

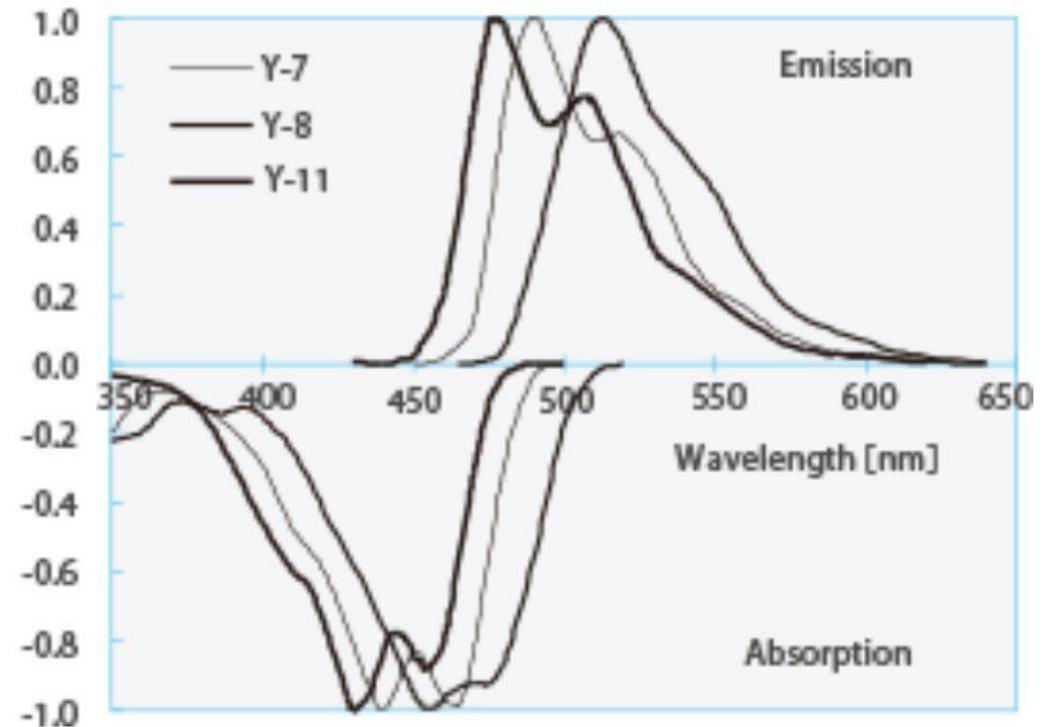
DCV Simulation

최재민

WLS Process – 지금까지의 문제점

- PhysicsList에 G4OpWLS를 include하고 DetectorConstruction에서 Material Properties에 WLS 관련 특성을 입력하여 실행시켜 보았으나, WLS Process는 나타나지 않았다.
- 이를 해결하기 위해 StackingAction에서 일어나는 Process를 Print out도 시켜보았지만 해당 Process가 일어났다는 Print out은 나타나지 않았다.

• Y-7, Y-8, Y-11



WLS Process의 Absorption

- WLS Process에서 absorption을 담당해주는 Material Properties는 WLSABSLLENGTH로, 각 파장에 따른 Absorption length를 길이 단위로 지정해 주어야 한다.
- 또한 WLS-fiber의 반지름은 0.5mm여서 매우 짧고, photo이 WLS-fiber를 지나면서 absorptio이 일어나기 위해서는 매우 작은 Absorption lengt값이 필요했다.

>> OpWLS Process가 잘 발생하는지 확인하기 위해(PhysicsList가 적절한지 확인하기 위해) 임의로 2*cm의 값을 설정해서 Absorption이 일어나도록 한 결과 OpWLS Process 가 발생함을 확인할 수 있었다.

(Scintillation Yield : 100/MeV)

```
G4double Absorption_WLS_photon[] =
{ 0.1*eV, 1000 * eV };
G4double Absorption_WLS[] =
{ 2.*cm, 2.*cm };

const G4int Entry_WLS_abs = sizeof(Absorption_WLS_photon) / sizeof(G4double);
WLS_fiber_core_mpt -> AddProperty("WLSABSLLENGTH", Absorption_WLS_photon, Absorption_WLS, Entry_WLS_abs)->SetSpline(true);
```

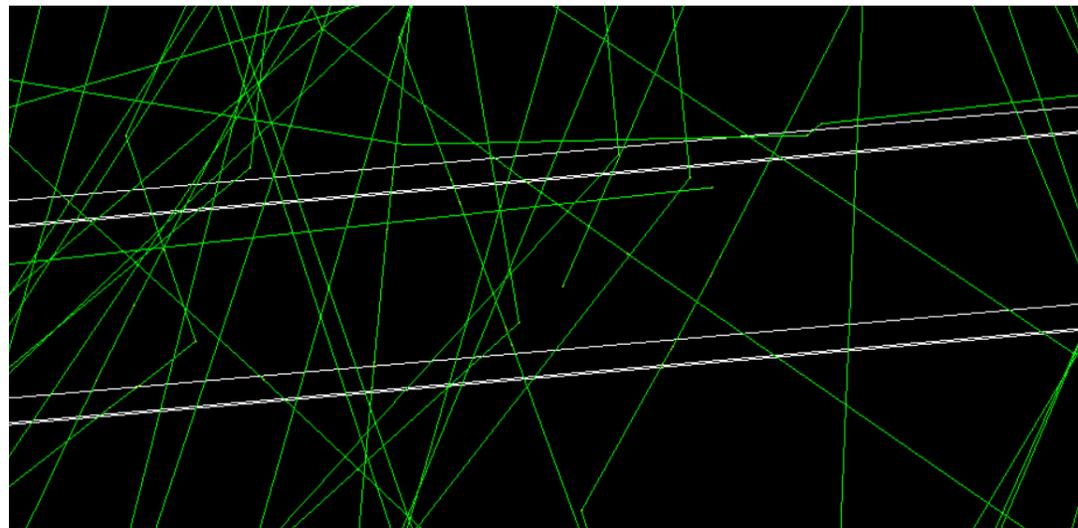
Emission Spectra

- 억지로 OpWLS Process를 만들었음에도 불구하고 StackingAction에서 WLS Process가 발생한 수를 count 하였으나 count 되지 않았다.

>> StackingAction에서 Track을 불러오는 기준은 Process 이후 Secondary Particle이 발생하는지, 인데 Emission Spectrum 값을 잘못 입력해서 Emission이 일어나지 않아서 Stacking Action에서 WLS Process의 수를 count 할 수 없었다.

>> Emission Spectra에 맞춰 계수를 변경시켜 주고 난 뒤 출력 메시지

```
G4WT1 > OpWLS
G4WT1 > Number of Scintillation photons produced in this event : 112
G4WT1 > Number of Cerenkov photons produced in this event : 60
G4WT1 > Number of WLS photons produced in this event : 8
G4WT1 > 135<- the number of photon which goes in fiber
```



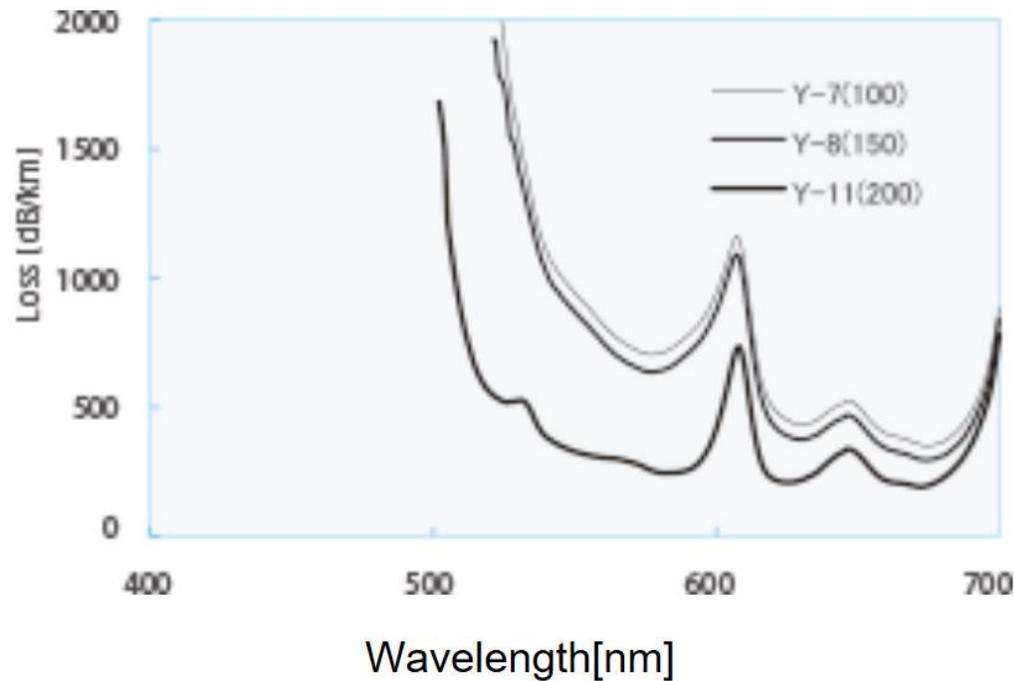
- 낮은 Attenuation length로 인해 중간에 흡수되어 사라지는 photon

결론

- WLS-fiber를 명확히 구현해주기 위해서는 WLSCOMPONENT(Emission spectrum)과 WLSABSLENGTH(파장에 따른 Absorption length)를 명확히 지정해주는 것이 중요하다는 사실을 알게 되었다.

Calculate Attenuation length

- Y-7, Y-8, Y-11



데시벨의 정의 $dB = 10 \log \frac{P}{P_0}$ 이므로,

$$\frac{P}{P_0} = 10^{\frac{-\alpha_{dB/km} L}{10}} \text{ 이라고 쓸 수 있다.}$$

한편, Attenuation length의 정의 $\frac{P}{P_0} = e^{-\frac{L}{l_0}}$ 에서

$$l_0 = \frac{10}{\alpha_{dB/km} \times \log_e 10} [\text{km}] \text{ 으로 나타난다.}$$

WLSABSLENGTH code

```
G4double Absorption_WLS_photon[] =
{
    2.4708793935*eV, 2.4624933739*eV, 2.4592036261*eV, 2.45760099*eV, 2.4560782314*eV, 2.4560296121*eV, 2.4559712715*eV, 2.4511047434*eV,
    2.4445127013*eV, 2.4379560217*eV, 2.4314391856*eV, 2.4216817266*eV, 2.4120022687*eV, 2.394397568*eV, 2.3676309935*eV, 2.3475345858*eV,
    2.330785067*eV, 2.3113583844*eV, 2.2893217265*eV, 2.2577150243*eV, 2.2241985286*eV, 2.209161062*eV, 2.1916471161*eV, 2.1744163042*eV,
    2.1600535513*eV, 2.1433177437*eV, 2.1306158109*eV, 2.1155679294*eV, 2.1007168867*eV, 2.0800121361*eV, 2.0715936074*eV, 2.0679922111*eV,
    2.0655890582*eV, 2.0596431507*eV, 2.0537041802*eV, 2.0466339484*eV, 2.0396289954*eV, 2.0350356734*eV, 2.0304929006*eV, 2.0259670558*eV,
    2.022598255*eV, 2.0158450219*eV, 2.0046504247*eV, 1.9803579536*eV, 1.9555585312*eV, 1.9355184012*eV, 1.9138545011*eV, 1.8967151824*eV,
    1.8779139659*eV, 1.8546619155*eV, 1.8329042213*eV, 1.8143719513*eV, 1.8007050702*eV, 1.791689518*eV, 1.7872090748*eV, 1.7818651042*eV,
    1.7800755517*eV, 1.7765301024*eV, 1.7738707592*eV, 1.7729759454*eV, 1.772084565*eV, 1.7720668478*eV
};

G4double Absorption_WLS[] =
{
    260.57616799*cm, 275.60953565*cm, 293.23219985*cm, 313.26241518*cm, 361.68300235*cm, 345.34143506*cm, 327.58152449*cm, 382.18036705*cm,
    416.92136848*cm, 456.78665689*cm, 507.31780705*cm, 567.59391218*cm, 644.12446889*cm, 739.70309631*cm, 830.81989154*cm, 843.04470912*cm,
    843.04470912*cm, 996.98005533*cm, 1182.0110008*cm, 1333.1731394*cm, 1451.3249629*cm, 1469.9423994*cm, 1469.9423994*cm, 1528.7214682*cm,
    1637.919977*cm, 1763.9189387*cm, 1819.8729547*cm, 1849.2419923*cm, 1711.235596*cm, 1381.3877092*cm, 1206.876426*cm, 1081.6260259*cm,
    979.95054358*cm, 888.78209296*cm, 749.36499336*cm, 647.76565278*cm, 594.0613382*cm, 633.44245548*cm, 734.95876175*cm, 868.58896381*cm,
    1071.538322*cm, 1381.3877092*cm, 1910.9186514*cm, 2123.1702855*cm, 1849.2419923*cm, 1488.9926352*cm, 1333.1731394*cm, 1637.919977*cm,
    2084.6468675*cm, 2248.1337711*cm, 2204.8762852*cm, 1737.1779276*cm, 1348.8662978*cm, 1071.538322*cm, 939.78724553*cm, 830.81989154*cm,
    749.36499336*cm, 678.42612185*cm, 619.74781937*cm, 582.00035098*cm, 551.21907131*cm, 523.53020542*cm
};

const G4int Entry_WLS_abs = sizeof(Absorption_WLS_photon) / sizeof(G4double);
WLS_fiber_core_mpt -> AddProperty("WLSABSLENGTH", Absorption_WLS_photon, Absorption_WLS, Entry_WLS_abs)->SetSpline(true);
```

Absorption length 분석

- 앞 slide의 계산된 code를 보면 알 수 있지만, 자외선과 적외선 구간에서 Absorption length가 매우 높음을 알 수 있다.
- 가시광선 구간에서는 600nm 주변(주황색, 노란색)에서만 600*cm정도의 Absorption length를 가져서 비교적 흡수가 잘 일어나고, 해당 부분에서 조금 더 멀어지면 약 1500*cm정도의 Absorption length를 가져서 absorption이 잘 일어나지 않도록 되어 있음을 알 수 있다.
- 또한 Emission Spectrum에서 볼 수 있듯, 400-450nm의 보라색, 500-570nm의 녹색이 방출이 가장 많이 되어서 WLS-fiber가 녹색을 띠를 확인할 수 있다.
- 이렇듯 파장에 따른 Absorption length의 차이가 특정 파장의 광자를 잘 흡수하게 할 뿐만 아니라 Emission Spectrum에 의해서 가장 높은 확률로 방출된 빛에 대한 낮은 재흡수율에 기여함을 알 수 있다.

남은 문제점

- Scintillation Yield를 실제 수치인 10000/MeV로 지정하여 Simulation한 경우, OpWLS가 일어나는 것을 확인할 수 있었지만, 광자가 Fiber를 지나는 것이 4137번인 것에 반해, 비교적 큰 Absorption length의 값으로 인해 OpWLS가 일어나는 수가 0-2번 정도로 매우 적은 값이 나타났다.

```
G4WT0 > Arrive Time : 1.6839
G4WT0 > OpWLS
G4WT0 > Occurance time of WLS : 7.38899
G4WT0 > Wavelength of photon produced by WLS : 515.386
G4WT0 > Number of Scintillation photons produced in this event : 8244
G4WT0 > Number of Cerenkov photons produced in this event : 49
G4WT0 > Number of WLS photons produced in this event : 1
G4WT0 > 4137<- the number of photon which goes in fiber
G4WT0 > The number of photon produced by WLS Process : 1
G4WT0 > 1<- the number of photon which arrive at MPPC
```