strip Chambers (CSCs) constitute the primary muon tracking device in the CMS endcaps. Their performance has been evaluated using data taken during a cosmic ray run in fall 2008. Measured noise levels are low, with the number of noisy channels well below 1%. Coordinate resolution was measured for all types of chambers, and fall in the range 47 μ m to 243 μ m. The efficiencies for local charged track triggers, for hit and for segments reconstruction were measured, and are above 99%. The timing resolution per layer is approximately 5 ns.

72. **"Performance of CMS Muon Reconstruction in Cosmic-Ray Events"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03022, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03022](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03022)

The performance of muon reconstruction in CMS is evaluated using a large data sample of cosmic-ray muons recorded in 2008. Efficiencies of various high-level trigger, identification, and reconstruction algorithms have been measured for a broad range of muon momenta, and were found to be in good agreement with expectations from Monte Carlo simulation. The relative momentum resolution for muons crossing the barrel part of the detector is better than 1% at 10 GeV/c and is about 8% at 500 GeV/c, the latter being only a factor of two worse than expected with ideal alignment conditions. Muon charge misassignment ranges from less than 0.01% at 10 GeV/c to about 1% at 500 GeV/c.

73. **"Commissioning and Performance of the CMS Silicon Strip Tracker with Cosmic Ray Muons"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03008, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03008](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03008)

During autumn 2008, the Silicon Strip Tracker was operated with the full CMS experiment in a comprehensive test, in the presence of the 3.8 T magnetic field produced by the CMS superconducting solenoid. Cosmic ray muons were detected in the muon chambers and used to trigger the readout of all CMS sub-detectors. About 15 million events with a muon in the tracker were collected. The efficiency of hit and track reconstruction were measured to be higher than 99% and consistent with expectations from Monte Carlo simulation. This article details the commissioning and performance of the Silicon Strip Tracker with cosmic ray muons.

74. **"Measurement of the Muon Stopping Power in Lead Tungstate"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) P03007, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/P03007](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/P03007)

A large sample of cosmic ray events collected by the CMS detector is exploited to measure the specific energy loss of muons in the lead tungstate (PbWO₄) of the electromagnetic calorimeter. The measurement spans a momentum range from 5 GeV/c to 1 TeV/c. The results are consistent with the expectations over the entire range. The calorimeter energy scale, set with 120 GeV/c electrons, is validated down to the sub-GeV region using energy deposits, of order 100 MeV, associated with low-momentum muons. The muon critical energy in PbWO₄ is measured to be 160⁺⁵₋₆(stat.) \pm 8(syst.) GeV, in agreement with expectations. This is the first experimental determination of muon critical energy.

75. **"Performance of the CMS Level-1 Trigger during Commissioning with Cosmic Ray Muons and LHC Beams"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03002, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03002](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03002)

The CMS Level-1 trigger was used to select cosmic ray muons and LHC beam events during data-taking runs in 2008, and to estimate the level of detector noise. This paper describes the trigger components used, the algorithms that were executed, and the trigger synchronisation. Using data from extended cosmic ray runs, the muon, electron/photon, and jet triggers have been validated, and their performance evaluated. Efficiencies were found to be high, resolutions were found to be good, and rates as expected.

76. **"Commissioning and Performance of the CMS Pixel Tracker with Cosmic Ray Muons"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), JINST 5 (2010) T03007, [doi:10.1088/1748-0221/5/03/T03007](https://doi.org/10.1088/1748-0221/5/03/T03007)

The pixel detector of the Compact Muon Solenoid experiment consists of three barrel layers and two disks for each

endcap. The detector was installed in summer 2008, commissioned with charge injections, and operated in the 3.8 T magnetic field during cosmic ray data taking. This paper reports on the first running experience and presents results on the pixel tracker performance, which are found to be in line with the design specifications of this detector. The transverse impact parameter resolution measured in a sample of high momentum muons is 18 microns.

77. **"Charged-particle multiplicities in pp interactions at $\sqrt{s} = 900$ GeV measured with the ATLAS detector at the LHC"**,

The ATLAS Collaboration (G. Aad et al.), Phys. Lett. B688 (2010) 21-42, [doi:10.1016/j.physletb.2010.03.064](https://doi.org/10.1016/j.physletb.2010.03.064)

The first measurements from proton–proton collisions recorded with the ATLAS detector at the LHC are presented. Data were collected in December 2009 using a minimum-bias trigger during collisions at a centre-of-mass energy of 900 GeV. The charged-particle multiplicity, its dependence on transverse momentum and pseudorapidity, and the relationship between mean transverse momentum and charged-particle multiplicity are measured for events with at least one charged particle in the kinematic range $|\eta| < 2.5$ and $p_T > 500$ MeV. The measurements are compared to Monte Carlo models of proton–proton collisions and to results from other experiments at the same centre-of-mass energy. The charged-particle multiplicity per event and unit of pseudorapidity at $\eta=0$ is measured to be $1.333 \pm 0.003(\text{stat.}) \pm 0.040(\text{syst.})$, which is 5–15% higher than the Monte Carlo models predict.

78. **"First measurement of the underlying event activity at the LHC with $\sqrt{s} = 0.9$ TeV"**,

The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), Eur. Phys. J. C70 (2010) 555-572, [doi:10.1140/epjc/s10052-010-1453-9](https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-010-1453-9)

A measurement of the underlying activity in scattering processes with p_T scale in the GeV region is performed in proton–proton collisions at $\sqrt{s}=0.9$ TeV, using data collected by the CMS experiment at the LHC. Charged particle production is studied with reference to the direction of a leading object, either a charged particle or a set of charged particles forming a jet. Predictions of several QCD-inspired models as implemented in PYTHIA are compared, after full detector simulation, to the data. The models generally predict too little production of charged particles with pseudorapidity $|\eta| < 2$, $p_T > 0.5$ GeV/c, and azimuthal direction transverse to that of the leading object.

79. **"CMS Tracking Performance Results from early LHC Operation"**,

The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), Eur. Phys. J. C70 (2010) 1165-1192, [doi:10.1140/epjc/s10052-010-1491-3](https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-010-1491-3)

The first LHC pp collisions at centre-of-mass energies of 0.9 and 2.36 TeV were recorded by the CMS detector in December 2009. The trajectories of charged particles produced in the collisions were reconstructed using the all-silicon Tracker and their momenta were measured in the 3.8 T axial magnetic field. Results from the Tracker commissioning are presented including studies of timing, efficiency, signal-to-noise, resolution, and ionization energy. Reconstructed tracks are used to benchmark the performance in terms of track and vertex resolutions, reconstruction of decays, estimation of ionization energy loss, as well as identification of photon conversions, nuclear interactions, and heavy-flavour decays.

80. **"Transverse momentum and pseudorapidity distributions of charged hadrons in pp collisions at $\sqrt{s} = 0.9$ and 2.36 TeV"**,

The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), JHEP 02 (2010) 041, [doi:10.1007/JHEP02\(2010\)041](https://doi.org/10.1007/JHEP02(2010)041)

Measurements of inclusive charged-hadron transverse-momentum and pseudorapidity distributions are presented for proton-proton collisions at $\sqrt{s}=0.9$ and 2.36 TeV. The data were collected with the CMS detector during the LHC commissioning in December 2009. For non-single-diffractive interactions, the average charged-hadron transverse momentum is measured to be $0.46 \pm 0.01(\text{stat.}) \pm 0.01(\text{syst.})$ GeV/c at 0.9 TeV and $0.50 \pm 0.01(\text{stat.}) \pm 0.01(\text{syst.})$ GeV/c at 2.36 TeV, for pseudorapidities between -2.4 and $+2.4$. At these energies, the measured pseudorapidity densities in the central region, $dN_{\text{ch}}/d\eta|_{|\eta| < 0.5}$, are $3.48 \pm 0.02(\text{stat.}) \pm 0.13(\text{syst.})$ and $4.47 \pm 0.04(\text{stat.}) \pm 0.16(\text{syst.})$, respectively. The results at 0.9 TeV are in agreement with previous measurements and confirm the expectation of near equal hadron production in pp and pp collisions. The results at 2.36 TeV represent the highest-energy measurements at a particle collider to date.

81. **"First Measurement of Bose-Einstein Correlations in Proton-Proton Collisions at $\sqrt{s}=0.9$ and 2.36 TeV at the LHC"**,

The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), Phys. Rev. Lett. 105 (2010) 032001, [doi:10.1103/PhysRevLett.105.032001](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.105.032001)

Bose-Einstein correlations have been measured using samples of proton-proton collisions at 0.9 and 2.36 TeV center-of-mass energies, recorded by the CMS experiment at the CERN Large Hadron Collider. The signal is observed in the form of an enhancement of pairs of same-sign charged particles with small relative four-momentum. The size of the correlated particle emission region is seen to increase significantly with the particle

multiplicity of the event.

82. **"Transverse-momentum and pseudorapidity distributions of charged hadrons in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV"**,

The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), Phys. Rev. Lett. 105 (2010) 022002, [doi:10.1103/PhysRevLett.105.022002](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.105.022002)

Charged-hadron transverse-momentum and pseudorapidity distributions in proton-proton collisions at $\sqrt{s}=7$ TeV are measured with the inner tracking system of the CMS detector at the LHC. The charged-hadron yield is obtained by counting the number of reconstructed hits, hit pairs, and fully reconstructed charged-particle tracks. The combination of the three methods gives a charged-particle multiplicity per unit of pseudorapidity $dN_{\text{ch}}/d\eta|_{|\eta|<0.5}=5.78\pm 0.01(\text{stat})\pm 0.23(\text{syst})$ for non-single-diffractive events, higher than predicted by commonly used models. The relative increase in charged-particle multiplicity from $\sqrt{s}=0.9$ to 7 TeV is $[66.1\pm 1.0(\text{stat})\pm 4.2(\text{syst})]\%$. The mean transverse momentum is measured to be $0.545\pm 0.005(\text{stat})\pm 0.015(\text{syst})$ GeV/c. The results are compared with similar measurements at lower energies.

83. **"Measurement of the charge ratio of atmospheric muons with the CMS detector"**,

The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), Phys. Lett. B692 (2010) 83-104, [doi:10.1016/j.physletb.2010.07.033](https://doi.org/10.1016/j.physletb.2010.07.033)

We present a measurement of the ratio of positive to negative muon fluxes from cosmic ray interactions in the atmosphere, using data collected by the CMS detector both at ground level and in the underground experimental cavern at the CERN LHC. Muons were detected in the momentum range from 5 GeV/c to 1 TeV/c. The surface flux ratio is measured to be $1.2766\pm 0.0032(\text{stat.})\pm 0.0032(\text{syst.})$, independent of the muon momentum, below 100 GeV/c. This is the most precise measurement to date. At higher momenta the data are consistent with an increase of the charge ratio, in agreement with cosmic ray shower models and compatible with previous measurements by deep-underground experiments.

84. **"Observation of Long-Range Near-Side Angular Correlations in Proton-Proton Collisions at the LHC"**,

The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), JHEP 09 (2010) 091, [doi:10.1007/JHEP09\(2010\)091](https://doi.org/10.1007/JHEP09(2010)091)

Results on two-particle angular correlations for charged particles emitted in proton-proton collisions at center-of-mass energies of 0.9, 2.36, and 7 TeV are presented, using data collected with the CMS detector over a broad range of pseudorapidity (η) and azimuthal angle (ϕ). Short-range correlations in $\Delta\eta$, which are studied in minimum bias events, are characterized using a simple "independent cluster" parametrization in order to quantify their strength (cluster size) and their extent in η (cluster decay width). Long-range azimuthal correlations are studied differentially as a function of charged particle multiplicity and particle transverse momentum using a 980 nb^{-1} data set at 7 TeV. In high multiplicity events, a pronounced structure emerges in the two-dimensional correlation function for particle pairs with intermediate p_T of 1–3 GeV/c, $2.0 < |\Delta\eta| < 4.8$ and $\Delta\phi \approx 0$. This is the first observation of such a long-range, near-side feature in two-particle correlation functions in pp or $p\bar{p}$ collisions.

85. **"Search for Dijet Resonances in 7 TeV pp Collisions at CMS"**,

The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), Phys. Rev. Lett. 105 (2010) 211801, [doi:10.1103/PhysRevLett.105.211801](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.105.211801)

A search for narrow resonances in the dijet mass spectrum is performed using data corresponding to an integrated luminosity of 2.9 pb^{-1} collected by the CMS experiment at the Large Hadron Collider. Upper limits at the 95% confidence level are presented on the product of the resonance cross section, branching fraction into dijets, and acceptance, separately for decays into quark-quark, quark-gluon, or gluon-gluon pairs. The data exclude new particles predicted in the following models at the 95% confidence level: string resonances, with mass less than 2.50 TeV, excited quarks, with mass less than 1.58 TeV, and axigluons, colorons, and E_6 diquarks, in specific mass intervals. This extends previously published limits on these models.

86. **"Search for Quark Compositeness with the Dijet Centrality Ratio in pp Collisions at $\sqrt{s}=7$ TeV"**,

The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), Phys. Rev. Lett. 105 (2010) 262001, [doi:10.1103/PhysRevLett.105.262001](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.105.262001)

A search for quark compositeness in the form of quark contact interactions, based on hadronic jet pairs (dijets) produced in proton-proton collisions at $\sqrt{s}=7$ TeV, is described. The data sample of the study corresponds to an integrated luminosity of 2.9 pb^{-1} collected with the CMS detector at the LHC. The dijet centrality ratio, which quantifies the angular distribution of the dijets, is measured as a function of the invariant mass of the dijet system and is found to agree with the predictions of the standard model. A statistical analysis of the data provides a lower limit on the energy scale of quark contact interactions. The sensitivity of the analysis is such that the expected limit is 2.9 TeV; because the observed value of the centrality ratio at high invariant mass is below the expectation, the

observed limit is 4.0 TeV at the 95% confidence level.

87. **"First Measurement of the Cross Section for Top-Quark Pair Production in Proton-Proton Collisions at $\sqrt{s}=7$ TeV"**,

The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), Phys. Lett. B695 (2011) 424-443, [doi:10.1016/j.physletb.2010.11.058](https://doi.org/10.1016/j.physletb.2010.11.058)

The first measurement of the cross section for top-quark pair production in pp collisions at the Large Hadron Collider at center-of-mass energy $\sqrt{s}=7$ TeV has been performed using a data sample corresponding to an integrated luminosity of $3.1 \pm 0.3 \text{ pb}^{-1}$ recorded by the CMS detector. This result utilizes the final state with two isolated, highly energetic charged leptons, large missing transverse energy, and two or more jets. Backgrounds from Drell-Yan and non-W/Z boson production are estimated from data. Eleven events are observed in the data with 2.1 ± 1.0 events expected from background. The measured cross section is $194 \pm 72(\text{stat.}) \pm 24(\text{syst.}) \pm 21(\text{lumi.}) \text{ pb}$, consistent with next-to-leading order predictions.

88. **"Charged particle multiplicities in pp interactions at $\sqrt{s} = 0.9, 2.36, \text{ and } 7$ TeV"**,

The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), JHEP 01 (2011) 079, [doi:10.1007/JHEP01\(2011\)079](https://doi.org/10.1007/JHEP01(2011)079)

Measurements of primary charged hadron multiplicity distributions are presented for non-single-diffractive events in proton-proton collisions at centre-of-mass energies of $\sqrt{s}=0.9, 2.36, \text{ and } 7$ TeV, in five pseudorapidity ranges from $|\eta| < 0.5$ to $|\eta| < 2.4$. The data were collected with the minimum-bias trigger of the CMS experiment during the LHC commissioning runs in 2009 and the 7 TeV run in 2010. The multiplicity distribution at $\sqrt{s}=0.9$ TeV is in agreement with previous measurements. At higher energies the increase of the mean multiplicity with \sqrt{s} is underestimated by most event generators. The average transverse momentum as a function of the multiplicity is also presented. The measurement of higher-order moments of the multiplicity distribution confirms the violation of Koba-Nielsen-Olesen scaling that has been observed at lower energies.

89. **"Search for Stopped Gluinos in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV"**,

The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), Phys. Rev. Lett. 106 (2011) 011801, [doi:10.1103/PhysRevLett.106.011801](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.106.011801)

The results of the first search for long-lived gluinos produced in 7 TeV pp collisions at the CERN Large Hadron Collider are presented. The search looks for evidence of long-lived particles that stop in the CMS detector and decay in the quiescent periods between beam crossings. In a dataset with a peak instantaneous luminosity of $1 \times 10^{32} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$, an integrated luminosity of 10 pb^{-1} , and a search interval corresponding to 62 hours of LHC operation, no significant excess above background was observed. Limits at the 95% confidence level on gluino pair production over 13 orders of magnitude of gluino lifetime are set. For a mass difference $m_{\tilde{g}} - m_{\tilde{\chi}_1^0} > 100 \text{ GeV}/c^2$, and assuming $\text{BR}(\tilde{g} \rightarrow \tilde{g} \tilde{\chi}_1^0) = 100\%$, $m_{\tilde{g}} < 370 \text{ GeV}/c^2$ are excluded for lifetimes from $10 \mu\text{s}$ to 1000 s .

90. **"Measurement of the Isolated Prompt Photon Production Cross Section in pp Collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV"**,

The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), Phys. Rev. Lett. 106 (2011) 082001, [doi:10.1103/PhysRevLett.106.082001](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.106.082001)

The differential cross section for the inclusive production of isolated prompt photons has been measured as a function of the photon transverse energy E_T^γ in pp collisions at $\sqrt{s}=7$ TeV using data recorded by the CMS detector at the LHC. The data sample corresponds to an integrated luminosity of 2.9 pb^{-1} . Photons are required to have a pseudorapidity $|\eta^\gamma| < 1.45$ and $E_T^\gamma > 21 \text{ GeV}$, covering the kinematic region $0.006 < x_T < 0.086$. The measured cross section is found to be in agreement with next-to-leading-order perturbative QCD calculations.

91. **"Measurements of Inclusive W and Z Cross Sections in pp Collisions at $\sqrt{s}=7$ TeV"**,

The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), JHEP 01 (2011) 080, [doi:10.1007/JHEP01\(2011\)080](https://doi.org/10.1007/JHEP01(2011)080)

Measurements of inclusive W and Z boson production cross sections in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV are presented, based on 2.9 pb^{-1} of data recorded by the CMS detector at the LHC. The measurements, performed in the electron and muon decay channels, are combined to give $\sigma(\text{pp} \rightarrow \text{WX}) \times \text{B}(\text{W} \rightarrow \nu) = 9.95 \pm 0.07(\text{stat.}) \pm 0.28(\text{syst.}) \pm 1.09(\text{lumi.}) \text{ nb}$ and $\sigma(\text{pp} \rightarrow \text{ZX}) \times \text{B}(\text{Z} \rightarrow \text{l}^+ \text{l}^-) = 0.931 \pm 0.026(\text{stat.}) \pm 0.023(\text{syst.}) \pm 0.102(\text{lumi.}) \text{ nb}$, where l stands for either e or μ . Theoretical predictions, calculated at the next-to-next-to-leading order in QCD using recent parton distribution functions, are in agreement with the measured cross sections. Ratios of cross sections, which incur an experimental systematic uncertainty of less than 4%, are also reported.

92. **"Search for Microscopic Black Hole Signatures at the Large Hadron Collider"**,
The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), Phys. Lett. B697 (2011) 434-453,
[doi:10.1016/j.physletb.2011.02.032](https://doi.org/10.1016/j.physletb.2011.02.032)

A search for microscopic black hole production and decay in pp collisions at a center-of-mass energy of 7 TeV has been conducted by the CMS Collaboration at the LHC, using a data sample corresponding to an integrated luminosity of 35 pb^{-1} . Events with large total transverse energy are analyzed for the presence of multiple high-energy jets, leptons, and photons, typical of a signal expected from a microscopic black hole. Good agreement with the standard model backgrounds, dominated by QCD multijet production, is observed for various final-state multiplicities and model-independent limits on new physics in these final states are set. Using simple semi-classical approximation, limits on the minimum black hole mass are derived as well, in the range 3.5–4.5 TeV. These are the first direct limits on black hole production at a particle accelerator.

93. **"Search for a heavy gauge boson W' in the final state with an electron and large missing transverse energy in pp collisions at $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$ "**,
The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), Phys. Lett. B698 (2011) 21-39,
[doi:10.1016/j.physletb.2011.02.048](https://doi.org/10.1016/j.physletb.2011.02.048)

A search for a heavy gauge boson W' has been conducted by the CMS experiment at the LHC in the decay channel with an electron and large transverse energy imbalance E_{T}^{miss} , using proton–proton collision data corresponding to an integrated luminosity of 36 pb^{-1} . No excess above standard model expectations is seen in the transverse mass distribution of the electron- E_{T}^{miss} system. Assuming standard-model-like couplings and decay branching fractions, a W' boson with a mass less than $1.36 \text{ TeV}/c^2$ is excluded at 95% confidence level.

94. **"Measurement of the B^+ Production Cross Section in pp Collisions at $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$ "**,
The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), Phys. Rev. Lett. 106 (2011) 112001,
[doi:10.1103/PhysRevLett.106.112001](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.106.112001)

Measurements of the total and differential cross sections $d\sigma/dp_T^B$ and $d\sigma/dy^B$ for B^+ mesons produced in pp collisions at $\sqrt{s}=7 \text{ TeV}$ are presented. The data correspond to an integrated luminosity of 5.8 pb^{-1} collected by the CMS experiment operating at the LHC. The exclusive decay $B^+ \rightarrow J/\psi K^+$, with $J/\psi \rightarrow \mu^+ \mu^-$, is used to detect B^+ mesons and to measure the production cross section as a function of p_T^B and y^B .

The total cross section for $p_T^B > 5 \text{ GeV}$ and $|y^B| < 2.4$ is measured to be $28.1 \pm 2.4 \pm 2.0 \pm 3.1 \mu\text{b}$, where the first uncertainty is statistical, the second is systematic, and the last is from the luminosity measurement.

95. **"Search for Supersymmetry in pp Collisions at 7 TeV in Events with Jets and Missing Transverse Energy"**,
The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), Phys. Lett. B698 (2011) 196-218,
[doi:10.1016/j.physletb.2011.03.021](https://doi.org/10.1016/j.physletb.2011.03.021)

A search for supersymmetry with R-parity conservation in proton–proton collisions at a centre-of-mass energy of 7 TeV is presented. The data correspond to an integrated luminosity of 35 pb^{-1} collected by the CMS experiment at the LHC. The search is performed in events with jets and significant missing transverse energy, characteristic of the decays of heavy, pair-produced squarks and gluinos. The primary background, from standard model multijet production, is reduced by several orders of magnitude to a negligible level by the application of a set of robust kinematic requirements. With this selection, the data are consistent with the standard model backgrounds, namely $t\bar{t}$, $W + \text{jet}$ and $Z + \text{jet}$ production, which are estimated from data control samples. Limits are set on the parameters of the constrained minimal supersymmetric extension of the standard model. These limits extend those set previously by experiments at the Tevatron and LEP colliders.

96. **"Search for Heavy Stable Charged Particles in pp collisions at $\sqrt{s}=7 \text{ TeV}$ "**,
The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), JHEP 03 (2011) 024, [doi:10.1007/JHEP03\(2011\)024](https://doi.org/10.1007/JHEP03(2011)024)

The result of a search at the LHC for heavy stable charged particles produced in pp collisions at $\sqrt{s}=7 \text{ TeV}$ is described. The data sample was collected with the CMS detector and corresponds to an integrated luminosity of 3.1 pb^{-1} . Momentum and ionization-energy-loss measurements in the inner tracker detector are used to identify tracks compatible with heavy slow-moving particles. Additionally, tracks passing muon identification requirements are also analyzed for the same signature. In each case, no candidate passes the selection, with an expected background of less than 0.1 events. A lower limit at the 95% confidence level on the mass of a stable gluino is set at $398 \text{ GeV}/c^2$, using a conventional model of nuclear interactions that allows charged hadrons containing this particle to reach the muon detectors. A lower limit of $311 \text{ GeV}/c^2$ is also set for a stable gluino in a conservative scenario of complete charge suppression, where any hadron containing this particle becomes neutral before reaching the muon

detectors.

97. **"Inclusive b-hadron production cross section with muons in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV"**,
The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), JHEP 03 (2011) 090, [doi:10.1007/JHEP03\(2011\)090](https://doi.org/10.1007/JHEP03(2011)090)

A measurement of the b-hadron production cross section in proton-proton collisions at $\sqrt{s}=7$ TeV is presented. The dataset, corresponding to 85 nb^{-1} , was recorded with the CMS experiment at the LHC using a low-threshold single-muon trigger. Events are selected by the presence of a muon with transverse momentum $p_T^\mu > 6$ GeV with respect to the beam direction and pseudorapidity $|\eta^\mu| < 2.1$. The transverse momentum of the muon with respect to the closest jet discriminates events containing b hadrons from background. The inclusive b-hadron production cross section is presented as a function of muon transverse momentum and pseudorapidity. The measured total cross section in the kinematic acceptance is $\sigma(\text{pp} \rightarrow \text{b} + X \rightarrow \mu + X') = 1.32 \pm 0.01(\text{stat}) \pm 0.30(\text{syst}) \pm 0.15(\text{lumi})\mu\text{b}$.

98. **"Dijet Azimuthal Decorrelations in pp Collisions at $\sqrt{s} = 7$ TeV"**,
The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), Phys. Rev. Lett. 106 (2011) 122003,
[doi:10.1103/PhysRevLett.106.122003](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.106.122003)

Measurements of dijet azimuthal decorrelations in pp collisions at $\sqrt{s}=7$ TeV using the CMS detector at the CERN LHC are presented. The analysis is based on an inclusive dijet event sample corresponding to an integrated luminosity of 2.9 pb^{-1} . The results are compared to predictions from perturbative QCD calculations and various Monte Carlo event generators. The dijet azimuthal distributions are found to be sensitive to initial-state gluon radiation.

99. **"Measurement of B anti-B Angular Correlations based on Secondary Vertex Reconstruction at $\sqrt{s}=7$ TeV"**,
The CMS Collaboration (V. Khachatryan et al.), JHEP 03 (2011) 136, [doi:10.1007/JHEP03\(2011\)136](https://doi.org/10.1007/JHEP03(2011)136)

A measurement of the angular correlations between beauty and anti-beauty hadrons ($B\bar{B}$) produced in pp collisions at a centre-of-mass energy of 7 TeV at the CERN LHC is presented, probing for the first time the region of small angular separation. The B hadrons are identified by the presence of displaced secondary vertices from their decays. The B hadron angular separation is reconstructed from the decay vertices and the primary-interaction vertex. The differential $B\bar{B}$ production cross section, measured from a data sample collected by CMS and corresponding to an integrated luminosity of 3.1 pb^{-1} , shows that a sizable fraction of the $B\bar{B}$ pairs are produced with small opening angles. These studies provide a test of QCD and further insight into the dynamics of $b\bar{b}$ production.

100. **"Performance of the ATLAS detector using first collision data"**,
The ATLAS Collaboration (G. Aad et al.), JHEP 09 (2010) 56, [doi:10.1007/JHEP09\(2010\)056](https://doi.org/10.1007/JHEP09(2010)056)

More than half a million minimum-bias events of LHC collision data were collected by the ATLAS experiment in December 2009 at centre-of-mass energies of 0.9 TeV and 2.36 TeV. This paper reports on studies of the initial performance of the ATLAS detector from these data. Comparisons between data and Monte Carlo predictions are shown for distributions of several track- and calorimeter-based quantities. The good performance of the ATLAS detector in these first data gives confidence for successful running at higher energies.

101. **"Measurement of the Ratio of the 3-jet to 2-jet Cross Sections in pp Collisions at $\sqrt{s}=7$ TeV"**,
The CMS Collaboration (S. Chatrchyan et al.), [arXiv:1106.0647v1](https://arxiv.org/abs/1106.0647v1) [hep-ex] and submitted to Phys. Lett. B.

A measurement of the ratio of the inclusive 3-jet to 2-jet cross sections as a function of the total jet transverse momentum, H_T , in the range $0.2 < H_T < 2.5$ TeV is presented. The data have been collected at a proton-proton centre-of-mass energy of 7 TeV with the CMS detector at the LHC, and correspond to an integrated luminosity of 36 pb^{-1} . Comparisons are made between the data and the predictions of different QCD-based Monte Carlo models for multijet production. All models considered in this study are consistent with the data for $H_T > 0.5$ TeV. This measurement extends to an H_T range that has not been explored before.

11. Πίνακας ετεροαναφορών:

Στον παρακάτω πίνακα παρέχεται το πλήθος ετεροαναφορών για κάθε δημοσιευμένη εργασία.

Οι ετεροαναφορές “SPIRES” προέρχονται από τη βάση δεδομένων “*High-Energy Physics Literature Database*” (<http://www.slac.stanford.edu/spires>) η οποία ειδικεύεται στο χώρο της Φυσικής Υψηλών Ενεργειών, ενώ οι ετεροαναφορές “ISI” προέρχονται από τη βάση δεδομένων “*ISI Web of Knowledge*” (<http://isiknowledge.com>). Η συλλογή των στοιχείων έγινε στις 04/06/2011.

α/α εργασίας	ετεροαναφορές	
	SPIRES	ISI
1	---	20
2	---	33
3	8	7
4	38	34
5	45	42
6	119	82
7	27	23
8	17	11
9	33	49
10	15	13
11	6	9
12	22	23
13	8	8
14	12	7
15	15	25
16	8	12
17	58	58
18	15	41
19	34	33
20	5	4
21	35	33
22	146	116
23	48	56
24	5	6
25	6	7
26	62	58
27	3	48
28	32	26
29	11	11
30	20	16
31	4	25
32	1	17
33	8	5
34	3	11
35	20	13
36	8	7
37	1	5
38	3	11
39	2	9
40	0	33
41	31	27
42	10	25
43	3	16
44	0	1
45	4	3
46	560	15
47	7	146
48	281	47
49	188	3
50	3	0
51	144	289
52	3	5

α/α εργασίας	ετεροαναφορές	
	SPIRES	ISI
53	0	0
54	10	0
55	1	0
56	5	0
57	2	0
58	3	2
59	1	0
60	1	0
61	5	0
62	14	0
63	4	0
64	2	0
65	3	1
66	2	0
67	2	0
68	1	0
69	1	0
70	1	0
71	3	0
72	7	0
73	4	0
74	2	0
75	6	0
76	6	0
77	53	29
78	7	2
79	11	2
80	73	22
81	8	6
82	49	26
83	9	1
84	41	6
85	29	3
86	14	1
87	25	0
88	7	0
89	6	1
90	3	1
91	10	0
92	9	0
93	5	0
94	2	0
95	51	0
96	5	0
97	2	0
98	3	0
99	0	0
100	2	0
101	0	0
σύνολο :	2647	1727