

# Hoe werkt een TELESCOOP ?

Frits de Mul

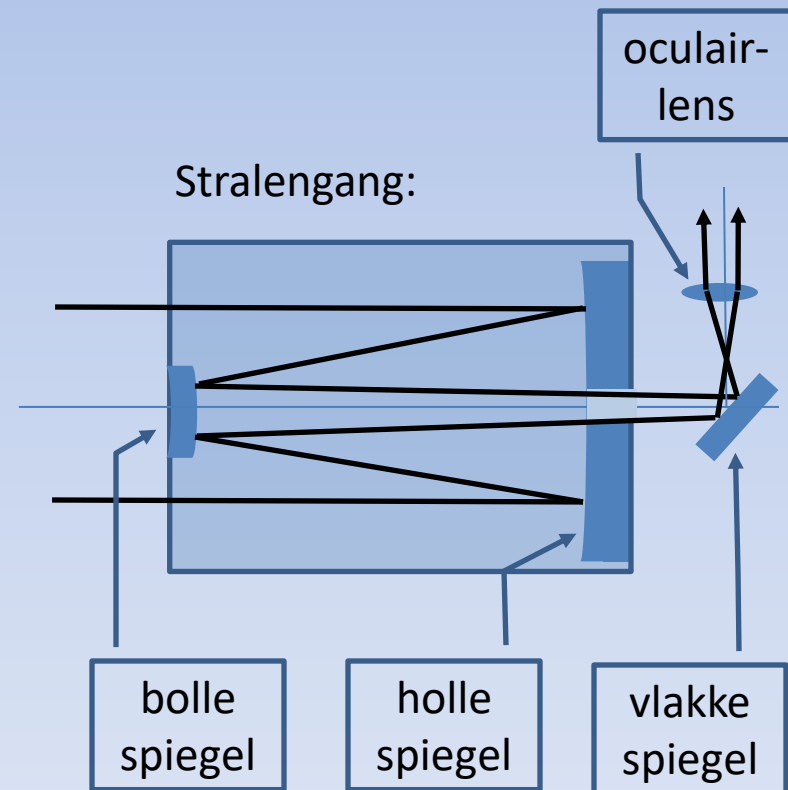
oktober 2016

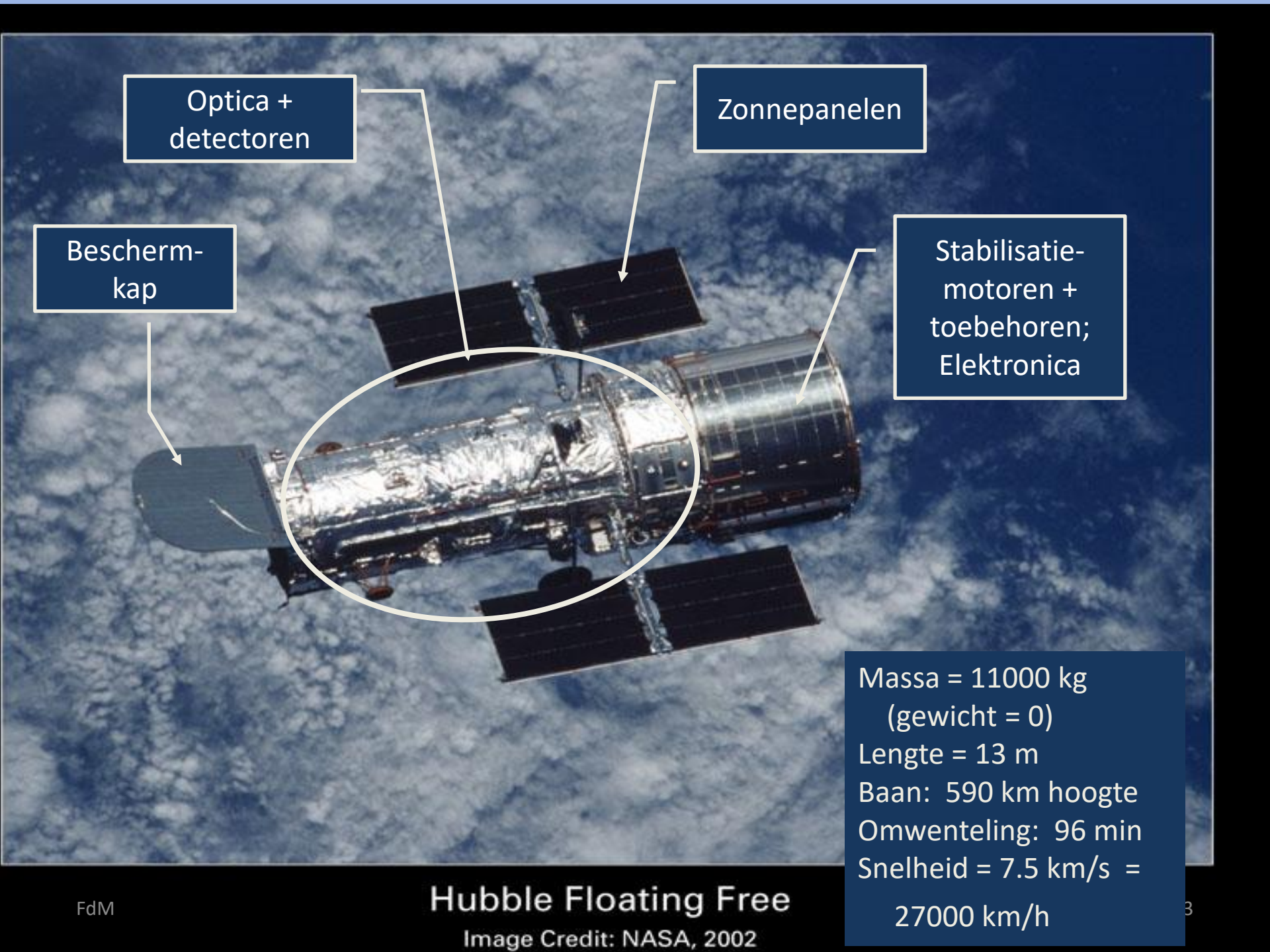
[www.demul.net/frits](http://www.demul.net/frits)

# De COSMOS – Telescoop



Meade LX200 ACF 16 inch





Optica +  
detectoren

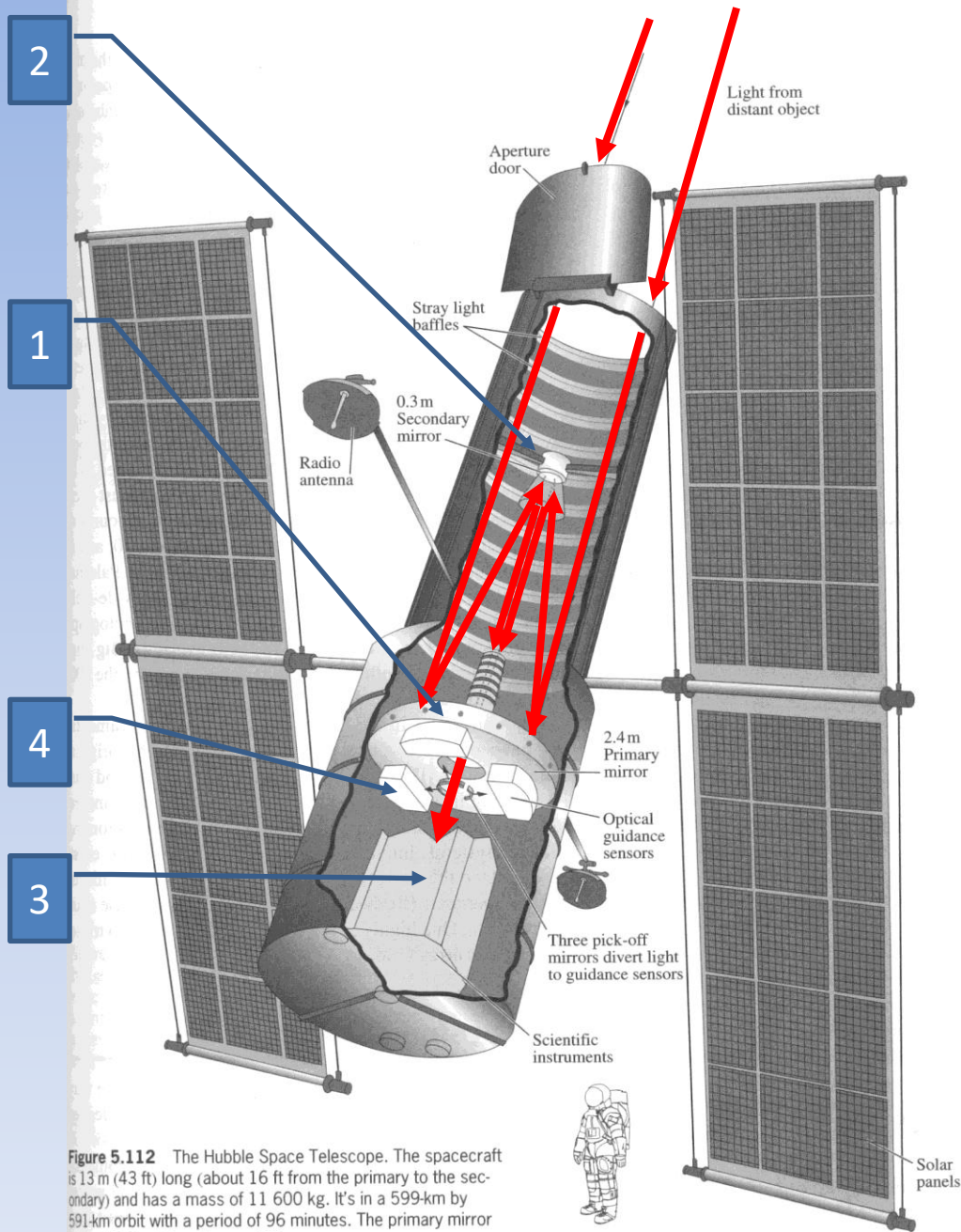
Zonnepanelen

Bescherm-  
kap

Stabilisatie-  
motoren +  
toebehoren;  
Elektronica

Massa = 11000 kg  
(gewicht = 0)  
Lengte = 13 m  
Baan: 590 km hoogte  
Omwenteling: 96 min  
Snelheid = 7.5 km/s =  
27000 km/h

# Hubble Floating Free



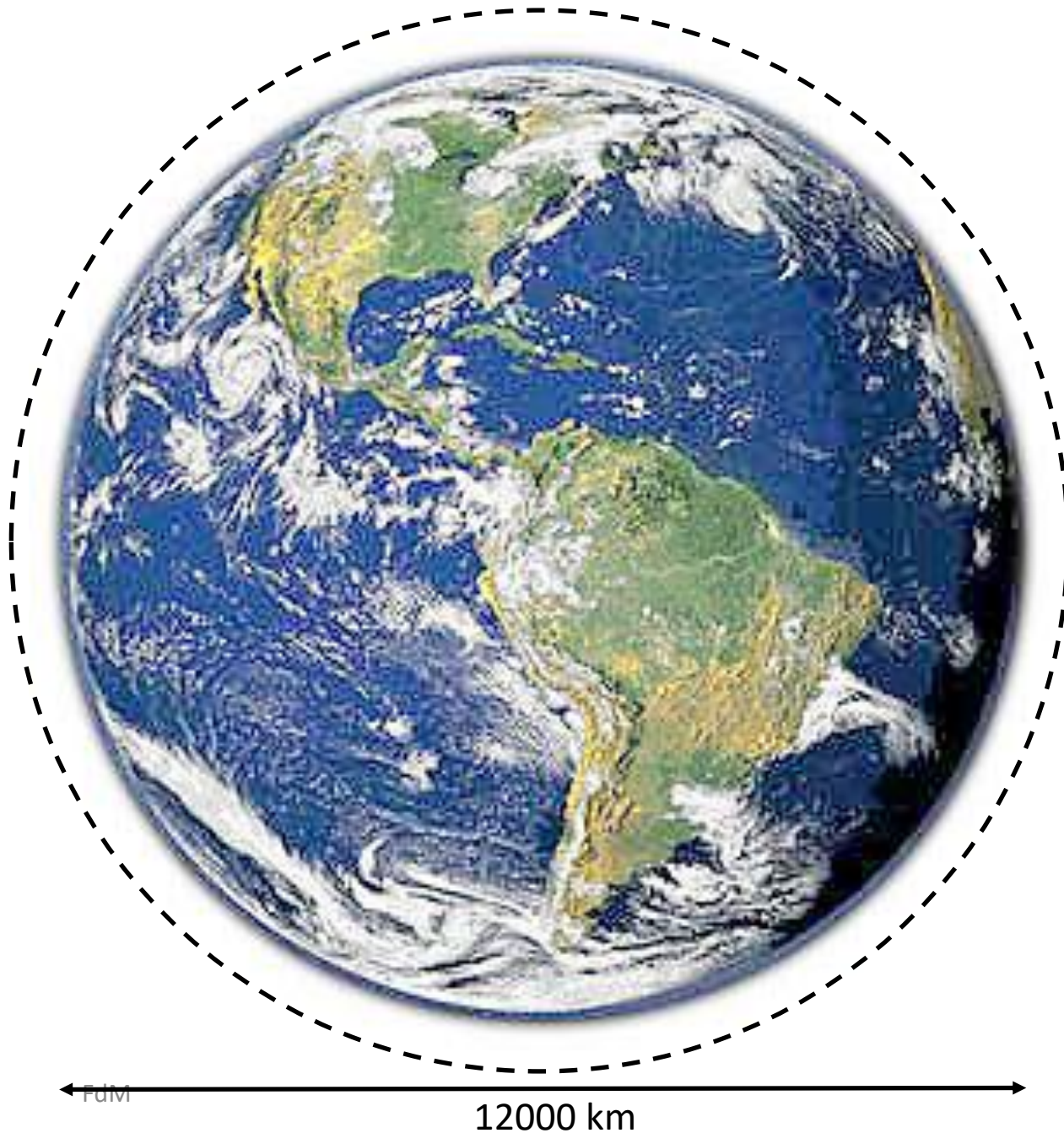
## De Hubble Telescoop:

### Stralengang:

1. Primaire spiegel (2.4 m diam., hol, parabolisch)
2. Secondaire spiegel (30 cm diam., bol)
3. Detectoren + elektronica
4. Extra: naar richtingsensoren

De Hubble Telescoop en de Cosmos Telescoop hebben overeenkomstige stralengang.





Hubble telescoop:

Hoogte = 590 km

Vergelijk met de  
diameter van de aarde  
= 12000 km

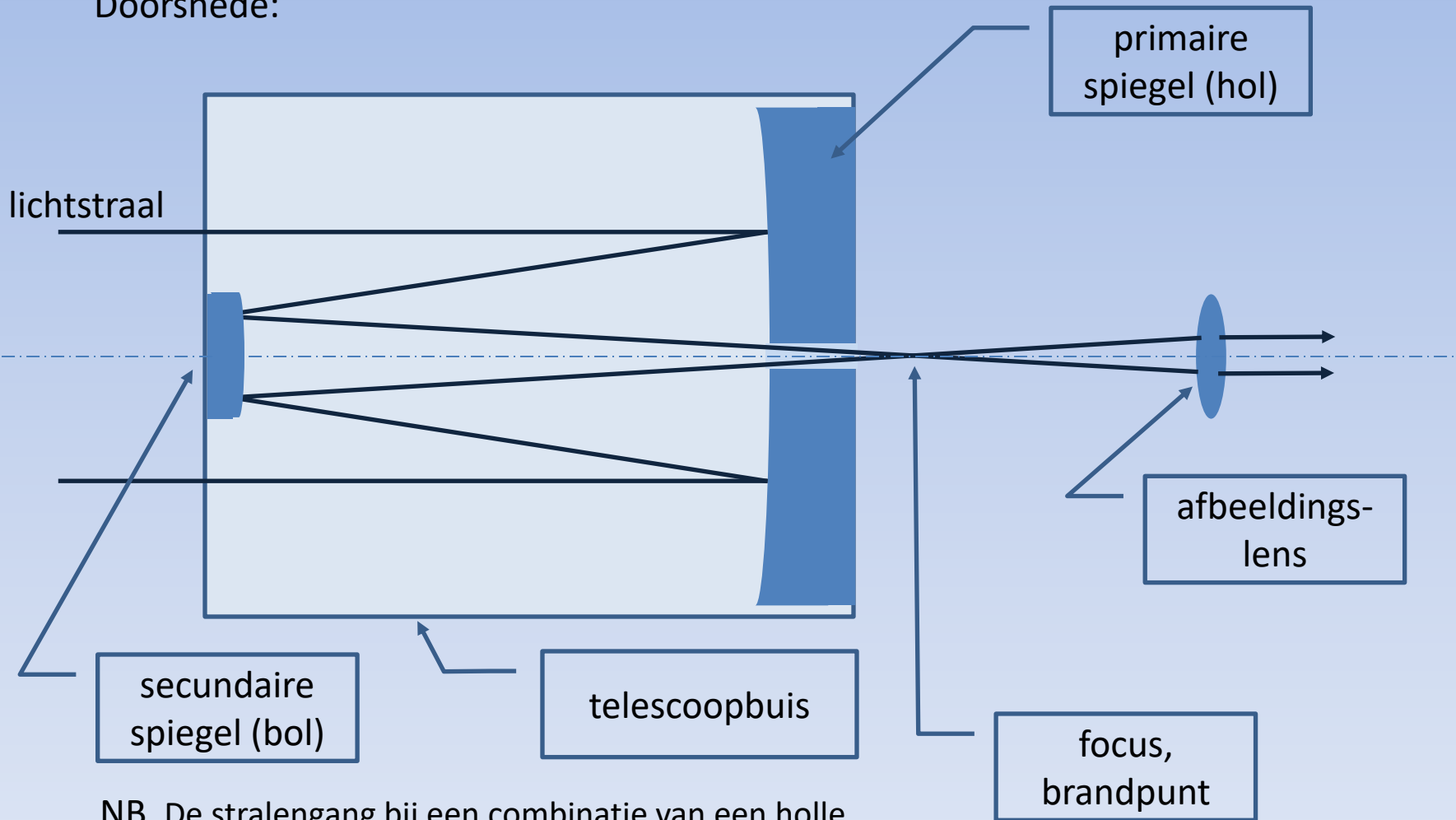
Vergelijking:  
Bij een bol van  
1 m diameter  
zou de hoogte  
5 cm zijn

# Hoe werkt een TELESCOOP ?

1. De **Hubble** en **Cosmos** Telescopen
2. Afbeelding door een **lens**
3. Idem. van een voorwerp **ver weg**
4. Afbeelding met een **holle spiegel** van een voorwerp ver weg
5. Van holle spiegel naar **telescoop**; soorten
6. Telescoop: de **astronomische telescoop**.
7. De **COSMOS telescoop**.
8. Bonus: waarom is een satelliet **gewichtloos**?

# 1. De Hubble en Cosmos Telescopen

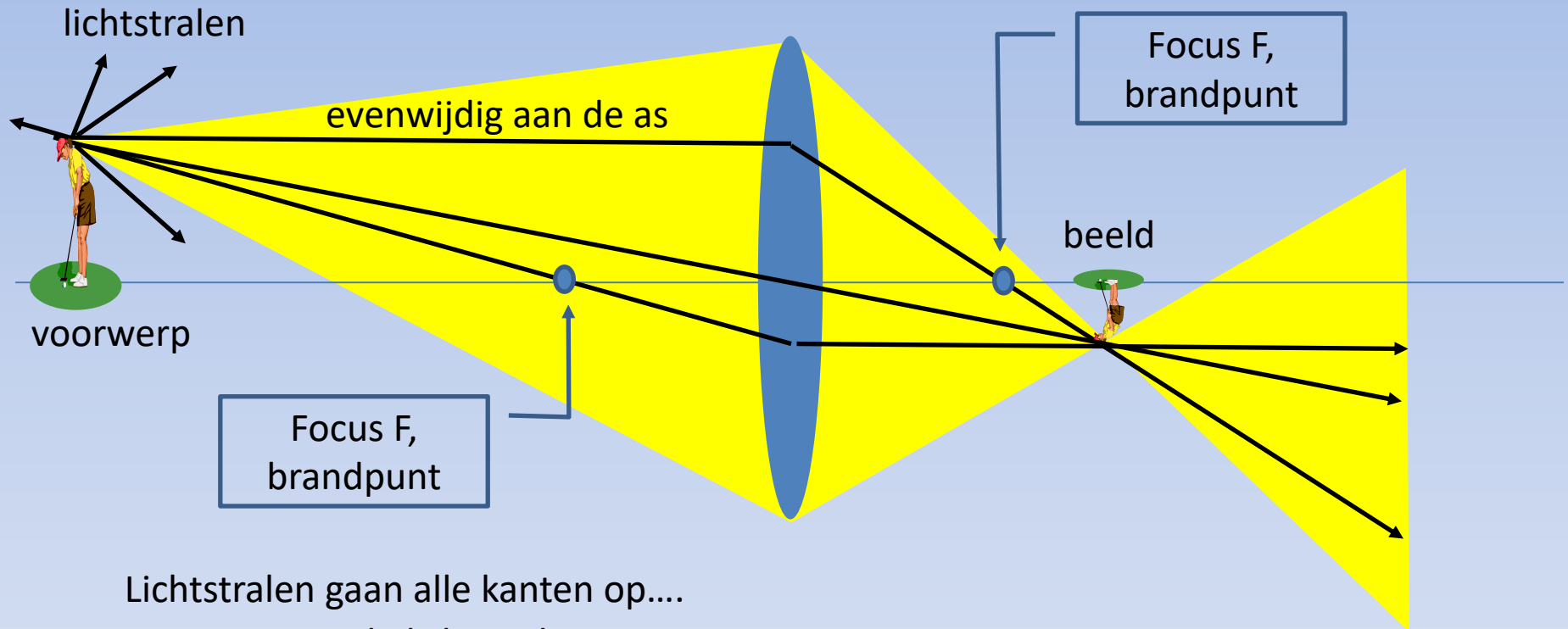
Doorsnede:



NB. De stralengang bij een combinatie van een holle en een bolle spiegel is complex.

## 2. Afbeelding door een lens

Hoe maakt een lens een beeld van een lichtgevend voorwerp ?  
We kijken hier tegen de **zijkant** van de lens aan.....



Lichtstralen gaan alle kanten op....

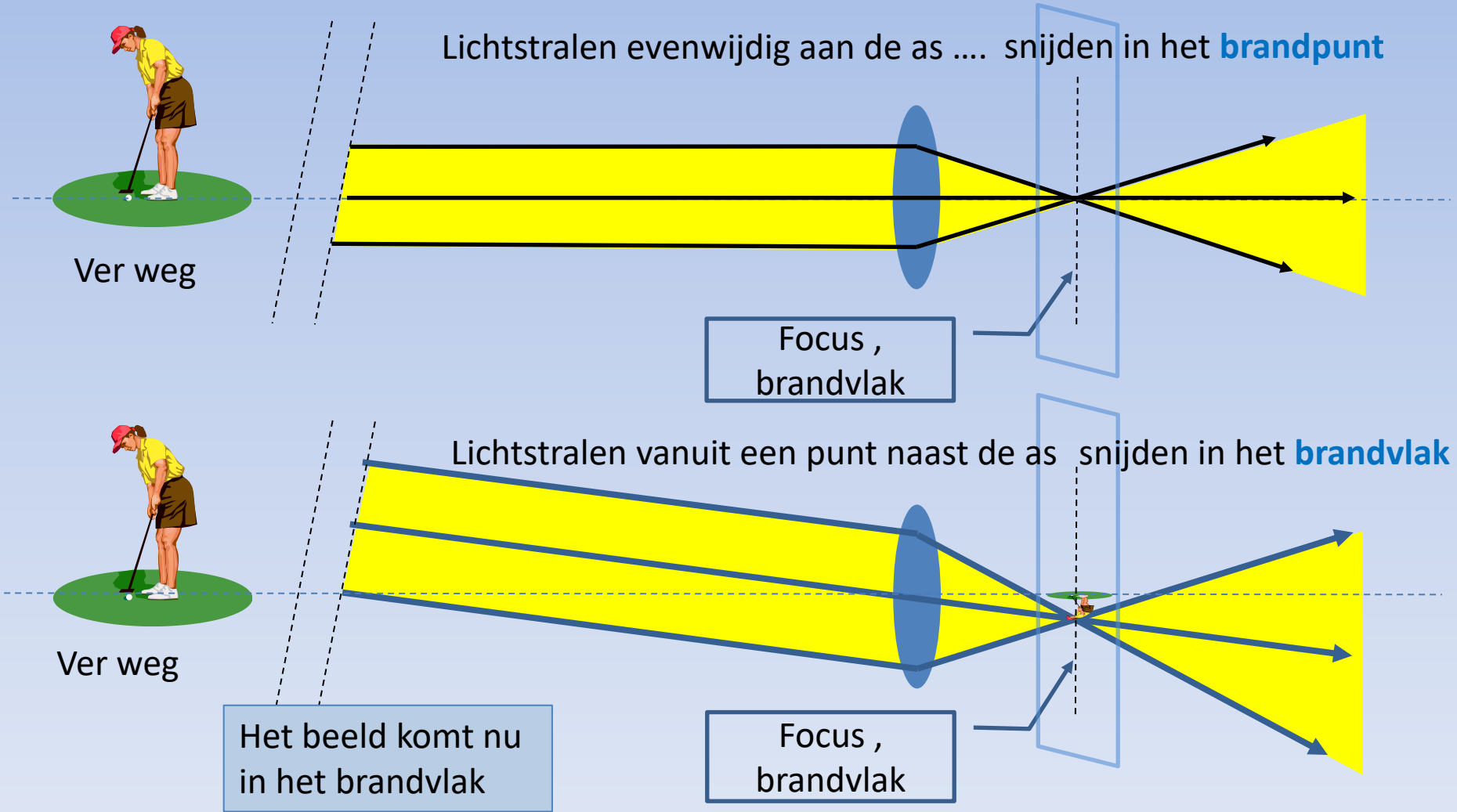
Er zijn 3 speciale lichtstralen:

1. Invallend evenwijdig aan de as → doorgaand door brandpunt
2. Invallend door brandpunt → doorgaand evenwijdig aan de as
3. Invallend door middelpunt → rechtdoor

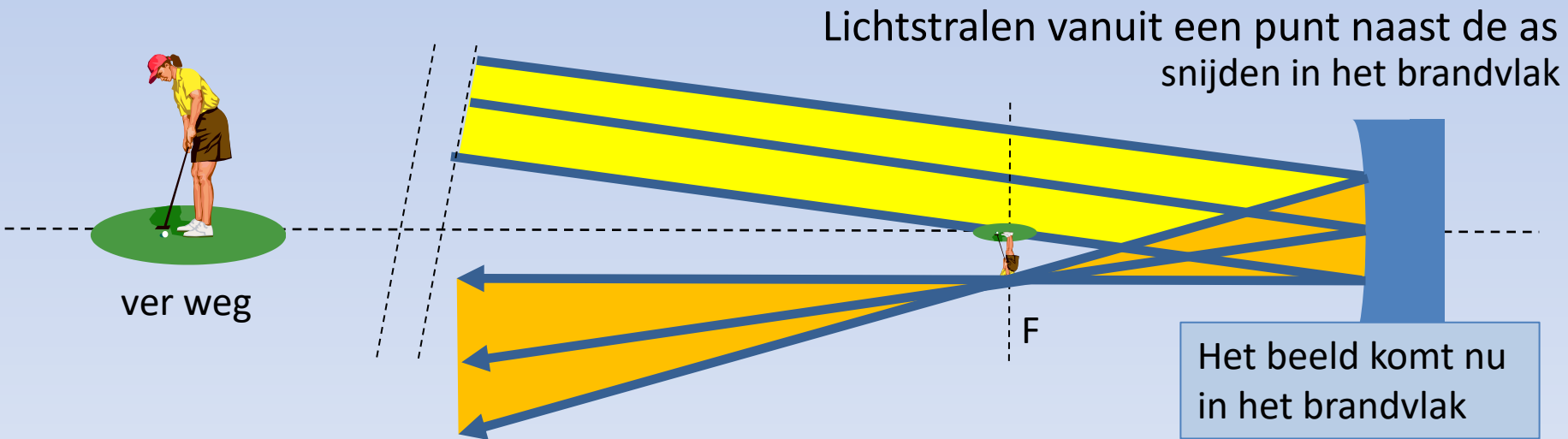
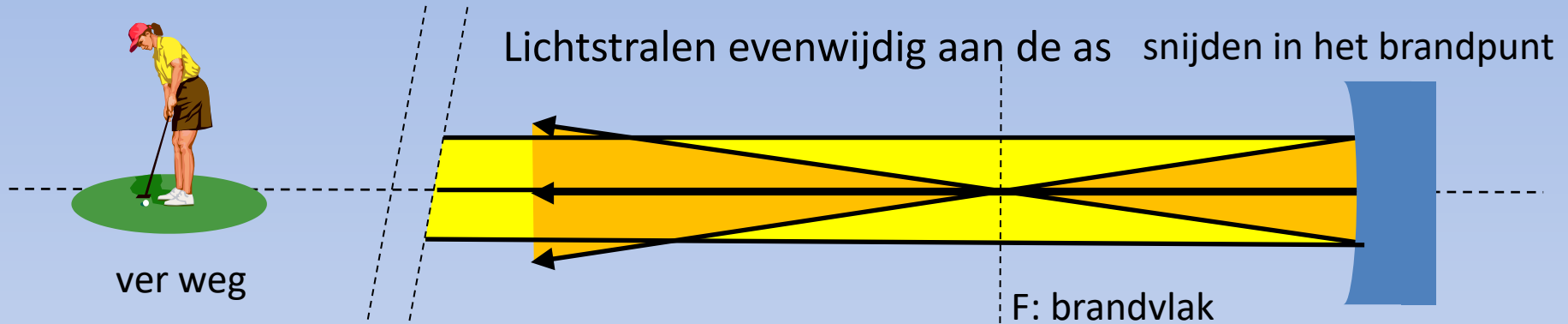
FdM In het snijpunt komt het beeld..... (op scherm, camera, film.....)



# 3. Afbeelding door een lens van een voorwerp ver weg



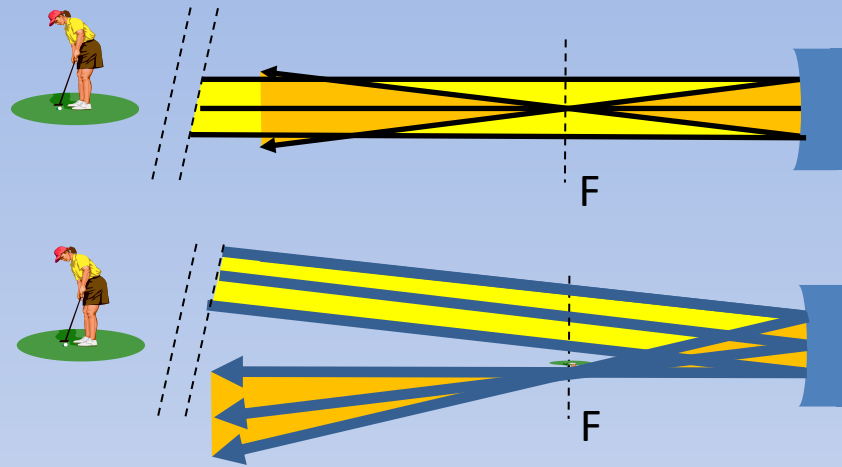
# 4. Afbeelding met holle spiegel van een voorwerp ver weg



Invallend door brandpunt → terugkaatsing evenwijdig aan as  
Invallend op middelpunt: hoek van inval = hoek van terugkaatsing  
Alle andere lichtstralen moeten ook door het beeldpunt gaan !

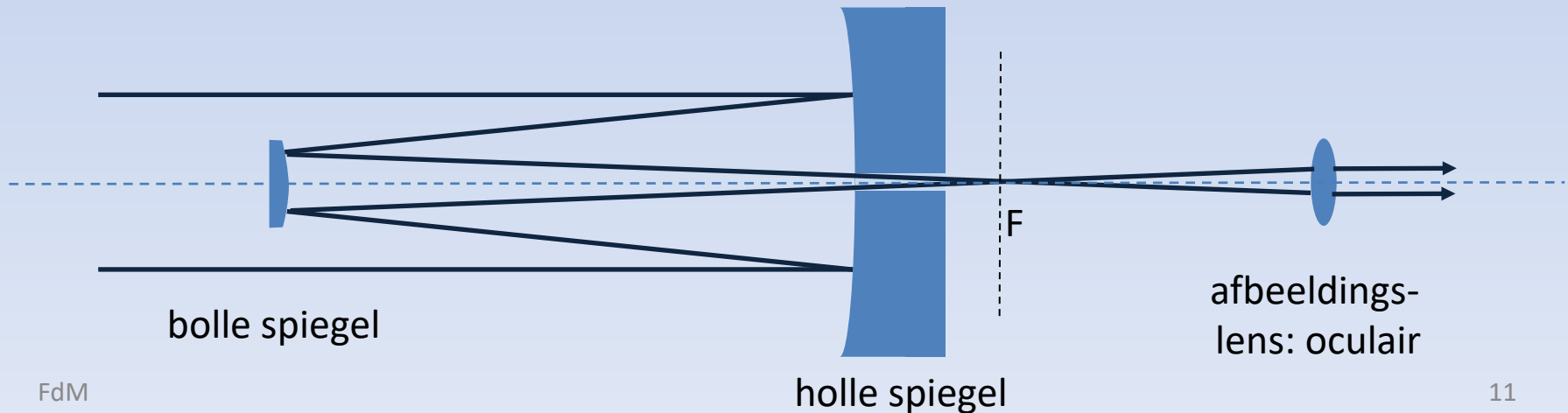
# 5. holle spiegel -> telescoop

Vorige plaatjes opnieuw:



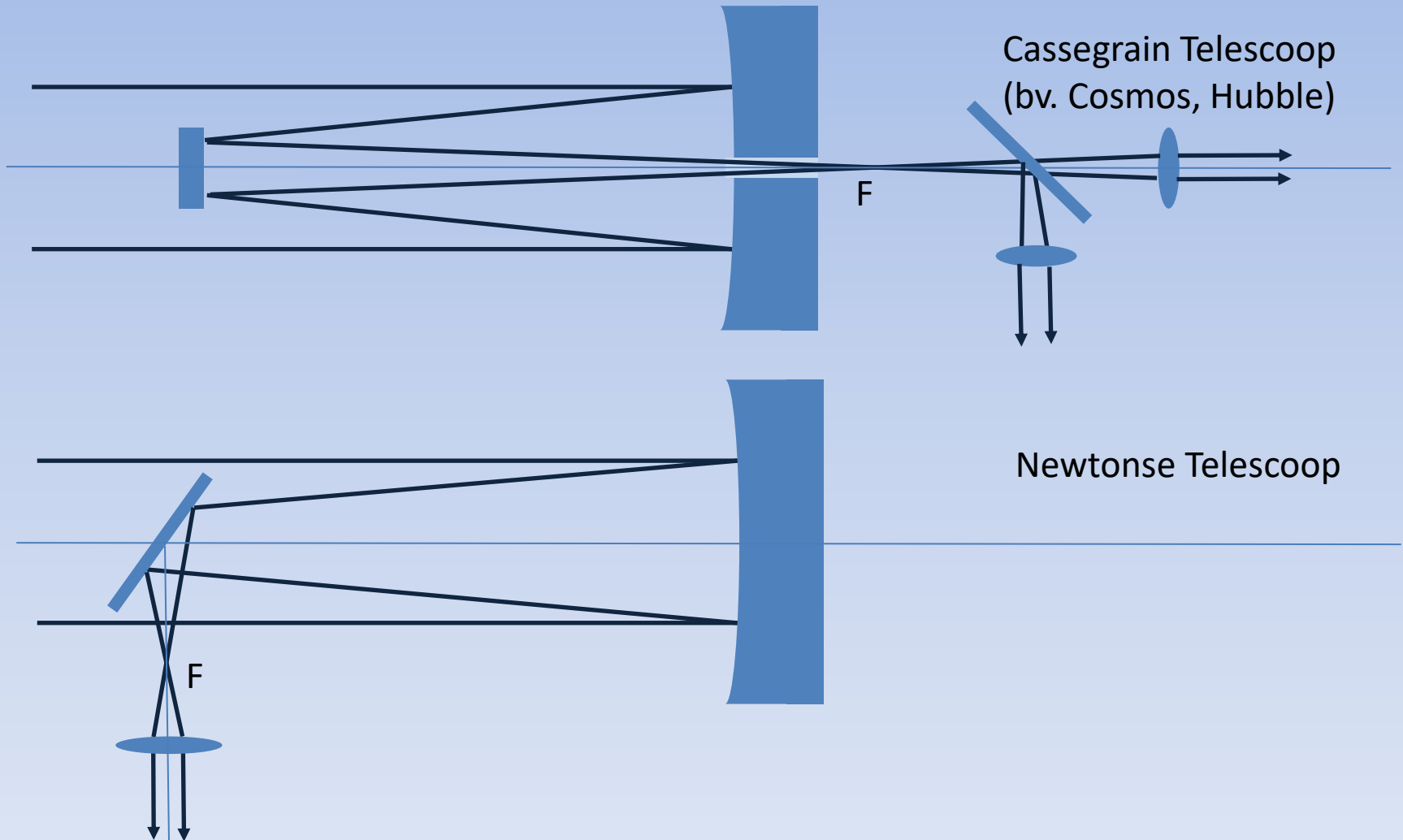
## spiegel-telescoop (stralengang "opgevouwen")

F : brandpunten van spiegels (hol+bol) en afbeeldingslens vallen samen



# 5. holle spiegel -> telescoop

Vorig plaatje opnieuw:



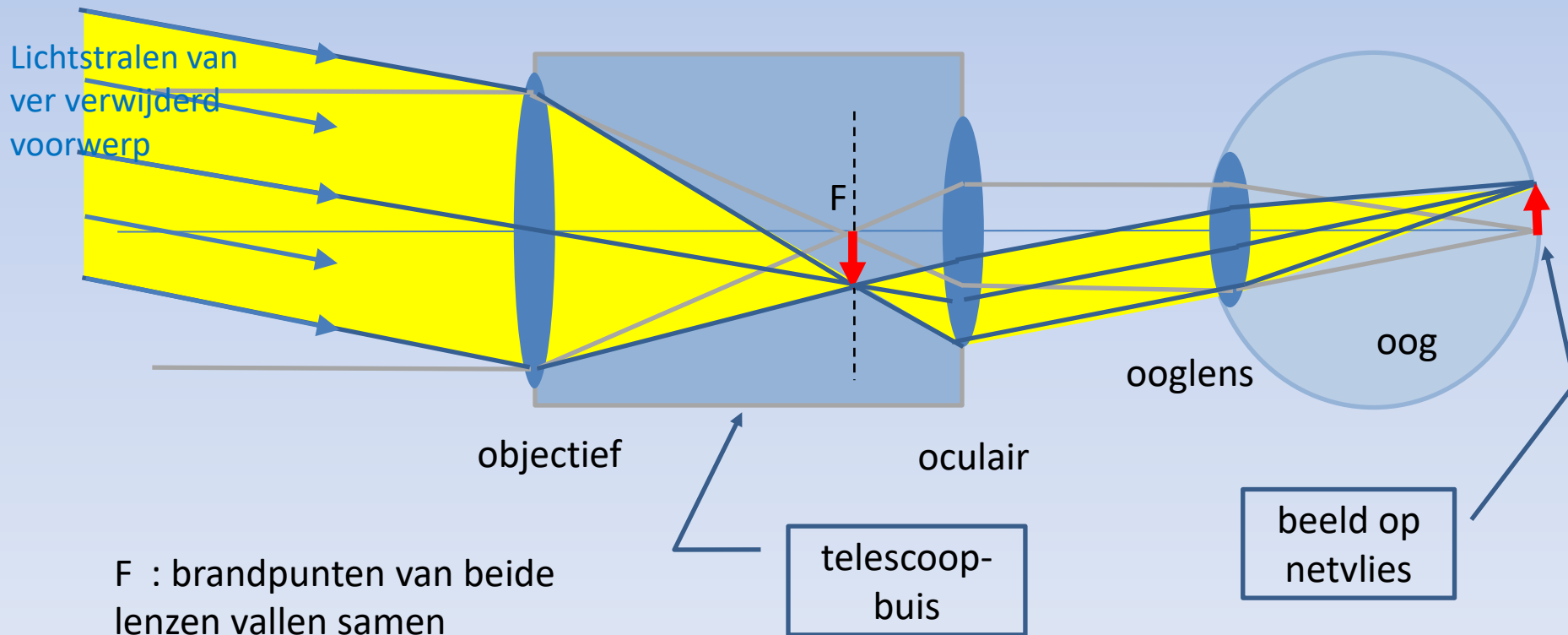
# 6. De Astronomische kijker

1608 Zacharias Jansen en Hans Lippershey (Middelburg) : patent aangevraagd bij Staten Generaal

1609 Galileo Galilei (volgens Jansen en Lippershey, astronomisch gebruik)

Later Kepler ..... Hubble

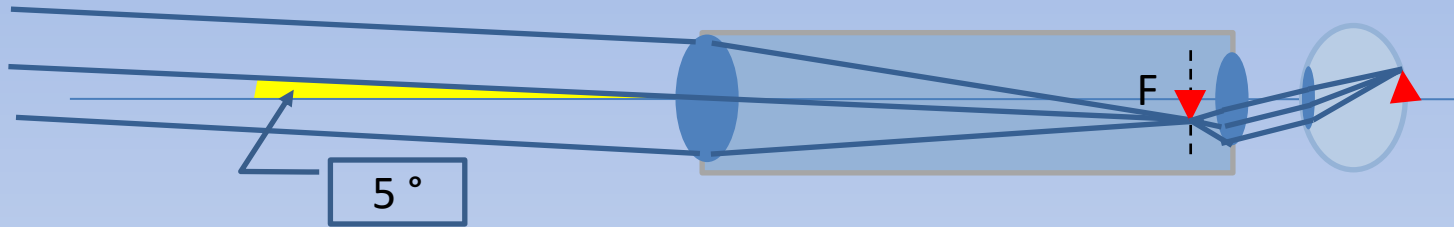
## Astronomische telescoop (de originele, met 2 lenzen)



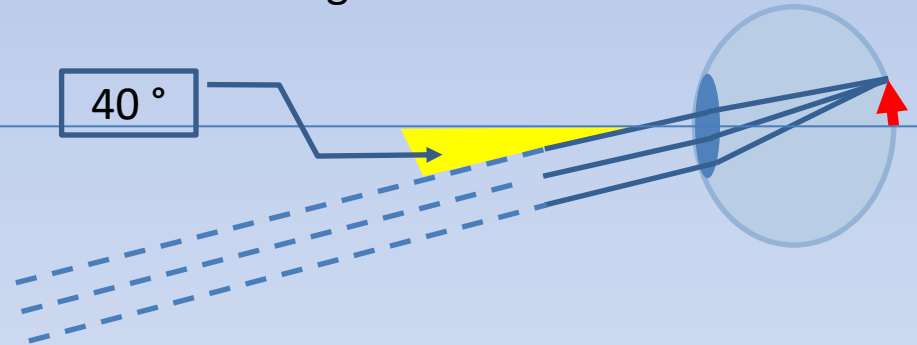


# 6. Telescoop: vergroting

Stel: Lichtstralen vallen binnen onder een hoek van (bv.) 5 graden.....

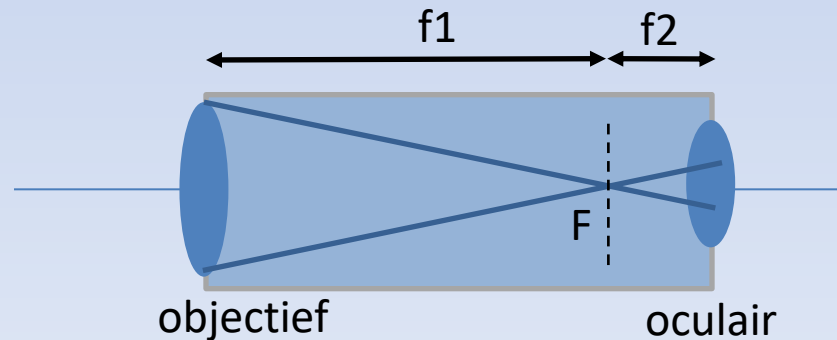


Maar het oog ziet de lichtstralen onder een veel grotere hoek binnenkomen.....  
(bv. 40 graden)



De **vergrotingsfactor** is dan :  
 $40/5 = 8 \times$

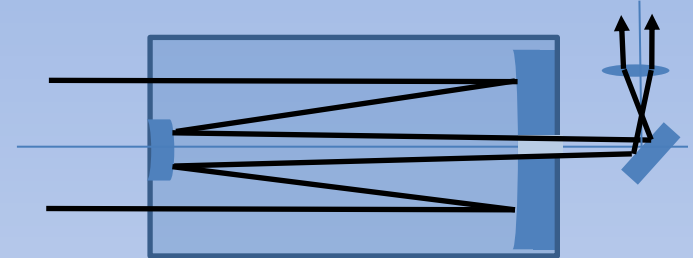
De **vergrotingsfactor** is gelijk aan:  
de verhouding van de twee  
brandpuntsafstanden:  $f_1 / f_2$ .



# 6. De COSMOS – Telescoop

Meade LX200 ACF - 16 inch

16 inch = 41 cm



Diameter holle spiegel = 41,6 cm

Diameter bolle spiegel = 12,7 cm

Brandpuntsafstand

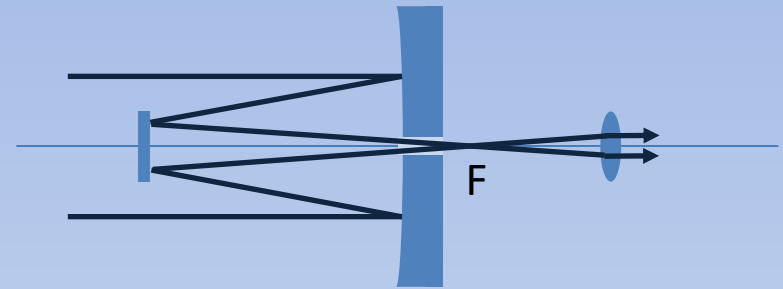
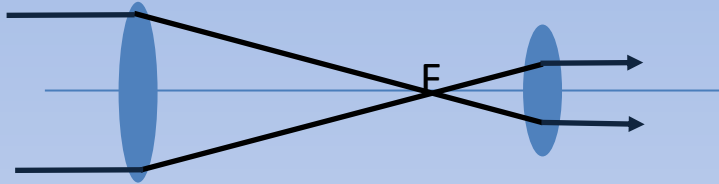
holle+bolle spiegel = 406,4 cm.

Keuze oculair bepaalt vergroting :

Brandpuntsafstand abeeldingslens (oculair-lens)	Vergroting
1,0 cm	406,4 x
2,0 cm	203,2 x

De zuil gaat tot in fundering;  
De knik is richting hemelpool.

# 6. Telescoop: lens vs. spiegel



Voordelen van spiegel-telescoop t.o.v. lens-telescoop:

- (veel) grotere **diameter** mogelijk, dus grotere lichtopbrengst
- minder **slijpen** nodig (nadeel spiegel: soms opnieuw opdampen nodig)
- grote spiegel is veel **goedkoper** dan grote lens
- spiegel kan **in facet-vorm** gemaakt worden,  
hierdoor wordt plaatselijk nastellen mogelijk
- veel lichtere constructie, dus mechanische **ophanging** eenvoudiger
- **opvouwen** stralengang mogelijk, dus kortere buis

# 7. Bonus: waarom is een satelliet gewichtloos ?



Horizontale worp met een bal naar het oosten:  
De bal valt op zeg 20 m afstand neer

Je gooit steeds harder  
(steeds hogere snelheid):

- de bal komt tot over de Duitse grens
- de bal komt tot in Berlijn
- de bal komt tot in Moskou
- de bal komt tot in New York
- de bal maakt een rondje en valt achter je neer

En nog harder:

- de bal maakt twee rondjes
- de bal maakt heel veel rondjes.....

Dit is een SATELLIET.

Een SATELLIET valt dus steeds, maar precies om de aarde heen,  
dus geen GEWICHT (= 0 kg op een weegschaal)  
(maar hij heeft wel MASSA !!  
en hij voelt de ZWAARTEKRACHT, want hij valt)

# Hoe werkt een TELESCOOP ?

1. De **Hubble** en **Cosmos** Telescopen
2. Afbeelding door een **lens**
3. Idem. van een voorwerp **ver weg**
4. Afbeelding met een **holle spiegel** van een voorwerp ver weg
5. Van holle spiegel naar **telescoop**; soorten
6. Telescoop: de **astronomische telescoop**.
7. De **COSMOS telescoop**.
8. Bonus: waarom is een satelliet **gewichtsloos**?

Dank u