หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ ๕

ผลการทดสอบโปรแกรม

๕.๑ รูปแบบของการทดสอบ

ในการทดสอบโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป 'NUGS 1' นี้ เนื่องจากโปรแกรมสำเร็จรูปนี้เป็นการคำนวณการออกแบบเกราะกำบังรังสีแกมมาด้วยวิธีทางคณิตศาสตร์ดังนั้นการทดสอบจึงแยกเป็น ๒ กรณีคือ

(๑) การทดสอบการทำงานของโปรแกรมตามแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่กำหนด

(๒) การทดสอบผลของการคำนวณจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับค่าที่ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการตามแต่ละกรณี

๕.๒ การแบ่งส่วนในการทดสอบ

สำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ทำการทดสอบการทำงานของโปรแกรมตามแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เท่านั้น โดยการทดสอบการทำงานของโปรแกรมนั้นได้แบ่งส่วนในการทดสอบโปรแกรมออกเป็นดังนี้คือ

๕.๒.๑ การทดสอบการคำนวณเพื่อหาโดสเรทจากต้นกำเนิดรังสี หลังเกราะกำบังรังสี โดยแยกเป็นกรณีต่าง ๆ ดังนี้คือ

(๑) กรณีเกราะกำบังรังสีฯ ๑ ชั้น ซึ่งแยกเป็น

- พลังงานของรังสีฯ มี ๑ ค่า
- พลังงานของรังสีฯ มีมากกว่า ๑ ค่า

(๒) กรณีเกราะกำบังรังสีฯ มากกว่า ๑ ชั้น ซึ่งแยกเป็น

- พลังงานของรังสีฯ มี ๑ ค่า
- พลังงานของรังสีฯ มีมากกว่า ๑ ค่า

๕.๒.๒ การทดสอบการคำนวณเพื่อหาความหนา ของเกราะกำบังรังสีโดยแยกเป็นกรณีต่าง ๆ ดังนี้คือ

(๑) กรณีเกราะกำบังรังสีฯ ๑ ชั้น ซึ่งแยกเป็น

- พลังงานของรังสีฯ มี ๑ ค่า
- พลังงานของรังสีฯ มีมากกว่า ๑ ค่า

(๒) กรณีเกราะกำบังรังสีฯ มากกว่า ๑ ชั้น จะแยกเป็น

- พลังงานของรังสีฯ มี ๑ ค่า
- พลังงานของรังสีฯ มีมากกว่า ๑ ค่า

ซึ่งการทดสอบกรณีต่าง ๆ ทั้งหมดนี้ เราใช้ชนิดของรูปร่างลักษณะของต้นกำเนิดรังสีฯ ที่ต่างกันไปทุกกรณีเพราะ ไม่สามารถที่จะนำมาแสดงได้หมดในที่นี้ และมีบางกรณีที่เราได้ทำการทดสอบการคำนวณด้วยการใช้ตัวอย่างง่าย ๆ ซึ่งให้ค่าตรงกัน กับการคำนวณโดยใช้เครื่องคิดเลข

๕.๓ <u>ตัวอย่างของข้อมูลและผลลัพธ์ที่ได้</u>

ตัวอย่างของข้อมูลที่ส่งนั้นจะส่งตามกรณีของการทดสอบโปรแกรม ซึ่งแยกออกเป็น

๕.๓.๑ <u>ตัวอย่างข้อมูลที่ใช้</u> ในที่นี้เราแยกเป็น ๘ กรณีตามการแบ่งส่วนการทดสอบโปรแกรมในหัวข้อ ๕.๒ ซึ่งมี ๘ กรณีคือ

(๑) กรณีเกราะกำบังรังสีฯ ๑ ชั้นและพลังงานของรังสีมี ๑ ค่า จากต้นกำเนิดรังสีชนิดแผ่นกลมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง ๑๒.๐ เซ็นติเมตรให้รังสีที่มีพลังงาน ๑.๐ MeV ด้วยสัดส่วน ๐.๙๒, ความเข้มของรังสี ๓.๔ x $๑๐^{๑๐}$ โฟตอน/วินาที/ตารางเซ็นติเมตร และใช้ทังสเตนเป็นเกราะกำบังรังสีฯ ที่มีความหนา ๑๓.๐ เซ็นติเมตร ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ๐.๐๐๐๑% จะมีอัตราการแผ่รังสีเท่าไร

(๓) กรณีเกราะกำบังรังสีฯมากกว่า ๑ ชั้น และพลังงานของรังสีมี ๑ ค่าจากต้นกำเนิดรังสี ชนิดทรงกลมผิว ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง ๑๒.๐ เซ็นติเมตร ให้รังสีที่มีค่าพลังงาน ๓ MeV ด้วยสัดส่วน ๐.๗๘ ความเข้มของรังสี ๓.๔x๑๐^{๑๐} โฟตอน/วินาที/ตารางเซ็นติเมตรโดยใช้น้ำและตะกั่วเป็นเกราะกำบังรังสีที่มีความหนา ๑๓ และ ๗ เซ็นติเมตรตามลำดับให้หาปริมาณของฟลักซ์ที่หลังเกราะกำบังรังสีฯ

บัตรใบที่	เริ่มที่สดมภ์ที่ ๑
๑	0.0001+0035
๒	1
๓	1 1 1 5 1 2 2 1 0
๔	12.0
๕	3.4+10
๖	3.0 0.78
๗	-213.0
๘	-37.0
๙	

รูปที่ ๑๖ แสดงตัวอย่างข้อมูลที่ใช้กรณีที่ ๓

(๔) กรณีเกราะกำบังรังสีฯ มากกว่า ๑ ชั้น และพลังงานของรังสีมีมากกว่า ๑ ค่า จากต้นกำเนิดรังสีชนิดแผ่นที่แผ่รังสีออกมาทิศทางเดียวโดยจะให้รังสีที่มีค่าพลังงาน ๒,๑, และ ๒.๓ MeV ด้วยสัดส่วน ๐.๓๒, ๐.๖๘ และ ๑.๐๐ ตามลำดับ, ความเข้มของรังสีมีค่า ๓.๖x๑๐^{๘} โฟตอน/วินาที/ตารางเซ็นติเมตร โดยใช้น้ำ, ตะกั่ว, เหล็กและดีบุกที่มีความหนา ๑๕.๐, ๑๐.๐, ๙.๘ และ ๕.๐ เซ็นติเมตร ตามลำดับทำเกราะกำบังรังสีฯ ให้หาปริมาณของฟลักซ์ที่ด้านหลังเกราะกำบังรังสีฯ

บัตรใบที่	เริ่มที่สดมภ์ที่ ๑
๑	0.0001+0035
๒	1
๓	1 3 3 1 1 4 4 1 0
๔	
๕	3.6+0.8
๖	2.0 0.32
๗	1.0 0.68
๘	2.3 1.00
๙	215.0
๑๐	310.0
๑๑	49.8
๑๒	45.0
๑๓	

รูปที่ ๑๗ แสดงตัวอย่างข้อมูลที่ใช้กรณีที่ ๔

(๕) กรณีเกราะกำบังรังสีฯ ๑ ชั้นและพลังงานของรังสีมี ๑ ค่าต้องการโดสเรท หลังเกราะกำบังรังสีฯ ๓๕.๒๗ mR/hr, ให้ความคลาดเคลื่อนได้ ๐.๐๐๐๑% ของค่าโดสเรท โดยมีต้นกำเนิดรังสีชนิดทรงกระบอกตามผิวที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางยาว ๖ เซ็นติเมตร ยาว ๑๒ เซ็นติเมตร ทำด้วยทังสเตน ให้รังสีที่มีพลังงาน ๒ MeV ด้วยสัดส่วน ๐.๙๒ ความเข้มของรังสี ๓.๔×๑๐^{๑๐} โฟตอน/วินาที/ตารางเซ็นติเมตร ให้หาความหนาของทังสเตนที่วางขวางต้นกำเนิดรังสีเพื่อให้ได้โดสเรทตามต้องการ

บัตรใบที่	เริ่มที่สดมภ์ที่ ๑
๑	·0.0001+0035
๒	1
๓	2 1 1 6 1 1 1 2 7
๔	6.0 12.0
๕	3.4+10
๖	2.0 0.92
๗	· 7
๘	.3527+02

รูปที่ ๑๘ แสดงตัวอย่างของข้อมูลที่ใช้กรณีที่ ๕

(๖) กรณีเกราะกำบังรังสีฯ ๑ ชั้นและพลังงานของรังสีมีมากกว่า ๑ ค่า ต้องการให้มีโดสเรทหลังเกราะกำบังรังสีฯ ๒๕.๘๗ mR/hr, ให้ความคลาดเคลื่อนได้ ๐.๐๐๐๑% ของค่าโดสเรท โดยมีต้นกำเนิดรังสีชนิด ทรงกลมผิวที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง ๑๒. เซ็นติเมตรทำด้วยทังสเตน ให้รังสีที่มีพลังงาน ๒, ๑ MeV ด้วยสัดส่วน ๐.๙๒ และ ๐.๖๒ ตามลำดับ ความเข้มของรังสีมีค่า ๓.๕×๑๐^{๑๐} โฟตอน/วินาที/ตารางเซ็นติเมตร ให้หาความหนาของทังสเตนที่วางขวางต้นกำเนิดรังสีเพื่อให้ได้โดสเรทตามต้องการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัตรใบเก่า	เริ่มที่สดมภ์ที่ ๑
๑	0.0001+0035
๒	1
๓	2 1 1 2 1 2 2 1 0
๔	
๕	3.6+10
๖	3.0 0.78
๗	25.0
๘	5
๙	.8086+00

รูปที่ ๒๐ แสดงตัวอย่างของข้อมูลที่ใช้ในกรณีที่ ๗

(๘) กรณีเกราะกำบังรังสีฯ มีมากกว่า ๑ ชั้น และพลังงานของรังสีมีมากกว่า ๑ ค่า ต้องการโดสเรทหลังเกราะกำบังรังสี ๔.๕๑๙ mR/hr. ให้คลาดเคลื่อนได้ ๐.๐๐๐๑% ของค่าโดสเรท โดยที่ต้นกำเนิดรังสีชนิดเส้นที่มีความยาว ๑๒ เซ็นติเมตร ให้รังสีแกมม่าที่มีพลังงาน ๒, ๓ Mev ด้วยสัดส่วน ๐.๔๒ และ ๐.๗๘ ตามลำดับ ความเข้มของรังสี ๓.๔×๑๐^{๑๐} โฟตอน/วินาที/ตารางเซ็นติเมตร โดยมีตีบุก และทังสเตนเป็นเกราะโดยที่ตีบุกมีความหนา ๑๐.๐ เซ็นติเมตร จงหาความหนาของทังสเตนที่จะให้ได้โดสเรทตามต้องการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัตรใบที่	เริ่มที่สดมภ์ที่ ๑
๑	0.0001+0035
๒	1
๓	2 2 2 4 1 2 2 1 0
๔	12.0
๕	3.4+10
๖	2.0 0.92
๗	3.0 0.78
๘	410.0
๙	7
๑๐	.4519+10

รูปที่ ๒๑ แสดงตัวอย่างข้อมูลที่ใช้กรณีที่ ๘

๕.๓.๒ ผลลัพธ์ได้จากโปรแกรม ผลลัพธ์ได้ในแต่ละกรณีนั้นได้แสดงไว้ในรูปที่ ๑๔-๒๑ ตามกรณีต่าง ๆ ใน ๕.๓.๑ แล้ว ซึ่งจะเห็นได้ว่าการทดสอบการทำงานของโปรแกรมที่หาความหนาของเกราะกำบังรังสีนั้นสามารถใช้ได้ดี โดยที่ในกรณีที่ค่าความคลาดเคลื่อน ๐.๐๐๑% จำนวนครั้งในการคำนวณของแต่ละกรณีก็ประมาณ ๑๓-๑๗ ครั้ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
                    THE PACKAGE WILL SOLVE THE PROBLEM CASE.  1

 DETAIL OF INPUT.
    CODE OF SOURCE'S GEOMETRY =  4       WILL EMIT GAMMA-RAY WITH ACTIVITY =  0.9189E 10  DPS.
    THE SIZE OF THIS SOURCE   DIAMETER =  12.0000  CM,WITH LENGTH =   0.0     CM,AND CODE OF SOURCE'S MATERIAL =  0
    THIS SOURCE WILL EMIT GAMMA-RAY WHICH THE NUMBER OF ENERGY GROUP OF THIS CASE =  1  GROUPS
    NO. 1  ENERGY                =  2.0000  MEV.,WITH PERCENTANGE                =  92.0000  %
    THE NUMBER OF SHIELDING LAYER =  1  LAYERS.
    NO. 1  SHIELDING MATERIAL'S CODE =  7  WITH THICKNESS                  =  13.0000  CM

 DETIAL OF OUTPUT
    THE UNCOLLIDED FLUX AFTER THE SHIELDING =  0.1689E 05  PHOTONS/SECS.
    THE BUILDED-UP FLUX AFTER THE SHIELDING =  0.1958E 05  PHOTONS/SECS.
    THE    DOSE-RATE    AFTER THE SHIELDING =  0.5828E 02  MREMS/HRS.
```

รูปที่ ๒๒ แสดงผลลัพธ์ของกรณีที่ ๑

```
                    THE PACKAGE WILL SOLVE THE PROBLEM CASE.  1

DETAIL OF INPUT.
CODE OF SOURCE'S GEOMETRY =  6       WILL EMIT GAMMA-RAY WITH ACTIVITY =  0.9189E 10  DPS.
THE SIZE OF THIS SOURCE   DIAMETER =  6.0000  CM,WITH LENGTH =  12.0000  CM,AND CODE OF SOURCE'S MATERIAL =  7
THIS SOURCE WILL EMIT GAMMA-RAY WHICH THE NUMBER OF ENERGY GROUP OF THIS CASE =  2  GROUPS
NO. 1  ENERGY                =  2.0000  MEV.,WITH PERCENTANGE                =  92.0000  %
NO. 2  ENERGY                =  1.0000  MEV.,WITH PERCENTANGE                =  62.0000  %
THE NUMBER OF SHIELDING LAYER =  1  LAYERS.
NO. 1  SHIELDING MATERIAL'S CODE =  7  WITH THICKNESS                  =  13.0000  CM

DETIAL OF OUTPUT
THE UNCOLLIDED FLUX AFTER THE SHIELDING =  0.1047E 05  PHOTONS/SECS.
THE BUILDED-UP FLUX AFTER THE SHIELDING =  0.1129E 05  PHOTONS/SECS.
THE    DOSE-RATE    AFTER THE SHIELDING =  0.3535E 02  MREMS/HRS.

********************************** THIS CASE WILL SOLVE PROBLEM AT END OF CYLINDRICAL SOURCE **********************************

DETAIL OF INPUT.
CODE OF SOURCE'S GEOMETRY =  6       WILL EMIT GAMMA-RAY WITH ACTIVITY =  0.9189E 10  DPS.
THE SIZE OF THIS SOURCE   DIAMETER =  6.0000  CM,WITH LENGTH =  12.0000  CM,AND CODE OF SOURCE'S MATERIAL =  7
THIS SOURCE WILL EMIT GAMMA-RAY WHICH THE NUMBER OF ENERGY GROUP OF THIS CASE =  2  GROUPS
NO. 1  ENERGY                =  2.0000  MEV.,WITH PERCENTANGE                =  92.0000  %
NO. 2  ENERGY                =  1.0000  MEV.,WITH PERCENTANGE                =  62.0000  %
THE NUMBER OF SHIELDING LAYER =  1  LAYERS.
NO. 1  SHIELDING MATERIAL'S CODE =  7  WITH THICKNESS                  =  13.0000  CM

DETIAL OF OUTPUT
THE UNCOLLIDED FLUX AFTER THE SHIELDING =  0.6493E 04  PHOTONS/SECS.
THE BUILDED-UP FLUX AFTER THE SHIELDING =  0.7250E 04  PHOTONS/SECS.
THE    DOSE-RATE    AFTER THE SHIELDING =  0.2269E 02  MREMS/HRS.
```

รูปที่ ๒๓ แสดงผลลัพธ์ของกรณีที่ ๒

```
                    THE PACKAGE WILL SOLVE THE PROBLEM CASE.  1

 DETAIL OF INPUT.
 CODE OF SOURCE'S GEOMETRY =  5      WILL EMIT GAMMA-RAY WITH ACTIVITY =  0.9189E 10  DPS.
 THE SIZE OF THIS SOURCE   DIAMETER =  12.0000  CM,WITH LENGTH =   0.0     CM,AND CODE OF SOURCE'S MATERIAL =  7
 THIS SOURCE WILL EMIT GAMMA-RAY WHICH THE NUMBER OF ENERGY GROUP OF THIS CASE =  1  GROUPS
 NO. 1  ENERGY          =  3.0000  MEV.,WITH PERCENTANGE                    =   78.0000  %
 THE NUMBER OF SHIELDING LAYER =  2  LAYERS.
 NO. 1  SHIELDING MATERIAL'S CODE =  2  WITH THICKNESS                      =   13.0000  CM
 NO. 2  SHIELDING MATERIAL'S CODE =  3  WITH THICKNESS                      =    7.0000  CM

 DETIAL OF OUTPUT
 THE UNCOLLIDED FLUX AFTER THE SHIELDING =  0.1349E 08  PHOTONS/SECS.
 THE BUILDED-UP FLUX AFTER THE SHIELDING =  0.1787E 08  PHOTONS/SECS.
 THE    DOSE-RATE   AFTER THE SHIELDING =  0.7455E 05  MREMS/HRS.
```

รูปที่ ๒๔ แสดงผลลัพธ์ของกรณีที่ ๓

```
                    THE PACKAGE WILL SOLVE THE PROBLEM CASE.  1

DETAIL OF INPUT.
CODE OF SOURCE'S GEOMETRY =  1      WILL EMIT GAMMA-RAY WITH ACTIVITY =  0.9243E 08  DPS.
THE SIZE OF THIS SOURCE   DIAMETER =   0.0     CM,WITH LENGTH =   0.0     CM,AND CODE OF SOURCE'S MATERIAL =  0
THIS SOURCE WILL EMIT GAMMA-RAY WHICH THE NUMBER OF ENERGY GROUP OF THIS CASE =  3  GROUPS
NO. 1  ENERGY          =  2.0000  MEV.,WITH PERCENTANGE                    =   32.0000  %
NO. 2  ENERGY          =  1.0000  MEV.,WITH PERCENTANGE                    =   68.0000  %
NO. 3  ENERGY          =  2.3000  MEV.,WITH PERCENTANGE                    =  100.0000  %
THE NUMBER OF SHIELDING LAYER =  4  LAYERS.
NO. 1  SHIELDING MATERIAL'S CODE =  2  WITH THICKNESS                      =   15.0000  CM
NO. 2  SHIELDING MATERIAL'S CODE =  3  WITH THICKNESS                      =   10.0000  CM
NO. 3  SHIELDING MATERIAL'S CODE =  4  WITH THICKNESS                      =    9.8000  CM
NO. 4  SHIELDING MATERIAL'S CODE =  5  WITH THICKNESS                      =    5.0000  CM

DETIAL OF OUTPUT
THE UNCOLLIDED FLUX AFTER THE SHIELDING =  0.1379E 05  PHOTONS/SECS.
THE BUILDED-UP FLUX AFTER THE SHIELDING =  0.9382E 05  PHOTONS/SECS.
THE    DOSE-RATE   AFTER THE SHIELDING =  0.3203E 03  MREMS/HRS.
```

รูปที่ ๒๕ แสดงผลลัพธ์ของกรณีที่ ๔

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
                    THE PACKAGE WILL SOLVE THE PROBLEM CASE.  2

 DETAIL OF INPUT.
 CODE OF SOURCE'S GEOMETRY =  6       WILL EMIT GAMMA-RAY WITH ACTIVITY =  0.9139E 10  DPS.
 THE SIZE OF THIS SOURCE   DIAMETER =   6.0000  CM,WITH LENGTH =  12.0000  CM,AND CODE OF SOURCE'S MATERIAL =  7
 THIS SOURCE WILL EMIT GAMMA-RAY WHICH THE NUMBER OF ENERGY GROUP OF THIS CASE =  1  GROUPS
 NO. 1  ENERGY              =  2.0000  MEV.,WITH PERCENTANGE                    =   92.0000  %
 THE DOSE RATE AFTER THE SHIELDING =  0.3527E 02  MREM/HRS.  (GIVEN VALUE)

 DETIAL OF OUTPUT
 THIS CALCULATION HAS ERROR ABOUT -0.2426E-02  ,AFTER 13 TIMES OF INTERVAL HAFLINGS.
 THE UNCOLLIDED FLUX AFTER THE SHIELDING =  0.1044E 05  PHOTONS/SECS.
 THE BUILDED-UP FLUX AFTER THE SHIELDING =  0.1124E 05  PHOTONS/SECS.
 THE    DOSE-RATE    AFTER THE SHIELDING =  0.3527E 02  MREMS/HRS.
 THE NUMBER OF SHIELDING LAYER =  1  LAYERS.
 NO. 1  SHIELDING MATERIAL'S CODE =  7  WITH THICKNESS                =   12.9999  CM


 ********************************** THIS CASE WILL SOLVE PROBLEM AT END OF CYLINDRICAL SOURCE **********************************
 DETAIL OF INPUT.
 CODE OF SOURCE'S GEOMETRY =  6       WILL EMIT GAMMA-RAY WITH ACTIVITY =  0.9189E 10  DPS.
 THE SIZE OF THIS SOURCE   DIAMETER =   6.0000  CM,WITH LENGTH =  12.0000  CM,AND CODE OF SOURCE'S MATERIAL =  7
 THIS SOURCE WILL EMIT GAMMA-RAY WHICH THE NUMBER OF ENERGY GROUP OF THIS CASE =  1  GROUPS
 NO. 1  ENERGY              =  2.0000  MEV.,WITH PERCENTANGE                    =   92.0000  %
 THE DOSE RATE AFTER THE SHIELDING =  0.3527E 02  MREM/HRS.  (GIVEN VALUE)

 DETIAL OF OUTPUT
 THIS CALCULATION HAS ERROR ABOUT  0.2991E-02  ,AFTER 10 TIMES OF INTERVAL HAFLINGS.
 THE UNCOLLIDED FLUX AFTER THE SHIELDING =  0.9927E 04  PHOTONS/SECS.
 THE BUILDED-UP FLUX AFTER THE SHIELDING =  0.1124E 05  PHOTONS/SECS.
 THE    DOSE-RATE    AFTER THE SHIELDING =  0.3527E 02  MREMS/HRS.
 THE NUMBER OF SHIELDING LAYER =  1  LAYERS.
 NO. 1  SHIELDING MATERIAL'S CODE =  7  WITH THICKNESS                =   12.5632  CM
```

รูปที่ ๒๖ แสดงผลลัพธ์ของกรณีที่ ๕

```
                    THE PACKAGE WILL SOLVE THE PROBLEM CASE.  2

DETAIL OF INPUT.
CODE OF SOURCE'S GEOMETRY =  5       WILL EMIT GAMMA-RAY WITH ACTIVITY =  0.9189E 10  DPS.
THE SIZE OF THIS SOURCE   DIAMETER =  12.0000  CM,WITH LENGTH =   0.0     CM,AND CODE OF SOURCE'S MATERIAL =  7
THIS SOURCE WILL EMIT GAMMA-RAY WHICH THE NUMBER OF ENERGY GROUP OF THIS CASE =  2  GROUPS
NO. 1  ENERGY              =  2.0000  MEV.,WITH PERCENTANGE                    =   92.0000  %
NO. 2  ENERGY              =  1.0000  MEV.,WITH PERCENTANGE                    =   62.0000  %
THE DOSE RATE AFTER THE SHIELDING =  0.2587E 02  MREM/HRS.  (GIVEN VALUE)

DETIAL OF OUTPUT
THIS CALCULATION HAS ERROR ABOUT -0.9155E-03  ,AFTER 13 TIMES OF INTERVAL HAFLINGS.
THE UNCOLLIDED FLUX AFTER THE SHIELDING =  0.7670E 04  PHOTONS/SECS.
THE BUILDED-UP FLUX AFTER THE SHIELDING =  0.9260E 04  PHOTONS/SECS.
THE    DOSE-RATE    AFTER THE SHIELDING =  0.2587E 02  MREMS/HRS.
THE NUMBER OF SHIELDING LAYER =  1  LAYERS.
NO. 1  SHIELDING MATERIAL'S CODE =  7  WITH THICKNESS                =   12.9999  CM
```

รูปที่ ๒๗ แสดงผลลัพธ์ของกรณีที่ ๖

```
                    THE PACKAGE WILL SOLVE THE PROBLEM CASE.  2
 DETAIL OF INPUT.
 CODE OF SOURCE'S GEOMETRY =  2      WILL EMIT GAMMA-RAY WITH ACTIVITY =  0.9730E 10  DPS.
 THE SIZE OF THIS SOURCE   DIAMETER =  0.0     CM,WITH LENGTH =  0.0     CM,AND CODE OF SOURCE'S MATERIAL =  0
 THIS SOURCE WILL EMIT GAMMA-RAY WHICH THE NUMBER OF ENERGY GROUP OF THIS CASE =  1  GROUPS
 NO. 1  ENERGY              =  3.0000  MEV.,WITH PERCENTANGE                =  78.0000  %
 THE DOSE RATE AFTER THE SHIELDING =  0.8086E 01  MREM/HRS.  (GIVEN VALUE)

 DETIAL OF OUTPUT
 THIS CALCULATION HAS ERROR ABOUT  0.5903E-03  ,AFTER 13 TIMES OF INTERVAL HAFLINGS.
 THE UNCOLLIDED FLUX AFTER THE SHIELDING =  0.2881E 03  PHOTONS/SECS.
 THE BUILDED-UP FLUX AFTER THE SHIELDING =  0.1939E 04  PHOTONS/SECS.
 THE    DOSE-RATE    AFTER THE SHIELDING =  0.9087E 01  MREMS/HRS.
 THE NUMBER OF SHIELDING LAYER =  2  LAYERS.
 NO. 1  SHIELDING MATERIAL'S CODE =  2  WITH THICKNESS                =   5.0000  CM
 NO. 2  SHIELDING MATERIAL'S CODE =  5  WITH THICKNESS                =  31.6072  CM
```

รูปที่ ๒๘ แสดงผลลัพธ์กรณีที่ ๗

```
                    THE PACKAGE WILL SOLVE THE PROBLEM CASE.  2
 DETAIL OF INPUT.
 CODE OF SOURCE'S GEOMETRY =  4      WILL EMIT GAMMA-RAY WITH ACTIVITY =  0.9189E 10  DPS.
 THE SIZE OF THIS SOURCE   DIAMETER =  12.0000  CM,WITH LENGTH =  0.0     CM,AND CODE OF SOURCE'S MATERIAL =  0
 THIS SOURCE WILL EMIT GAMMA-RAY WHICH THE NUMBER OF ENERGY GROUP OF THIS CASE =  2  GROUPS
 NO. 1  ENERGY              =  2.0000  MEV.,WITH PERCENTANGE                =  22.0000  %
 NO. 2  ENERGY              =  3.0000  MEV.,WITH PERCENTANGE                =  78.0000  %
 THE DOSE RATE AFTER THE SHIELDING =  0.4519E 01  MREM/HRS.  (GIVEN VALUE)

 DETIAL OF OUTPUT
 THIS CALCULATION HAS ERROR ABOUT  0.2003E-04  ,AFTER 13 TIMES OF INTERVAL HAFLINGS.
 THE UNCOLLIDED FLUX AFTER THE SHIELDING =  0.1110E 04  PHOTONS/SECS.
 THE BUILDED-UP FLUX AFTER THE SHIELDING =  0.1123E 04  PHOTONS/SECS.
 THE    DOSE-RATE    AFTER THE SHIELDING =  0.4519E 01  MREMS/HRS.
 THE NUMBER OF SHIELDING LAYER =  2  LAYERS.
 NO. 1  SHIELDING MATERIAL'S CODE =  4  WITH THICKNESS                =  10.0000  CM
 NO. 2  SHIELDING MATERIAL'S CODE =  7  WITH THICKNESS                =  12.9999  CM
```

รูปที่ ๒๙ แสดงผลลัพธ์กรณีที่ ๘

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย