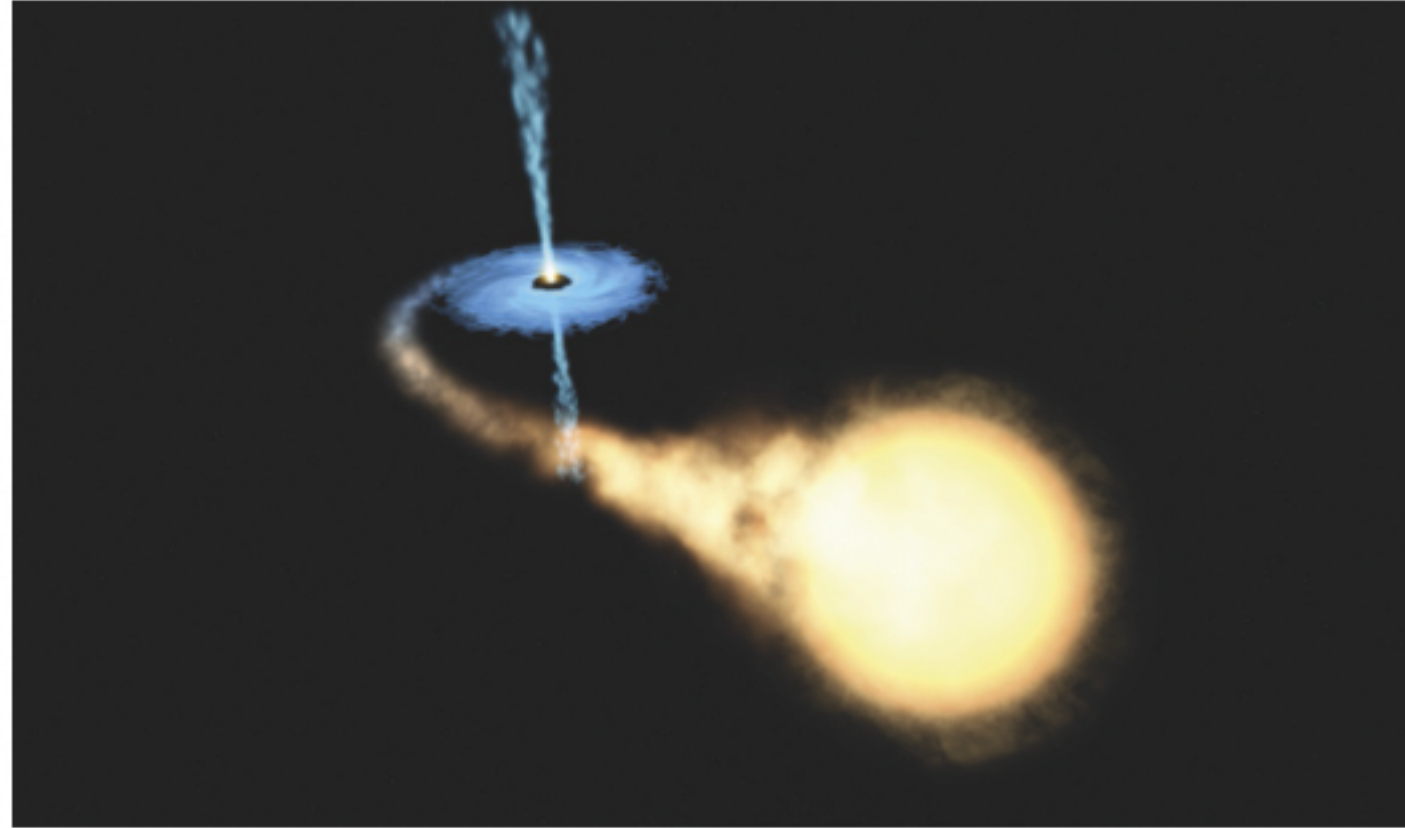


- 24 In het centrum van een Seyfertstelsel bevindt zich een zwart gat. Materie uit de directe omgeving van het zwarte gat wordt sterk aangetrokken en draait met steeds grotere snelheid richting het zwarte gat. Zie figuur 12.35.



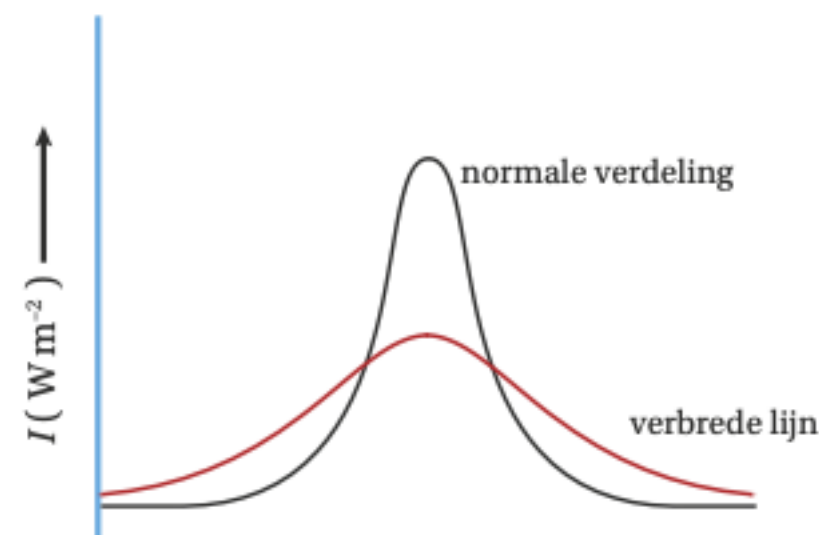
Figuur 12.35

Hierdoor ontstaat een platte 'koek' van hete gassen en stof. De naar het zwarte gat 'vallende' materie wordt zeer heet en zendt veel straling uit. Hierdoor treedt rood- én blauwverschuiving op en zijn de emissielijnen breder dan normaal. De breedte van de lijnen wordt vaak uitgedrukt in de maximale snelheid waarmee materie rond het zwarte gat draait. De lijnen vertonen breedtes tot ongeveer  $10^4 \text{ km s}^{-1}$ .

- a Voer de volgende opdrachten uit:
- Geef een verklaring voor de rood- én blauwverschuiving van de spectraallijnen.
  - Geef een verklaring voor de verbreding van de spectraallijnen.
- b Bereken de breedte van de rode balmerlijn bij een lijnbreedte van  $2,0 \cdot 10^3 \text{ km s}^{-1}$ . Geef je antwoord in nm.

In figuur 12.37 zie je een intensiteitsprofiel van een normale spectraallijn (zwart) en een verbrede spectraallijn (rood).

- c Leg uit waarom de piek bij de verbrede lijn minder hoog is.



#### Opgave 24

- a Bij het draaien rond het zwarte gat beweegt de materie in figuur 12.35 aan de linkerkant van je af en aan de rechterkant naar je toe. De ene keer is er dus roodverschuiving en de andere keer blauwverschuiving.

Het gedeelte van de materie dat voor het zwarte gat of achter het zwarte gat langs beweegt vertoont geen rood- of blauwverschuiving. Materie draait op verschillende afstanden tot het zwarte gat, ieder met zijn eigen snelheid. Elke snelheid leidt tot een bepaalde waarde van rood- en blauwverschuiving. Hoe groter het verschil in snelheid, des te breder is de spectraallijn.

De snelheid van de materie wordt steeds groter. Hoe sneller deze rondom het zwarte gat draait, des te breder is de emissielijn.

- b De breedte van de spectraallijn bereken je met de rood- en blauwverschuiving. Een verschuiving bereken je met de formule van de dopplerverschuiving.

$$v = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} \cdot c$$

Voor de roodverschuiving geldt:

$$v = 2,0 \cdot 10^3 \text{ km s}^{-1} = 2,0 \cdot 10^6 \text{ m s}^{-1}$$

$$\lambda = 656 \text{ nm} = 656 \cdot 10^{-9} \text{ m} \quad (\text{zie BINAS tabel 21A bij rode kleur})$$

$$c = 2,9979 \text{ m s}^{-1} \quad (\text{zie BINAS tabel 7})$$

$$\text{Invullen levert: } 2,0 \cdot 10^6 = \frac{\Delta\lambda}{656 \cdot 10^{-9}} \cdot 2,9979 \cdot 10^8$$

$$\Delta\lambda = 4,37 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 4,37 \text{ nm}$$

Voor de blauwverschuiving is de maximale golflengteverschuiving hetzelfde.

De breedte van de spectraallijn is dus  $2 \times 4,37 = 8,74 \text{ nm}$ .

Afgerond: 8,7 nm.

- c Doordat een deel van de uitgezonden straling een golflengteverschuiving vertoont, is de intensiteit van het gedeelte dat geen verschuiving vertoont kleiner. De totale intensiteit is gelijk: de oppervlakte onder beide grafieken moet gelijk zijn.