



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2002 01570**

(22) Data de depozit: **09.12.2002**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **BOPI nr. 30.11.2006/ I11/2006**

(41) Data publicării cererii:  
**30.06.2004** BOPI nr. **6/2004**

(73) Titular:

• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE  
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU  
FIZICĂ ȘI INGINERIE NUCLEARĂ "HORIA  
HULUBEI" (IFIN-HH), STR. ATOMIȘTILOR,  
NR. 407, COMUNA MĂGURELE, ILFOV, RO**

(72) Inventatori:

• **BOZDOG HORIA PAVEL, STR. SIBIU,  
NR. 2, BL. OD1, AP. 5, SECTOR 6,  
BUCUREȘTI, RO;**  
• **BRÂNCUȘ ILIANA MAGDALENA,  
STR. ALECU RUSSO, NR. 24-26, AP. 15,  
SECTOR 2, BUCUREȘTI, RO;**  
• **DUMA MARIN, ALEEA VALEA  
BUJORULUI, NR. 1, BL. D9, SC. F, AP. 54,  
SECTOR 6, BUCUREȘTI, RO;**  
• **MATHES HERMANN JOSEF,  
RICHARD WAGNER STR. 3 76706,  
DETTENHEIM/LIEDOLSHEIM, DE;**  
• **NICOLESCU CONSTANTIN,  
ȘOSEAUA MIHAI BRAVU, NR. 90-96,  
BL. D17, SC. C, AP. 85, SECTOR 2,  
BUCUREȘTI, RO;**

• **PETCU MIREL ADRIAN,  
STR. PICTOR ISCOVEȘCU, NR. 42, AP. 4,  
SECTOR 1, BUCUREȘTI, RO;**  
• **RĂDULESCU LAURĂ, STR. ISTRIEI,  
NR. 16, BL. 3E, SC. 3, AP. 32, SECTOR 3,  
BUCUREȘTI, RO;**  
• **REBEL HEINIGERD,  
BURGUNDER WEG 12 76356,  
WEINGARTEN, DE;**  
• **TEODORESCU CRISTIAN,  
STR. VATRA DORNEI, NR. 11, BL. 18 B+C,  
SC. 4, AP. 185, SECTOR 4, BUCUREȘTI,  
RO;**  
• **VULPESCU BOGDAN,  
STR. AVRAM IANCU, NR. 6, AP. 3,  
PLOIEȘTI, RO;**  
• **WENTZ JURGEN, CARL BENZ STR. 2  
76437, RASTATT, DE**

(56) Documente din stadiul tehnicii:

**M. Motoki et al., Proc. 27th International  
Cosmic Ray Conference Hamburg  
Germany (2001) pag. 927...930; J. Kremer  
et. al., Phys. Rev. Lett. 83(1999), pag. 4241;  
S. Tsuji et al., Journal of Physics G 24  
(1998) pag.1805; GB 874721A**

## (54) INSTALAȚIE DE MĂSURARE A RAPORTULUI DE SARCINĂ MIUONIC

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o instalație de măsurare a raportului de sarcină miuonic, ca instrument de cercetare în astrofizică, pentru măsurarea raportului între miuonii pozitivi și negativi, proveniți din interacția radiației cosmice primare cu atmosfera terestră. Instalația se compune dintr-o stivă (10) compactă de module de detecție (5a, 5b și 5c), formate din plăci de scintilator plastic (6), alternând cu plăci de aluminiu (7), montată pe un picior cu furcă (1), ce permite rotirea în două planuri (orizontal și vertical), pentru selectarea direcției de incidentă a particulelor studiate. Măsurarea se bazează pe comportamentul diferit al miuonilor pozitivi și negativi, stopați în modulele de detecție. În timp ce miuonii pozitivi dezintegrează cu timpul de viață natural, miuonii negativi sunt capturați pe orbite atomice și formează atomi miuonici, conducând la un timp de viață mai scurt al acestora. Instalația determină întârzierea de apariție a produșilor de dezintegrare, față de momentul stopării particulei incidente în modulele de detecție.

Revendicări: 1  
Figuri: 2

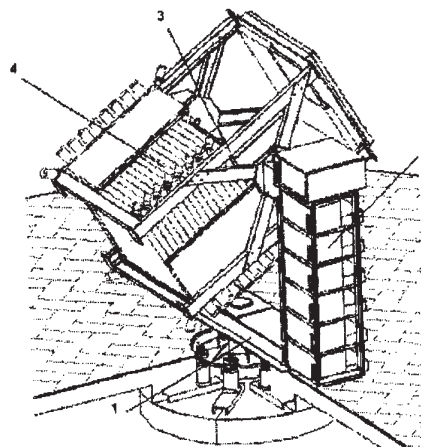


Fig. 1

Examinator: fizician RADU ROBERT



Orice persoană interesată are dreptul să formuleze în scris și motivat, la OSIM, o cerere de revocare a hotărârii de acordare a brevetului de invenție, în termen de 6 luni de la publicarea mențiunii acesteia

RO 121056 B1

# RO 121056 B1

1 Prezenta invenție se referă la o instalație de măsurare a raportului de sarcină  
miuonic.

3 Este vorba despre o instalație care constituie un important instrument de cercetare  
în astrofizică pentru studierea raportului de sarcină al miuonilor proveniți din interacția radia-  
5 ției cosmice primare cu atmosfera terestră.

7 Radiația cosmică primară constituie o componentă foarte importantă a spațiului inter-  
stelar și intergalactic. Ea bombardează atmosfera terestră cu o intensitate de cca. 1000 parti-  
9 cule pe secundă și metru pătrat. Spectrul ei energetic cuprinde o plajă de peste 11 ordine  
de mărime, ajungând până la  $10^{20}$  eV. Rata evenimentelor scade exponențial cu creșterea  
11 energiei, ajungând până la o particulă pe an și  $\text{km}^2$ . Din cauza acestei rate extrem de scă-  
zute, studiul zonei corespunzătoare din spectrul energetic nu se poate face prin măsurători  
13 directe, ci prin analiza efectelor secundare, respectiv a cascadelor electromagnetice extinse.  
Acestea sunt produse prin interacția radiației cosmice primare de mare energie cu nucleeele  
15 din atmosfera terestră. Formarea acestor cascade începe la 15-25 km altitudine prin înlănțui-  
rea unor interacții succesive care distribuie energia înaltă a particulei primare la milioane de  
17 particule secundare, care se propagă prin atmosferă și ajung la sol sub forma unui „disc” cu  
diametrul de zeci-sute de metri.

19 O componentă importantă a acestor cascade electromagnetice extinse o constituie  
miuonii care, prin spectrul energetic și raportul de sarcină (raportul între fluxurile miuonilor  
încărcați electric pozitiv, respectiv negativ), dau informații despre particulele din care provin.  
21 De asemenea, miuonii furnizează date legate de unele probleme de interes foarte actual în  
domeniu, cum ar fi raportul neutrîn-antineutrîn în fluxul atmosferic și așa-numita anomalie  
23 neutrinică în atmosferă.

25 Raportul de sarcină miuonic constituie obiect de studiu pentru grupurile de astrofizi-  
cieni pe plan mondial. În general se utilizează ca instrumente de cercetare spectrometre  
magnetice, în care traiectoriile particulelor încărcate electric sunt măsurate înainte și după  
27 traversarea unui câmp magnetic de mare intensitate creat cu un magnet permanent, un sole-  
noid sau un magnet supraconductor.

29 Dezavantajul principal al acestor instalații îl constituie eroarea sistematică de măsură  
introdusă de efectele secundare produse de particula incidentă în interacție cu materialul de  
31 densitate mare al detectorului.

33 Instalația conform invenției permite măsurarea cu o precizie sporită a raportului de  
sarcină miuonic prin folosirea aluminiului ca material de detecție, de densitate mică, redu-  
când prin aceasta efectele secundare perturbatoare.

35 Instalația conform invenției este caracterizată prin aceea că are în componență un  
dispozitiv de detecție compact, format dintr-o stivă de module de detecție, fiecare modul de  
37 detecție conținând o placă de scintilator plastic (grosime 3cm) așezată peste o placă de  
aluminu (grosime 12mm), pe cele 4 părți laterale stiva are amplasat câte un modul de detec-  
39 ție folosit în regim de anticoincidență pentru eliminarea evenimentelor false, dispozitivul de  
detecție este montat pe un picior cu furcă ce îi permite rotirea controlată în plan orizontal și  
41 vertical pentru selectarea direcției de incidență a particulelor detectate, iar măsurarea se  
bazează pe comportamentul diferit al miuonilor pozitivi și negativi stopați în modulele de  
43 detecție, în care scop există o electronică asociată care determină întârzierea de apariție a  
produșilor de dezintegrare față de momentul stopării particulei incidente într-o fereastră de  
45 timp de 5,12 $\mu$ s cu rezoluția 25ns.

Avantajele oferite de instalație, conform invenției, sunt următoarele:

47 - se folosește în premieră mondială ca material de detecție aluminu, de densitate  
relativ mică, ceea ce mărește precizia de măsurare prin reducerea efectelor particulelor  
49 secundare rezultate la trecerea miuonilor prin dispozitivul de detecție.

## RO 121056 B1

- configurația compactă și greutatea relativ redusă (1,2t) a materialului activ au înlesnit montarea dispozitivului de detecție pe un suport care îi asigură două grade de libertate de rotire (azimutală și zenitală), ceea ce permite măsurători precise asupra așa-numitului „efect est-vest”, produs de anizotropia fluxului de particule incidente încărcate electric din cauza câmpului geomagnetic ce deviază traiectoriile acestora.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției, în legătură și cu fig. 1 și 2, care reprezintă:

- fig. 1, vedere de ansamblu a instalației;
- fig. 2, dispozitiv de detecție folosit în instalație.

În fig. 1 s-a folosit un picior cu furcă **1**, ce poate fi rotit manual în plan orizontal cu 360°, de piciorul cu furcă **1** este fixat rigid un rassel **2**, care conține tot sistemul electronic conex, mai puțin calculatorul, în piciorul cu furcă **1** este montat un balansier **3**, care susține dispozitivul de detecție **4** și poate fi înclinat cu un unghi până la 90° față de verticală, cu ajutorul unui motor electric printr-un angrenaj demultiplicator.

Dispozitivul de detecție, folosit în instalație, conform fig. 2, se compune din 20 module de detecție **5**, identice. Un modul de detecție **5** conține o placă de scintilator plastic **6**, de grosime 3cm, așezată pe o placă de aluminiu **7**, de grosime 12mm, care este folosită ca material detector. Fotonii produși de particulele incidente în placa de scintilator plastic **6** sunt colectați pe cele patru laturi de baghete conductoare **8**, care direcționează semnalele către doi fotomultiplicatori **9**, situați pe o diagonală a modulului de detecție **5**. Aceștia livrează impulsuri electrice care au amplitudinea proporțională cu energia depusă de particula incidentă în materialul de detecție. Se realizează o stivă **10** compactă din 15 module de detecție **5a**, mărginită pe fețele laterale de patru module de detecție **5b**, plasate în poziție verticală. Ultimul modul de detecție **5c** este fixat distanțat deasupra stivei **10** și este folosit împreună cu modulul de detecție superior al stivei **10** pentru producerea semnalului TRIGGER de declanșare a unei măsurători. Se obține un telescop care selectează particulele incidente dintr-un con cu deschiderea 19°.

Pentru fiecare fotomultiplicator **9** există câte un canal de achiziție asociat, care preia impulsurile acestuia, le standardizează în amplitudine și durată, apoi le livrează unei memorii tampon.

Instalația conform invenției folosește o metodă de determinare a raportului de sarcină miuonic bazată pe comportamentul diferit al miuonilor pozitivi și negativi stopați în materialul de detecție. În timp ce miuonii pozitivi dezintegrează cu timpul de viață natural, miuonii negativi sunt mai întâi capturați pe orbite atomice în jurul nucleelor și formează atomi miuonici, conducând la un timp de viață mai scurt al miuonilor negativi. Ca urmare curbele de dezintegrare în timp ale miuonilor pozitivi și negativi vor diferi în sensul că, în timp ce pentru miuonii pozitivi se obține o curbă unică, miuonii negativi vor da o curbă puternic influențată de natura materialului în care are loc dezintegrarea, scăzând dramatic cu creșterea numărului său atomic.

Prin măsurarea pe un mare număr de evenimente a intervalelor de timp scurse între momentul stopării unui miuon în materialul de detecție și momentul apariției produșilor de dezintegrare rezultați (electroni și pozitroni) se trasează o curbă globală care, prin operații de deconvoluție, este descompusă în curbele componente ce conțin informațiile legate de raportul de sarcină miuonic.

Instalația conform invenției măsoară tocmai această întârziere de apariție a produșilor de dezintegrare față de momentul stopării unui miuon în materialul de detecție. Sunt memorate fișiere cu date experimentale, care sunt prelucrate ulterior.

# RO 121056 B1

1 Trecerea unei particule prin modulul de detecție **5c** și prin modulul de detecție **5a**,  
2 situat în partea superioară a stivei **10**, constituie premisa unui eveniment de interes și  
3 declanșează un ciclu de achiziție. Sub comanda unui oscilator local cu frecvența 40MHz me-  
4 moria tampon înregistrează la fiecare tact, respectiv la fiecare 25ns, timp de 2048 perioade  
5 ale oscilatorului, stările logice create de canalele de achiziție la intrările paralele ale me-  
6 moriei. Deoarece durata unui impuls standardizat este puțin mai mare de 25ns, existența sa  
7 este marcată în memorie printr-un bit de valoare 1. Vizualizarea unui ciclu de achiziție cu un  
8 program specializat oferă o imagine foarte clară a modulelor de detecție **5**, care au fost stră-  
9 bătute de particula incidentă la momentul inițial, precum și a stărilor create ulterior într-o  
10 fereastră de timp de 5,12μs. Sunt considerate evenimente de interes și sunt transferate în  
11 fișierul calculatorului numai acelea care indică stoparea particulei incidente într-unui din stra-  
12 turile stivei **10**, asociată cu apariția unui impuls întârziat, care atestă existența unei dezinte-  
13 grări. Sunt rejectate acele evenimente care indică străbaterea, de către particula incidentă,  
14 a întregii stive **10** sau ieșirea sa prin părțile laterale ale stivei **10**. Această ultimă situație este  
15 sesizată de modulele de detecție **5b**, verticale.

16 Fișierele înregistrate permit trasarea spectrului de dezintegrare al miuonilor cu rezo-  
17 luția temporală de 25ns. Prin operațiuni de convoluție pot fi separate spectrele componente  
18 și poate fi calculat raportul de sarcină miuonic pentru condițiile prestabilite.

## Revendicare

21 Instalație de măsurare a raportului de sarcină miuonic, **caracterizată prin aceea că**  
22 are în componență un dispozitiv de detecție (**4**) compact, care conține o stivă (**10**) de module  
23 de detecție (**5a**), fiecare modul de detecție (**5a**, **5b**, **5c**) conținând o placă de scintilator  
24 plastic (**6**), grosime 3cm, așezată peste o placă de aluminiu (**7**), grosime 12mm, pe cele  
25 patru părți laterale stiva (**10**) are amplasat câte un modul de detecție (**5b**) folosit în regim de  
26 anticoincidență pentru eliminarea evenimentelor false, dispozitivul de detecție (**4**) este montat  
27 pe un picior cu furcă (**1**) ce îi permite rotirea controlată în plan orizontal și vertical, pentru  
28 selectarea direcției de incidență a particulelor detectate, iar măsurarea se bazează pe com-  
29 portamentul diferit al miuonilor pozitivi și negativi stopați în modulele de detecție (**5**), în care  
30 scop există o electronică asociată, care determină întârzierea de apariție a produșilor de  
31 dezintegrare față de momentul stopării particulei incidente într-o fereastră de timp de 5,12μs  
32 cu rezoluția 25ns.  
33

(51) Int.Cl.

G01T 1/203 (2006.01);

G01T 1/208 (2006.01);

G01T 7/00 (2006.01)

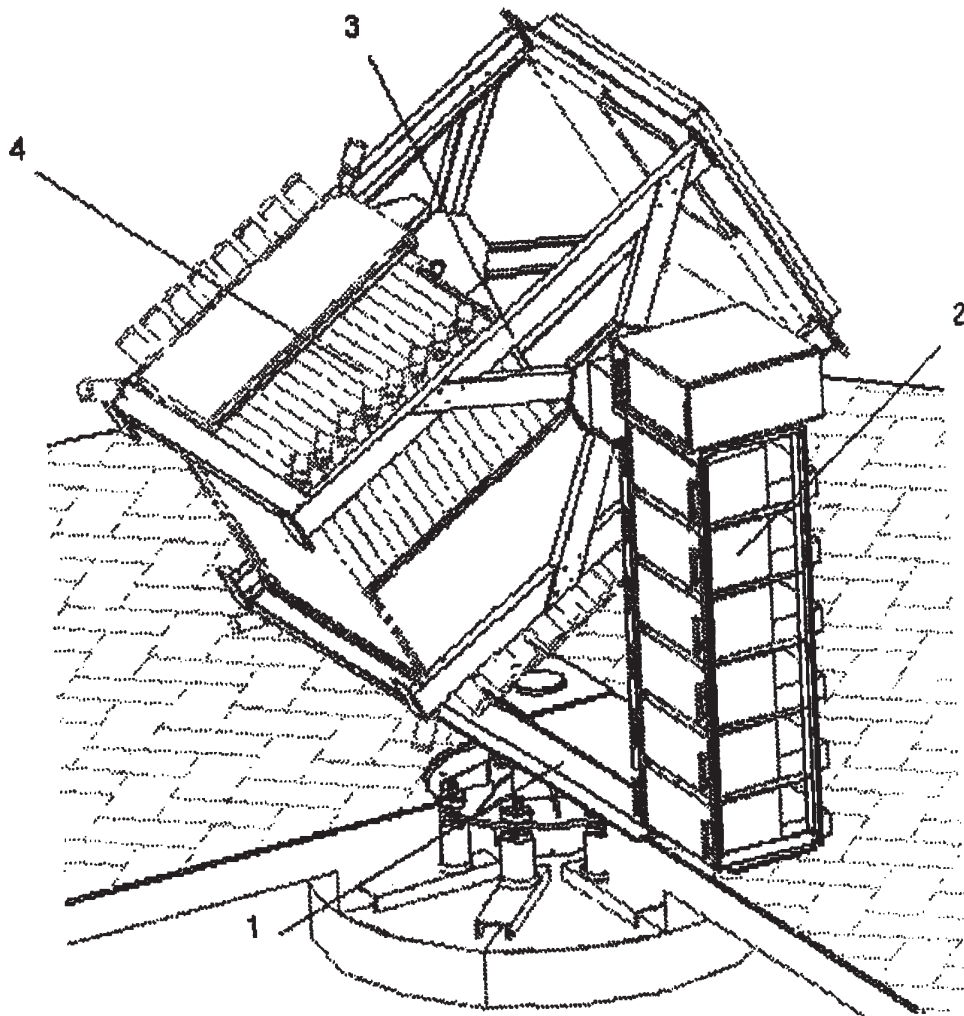


Fig. 1

(51) Int.Cl.

G01T 1/203 (2006.01);

G01T 1/208 (2006.01);

G01T 7/00 (2006.01)

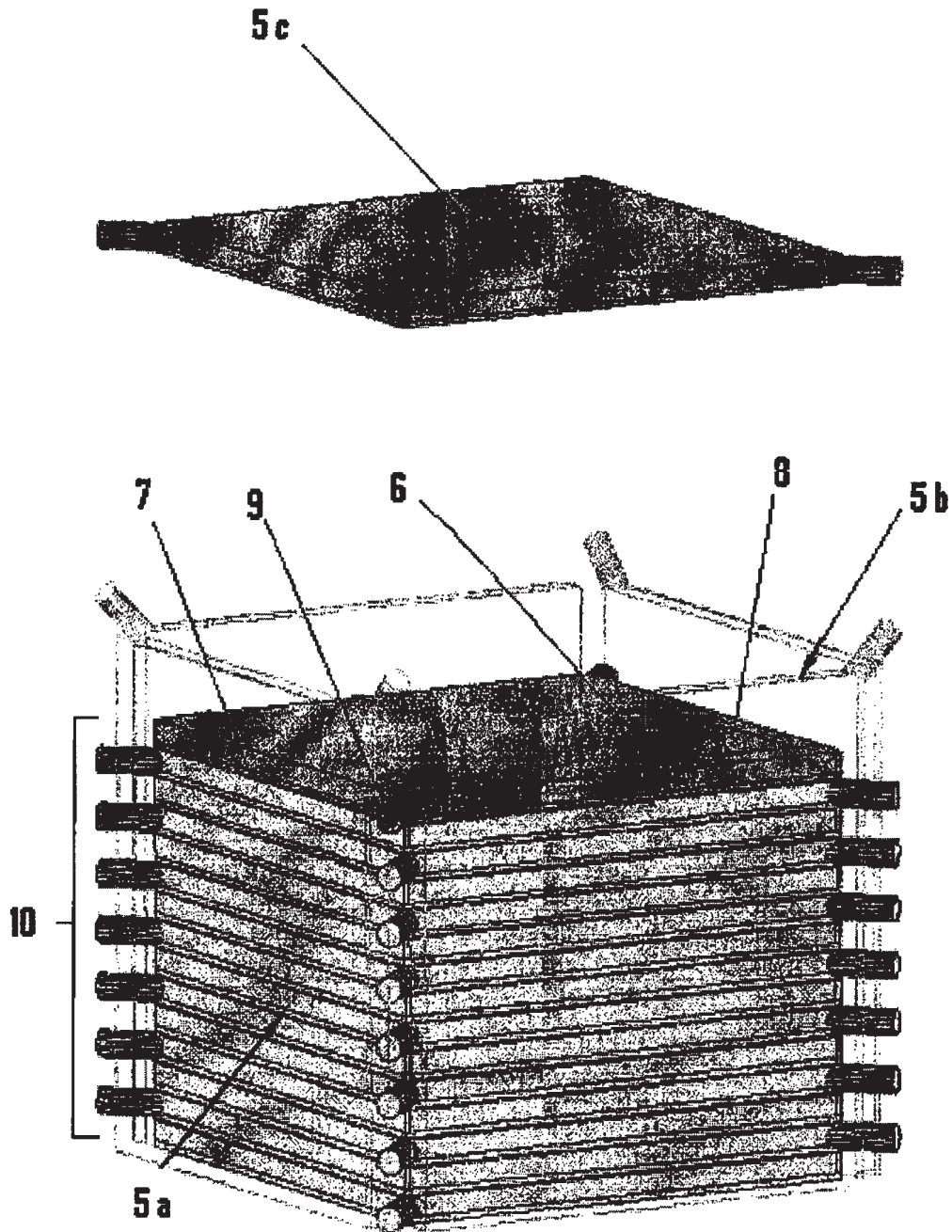


Fig. 2