

# Medindo a Distância da Supernova 1987A

Gabriel Armando Pellegatti Franco

Universidade Federal de Minas Gerais

Departamento de Física

franco@fisica.ufmg.br



Página de Rosto



Página 1 de 26

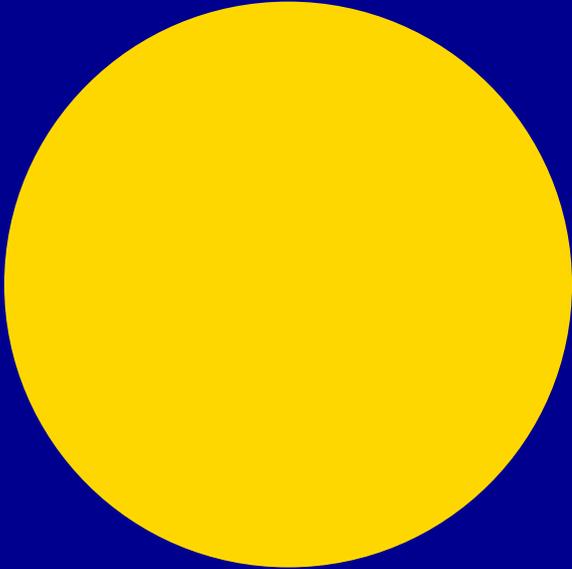
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

# Nascimento de uma Supernova



*Página de Rosto*



*Página 2 de 26*

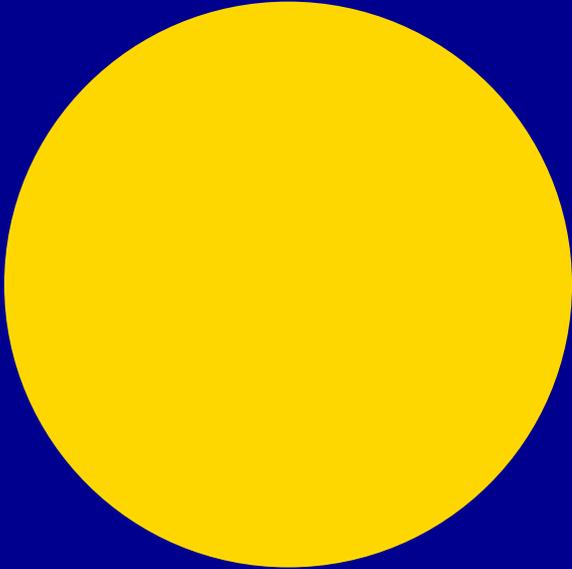
*Voltar*

*Full Screen*

*Fechar*

*Sair*

# Nascimento de uma Supernova



Imagine uma estrela com uma massa 10 vezes maior que a massa de nosso Sol. Estrelas grandes assim possuem fornalhas enormes e queimam seu combustível rapidamente: esta irá começar a exaurir seu combustível em 35 milhões de anos. Para comparação, uma estrela do tamanho de nosso sol pode queimar durante 10 bilhões de anos antes de esgotar seu combustível.



*Página de Rosto*



*Página 2 de 26*

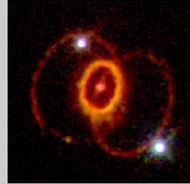
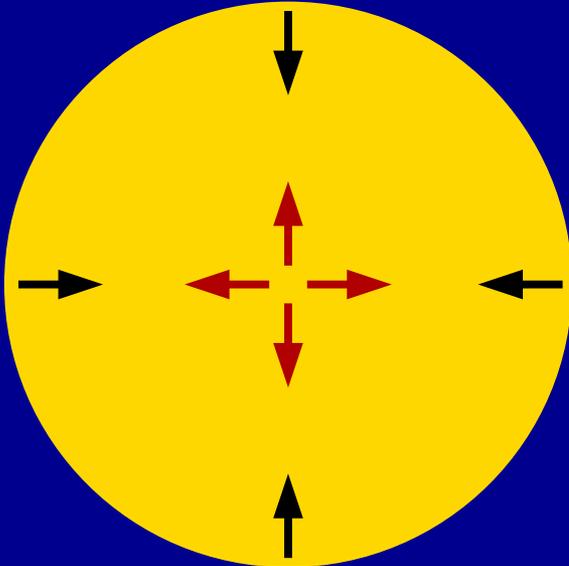
*Voltar*

*Full Screen*

*Fechar*

*Sair*

# Nascimento de uma Supernova



Página de Rosto



Página 3 de 26

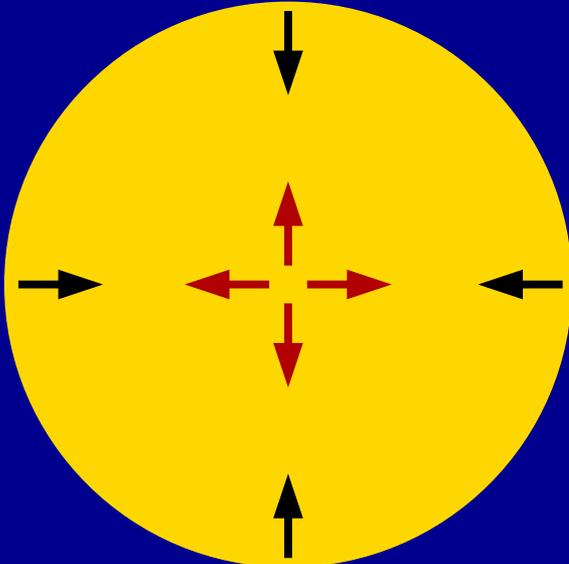
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

# Nascimento de uma Supernova



A força da gravidade tenta puxar toda a matéria da estrela em direção do centro. O que impede a matéria de cair é a pressão, de dentro para fora, devido ao gás aquecido. As duas forças se contrapõem, anulando-se uma à outra, estabilizando a estrela.



Página de Rosto



Página 3 de 26

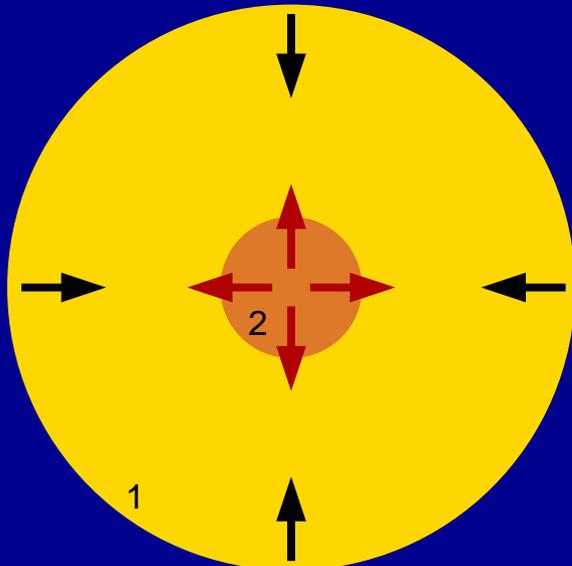
Voltar

Full Screen

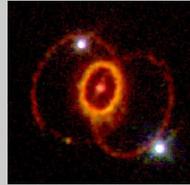
Fechar

Sair

# Nascimento de uma Supernova



1 Hidrogenio  
2 Helio



Página de Rosto



Página 4 de 26

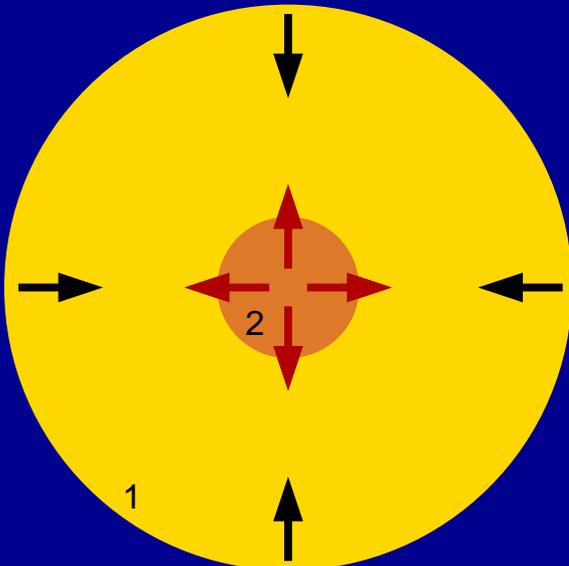
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

# Nascimento de uma Supernova



1 Hidrogenio  
2 Helio

Grande parte do calor gerado pela estrela provem de reações nucleares. As reações são disparadas quando as altas pressões e temperaturas dentro da estrela fazem com que átomos de hidrogênio se fundam formando átomos de hélio.



Página de Rosto

◀ ▶

◀ ▶

Página 4 de 26

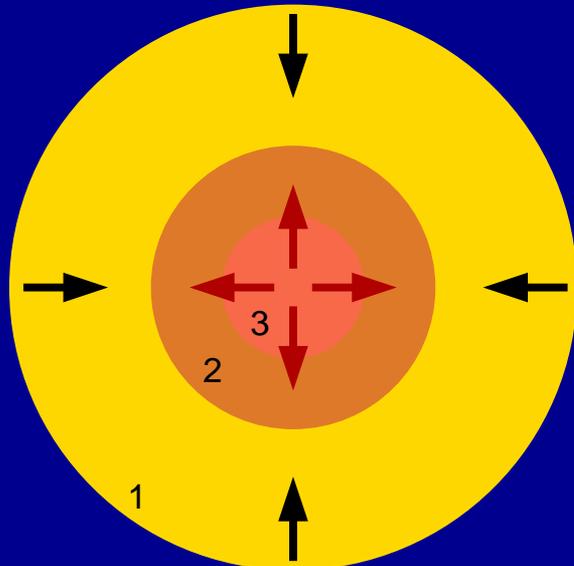
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

# Nascimento de uma Supernova



- 1 Hidrogenio
- 2 Helio
- 3 Carbono, Oxigenio



Página de Rosto



Página 5 de 26

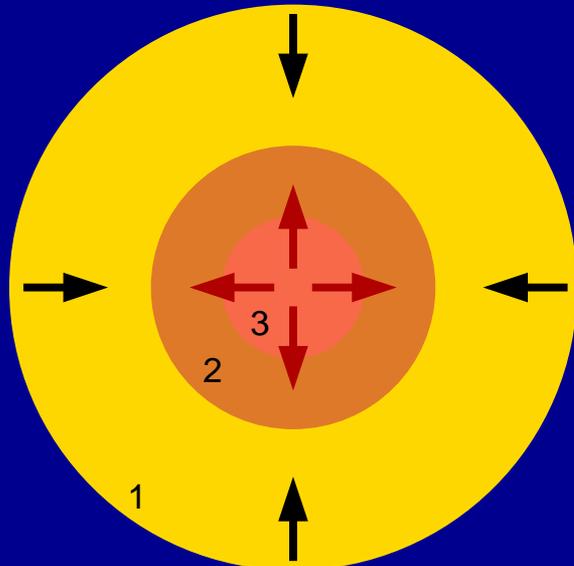
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

# Nascimento de uma Supernova



- 1 Hidrogenio
- 2 Helio
- 3 Carbono, Oxigenio

Quando o núcleo da estrela começa a ficar sem hidrogênio, o hélio, mais denso, no centro contrai-se, o que gera mais calor. Isso faz com que átomos de hélio se fundam, uns com os outros, formando átomos de carbono e oxigênio. Esses átomos, recém formados, por serem mais pesados deslocam alguns dos átomos de hélio do centro.



Página de Rosto



Página 5 de 26

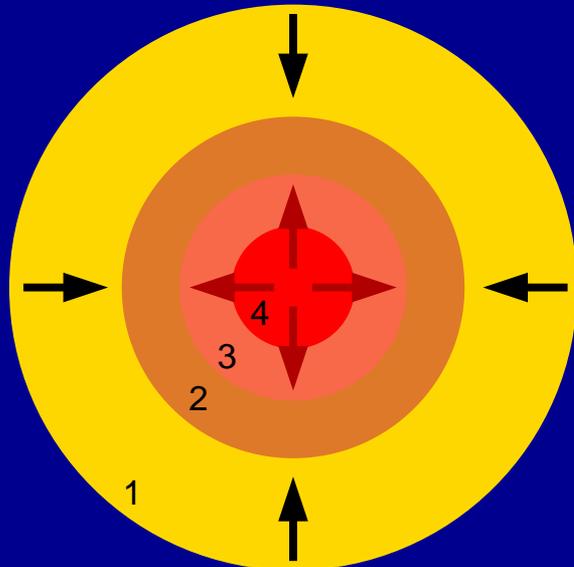
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

# Nascimento de uma Supernova



- 1
- 2 Helio
- 3 Carbono, Oxigenio
- 4 Neonio, Magnésio



Página de Rosto



Página 6 de 26

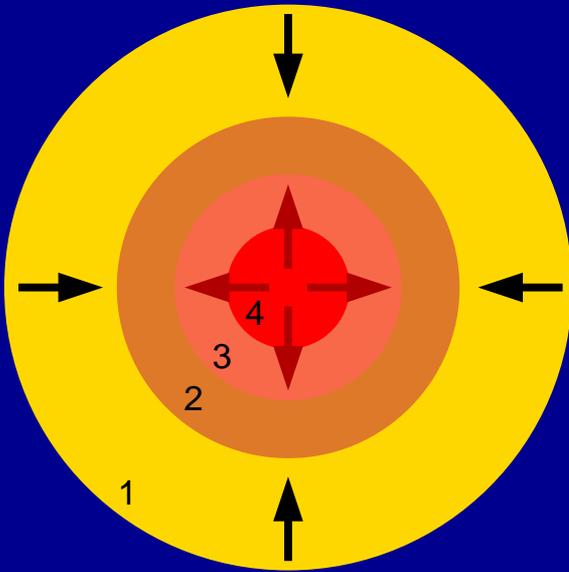
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

# Nascimento de uma Supernova



- 2 Helio
- 3 Carbono, Oxigenio
- 4 Neonio, Magnesio

No momento em que as reações exaurem o hélio, o núcleo se contrai novamente, e o calor faz com que átomos de carbono e oxigênio fundam-se formando neonio e magnésio. Esses átomos ocupam o lugar dos mais leves.



Página de Rosto

◀ ▶

◀ ▶

Página 6 de 26

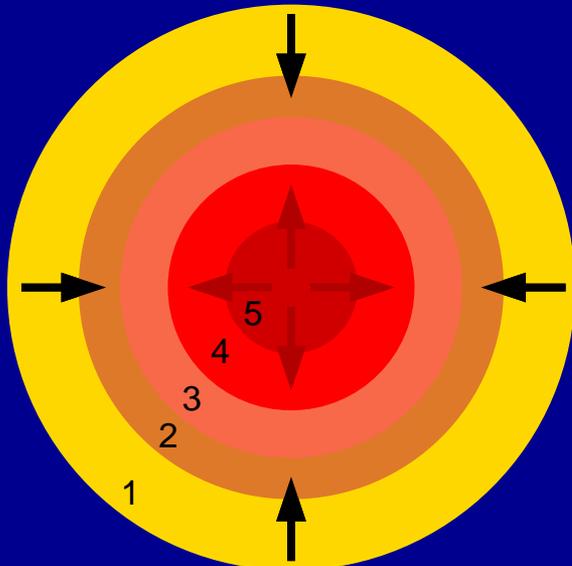
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

# Nascimento de uma Supernova



3 Carbono, Oxigenio  
4 Neonio, Magnesio  
5 Silicio, Enxofre



Página de Rosto



Página 7 de 26

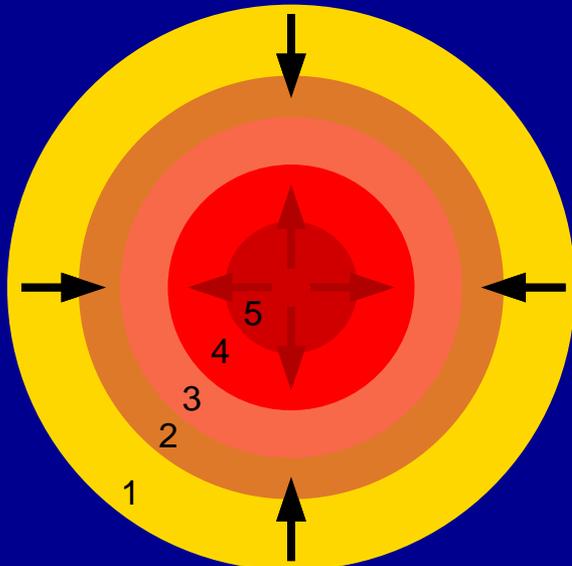
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

# Nascimento de uma Supernova



3 Carbono, Oxigênio  
4 Neonio, Magnésio  
5 Silício, Enxofre

O processo se repete. Desta vez, o neonio, magnésio, e oxigênio fundem-se em silício e enxofre. A pressão resultante das reações continua a balancear a força gravitacional.



Página de Rosto



Página 7 de 26

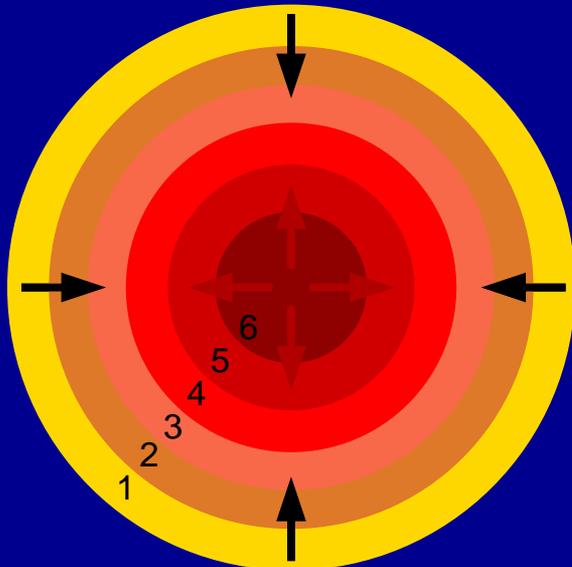
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

# Nascimento de uma Supernova



4 Neonio, Magnésio  
5 Silício, Enxofre  
6 Ferro



Página de Rosto



Página 8 de 26

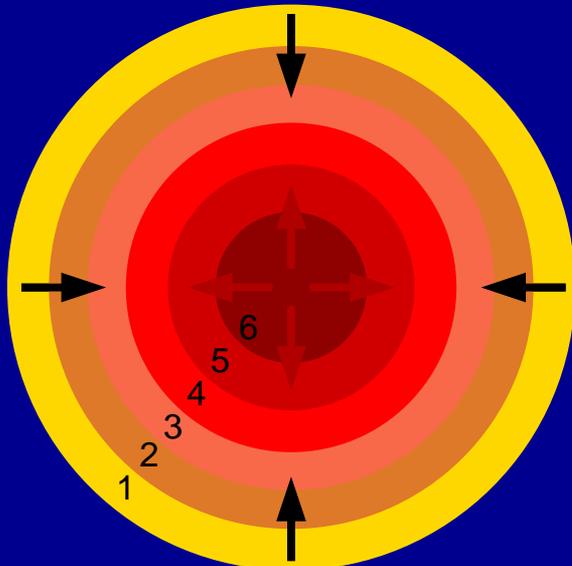
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

# Nascimento de uma Supernova



4 Neonio, Magnésio  
5 Silício, Enxofre  
6 Ferro

Átomos de neonio, magnésio e oxigênio fundem-se em ferro. O interior da estrela lembra as camadas de uma cebola, com cada camada constituída de elementos cada vez mais pesados.



Página de Rosto



Página 8 de 26

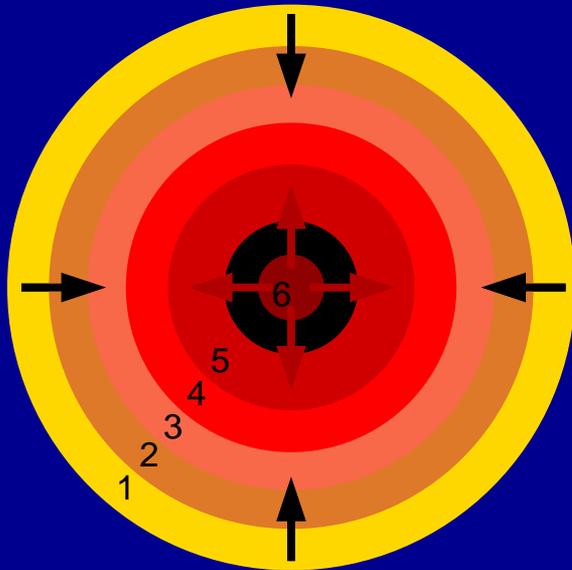
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

# Nascimento de uma Supernova



Página de Rosto



Página 9 de 26

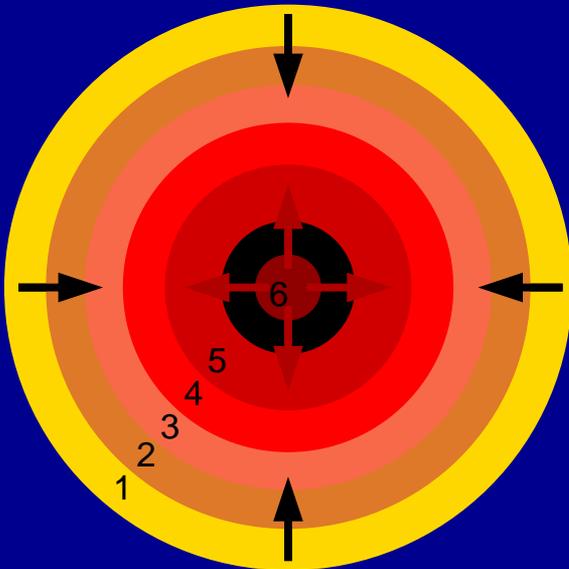
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

# Nascimento de uma Supernova



O próximo passo seria os átomos de ferro se fundirem com outros átomos, mas a fusão do ferro não libera energia. Sem nenhuma fonte de energia para se opor a gravidade, o enorme núcleo de ferro colapsa.



Página de Rosto



Página 9 de 26

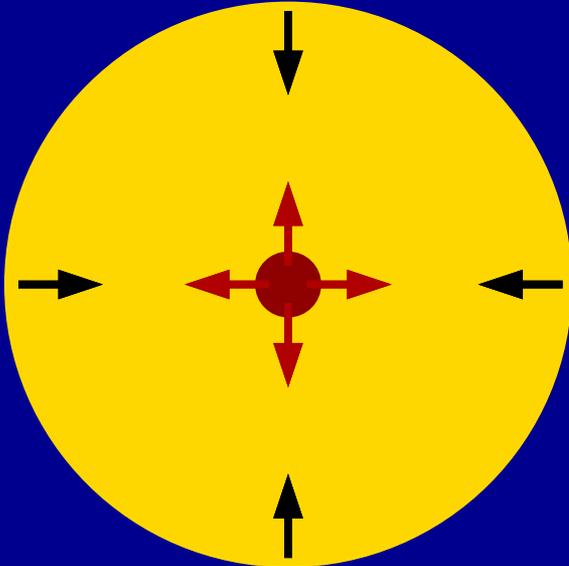
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

# Nascimento de uma Supernova



Página de Rosto



Página 10 de 26

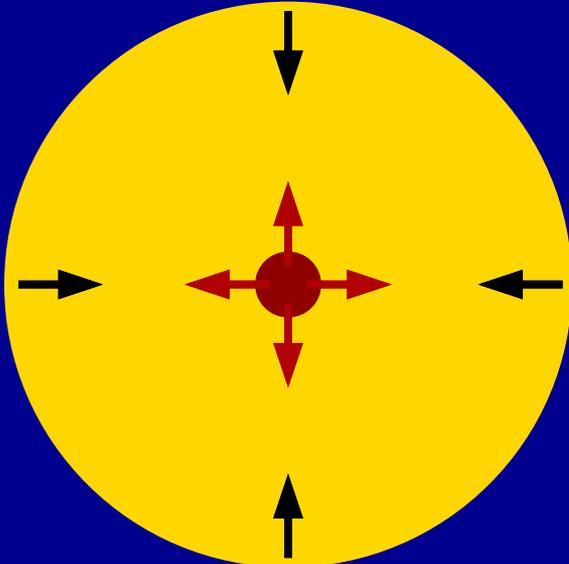
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

# Nascimento de uma Supernova



Em uma fração de segundo, o núcleo colapsa, liberando uma enorme quantidade de energia gravitacional. Enquanto o núcleo está colapsando, a energia liberada move-se para fora, criando uma onda de choque.



Página de Rosto



Página 10 de 26

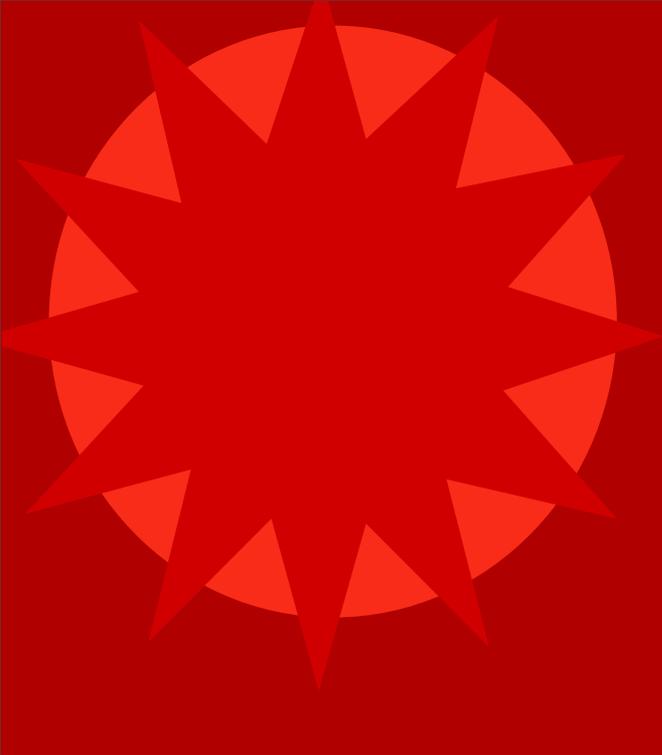
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

# Nascimento de uma Supernova



Página de Rosto



Página 11 de 26

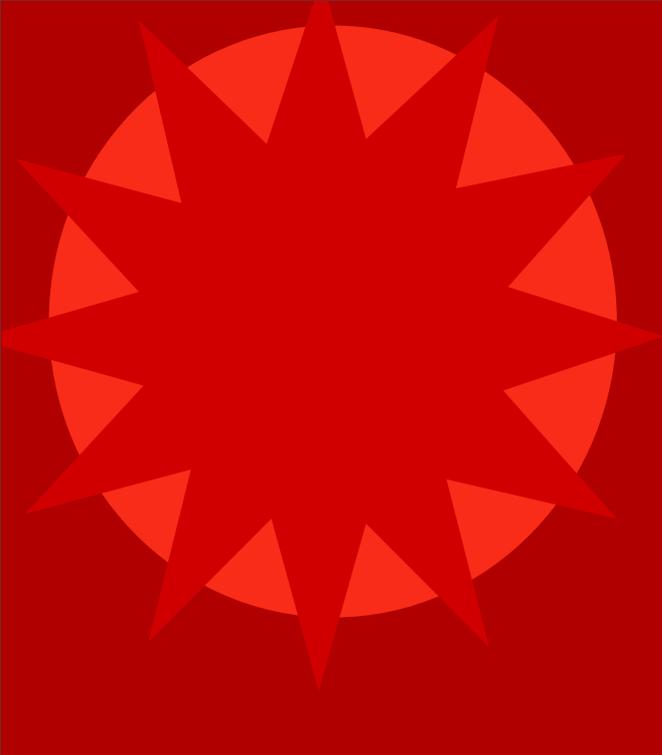
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

# Nascimento de uma Supernova



A onda de choque move-se através das camadas da estrela e inicia uma explosão cataclísmica. As camadas externas são lançadas para longe da estrela com velocidades da ordem de 15 000 quilômetros por segundo. A intensidade das explosões do Tipo II variam entre as supernovas. Depende da massa da estrela.



*Página de Rosto*



*Página 11 de 26*

*Voltar*

*Full Screen*

*Fechar*

*Sair*

# Nascimento de uma Supernova



*Página de Rosto*



*Página 12 de 26*

*Voltar*

*Full Screen*

*Fechar*

*Sair*

# Nascimento de uma Supernova



É deixado, no centro da explosão, um núcleo incrivelmente denso, rodando rapidamente. A compressão terá combinado os elétrons com os prótons, formando nêutrons. Esses nêutrons, juntamente com os previamente existentes, será tudo que restará. A estrela massiva terá evoluído até uma estrela de nêutrons. Uma estrela mais massiva teria produzido um buraco negro.



Página de Rosto



Página 12 de 26

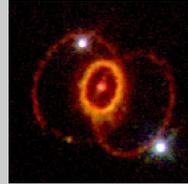
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

# Caranguejo



*Página de Rosto*



*Página 13 de 26*

*Voltar*

*Full Screen*

*Fechar*

*Sair*

# Caranguejo



4 x Venus  
Chineses – 1054 AD  
Distância:  $\approx 6\,000$  anos-luz



*Página de Rosto*



*Página 13 de 26*

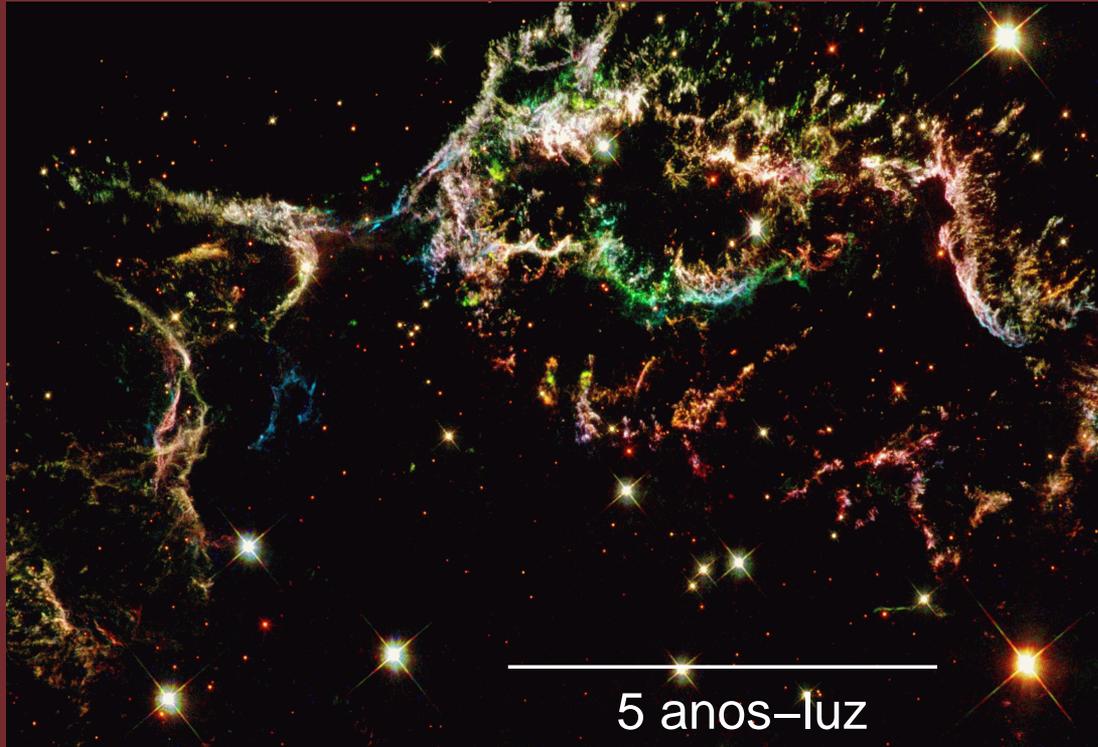
*Voltar*

*Full Screen*

*Fechar*

*Sair*

# Cassiopeia A



Página de Rosto



Página 14 de 26

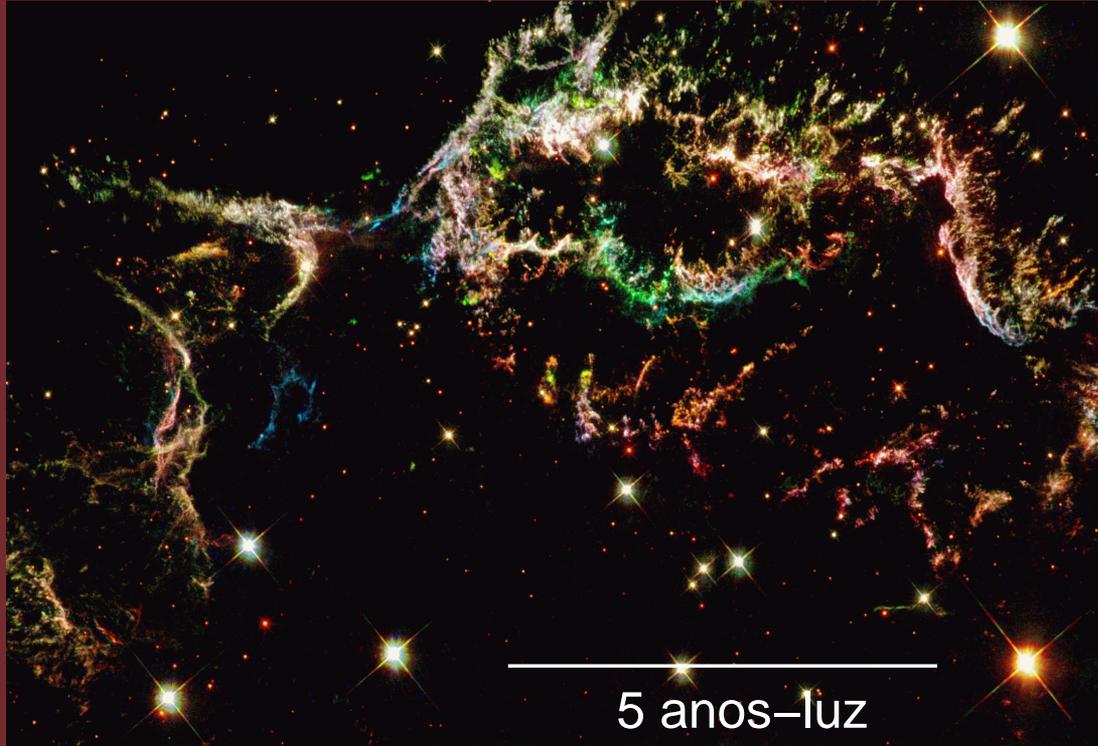
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

# Cassiopeia A



Azul - Oxigênio  
Vermelho - Enxofre  
Progenitora - 15 a 25  $M_{\odot}$



Página de Rosto



Página 14 de 26

Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

# Telescópio Espacial Hubble



Página de Rosto



Página 15 de 26

Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

# Gemini Sul – Chile



Página de Rosto



Página 16 de 26

Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

# Telescópio Gemini Norte — Havai



Página de Rosto



Página 17 de 26

[Voltar](#)

[Full Screen](#)

[Fechar](#)

[Sair](#)

# SOAR – Chile



Página de Rosto



Página 18 de 26

Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

# Laboratório Nacional de Astrofísica – LNA Brazópolis – Sul de Minas



Página de Rosto



Página 19 de 26

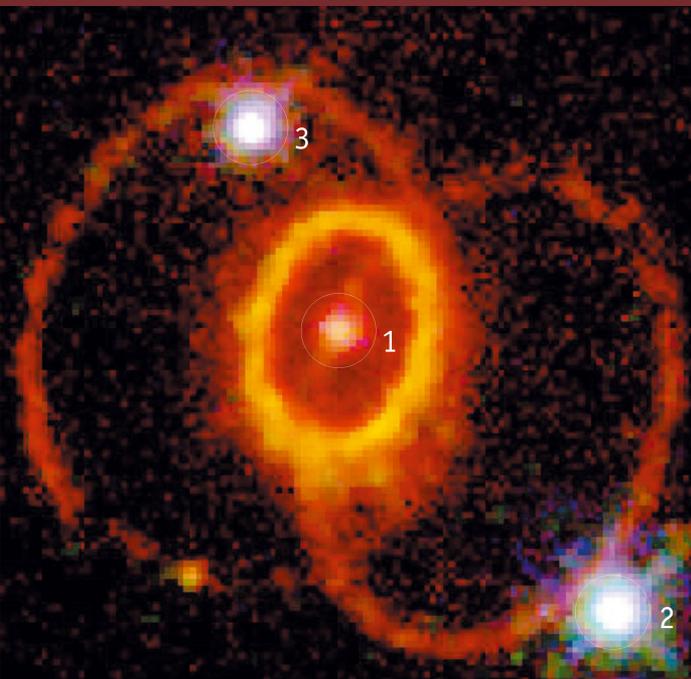
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

# Medindo a distância da SN 1987A



Página de Rosto



Página 20 de 26

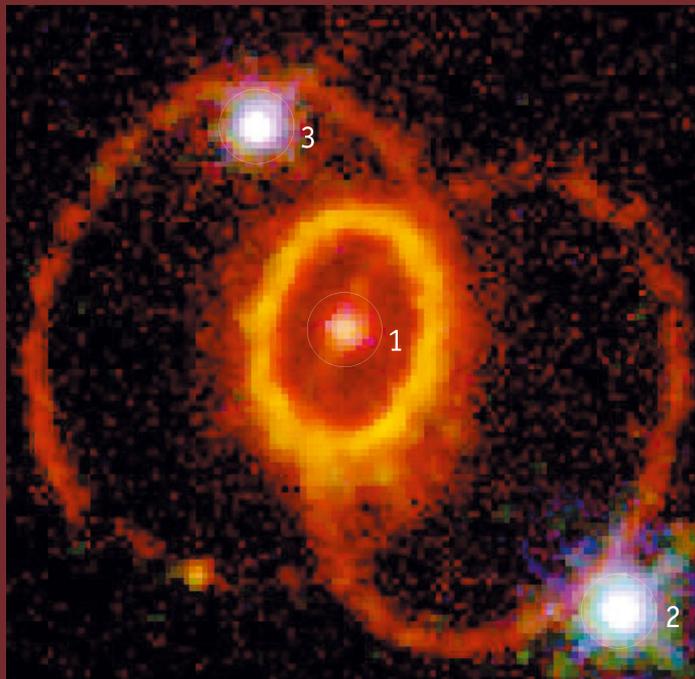
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

# Medindo a distância da SN 1987A



**Tarefa 1:**  
Determinar a escala da Figura.

Página de Rosto



Página 20 de 26

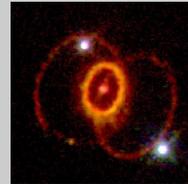
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

# Medindo a distância da SN 1987A



## Tarefa 1:

Determinar a escala da Figura.

## Tarefa 2:

Determinar o diâmetro do anel central.

Página de Rosto



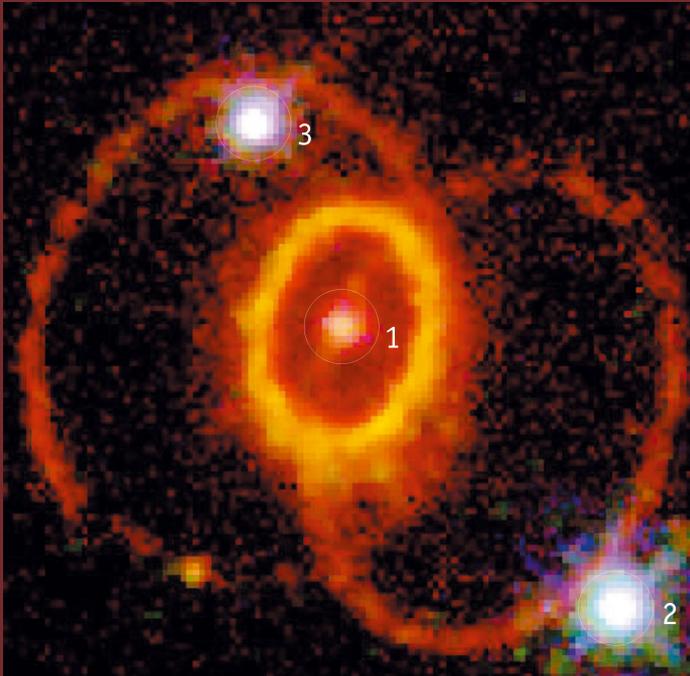
Página 20 de 26

Voltar

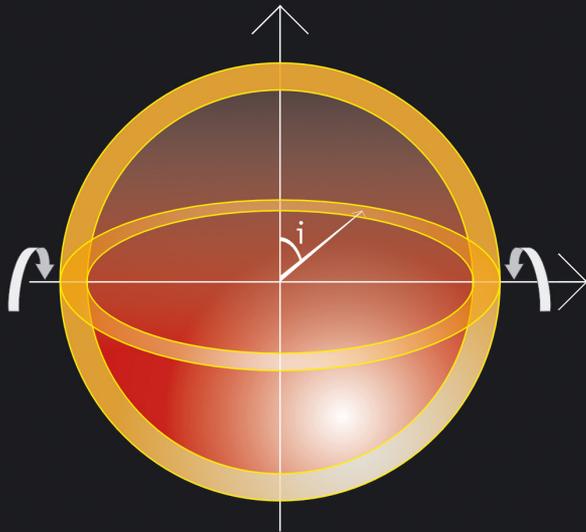
Full Screen

Fechar

Sair



# Medindo a distância da SN 1987A



Página de Rosto



Página 21 de 26

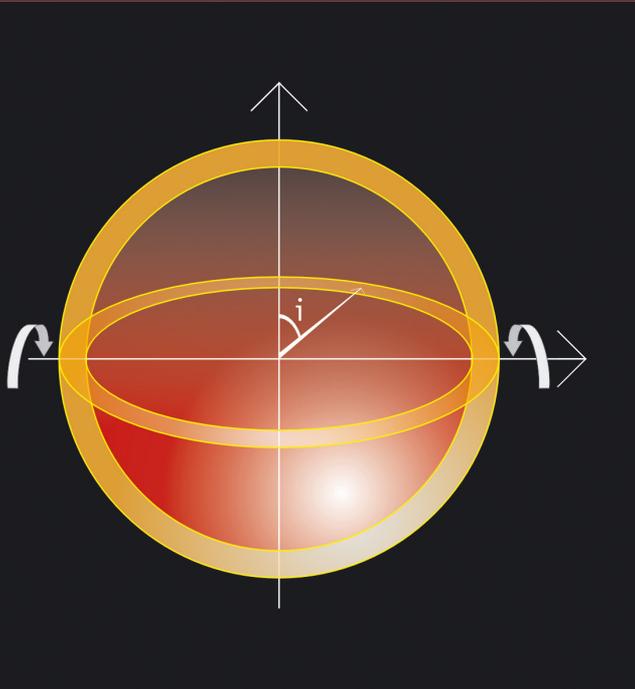
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

# Medindo a distância da SN 1987A



**Tarefa 3:**  
Determinar a inclinação do anel.

Página de Rosto



Página 21 de 26

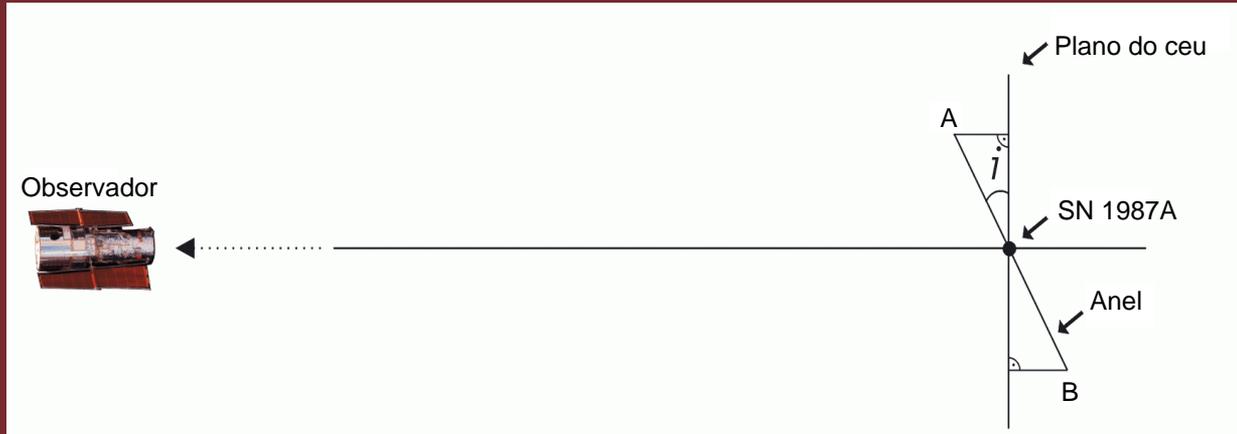
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

# Medindo a distância da SN 1987A



Página de Rosto



Página 22 de 26

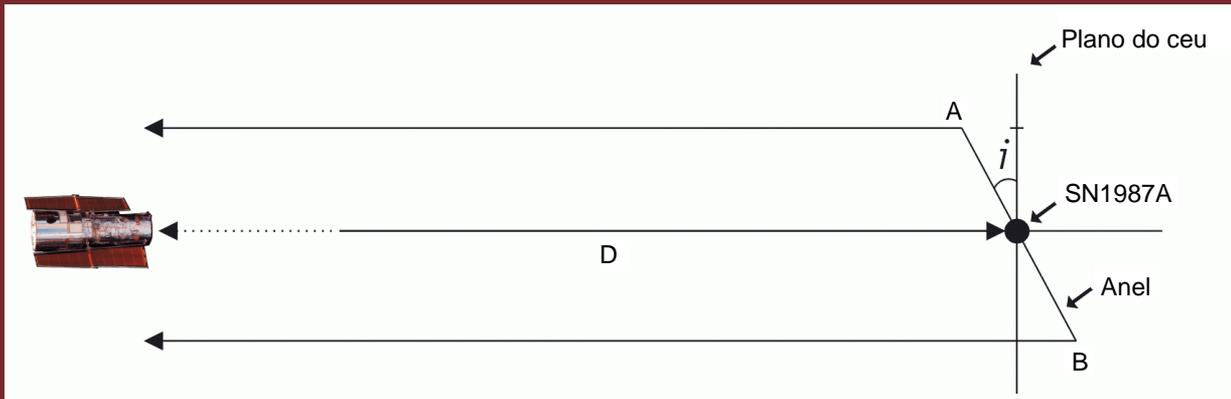
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

# Medindo a distância da SN 1987A



Página de Rosto



Página 22 de 26

Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

# Medindo a distância da SN 1987A

## Tarefa 4:

Determinar o tempo transcorrido entre os instantes em que o anel começou a brilhar até atingir seu brilho máximo.

0 dias



400 dias



Página de Rosto



Página 23 de 26

Voltar

Full Screen

Fechar

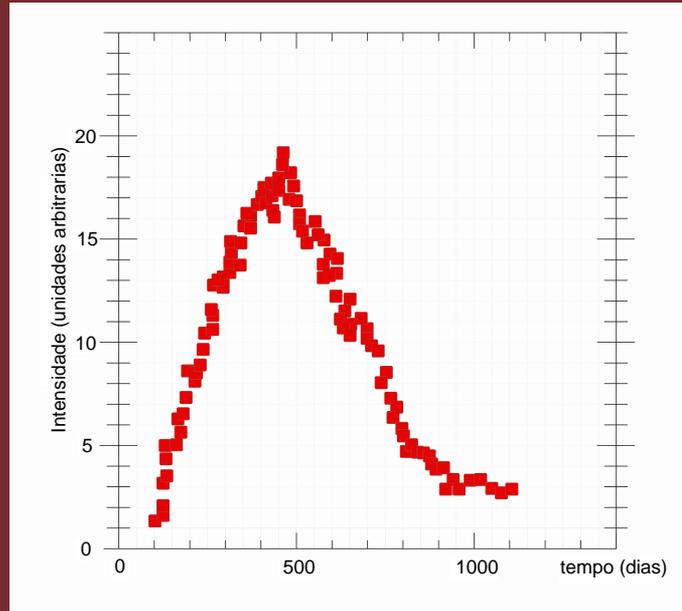
Sair

# Medindo a distância da SN 1987A



## Tarefa 4:

Determinar o tempo transcorrido entre os instantes em que o anel começou a brilhar até atingir seu brilho máximo.



Página de Rosto



Página 23 de 26

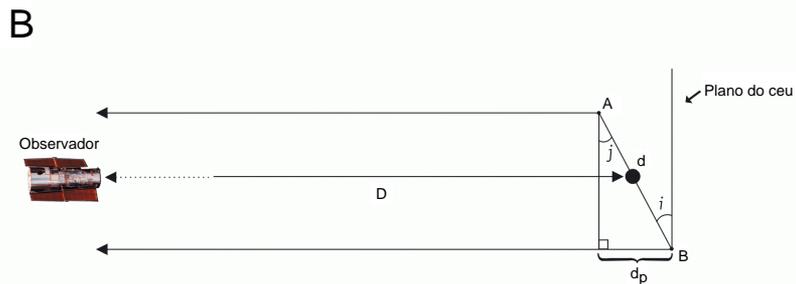
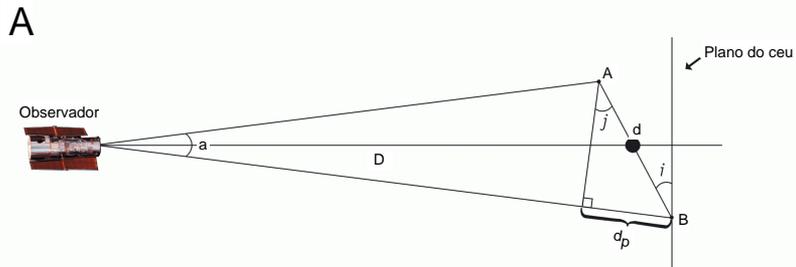
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

# Medindo a distância da SN 1987A



Página de Rosto



Página 24 de 26

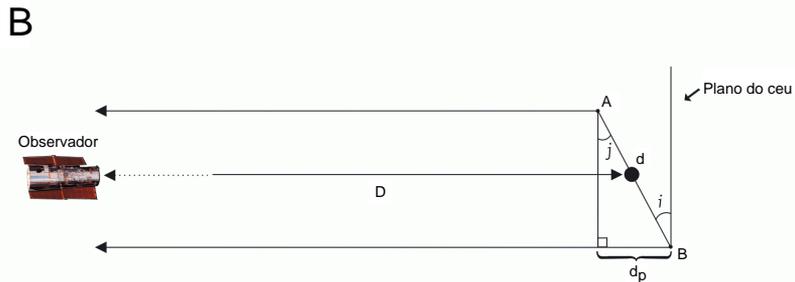
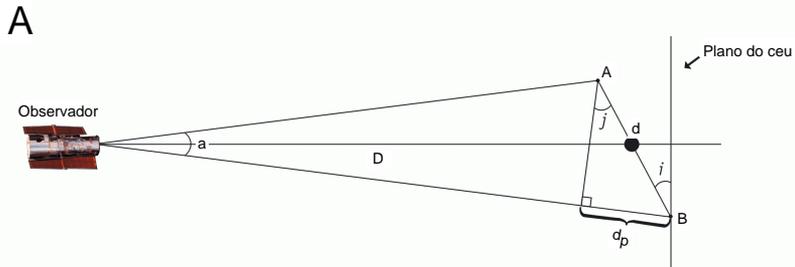
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

# Medindo a distância da SN 1987A



## Tarefa 5:

Determine o diâmetro verdadeiro do anel.

Página de Rosto



Página 24 de 26

Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

# Medindo a distância da SN 1987A

## Tarefa 6:

Utilizando o valor do diâmetro verdadeiro do anel, e seu diâmetro aparente, obtenha a distância da SN 1987.



*Página de Rosto*



*Página 25 de 26*

*Voltar*

*Full Screen*

*Fechar*

*Sair*

# Curiosidade

Você saberia dizer o que estava se passando na Terra quando a estrela que deu origem à SN 1987A explodiu?



*Página de Rosto*



*Página 26 de 26*

*Voltar*

*Full Screen*

*Fechar*

*Sair*

# Curiosidade

Você saberia dizer o que estava se passando na Terra quando a estrela que deu origem à SN 1987A explodiu?



Há aproximadamente 150 000 anos surgia na Terra o *Homo sapiens* (nossa espécie).

Página de Rosto



Página 26 de 26

Voltar

Full Screen

Fechar

Sair