

Team Competition General Instructions

Cover sheet

Please return this cover sheet together with all the related question sheets.

Team Competition



BGR-1 C-0 G-1

G0-1

English (Official)

General instructions: Group Radio Astronomy (115 points)

November 17, 2021. The team competition lasts for 3 hours (in a 30 hour window) and is worth a total of 115 points.

- Each country will receive the Team Competition as soon as the Theoretical exam is finished
- Any offline spreadsheet or similar tool may be used in this competition.
- The answers should be sent by 21:00 (UTC) on the 18th of November 2021.
- There would be only one Word file per team and should be labeled as XXX-Y-Team.docx. Here XXX represents a three letter country code (supervisors may refer to the standard list of International Olympic Committee codes) and Y will be replaced with either M (main) or G (guest). e.g COL-M-Team.docx
- All tables, plots etc. should be copy-pasted in the Word file.
- Some parts of this question expect you to write short answers in words. You may type these answers in your language. However, do not use complex words. For grading purposes, your answer will be translated into Spanish / English using a computer program.
- If you have drawn any diagrams by hand and want to include them in the solution, ask the team supervisors to take a photo of your diagram and give you the jpg file.
- You should export the word file to PDF so that the supervisors can upload your answers.

Team Competition



BGR-1 C-0 G-2

G0-2

English (Official)

Standard Table of Constants

Fundamental Constants

Speed of light in vacuum	c	$=$	$2.998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Planck constant	h	$=$	$6.626 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Boltzmann constant	k_B	$=$	$1.381 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
Stefan-Boltzmann constant	σ	$=$	$5.670 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
Elementary charge	e	$=$	$1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Universal gravitational constant	G	$=$	$6.674 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
Universal gas constant	R	$=$	$8.315 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Avogadro constant	N_A	$=$	$6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Wien's displacement law	$\lambda_m T$	$=$	$2.898 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$
Mass of electron	m_e	$=$	$9.109 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Mass of proton	m_p	$=$	$1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Mass of neutron	m_n	$=$	$1.675 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Atomic mass unit (a.m.u.)		$=$	$1.661 \times 10^{-27} \text{ kg}$

Team Competition



BGR-1 C-0 G-3

G0-3

English (Official)

Astronomical Data

1 parsec	1 pc	$=$	$3.086 \times 10^{16} m$
		$=$	$206\,265\text{ au}$
		$=$	3.262 ly
1 astronomical unit	1 au	$=$	$1.496 \times 10^{11} m$
1 jansky	1 Jy	$=$	$10^{-26} W m^{-2} Hz^{-1}$
Hubble constant	H_0	$=$	$70\text{ kms}^{-1} Mpc^{-1}$
Solar luminosity	L	$=$	$3.826 \times 10^{26} W$
Apparent angular diameter of Sun	θ	$=$	$32'$
Effective temperature of Sun	T_{eff}	$=$	$5778 K$
Obliquity of the ecliptic (Earth)	ε	$=$	23.5°
Inclination of the lunar orbit w.r.t. ecliptic		$=$	$05^\circ 08' 43''$
Apparent visual magnitude of full moon		$=$	-12.74
North Ecliptic Pole (J2000.0)	(α_E, δ_E)		$(18^h 00^m 00^s, +66^\circ 33' 39'')$
North Galactic Pole (J2000.0)	(α_G, δ_G)		$(12^h 51^m 26^s, +27^\circ 07' 42'')$
1 sidereal day		$=$	$23^d 56^m 04^s$
1 tropical year		$=$	$365.2422\text{ solar days}$
1 sidereal year		$=$	$365.2564\text{ solar days}$

Solar Magnitudes

Apparent visual	$=$	-26.75
Absolute visual	$=$	$+4.82$
Apparent bolometric	$=$	-26.83
Absolute bolometric	$=$	$+4.74$

Team Competition



BGR-1 C-0 G-4

G0-4

English (Official)

Solar System

Object	Mean radius (km)	Mass (kg)	Semi-major axis (au)	Eccentricity
Sun	695 500	1.988×10^{30}	---	---
Mercury	2 440	3.301×10^{23}	0.387	0.206
Venus	6 052	4.867×10^{24}	0.723	0.007
Earth	6 378	5.972×10^{24}	1.000000	0.016 710
Moon	1 737	7.346×10^{22}	0.002572	0.054 900
Mars	3 390	6.417×10^{23}	1.524	0.093
Jupiter	69 911	1.898×10^{27}	5.203	0.048
Saturn	58 232	5.683×10^{26}	9.537	0.054
Uranus	25 362	8.681×10^{25}	19.189	0.047
Neptune	24 622	1.024×10^{26}	30.070	0.009

Gauss's Formulae

Cosine theorem : $\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A$

Sine theorem : $\frac{\sin a}{\sin A} = \frac{\sin b}{\sin B} = \frac{\sin c}{\sin C}$

Equation for the linear least squares fit : $y = b_1 x + b_2$

where $b_1 = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$

and $b_2 = \bar{y} - b_1 \bar{x}$

$\bar{x}$ and $\bar{y}$ are average values of x and y .

Team Competition



BGR-1 C-0 G-1

G0-1

Bulgarian (Bulgaria)

Общи инструкции: Групова радиоастрономия (115 точки)

17 ноември 2021г. Времето за изпълнения на отборната задача е 3 часа (в 30-часов времеви интервал) и този тур се оценява с максимум 115 точки.

- Всяка страна ще получи Отборното състезание веднага след приключването на теоретичния тур.
- Всякакви електронни таблици, за които не се изисква използването на Интернет разрешени.
- Решенията трябва да бъдат изпратени до 21:00 (UT) на 18-ти ноември.
- Всеки отбор може да изпрати само един текстов (Word) файл, озаглавен XXX-Y-Team.docx. Тук XXX е трибуквеният код на страната (можете да попитате квесторите за кодовете на Международния олимпийски комитет), а Y трябва да бъде заместено от M (основен отбор) или G (гост), например COL-M-Team.docx.
- Всички таблици и чертежи трябва да бъдат вмъкнати в този текстов файл.
- В някои части на тази задача се изисква да се напише кратък отговор с думи. Вие може да напишете тези отговори на Вашия език. Все пак, не използвайте сложни думи. За целите на проверката, Вашият отговор трябва да бъде преведен на испански или английски език, използвайки компютърна програма.
- Ако сте направили някакви графики на ръка и искате да ги включите във Вашето решение, обърнете се към квесторите на Вашия отбор, за да направят снимка и да Ви изпратят jpg-файл.
- Вие трябва да превърнете текстовия файл във формат PDF, за да могат квесторите да публикуват Вашето решение.

Team Competition



BGR-1 C-0 G-2

G0-2

Bulgarian (Bulgaria)

Стандартна таблица с константи

Фундаментални константи

Скорост на светлината във вакуум	c	$=$	$2.998 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$
Константа на Планк	h	$=$	$6.626 \times 10^{-34} \text{ Js}$
Константа на Болцман	k_B	$=$	$1.381 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$
Константа на Стефан-Болцман	σ	$=$	$5.670 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
Елементарен заряд	e	$=$	$1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Гравитационна константа	G	$=$	$6.674 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$
Универсална газова константа	R	$=$	$8.315 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Число на Авогадро	N_A	$=$	$6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Закон на Вин	$\lambda_m T$	$=$	$2.898 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$
Маса на електрона	m_e	$=$	$9.109 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Маса на протона	m_p	$=$	$1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Маса на неутрона	m_n	$=$	$1.675 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Атомна единица за маса		$=$	$1.661 \times 10^{-27} \text{ kg}$

Team Competition



BGR-1 C-0 G-3

G0-3

Bulgarian (Bulgaria)

Астрономически данни

1 парсек	1 pc	$=$	$3.086 \times 10^{16} \text{ m}$
		$=$	$206\,265 \text{ au}$
		$=$	3.262 ly
1 астрономическа единица	1 au	$=$	$1.496 \times 10^{11} \text{ m}$
1 янски	1 yj	$=$	$10^{-26} \text{ W m}^{-2} \text{ Hz}^{-1}$
константа на Хъбъл	H_0	$=$	$70 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$
Светимост на Слънцето	L	$=$	$3.826 \times 10^{26} \text{ W}$
Видим ъглов диаметър на Слънцето	θ	$=$	$32'$
Ефективна температура на Слънцето	T_{eff}	$=$	5778 K
Наклон на еклиптиката	ε	$=$	23.5°
Наклон на лунната орбита, спрямо еклиптиката		$=$	$05^\circ 08' 43''$
Видима звездна величина на Луната		$=$	-12.74
Северен еклиптичен полюс (J2000.0)	(α_E, δ_E)		$(18^h 00^m 00^s, +66^\circ 33' 39'')$
Северен галактичен полюс (J2000.0)	(α_G, δ_G)		$(12^h 51^m 26^s, +27^\circ 07' 42'')$
1 звездно денонощие		$=$	$23^d 56^m 04^s$
1 тропическа година		$=$	$365.2422 \text{ solar days}$
1 звездна година		$=$	

Слънчеви звездни величини

Видима визуална звездна величина	$=$	-26.75
Абсолютна визуална звездна величина	$=$	$+4.82$
Видима болометрична звездна величина	$=$	-26.83
Абсолютна болометрична звездна величина	$=$	$+4.74$

Team Competition



BGR-1 C-0 G-4

G0-4

Bulgarian (Bulgaria)

Слънчева система

Обект	Среден радиус (km)	Маса (kg)	Голяма полуос (au)	Ексцентрицитет
Слънце	695 500	1.988×10^{30}	—	—
Меркурий	2 440	3.301×10^{23}	0.387	0.206
Венера	6 052	4.867×10^{24}	0.723	0.007
Земя	6 378	5.972×10^{24}	1.000000	0.016 710
Луна	1 737	7.346×10^{22}	0.002572	0.054 900
Марс	3 390	6.417×10^{23}	1.524	0.093
Юпитер	69 911	1.898×10^{27}	5.203	0.048
Сатурн	58 232	5.683×10^{26}	9.537	0.054
Уран	25 362	8.681×10^{25}	19.189	0.047
Нептун	24 622	1.024×10^{26}	30.070	0.009

Формули на Гаус

Косинусова теорема : $\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A$

Синусова теорема : $\frac{\sin a}{\sin A} = \frac{\sin b}{\sin B} = \frac{\sin c}{\sin C}$

Уравнение за линейна функция, намерена по метода на най-малките квадрати

където

$$b_1 = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}$$

и $b_2 = \bar{y} - b_1 \bar{x}$

$\bar{x}$ са $\bar{y}$ средноаритметичните стойности на x и y .