

**МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА  
XXIII НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО АСТРОНОМИЯ**

**Общински кръг на олимпиадата по астрономия  
2019 – 2020 учебна година  
Възрастова група VII-VIII клас – решения**

**1 задача. Ютака Кагая.** Виждате две картини на японския художник Ютака Кагая.

- А) Какво астрономическо явление е изобразено на първата картина?
- Б) Какъв космически обект виждате на втората картина?
- В) Каква е връзката между явлението на първата картина и космическия обект на втората картина?



1



2

**Решение:**

На първата рисунка виждаме метеори, чиито мислени продължения назад се пресичат приблизително в една точка. Това е така, защото те са метеори от един и същ метеорен поток, чиято активност явно е много висока.

На втората рисунка е изобразена комета с нейната синкава газова опашка и бяла прахова опашка.

Явлението метеорен поток се наблюдава, когато Земята при движението си около Слънцето пресича рой метеорни частици. Роевете метеорни частици се образуват при постепенното разпадане на кометите. Кометите имат ядра, съставени главно от лед с примеси от скални частици и прах. Те се движат около Слънцето по силно издължени орбити. При периодичните сближавания на дадена комета със Слънцето нейното ядро се нагрива, ледът започва да се изпарява и от него се отделят скалните частички, пращинки и малки частици лед. Те формират метеорния рой, който поражда кометата. В това се състои връзката между кометите и метеорните потоци.

*Критерии за оценяване (общо 10 точки):*

*За правилно назоваване на това, което е изобразено на рисунките 2 × 3 т. = 6 т.*

*За обяснение на връзката между метеорните потоци и кометите – 4 т.*

**2 задача. Релефни форми.** Напишете собствените имена на следните релефни форми и посочете на кои тела от Слънчевата система се намират:

<i>№</i>	<i>Вид релефна форма</i>	<i>Личност, чието име носи</i>
1	Планински връх	Знаменит английски физик, съставил уравненията на електромагнитното поле
2	Кратер	Древногръцки математик, открил най-прочутата теорема за правоъгълния триъгълник
3	Планински връх	Поет революционер, написал стихотворенията „На прощаване”, „Моята молитва” и др.
4	Кратер	Велик композитор, автор на балета „Лешникотрошачката”

**Решение:**

Знаменитият английски физик е Джеймс Максвел и неговото име носи най-високият планински връх на Венера. Всички останали релефни форми на Венера носят женски имена.

Всички знаем теоремата на Питагор за правоъгълния триъгълник, а кратерът Питагор се намира на Луната. На лунните кратери са дадени имена на велики учени.

Поетът революционер е Христо Ботев. Може би някои от участниците в олимпиадата по астрономия са се изкачвали на връх Ботев в Стара планина, който е на планетата Земя.

Музиката на балета „Лешникотрошачката” е съчинена от великия руски композитор Чайковски. В негова чест е наречен един кратер на Меркурий. Кратерите на тази планета носят имена на хора на изкуството.

*Критерии за оценяване (общо 10 т.):*

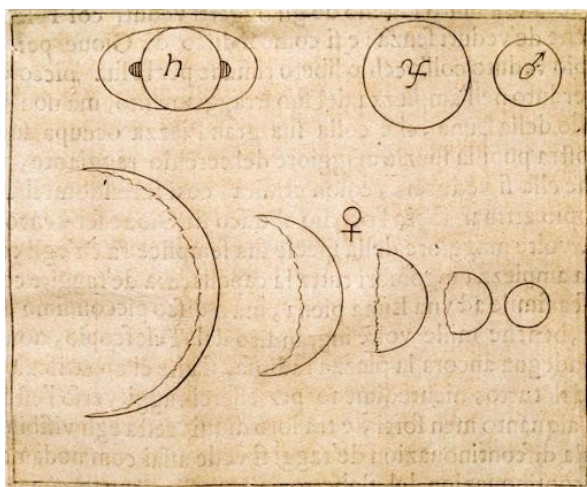
*За правилно посочване на имената на релефните форми –  $4 \times 1 т. = 4 т.$*

*За посочване на космическите тела, където те се намират –  $4 \times 1.5 т. = 6 т.$*

**3 задача. Галилео Галилей.** През 1609 г. великият италиански учен Галилео Галилей за първи път конструира телескоп и го използва, за да наблюдава небесните тела. Пред вас е рисунка, направена от Галилей. На нея са изобразени планети от Слънчевата система.

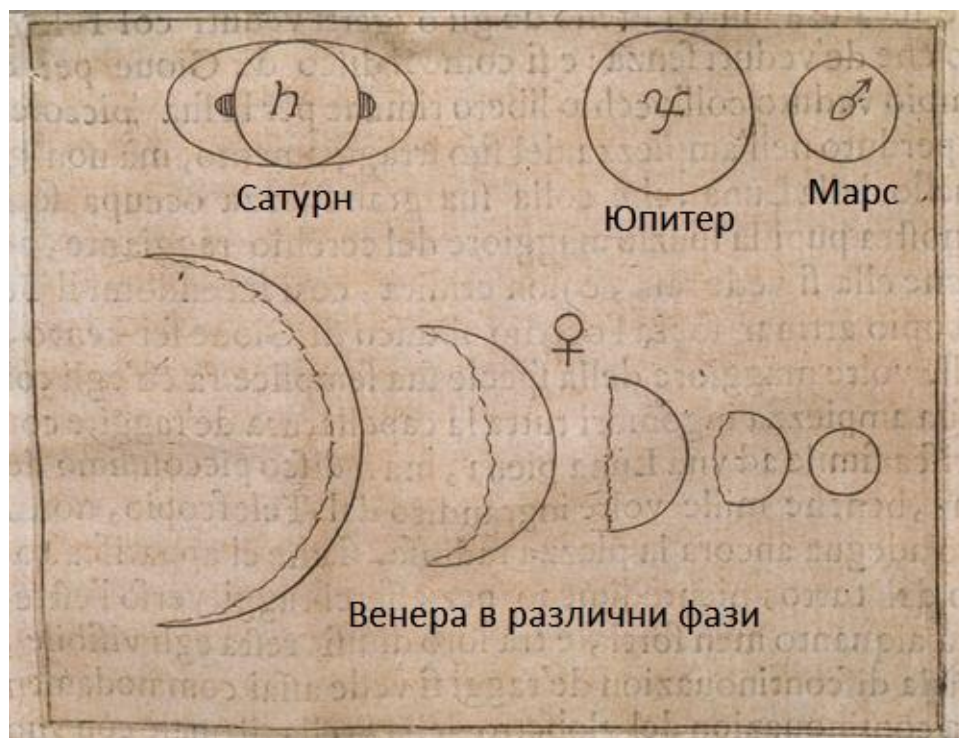
- А) Кои са тези планети? Напишете имената на планетите до техните изображения върху рисунката.

- Б) Измерете размерите на планетите върху рисунката, направете необходимите сравнения и проверете дали горните три планети са изобразени около моментите, когато са били на минимално разстояние от Земята.



**Решение:**

На рисунката са изобразени Сатурн с неговите пръстени, които Галилео не е могъл добре да различи в своите все още недостатъчно съвършени телескопи, Юпитер, Марс и Венера в различни фази, които тя показва за земния наблюдател при различни свои положения относно Слънцето и Земята. Планетите са обозначени с техните астрономически знаци.



Максимално сближаване на една вътрешна планета със Земята настъпва, когато планетата е в долно съединение, а за външна планета – когато планетата е в противостояние (опозиция). На рисунката са представени пет изображения на Венера в различни фази и очевидно, при различни нейни разстояния до Земята. Можем да приемем, че първото изображение, стоящо най-вляво, е близко до позицията на Венера в долно съединение и съответства приблизително на видимия ъглов размер на планетата при максимално сближаване със Земята. Всички останали планети, дадени на рисунката,

ще сравняваме с това изображение. Да означим с  $d_V$  диаметъра на Венера в тази фаза, измерен в милиметри от рисунката, а с  $d_S$ ,  $d_J$ , и  $d_M$  – измерените диаметри съответно на Сатурн, Юпитер и Марс. Нека  $D_V$ ,  $D_S$ ,  $D_J$  и  $D_M$  бъдат истинските диаметри на Венера, Сатурн, Юпитер и Марс в километри, а  $r_V$ ,  $r_S$ ,  $r_J$  и  $r_M$  – техните разстояния до Слънцето. Разстоянието от Земята до Слънцето ще означим с  $r_T$ . Разстоянията между Земята и всяка от планетите при максимално сближаване ще бъдат:

$$\Delta r_V = r_T - r_V$$

$$\Delta r_S = r_S - r_T$$

$$\Delta r_J = r_J - r_T$$

$$\Delta r_M = r_M - r_T$$

Видимият ъглов диаметър на една планета, наблюдавана от Земята при максимално сближаване, трябва да е пропорционален на нейния линеен диаметър и обратно пропорционален на разстоянието до нея. Можем да приемем, че относителните размери, с които са нарисувани планетите, отразяват техните относителни видими ъглови размери, наблюдавани от Галилей. За да разберем дали дадена планета  $P$  е била наблюдавана при максимално сближаване със Земята, ние трябва да сравним нейния видим ъглов диаметър с този на Венера и да проверим дали се изпълнява равенството:

$$\frac{d_P}{d_V} = \frac{D_P}{\Delta r_P} / \left( \frac{D_V}{\Delta r_V} \right)$$

Резултатите от нашите измервания и пресмятания можем да представим в следната таблица:

Планета	Разстояние до Слънцето, км	Линеен диаметър, км	Измерен диаметър, мм	$\frac{d_P}{d_V}$	$\frac{D_P}{\Delta r_P} / \left( \frac{D_V}{\Delta r_V} \right)$
Земя	$149.6 \times 10^6$				
Венера	$108.2 \times 10^6$	12 104	53		
Сатурн	$1\,427 \times 10^6$	116 460	17.5	0.33	0.31
Юпитер	$778.4 \times 10^6$	139 820	23	0.43	0.76
Марс	$227.9 \times 10^6$	6 779	14	0.26	0.30

Получените стойности показват, че видимият ъглов размер на Сатурн, отразен в рисунката, е близък до този при максимално сближаване със Земята. Видимият ъглов размер на Марс е малко по-малък от този при противостояние на Марс в момент, когато планетата е на средното си разстояние от Слънцето. Както е известно, марсианската орбита е доста изтеглена елипса и когато Марс е във велико противостояние (противостояние, което се случва близо до момента на преминаване на Марс през перихелий), неговият видим ъглов размер може да е съществено по-голям. Юпитер очевидно е нарисуван с видим ъглов размер доста по-малък от този, който би имал при максимално сближаване. Допълнителни пресмятания показват, че нарисуваният размер на Юпитер е малко по-малък дори от този, който планетата би имала при максимално отдалечаване от Земята. Това означава, че тази планета не е нарисувана особено точно.

Възможно е да бъдат намерени данни директно за видимите ъглови размери на планетите и да се направи съответствие между тях и линейните размери на изображенията на планетите върху рисунката. Тогава не е необходимо да се правят пресмятания, а само да се разсъждава върху отношенията на размерите на изобразените планети. Този метод също следва да се приема за правилен.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За правилно означаване върху рисунката на четирите планети  $4 \times 1 т. = 4т.$

За правилен метод на измервания, пресмятания и сравнения – 4 т.

За правилни крайни изводи – 2 т.

*Забележка:* Числените резултати на учениците могат до известна степен да се отличават от показаните тук поради различни мащаби на отпечатване на рисунката, по която се правят измервания и поради различаващи се изходни данни, които могат да се намерят в справочните източници. При оценяването следва да се имат предвид принципните разсъждения.

**4 задача. Звездни купове.** Дадена ви е снимка на разсеяните звездни купове Хиади и Плеяди. Хиадите са отдалечени от нас на разстояние 153 светлинни години, а Плеядите – на 444 светлинни години. Направете необходимите измервания върху снимката и определете кой от двата звездни купа е по-голям по размер.

**Решение:**

Измерваме диаметрите на двата купа върху снимката и получаваме 21 мм за Плеядите и 63 мм за Хиадите. Тези размери са пропорционални на видимите ъглови размери на двата звездни купа. Те зависят право пропорционално от действителните им размери и обратно пропорционално от разстоянията до тях. Да означим с  $D_P$  и  $D_H$  линейните размери съответно на Плеядите и на Хиадите. Тогава в сила е следното съотношение:

$$\frac{21 \text{ mm}}{63 \text{ mm}} = \frac{D_P}{D_H} \cdot \frac{153 \text{ ly}}{444 \text{ ly}}$$

$$\frac{D_P}{D_H} \approx 0.97 \approx 1$$

Оттук следва, че Плеядите и Хиадите имат приблизително еднакви размери.

Критерии за оценяване (общо 10 т.):

За измервания върху снимката – 2 т.

За правилен метод на пресмятане – 6 т.

За краен резултат и извод – 2 т.

**5 задача. До Луната и обратно.** Веднага след Нова Година спешно заминавате за Луната. Главната лунна база с Лунното училище се намира точно в центъра на видимата страна на Луната. В бързината сте забравили почти всички лунни справочници освен една малка таблица с моментите на настъпване на основните лунни фази през януари 2020 г.:

Фаза	Първа четвърт	Пълнолуние	Последна четвърт	Новолуние
Дата	3 януари	10 януари	17 януари	24 януари
Време	6:46:35	21:22:24	14:59:34	23:43:12

Това, което още си спомняте за Луната е, че едно лунно денонощие продължава средно 29.53 земни денонощия.

Пристигате със специалната експресна линия на 2-ри януари и забелязвате, че на Лунната база все още е нощ.

- А) Кога за лунната база официално ще започне денят?

Въпреки че току-що сте пристигнали, се замисляте кога ще се върнете обратно. Вашето обучение на Луната трябва да продължи около една година, но вие искате да се приберете за коледните празници през декември 2020 година. Разрешават ви да излетите през декември, обаче ракетите излитат веднъж всеки месец, няколко часа преди залеза на Слънцето, а редовният полет трае три денонощия.

- Б) На коя дата ще излетите от Луната и ще успеете ли се приберете за коледните празници?

### **Решение:**

Когато Луната е в първа четвърт, терминаторът – линията, разделяща тъмната от светлата част на нашия спътник (или деня от нощта) – минава през центъра на видимата страна на Луната, а следователно и през Главната лунна база с Лунното училище. В следващите дни осветената част от видимата от нас страна на Луната расте и настъпва пълнолуние. Моментът на пълнолуние е средата на лунния ден за Главната лунна база. Следователно денят за Лунното училище започва при фаза на Луната първа четвърт, или в случая – на 3 януари в 6ч 46мин.35сек.

Денят завършва за Главната лунна база, когато Луната е във фаза последна четвърт. Луната е в последна четвърт на 17 януари 2020 г. Да прибавим към тази дата 11 лунни месеца. Получаваме:

17 януари 14 ч. 59 мин. 34 с.  $\approx$  17 януари 15 ч.

$$\begin{aligned} & 17 \text{ януари } 15 \text{ ч.} + 11 \times 29.53 \text{ дни} = 17 \text{ януари } 15 \text{ ч.} + 324.83 \text{ дни} = \\ & = 17 \text{ януари } 15 \text{ ч.} + 324 \text{ дни } 19 \text{ ч. } 55 \text{ мин.} = 18 \text{ януари } 0 \text{ ч.} + 324 \text{ дни } 10 \text{ ч. } 55 \text{ мин.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 324 \text{ дни } 10 \text{ ч. } 55 \text{ мин.} &= 14 \text{ дни (до края на януари)} + 29 \text{ дни (февруари, 2020 г. е} \\ & \text{високосна)} + 31 \text{ дни (март)} + 30 \text{ дни (април)} + 31 \text{ дни (май)} + 30 \text{ дни (юни)} + 31 \text{ дни} \\ & \text{(юли)} + 31 \text{ дни (август)} + 30 \text{ дни (септември)} + 31 \text{ дни (октомври)} + 30 \text{ дни (ноември)} + 7 \\ & \text{(декември)} + \\ & + 10 \text{ ч. } 55 \text{ мин. от 7 декемри} \end{aligned}$$

Следователно вие ще трябва да излетите от Луната 7 декември 2020 г. няколко часа преди 10 ч. 55 мин. Справка с календар на лунните фази от 2020 г. показва 8 декември. Разликата с пресметнатия от нас резултат се дължи най-вероятно на неотчетените тук неравномерности в движението на Луната.

### Критерии за оценяване (общо 10 т.):

*За определяне кога започва денят в Главната база през януари и обяснение – 4 т.*

*За съобразяване, че денят завършва при фаза последна четвърт – 2 т.*

*За определяне кога Луната е в последна четвърт през декември 2020 г. – 4 т.*

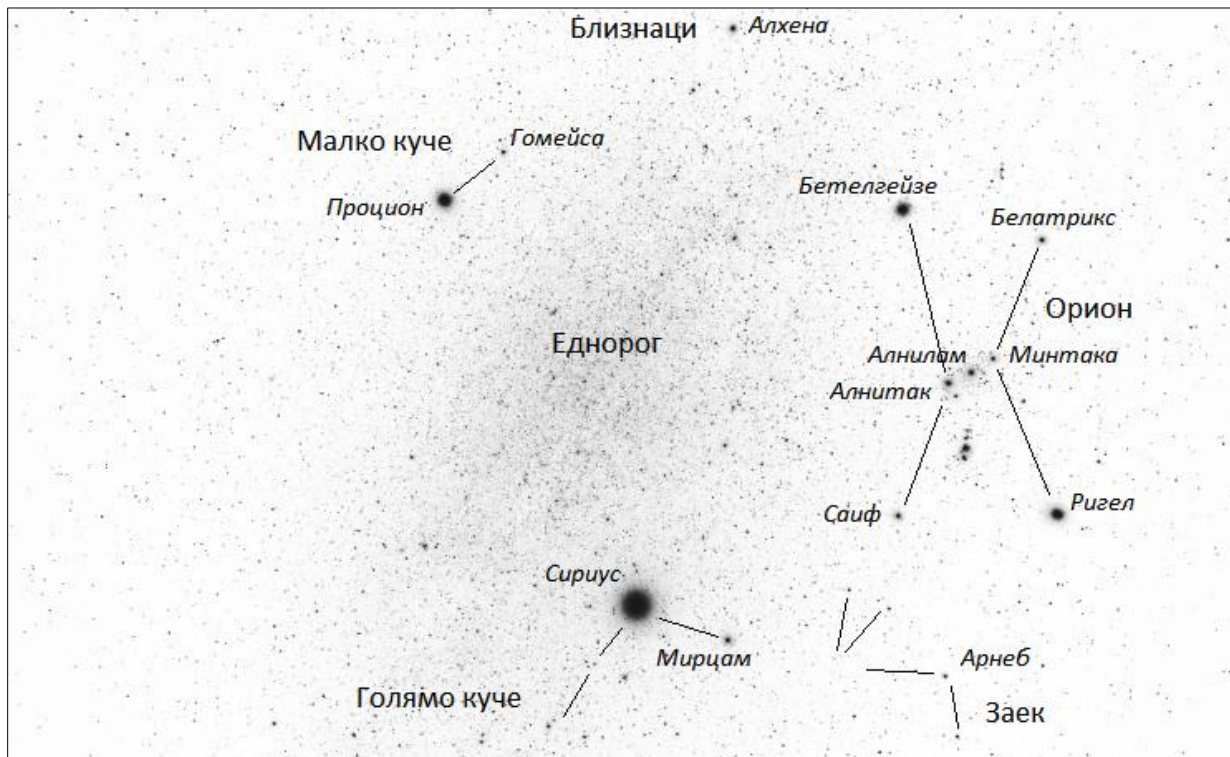
*(В задачата е казано, че ученикът не носи със себе си справочни материали на Луната. В случай, че отговорът е получен не чрез пресмятане, а директно чрез справка с лунен календар за 2020 г. – 2 т.)*

**6 задача. Зимни съзвездия.** Разполагате с негативно изображение на най-красивата област от зимното звездно небе. Намерете нужната информация и означете върху него съзвездията и имената на ярките звезди. Коя от тези ярки звезди:

- е най-близката до нас;
- има най-голям радиус;
- е най-гореща;
- е с най-ниска температура;
- има най-висока светимост;
- е в най-късен стадий на своята еволюция?

**Решение:**

На фигурата по-долу са означени съзвездията и по-ярките звезди. Най-близка до нас е звездата Сириус. Най-голяма по размер е звездата Бетелгейзе, която е около 1000 пъти по-голяма от Слънцето. Най-гореща е звездата Алнитак с температура около 30 000 К. Най-хладна е звездата Бетелгейзе с температура около 3 600 К. Най-висока светимост има звездата Алнилам – около 540 000 пъти по-висока от тази на Слънцето. В най-късен стадий от своята еволюция е Бетелгейзе, която вече е в стадия на червен свръхгигант.



Критерии за оценяване (общо 10 т.)

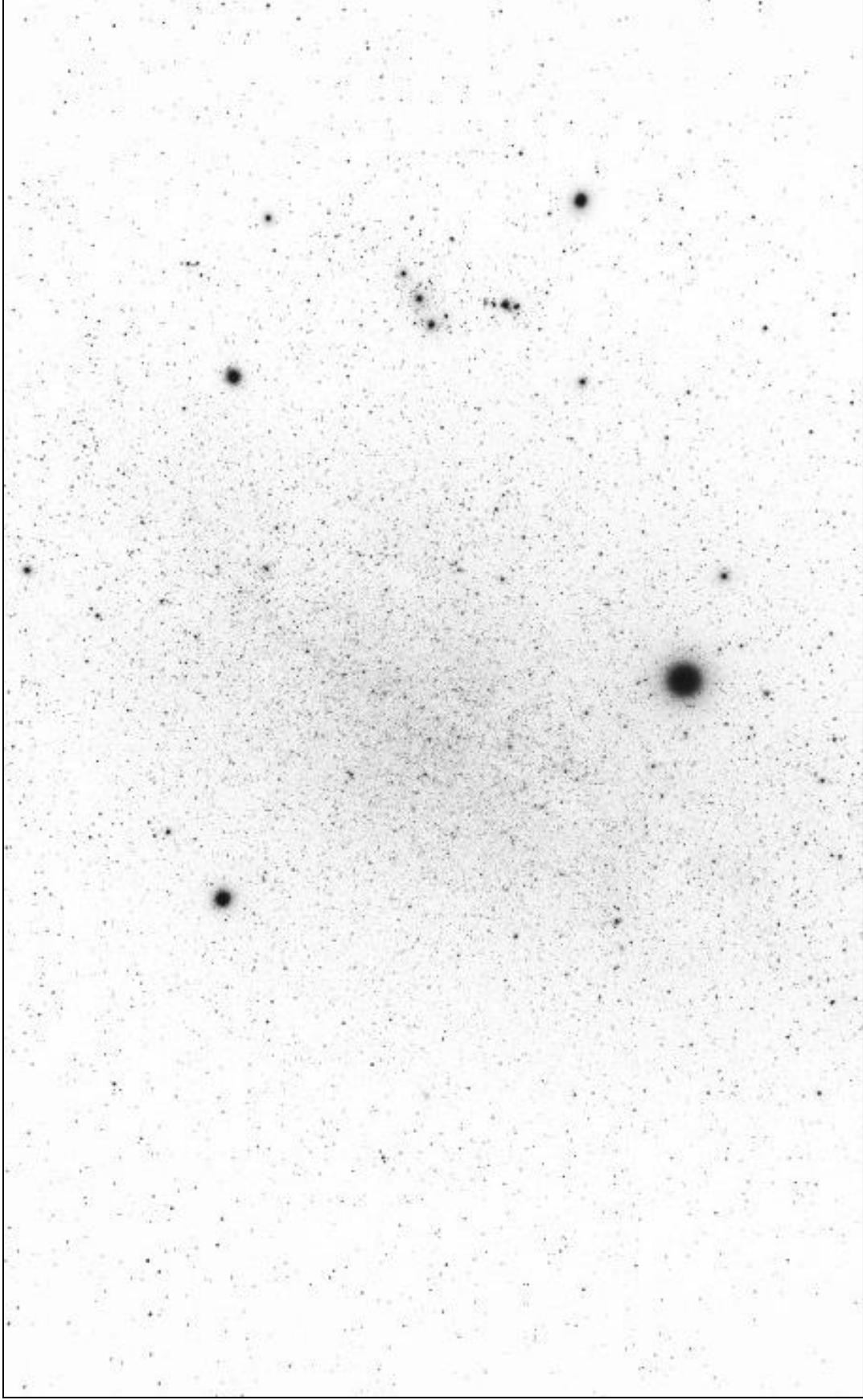
За означаване на поне 5 съзвездия и 9 ярки звезди – 4 т.

За намиране на информация за параметрите на звездите – 6 т.



Звездните купове Плеяди и Хиади





Зимно небе – към задача 6.

