

COUNTER STUDIES OF COSMIC RAY NUCLEONS BY NEUTRON MONITOR

AT

LATITUDE  $13^{\circ} 46'$ (N)



by

Mr. Pairoaj Tiranathanagul

B.Sc.(Hons.), Chulalongkorn University. 1963, Dip. in Ed.

006975

Thesis

Submitted in partial fulfillment of the requirements

for

The Degree of Master of Science

in

The Chulalongkorn University Graduate School

Department of Physics

July, 1968

(B.E. 2511)

11241576

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Science.

*T. Nilavithi*

.....

Dean of the Graduate School

Thesis Committee.....*Siraporntha Kitiwatt*.....Chairman

*C. Dhanapala*  
.....

*Somcha Thanyasen*  
.....  
.....

Thesis supervisor.....*S. Dharmasakya*.....

Date.....*1 April 1969*.....

## ABSTRACT

The cosmic radiation intensity-time variation at latitude  $13^{\circ} 46'(\text{N})$  was investigated by using an I.G.Y. Standard type neutron monitor with 3  $\text{BF}_3$  counters which was constructed at the Physics building of Chulalongkorn University. Most of detection systems are transistorized circuits.

The pile has been running continuously since December 21, 1967. The interval of the counting is recorded every 15 minutes, and the bi-hourly values are reported. All the counting rates are pressure corrected to 757 mm of Hg.

The diurnal variation shows that the intensity in the daytime is more than that at night. The intensity measured is about  $1255 \pm 59.5$  counts/hour.



(II)

การเปลี่ยนแปลงความเข้มของอนุภาครังสีคอสมิกที่เส้นรุ้ง  $13^{\circ} 46'$  เหนือ  
โคศึกษาโดยใช้นิวตรอนมอนิเตอร์แบบมาตรฐาน I.G.Y. ซึ่งใช้หลอด  $BF_3$  เพียง 3 หลอด  
ระบบอิเล็กทรอนิกส์ส่วนมากใช้วงจรทรานซิสเตอร์เป็นหลัก

การศึกษานี้ได้กระทำ ณ ตึกฟิสิกส์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวัดอนุภาครังสีคอสมิกนี้ได้กระทำเป็นเวลาติดต่อกันตลอดมา ตั้งแต่วันที่ 21  
ธันวาคม 2510 ผลการวัดถูกบันทึกไว้โดยเครื่องบันทึกทุก ๆ 15 นาที และนำผลรวมในช่วง  
เวลาทุก ๆ 2 ชั่วโมง มาวิเคราะห์ โดยนำมาแก้ความคลาดเคลื่อนของความดันอากาศ  
ใหม่มาอยู่ในระดับความดันอากาศเดียวกัน ที่ 757 มม. ของปรอท ซึ่งเป็นความดันอากาศ  
เฉลี่ยที่กรุงเทพฯ

จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การเปลี่ยนแปลงประจำวันของอนุภาครังสีคอสมิก  
ความเข้มมีมากในเวลากลางวัน และมีน้อยในเวลากลางคืน ความเข้มโดยเฉลี่ยทั่วปีประมาณ  
 $1255 \pm 59.5$  counts/hour.

## ACKNOWLEDGEMENT

The author wishes to express his sincere appreciations to Professor Dr. Charoen Dharmaphanija, Mr. Vichitnarong Buggakupta and Mr. Somchai Thayarnyong for their advices and guidance given throughout the course of research, and also his thankfulness to Sr. Lt. Ruay Varanavin of Meteorological Department Office of the Prime Minister for giving the useful pressure recording data and to the Institute of Statistics of Chulalongkorn University for the computer time allotted to him.

The author is also indebted for the financial support given by the Research Fund of the Graduate School, Chulalongkorn University.

It should also be mentioned that the author is indebted to Professor Dr. Peng Somanabhandha, head of the Physics Department for his interest in the subject.

Pairoaj Tiranathanagul

## CONTENTS

	Page
Abstract .....	II
Acknowledgement .....	III
List of Tables .....	VI
List of Illustrations .....	VII
Chapter I .....	1 - 6
1:1 History .....	1
1:2 The Origin of Cosmic Rays .....	1
1:3 Evidence of Neutrons in Cosmic Radiation .....	4
1:4 Neutron Monitor Development .....	5
Chapter II .....	7 - 15
2:1 Primary Cosmic Rays .....	7
2:2 Secondary Cosmic Rays .....	9
2:3 Cosmic Ray Intensity Variation .....	12
2:4 Atmospheric Effects .....	13
2:4:1 Temperature effect .....	13
2:4:2 Barometric effect .....	13
2:5 Forbush Decrease .....	14
Chapter III .....	16 - 25
3:1 Showers Produced by High Energy Particles .....	16
3:1:1 Air showers .....	16
3:1:2 Penetrating showers .....	16
3:2 Neutrons Produced by High Energy Particles .....	17
3:3 Neutron Multiplicity .....	19
3:4 Slowing-Down of Neutrons .....	20
3:5 Neutron Detection .....	23
3:6 Neutron Monitor .....	24



Chapter IV .....	26 - 36
4:1 General View of the Apparatus .....	26
4:2 $\text{BF}_3$ - Counters .....	28
4:3 The Neutron Pile .....	29
4:4 Electronic Circuits .....	30
4:4:1 Preamplifier .....	31
4:4:2 Pulse Amplifier .....	32
4:4:3 Discriminator .....	35
4:4:4 Wave shaper .....	35
4:4:5 Recorders .....	36
Chapter V .....	37 - 41
5:1 Result of Observations .....	37
5:2 Diurnal Variation .....	37
5:3 The Neutron Counting Rate .....	39
5:4 Conclusion .....	40
Reference .....	42

## LIST OF TABLES

Table	Page
1.1 List of Papers on Origin Theories;.....	3
2.1 Composition of Primary Cosmic Radiations .....	8
3.1 Scattering Properties of Some Nuclei .....	23
5.1 Counting Rate of Lead-Paraffin 6-Counter Standard Pile.....	41



## LIST OF ILLUSTRATIONS

Figure	Page
2.1 Integral Energy Spectra of Primary Cosmic Rays .....	9
2.2 The Nuclear Reactions of Cosmic Rays .....	9
2.3 Some Types of Forbush Decreases .....	15
3.1 Nuclear Disintegration Processes .....	17
3.2 Local Neutron Production .....	18
3.3 The Frequency of Multiple Neutron Production in Lead for Four Momentum Regions .....	19
3.4 Average Neutron Multiplicity According to the Experiment Results of Hughes et al (1962) .....	20
3.5 The Mechanism of the Neutron Monitor.....	25
4.1 Block Diagram of the Apparatus .....	27
4.2 Plateau of the Counter .....	28
4.3 Cross Section of the Pile (1:10) .....	29
4.4 (a) Preamplifier Circuit .....	31
4.4 (b) Preamplifier Characteristics .....	32
4.5 (a) Amplifier Circuit .....	33
4.5 (b) Amplifier Characteristics .....	34
4.6 Characteristics of the Preamplifier and Amplifier Combined .....	34
4.7 Output VS Voltage Supply with Constant Input Voltage .....	34
4.8 Discriminator Circuit .....	35
4.9 Wave Shaper Circuit .....	36
5.1 The Diagram Illustrates the Day to Day Intensity Variation.....	38
5.2 The Graph Illustrates the Diurnal Intensity Variation .....	39