



# PROVA PRESENCIAL – CARTAS CELESTES

## GABARITO

### SELEÇÃO DAS EQUIPES BRASILEIRAS PARA

XIV IOAA e XII OLAA de 2020

Nota Final: \_\_\_\_\_

---

Escreva aqui o seu número de identificação:

---

## Instruções

1. Escreva seu número de identificação em **TODAS** as folhas de respostas;
2. A duração da prova é de **2 (duas) horas**;
3. Essa prova vale **10 pontos** e tem **peso 2** para a média final;
4. A prova é individual e sem consultas;
5. Não é permitido o uso de celulares ou similares, nem calculadoras de celulares;
6. Folhas de rascunho serão disponibilizadas e devem ser entregues junto com o caderno de questões e as folhas de respostas;
7. Ao final da prova devolva o caderno de questões, as folhas de respostas e as folhas de rascunho.

Sua identificação:

1) Em 2019, na ocasião de seu centenário, a União Astronômica Internacional promoveu a campanha internacional *NameExoWorlds*, que deu ao público a oportunidade de propor nomes para estrelas e exoplanetas. Ao total, 112 países participaram desta campanha. A Tabela abaixo mostra os dados dos sistemas designados para o Brasil, Colômbia e Equador:

| País     | Sistema  | Constelação        | A.R.    | Dec.     | Nome da Estrela | Nome do Planeta |
|----------|----------|--------------------|---------|----------|-----------------|-----------------|
| Brasil   | HD 23079 | Retículo           | 03h 40m | -52° 55' | Tupi            | Guarani         |
| Colômbia | HD 93083 | Máquina Pneumática | 10h 44m | -33° 35' | Macondo         | Melquíades      |
| Equador  | HD 6434  | Fênix              | 01h 05m | -39° 29' | Eyeke           | Nenque          |

a) Na carta celeste da próxima página, indique com as letras **B**, **C** e **E** as constelações referentes aos sistemas do Brasil, Colômbia e Equador, respectivamente. (0,4 pt cada)

b) Os organizadores da prova observacional da XIV IOAA desejam incluir estes sistemas na prova observacional. **A partir de qual hora local a prova deve acontecer de maneira que os 3 sistemas estejam acima do horizonte e ainda seja noite?**

Suponha que esta prova seja realizada em 22 de setembro.

As coordenadas de Bogotá são 4° 37' N, 74° 05' O e o fuso horário UTC -5.

RESPOSTA: **a partir das 4h44min, hora local** (0,8 pt)

2) Na mesma carta celeste, estão indicadas 4 estrelas de grande importância para a civilização inca. **Complete a Tabela** abaixo com os nomes ocidentais dessas estrelas e suas respectivas constelações.

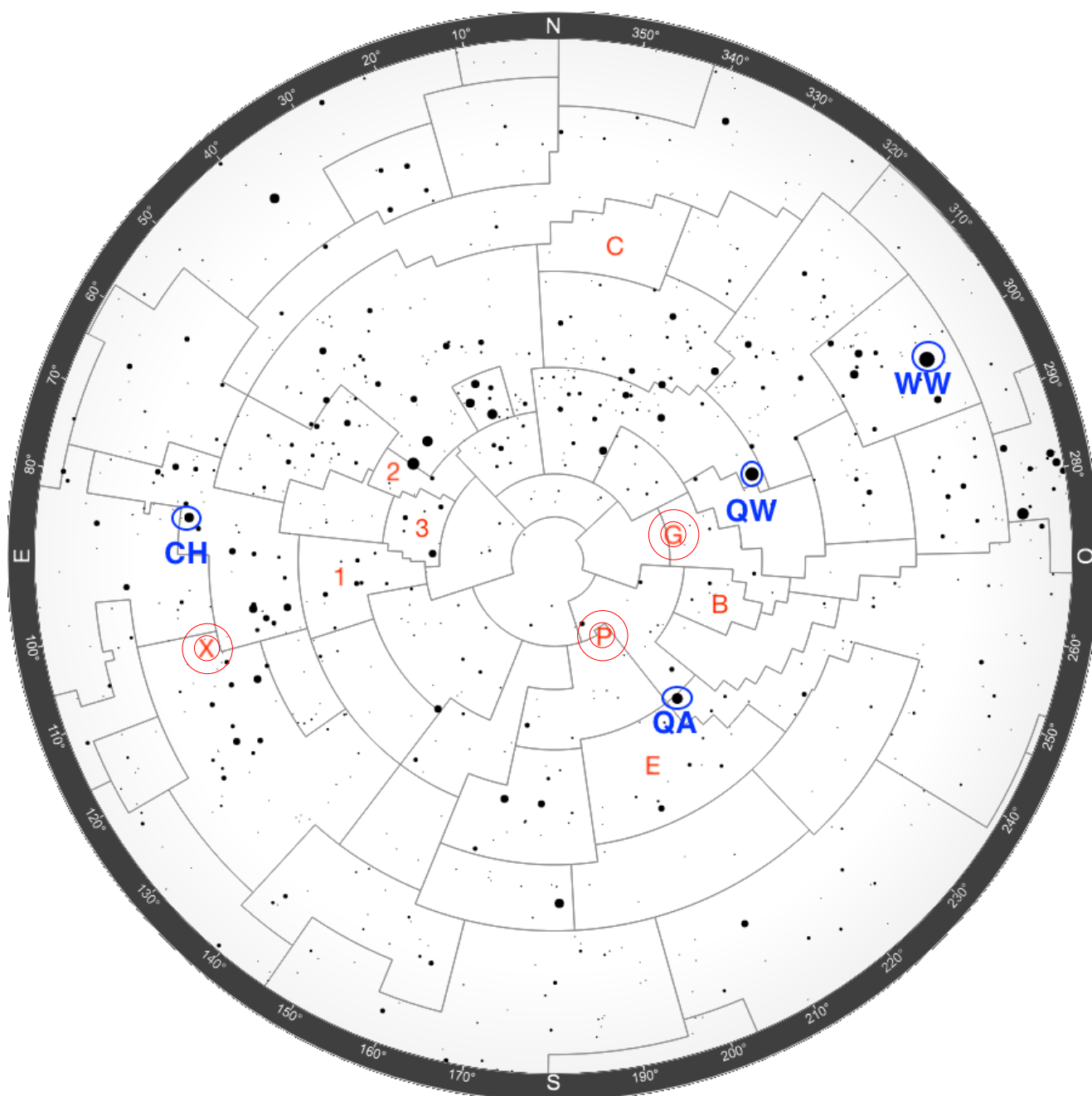
(0,25 pt cada)

| Código | Nome Inca     | Nome Ocidental | Constelação Ocidental     |
|--------|---------------|----------------|---------------------------|
| WW     | Wilka Wara    | Sirius         | Cão Maior (Canis Majoris) |
| QW     | Quolla Wara   | Canopus        | Quilha (Carina)           |
| QA     | Qatachillay   | Achernar       | Rio Eridano (Eridanus)    |
| CH     | Choqechinchay | Antares        | Escorpião (Scorpio)       |

3) A astronomia inca também possui várias constelações. Uma delas, o Condor, situa-se na região compreendida pelas constelações do Altar, Compasso e Triângulo Austral. **Identifique** essas três constelações na carta celeste da próxima página com os números **1**, **2** e **3**, respectivamente. (0,4 pt cada)

4) Os incas chamam a Via Láctea de Mayu, uma representação celeste do Rio Urubamba, no Vale Sagrado Peruano. **Indique** com um **X** a posição aproximada do centro da Via Láctea, e com as letras **G** e **P** as posições de suas galáxias satélites, a Grande e a Pequena Nuvens de Magalhães, respectivamente. (0,5 pt cada)

Sua identificação:



|                   |   |
|-------------------|---|
| B, C, E, 1, 2 e 3 | 0,40 ponto cada   |
| WW, QW, QA e CH   | 0,25 ponto cada estrela e 0,25 ponto cada constelação                   |
| X, P e G          | 0,50 ponto cada (dentro da circunferência interna)                      |
|                   | 0,25 ponto cada (fora da circunferência interna, mas dentro da externa) |

Sua identificação:

5) Em 1718, o astrônomo inglês Edmund Halley percebeu que algumas estrelas não eram “fixas”, mas que aparentavam se mover no céu relativamente a outras estrelas. Arcturus e Sirius foram as duas primeiras estrelas identificadas por Halley com esse comportamento.

Esse deslocamento angular aparente é o movimento próprio  $\mu$ , normalmente medido em "/ano (segundos de arco por ano). Os astrônomos efetuam as medidas de movimento próprio fazendo imagens de uma mesma região do céu com grandes intervalos de tempo (anos ou mesmo décadas).

A estrela com maior movimento próprio é BD+04 3561a, mais conhecida como Estrela de Barnard, em homenagem ao seu descobridor, o americano Edward Emerson Barnard. Sua magnitude aparente é  $m_v = 9,5$ .

Como o movimento próprio é um deslocamento angular, é necessário saber a distância até o objeto para calcularmos sua velocidade tangencial  $v_t$ . A velocidade tangencial pode ser expressa como:

$$v_t = \frac{4,75 \times \mu}{\pi}$$

onde  $v_t$  é a velocidade tangencial (em km/s),  $\mu$  o movimento próprio (em segundos de arco por ano), e  $\pi$  é a paralaxe (em segundos de arco). Junto com a velocidade radial  $v_r$  pode-se então calcular a velocidade real do objeto celeste no espaço.

As figuras a seguir mostram o campo da Estrela de Barnard em duas épocas diferentes.

- a) **Identifique** a Estrela de Barnard nas duas imagens com uma seta; (0,5 ponto cada seta)

Para os itens abaixo, todos os cálculos e medidas precisam ser explicitados. Respostas sem demonstração do cálculo não serão pontuadas.

- b) Sabendo que o tamanho do campo é de  $30' \times 30'$  (minutos de arco) e que as imagens foram obtidas com 41 anos de diferença, **calcule o movimento próprio** da Estrela de Barnard, em segundos de arco por ano; (1,3 ponto)
- c) A distância até a Estrela de Barnard é de 1,83 pc. **Calcule sua velocidade tangencial** em km/s; (0,5 ponto)
- d) A velocidade radial da Estrela de Barnard é  $v_r = -108$  km/s (o sinal negativo indica que essa velocidade é em nossa direção). **Calcule sua velocidade espacial** em km/s; (0,5 ponto)

## Espaço para as respostas, cálculos e justificativas

| Respostas |                             |                           |
|-----------|-----------------------------|---------------------------|
| 5a)       | identificação               | (nas duas imagens)        |
| 5b)       | movimento próprio $\mu$     | $\cong 10,5''/\text{ano}$ |
| 5c)       | velocidade tangencial $v_t$ | $\cong 91,3 \text{ km/s}$ |
| 5d)       | velocidade espacial $v$     | $\cong 141 \text{ km/s}$  |

1a) 22 de setembro é a data do Equinócio, e a AR do Sol nesse dia é 12h. Portanto, ao pôr do Sol, o Tempo Sidera Local é 18h. Nesse momento no horizonte leste estão os objetos com AR = 0h. O objeto mais a leste da lista é o sistema C (AR = 10h44m), que nesta noite aparecerá no horizonte às **4h44min Hora Local**. Portanto, a prova observacional deverá ser realizada a partir deste horário, antes disso não será possível observar os 3 sistemas simultaneamente.

5b) Deve-se medir a distância entre as posições da estrela nas duas imagens ( $\Delta d$ ), e o tamanho do campo em mm ( $l$ ). Sendo o tamanho angular do campo  $\theta = 30'$  e o intervalo de tempo  $\Delta t = 41$  anos, o movimento próprio é:

$$\mu = \frac{\Delta \theta}{\Delta t} = \frac{\Delta d(\theta/l)}{\Delta t}$$

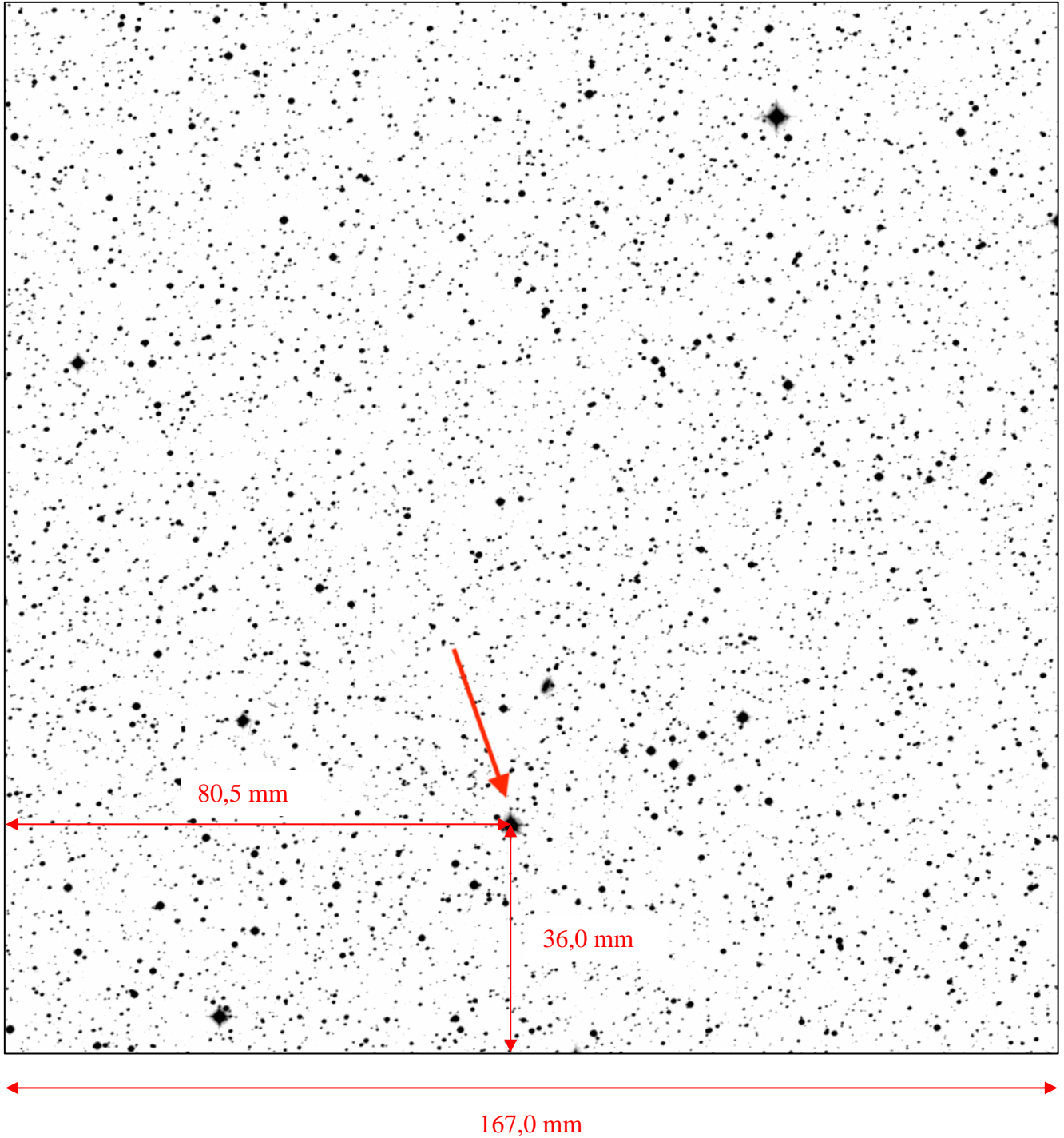
Na minha medição,  $\Delta d = 40,1$  mm e  $l = 167,0$  mm, portanto:  $\mu \cong 0,175''/\text{ano} = 10,5''/\text{ano}$

5c) Aplicando a fórmula do enunciado:

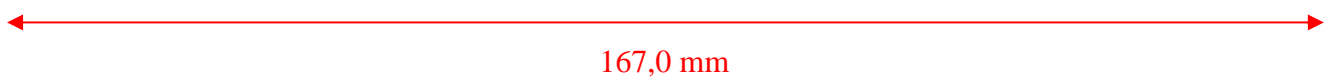
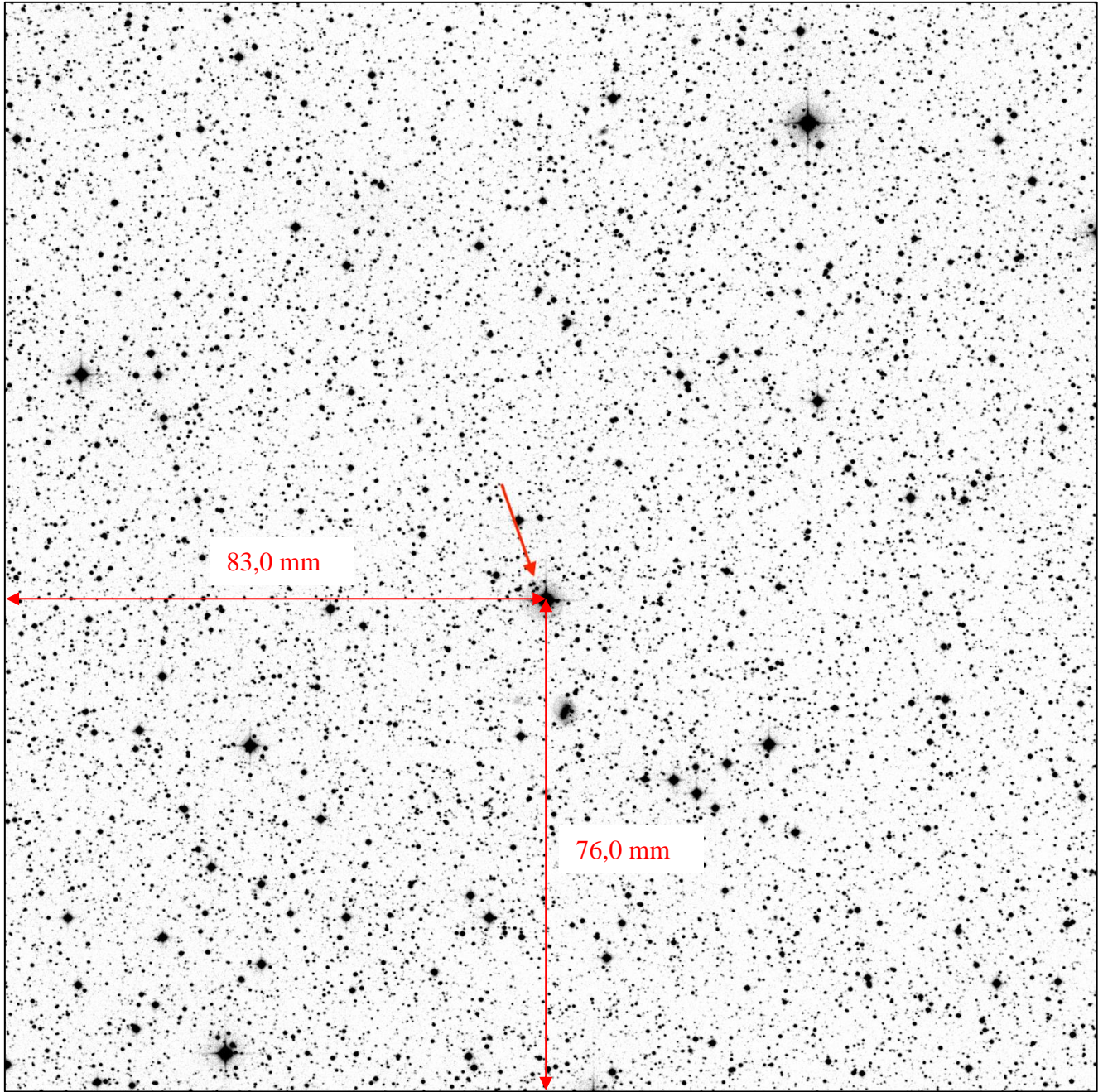
$$v_t = \frac{4,75 \times \mu}{\pi} \rightarrow v_t = 4,75 \times 10,5 \times 1,83 \rightarrow v_t \cong 91,3 \text{ km/s}$$

5d) A velocidade espacial será a soma quadrática das velocidades radial e tangencial:

$$v = \sqrt{v_r^2 + v_t^2} \rightarrow v = \sqrt{(-108)^2 + (91,3)^2} \rightarrow v \cong 141 \text{ km/s}$$



Sua identificação:



$$\Delta d = \sqrt{(83,0 - 80,5)^2 + (76,0 - 36,0)^2} \rightarrow \Delta d \cong 40,1 \text{ mm}$$

Sua identificação: