

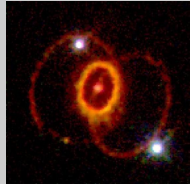
Medindo a Distância da Supernova 1987A

Gabriel Armando Pellegatti Franco

Universidade Federal de Minas Gerais

Departamento de Física

franco@fisica.ufmg.br



Página de Rosto



Página 1 de 26

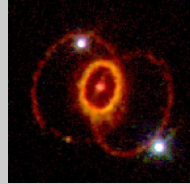
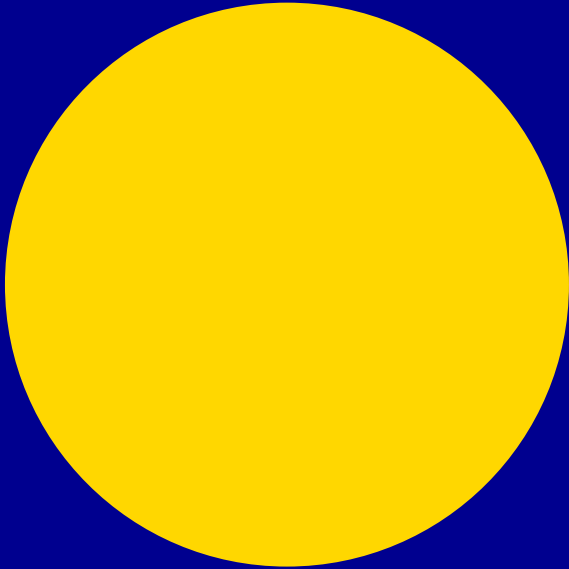
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

Nascimento de uma Supernova



Página de Rosto



Página 2 de 26

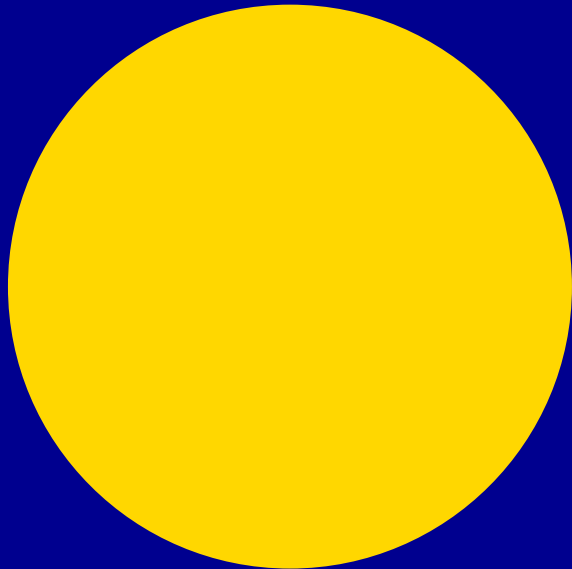
Voltar

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

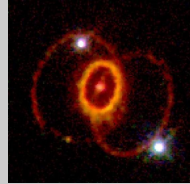
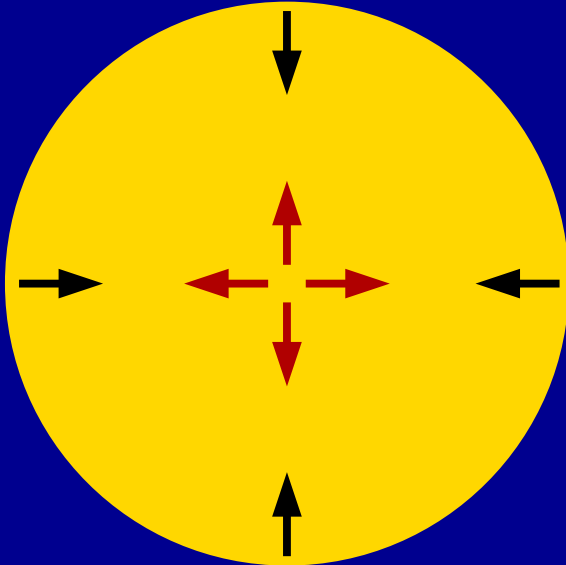
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

Nascimento de uma Supernova



Página de Rosto



Página 3 de 26

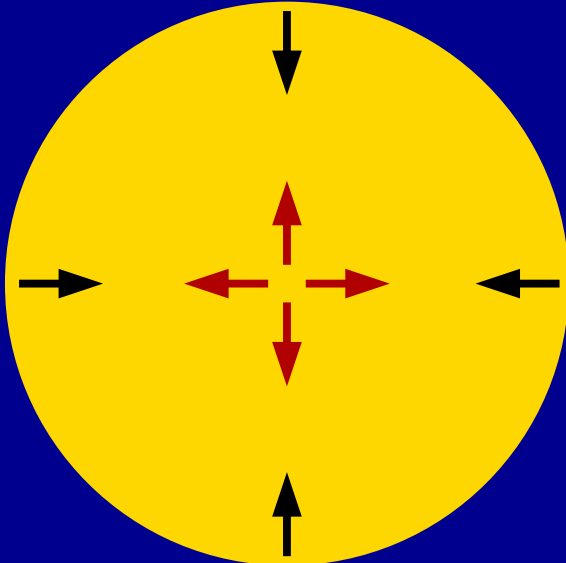
Voltar

Full Screen

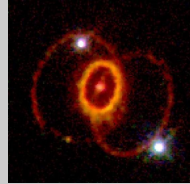
Fechar

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

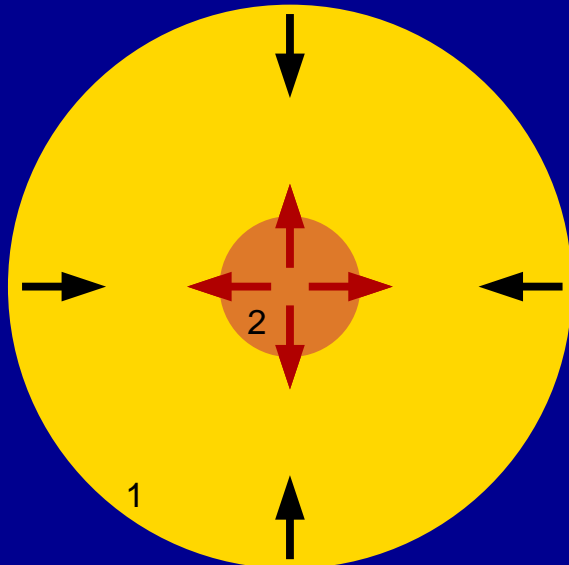
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

Nascimento de uma Supernova



1 Hidrogenio
2 Helio



Página de Rosto



Página 4 de 26

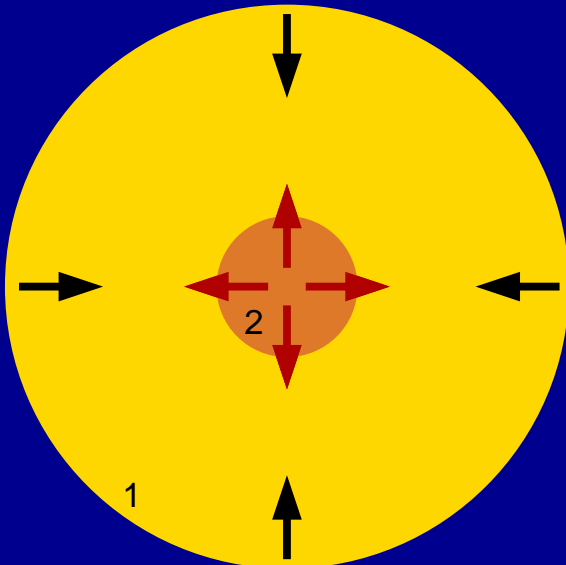
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

Nascimento de uma Supernova

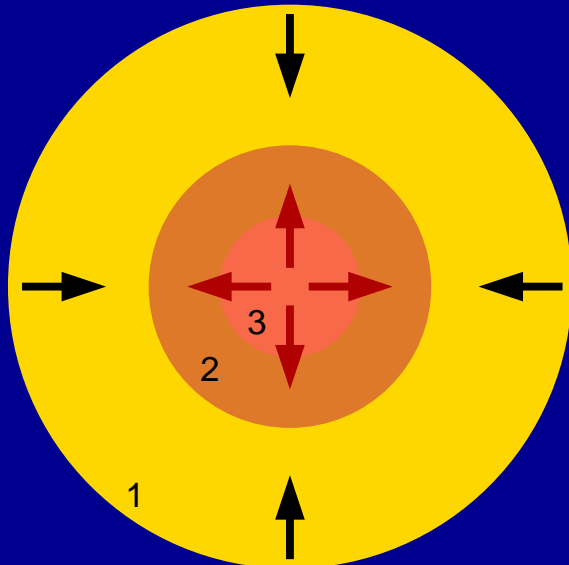


1 Hidrogenio
2 Helio

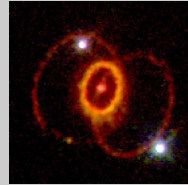
Grande parte do calor gerado pela estrela provem de reações nucleares. As reações são disparadas quando as altas pressões e temperaturas dentro da estrela fazem com que átomos de hidrogênio se fundam formando átomos de hélio.



Nascimento de uma Supernova



- 1 Hidrogenio
- 2 Helio
- 3 Carbono, Oxigenio



Página de Rosto



Página 5 de 26

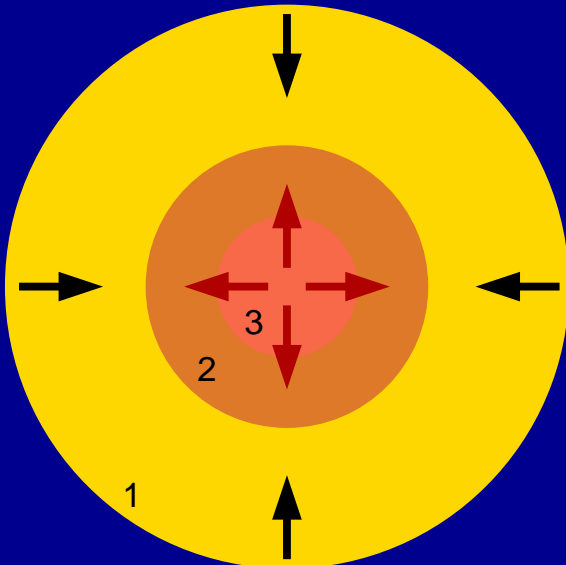
Voltar

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

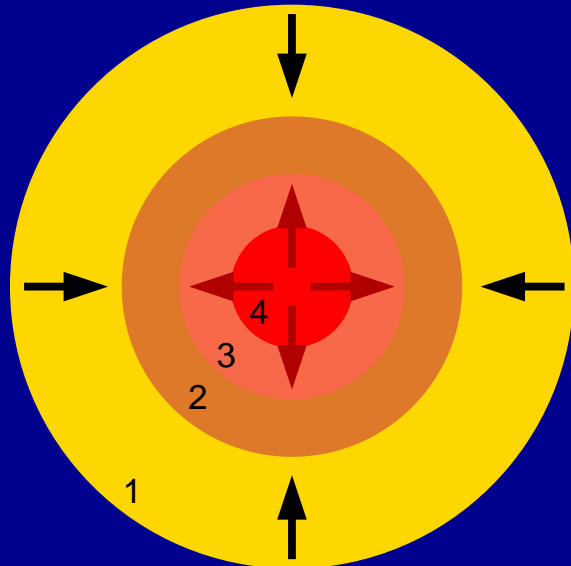
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

Nascimento de uma Supernova



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



Página de Rosto



Página 6 de 26

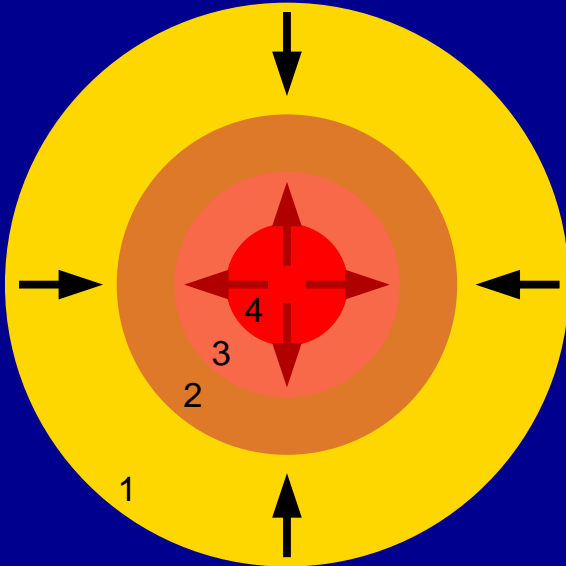
Voltar

Full Screen

Fechar

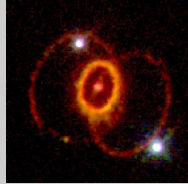
Sair

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

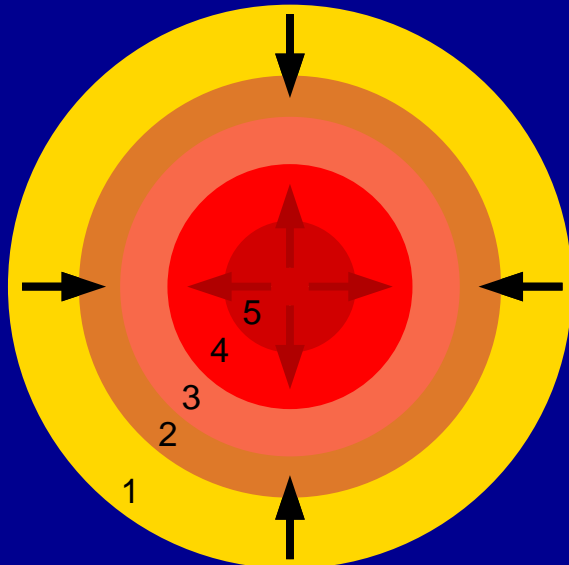
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

Nascimento de uma Supernova



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



Página de Rosto



Página 7 de 26

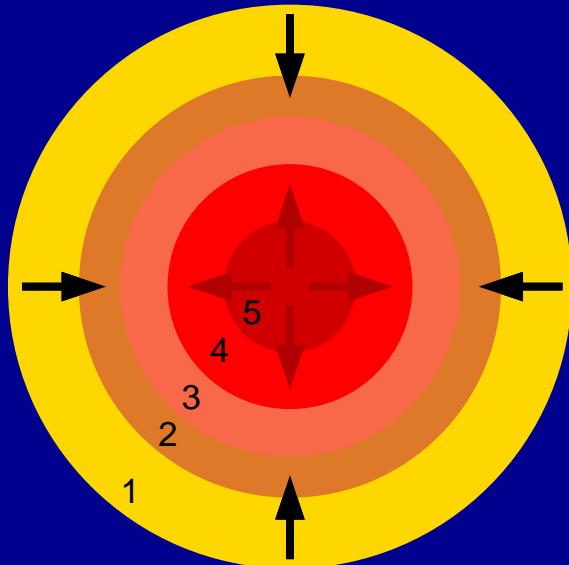
Voltar

Full Screen

Fechar

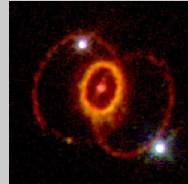
Sair

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

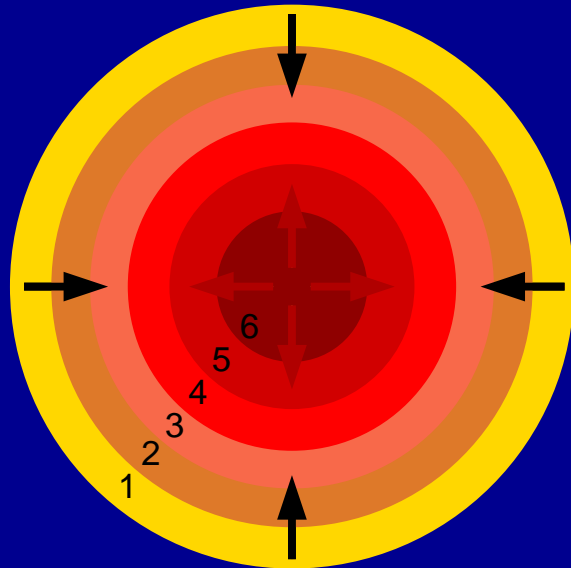
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

Nascimento de uma Supernova



4 Neonio, Magnésio
5 Silício, Enxofre
6 Ferro



Página de Rosto



Página 8 de 26

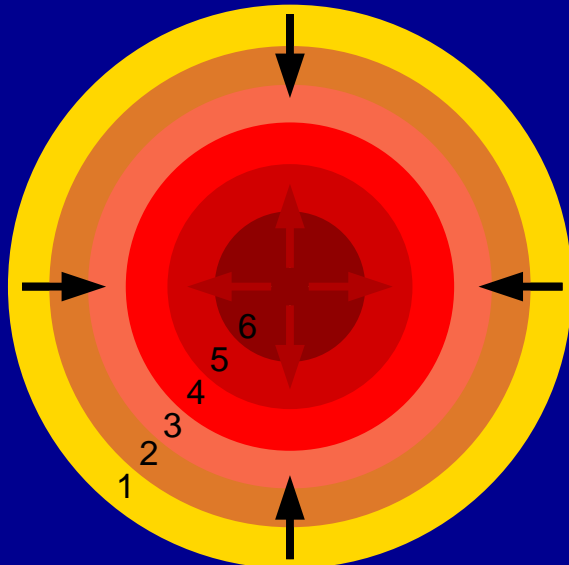
Voltar

Full Screen

Fechar

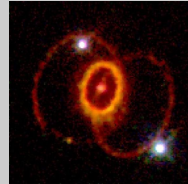
Sair

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

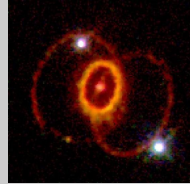
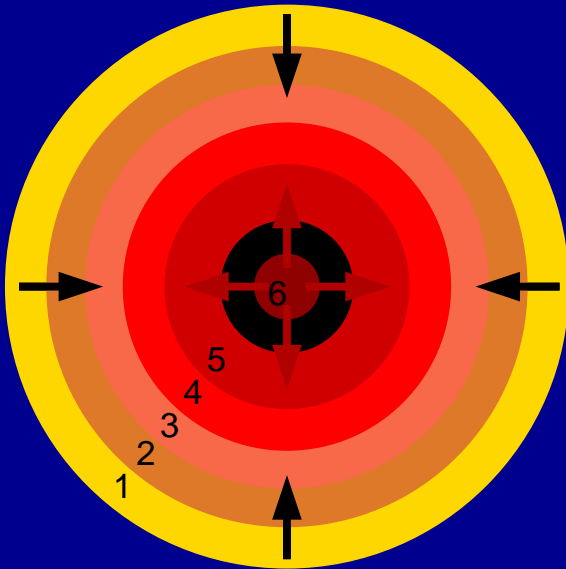
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

Nascimento de uma Supernova



Página de Rosto



Página 9 de 26

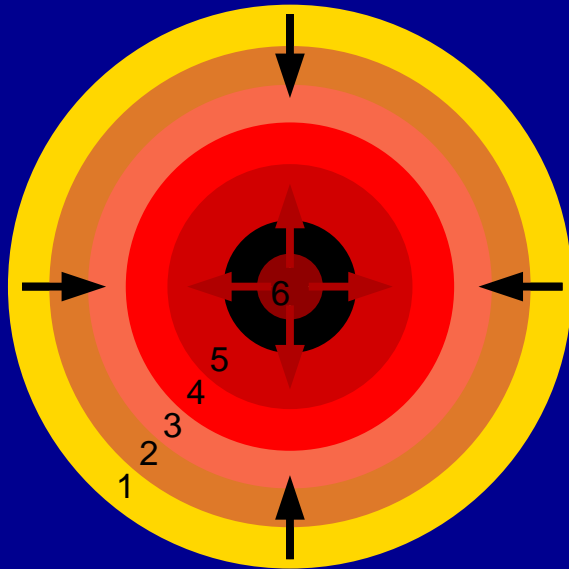
Voltar

Full Screen

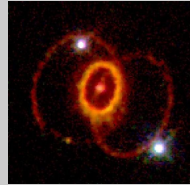
Fechar

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

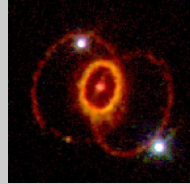
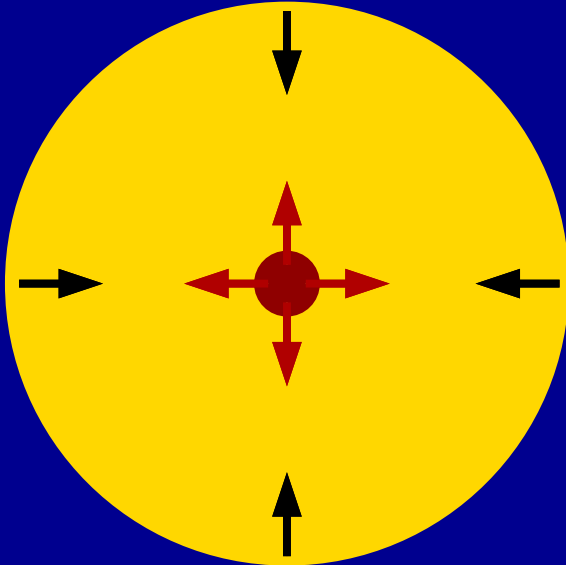
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

Nascimento de uma Supernova



Página de Rosto



Página 10 de 26

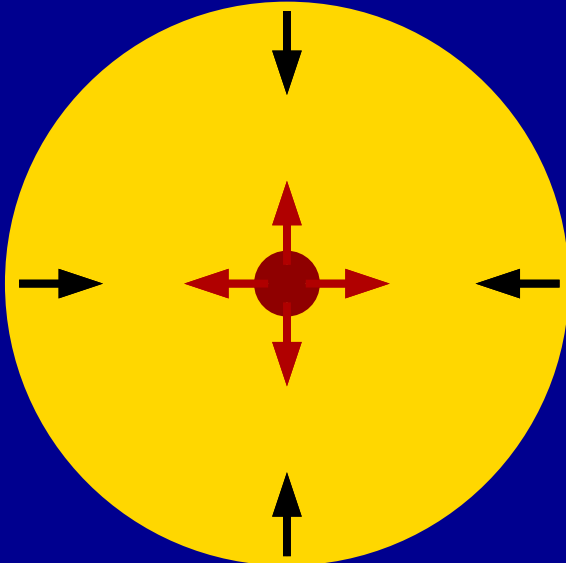
Voltar

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

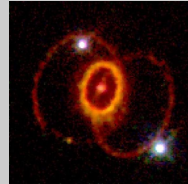
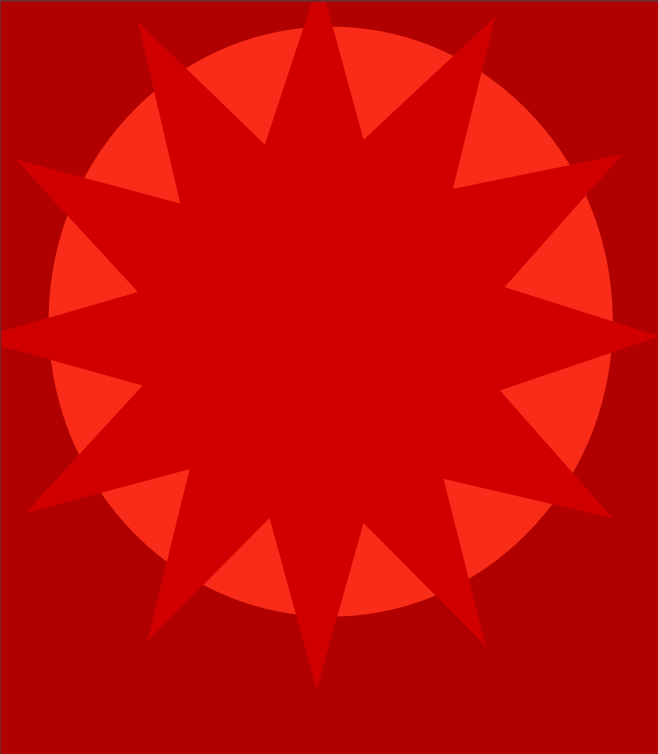
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

Nascimento de uma Supernova



Página de Rosto



Página 11 de 26

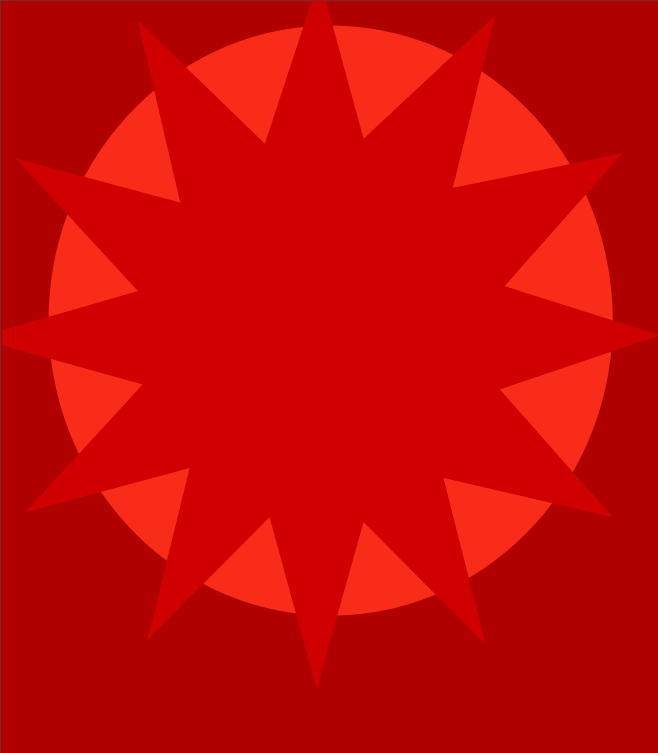
Voltar

Full Screen

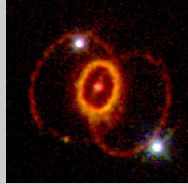
Fechar

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

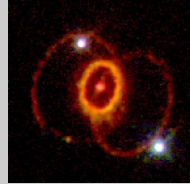
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

Nascimento de uma Supernova



Página de Rosto



Página 12 de 26

Voltar

Full Screen

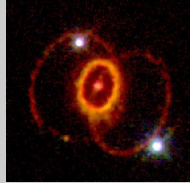
Fechar

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

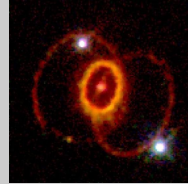
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

Caranguejo



Página de Rosto



Página 13 de 26

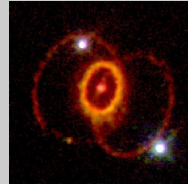
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

Caranguejo



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

Página de Rosto



Página 13 de 26

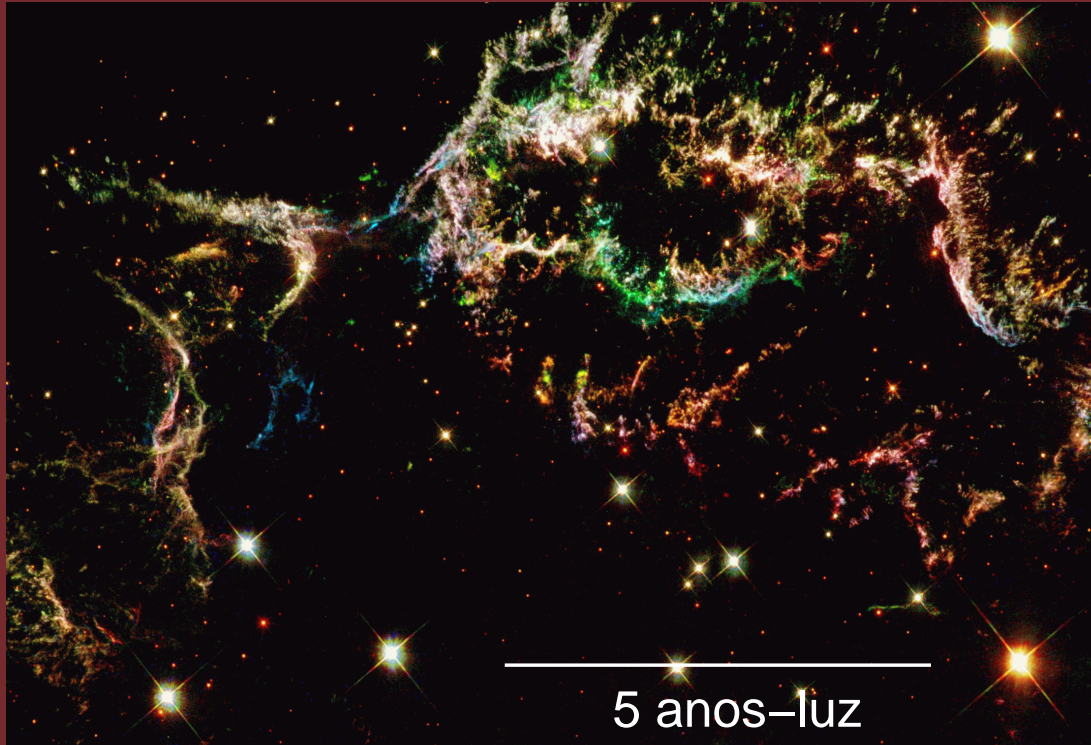
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

Cassiopeia A



Página de Rosto



Página 14 de 26

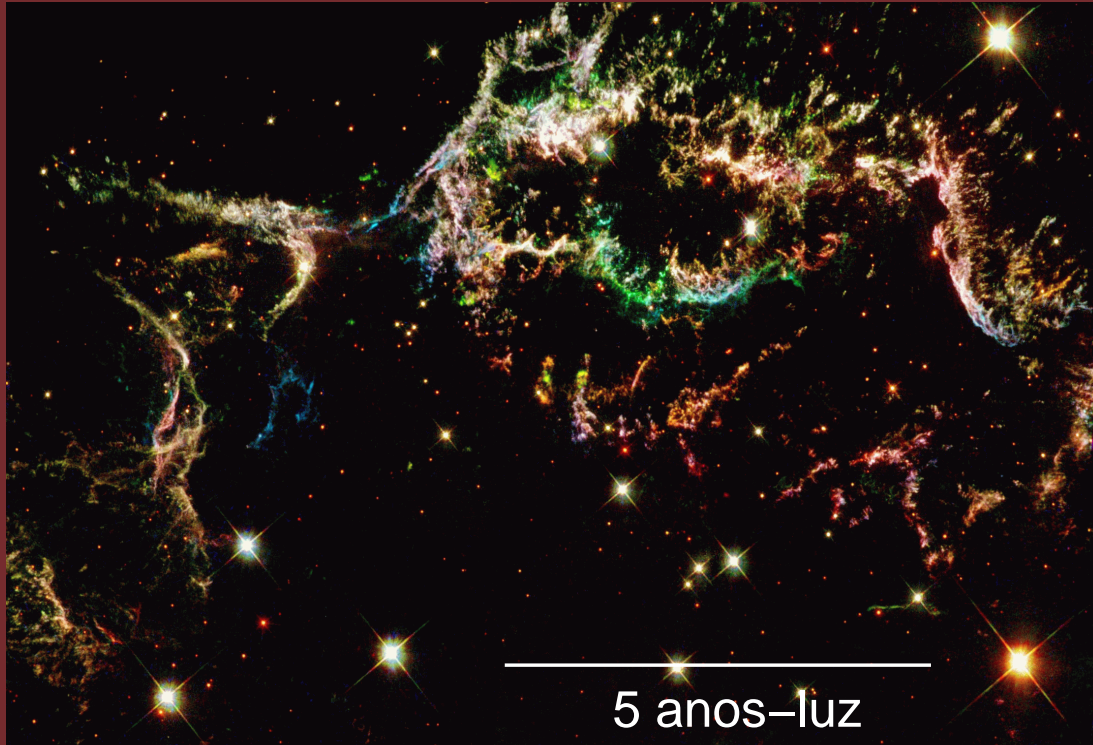
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

Cassiopeia A



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



Página de Rosto



Página 14 de 26

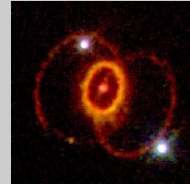
Voltar

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

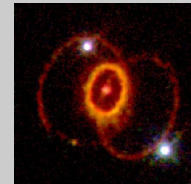
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

Telescópio Gemini Norte — Havai



Página de Rosto



Página 17 de 26

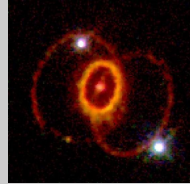
Voltar

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



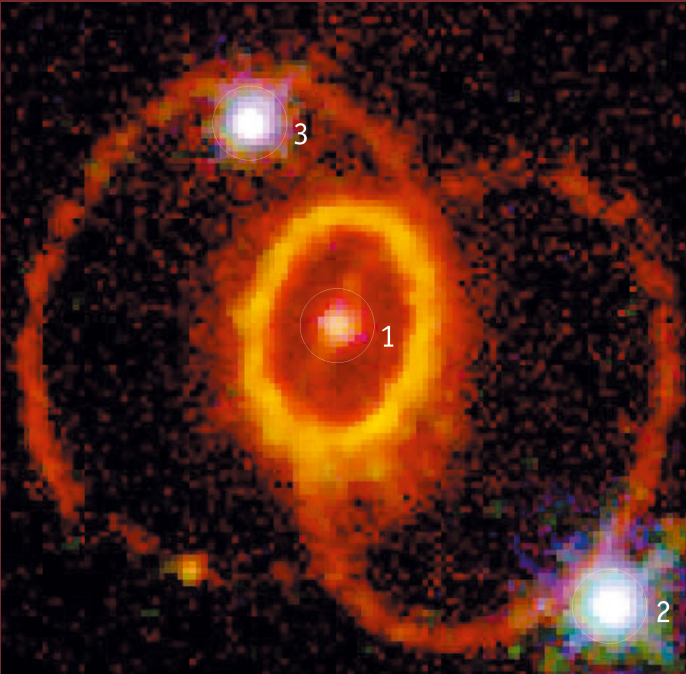
Página 20 de 26

Voltar

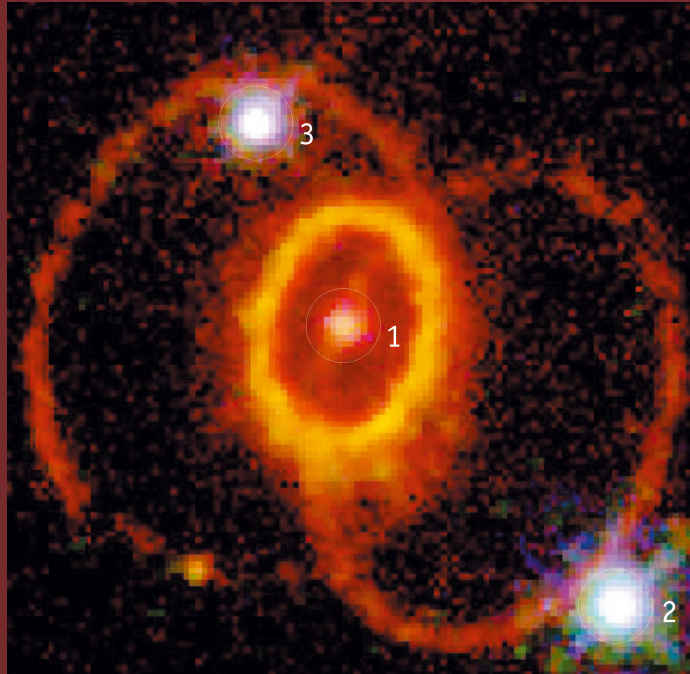
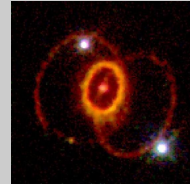
Full Screen

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



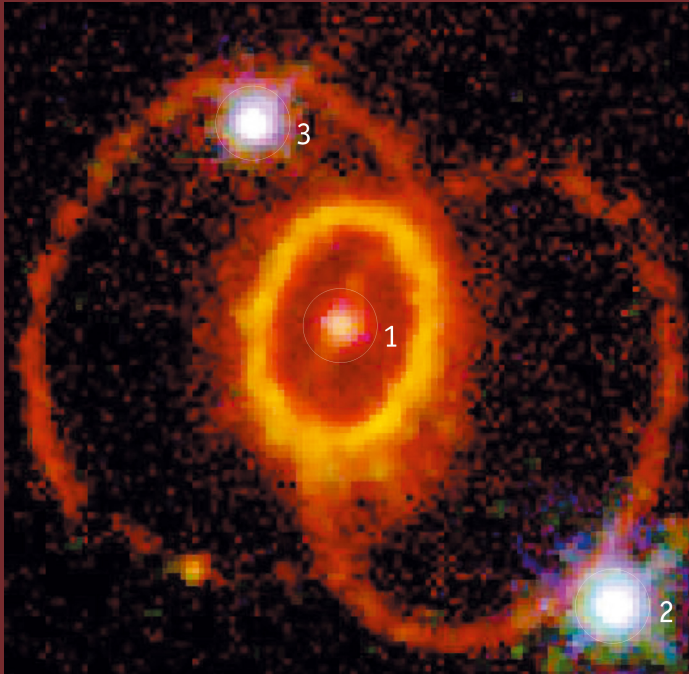
Página 20 de 26

Voltar

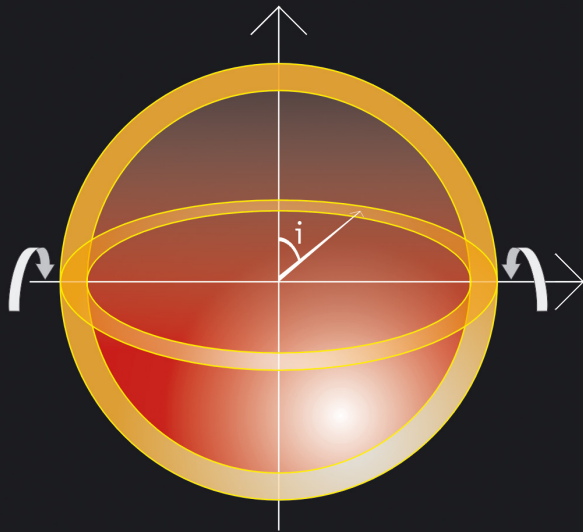
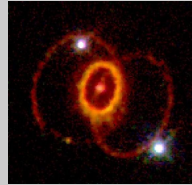
Full Screen

Fechar

Sair



Medindo a distância da SN 1987A



Página de Rosto



Página 21 de 26

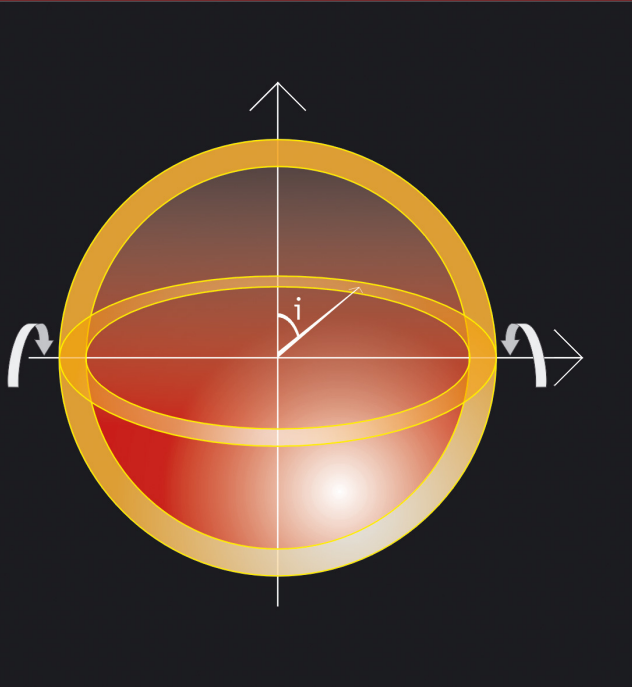
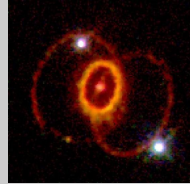
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

Medindo a distância da SN 1987A



Tarefa 3:

Determinar a inclinação do anel.

Página de Rosto



Página 21 de 26

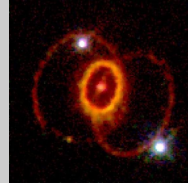
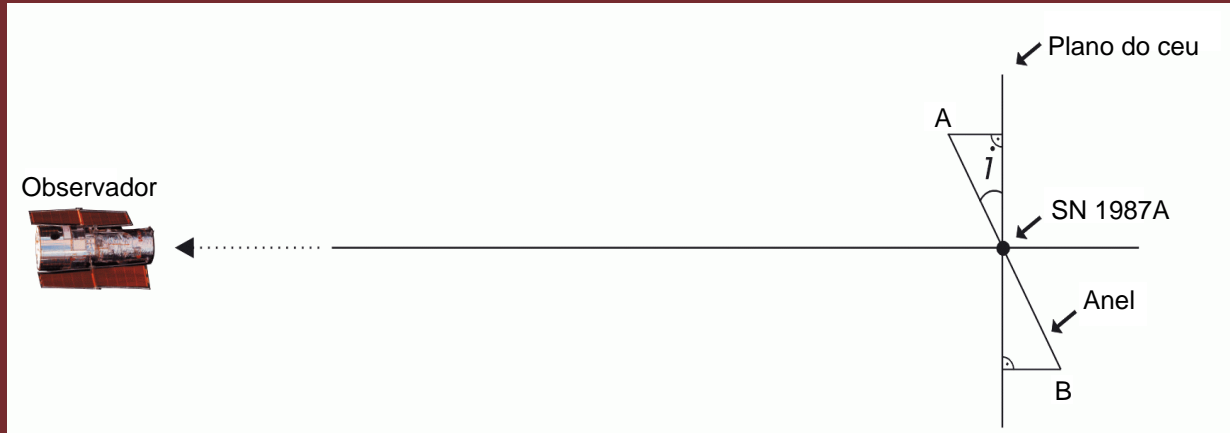
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

Medindo a distância da SN 1987A



Página de Rosto



Página 22 de 26

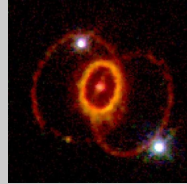
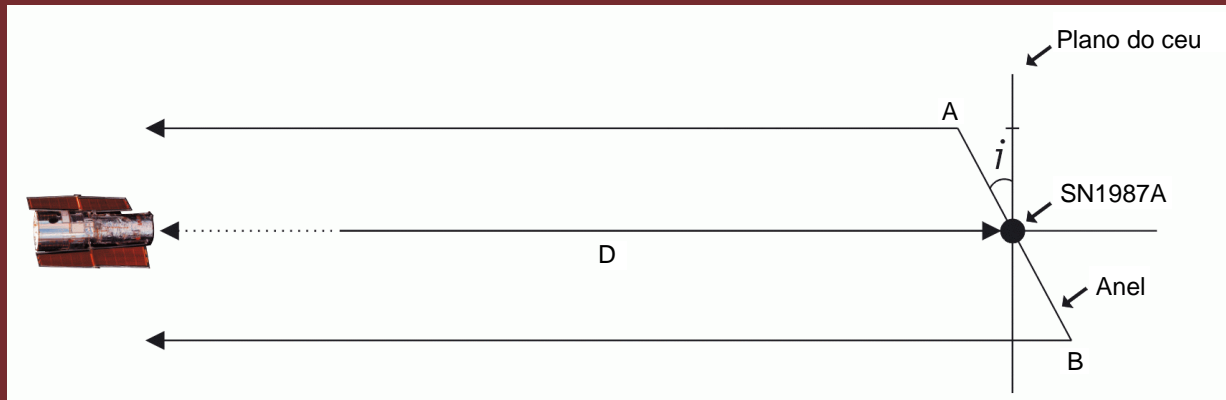
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

Medindo a distância da SN 1987A



Página de Rosto



Página 22 de 26

Voltar

Full Screen

Fechar

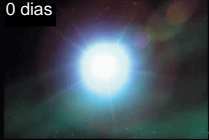
Sair

Medindo a distância da SN 1987A

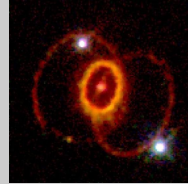
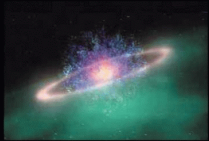
Tarefa 4:

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

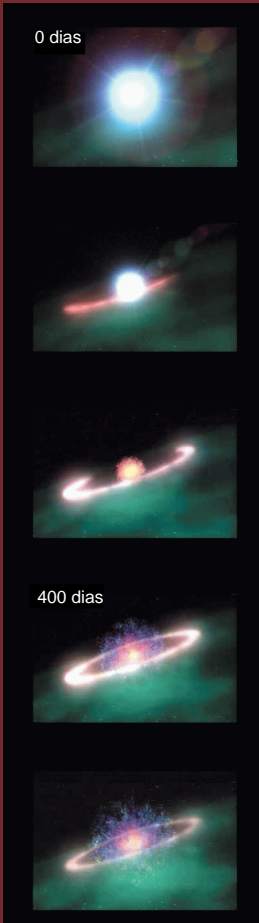
Voltar

Full Screen

Fechar

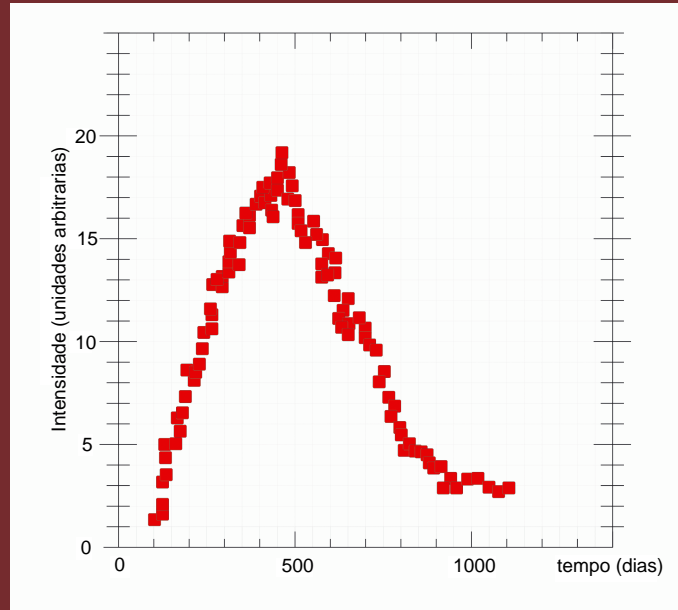
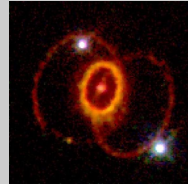
Sair

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

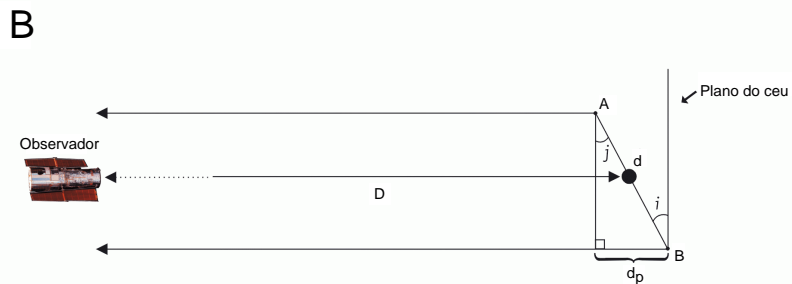
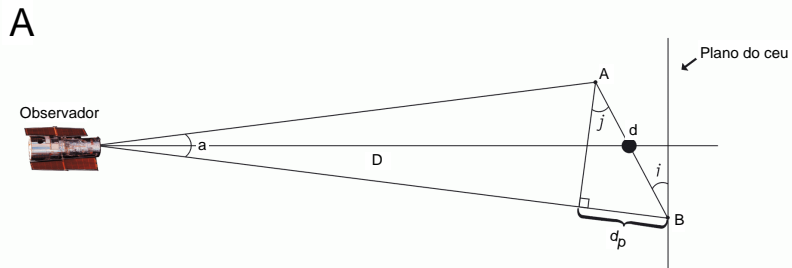
Voltar

Full Screen

Fechar

Sair

Medindo a distância da SN 1987A



Página de Rosto



Página 24 de 26

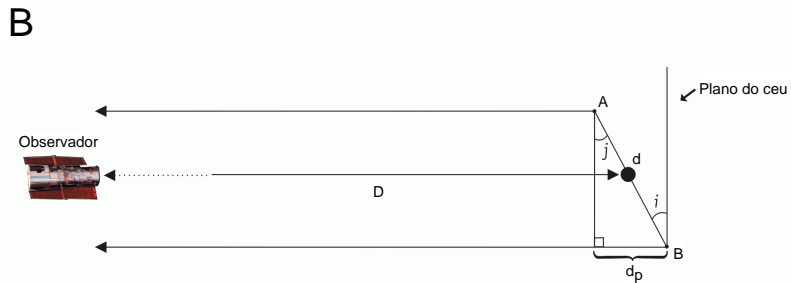
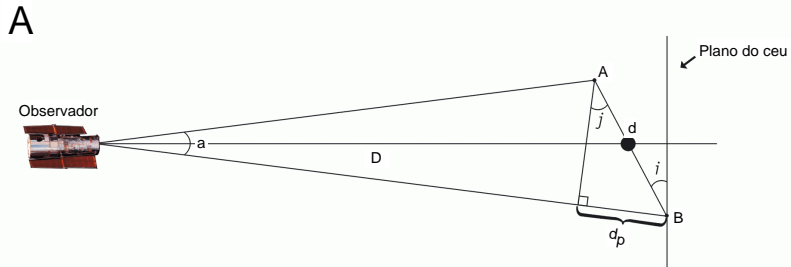
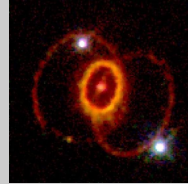
Voltar

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