

BGR-1 D-0 C

BGR-1 D-0 C Margulan Erlanovich Ismoldayev

Theory
General Instructions
Cover sheet

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

Theory



BGR-1 D-0 G-1

G0-1

English (Official)

General instructions: Theory (250 points)

The theory exam lasts for 5 hours and is worth a total of 250 points.

Before the exam

- You must not open the marked envelope containing the problems before the signal indicating the beginning of the examination.
- The beginning and end of the examination will be marked by a signal from your supervisors, they will also let you know when there are fifteen minutes before the end of the exam.

During the exam

1. The Theory Exam consists of 15 questions. On your desk you should find a marked envelope. Inside the envelope you will find:
 - **Cover Sheet, your student code, and your name.** Example: Theory - GBR- 1 - John Smith (please make sure these are correct)
 - **Question Sheets (marked Q)**
 - **Answer Sheets (marked A)**
 - **Working Sheets (marked W)**
2. Dedicated IOAA **Answer Sheets (marked A)** are provided for writing your answers. Enter the final answers into the appropriate boxes in the corresponding **Answer Sheet**. Please write only on the printed side of the sheet. Do not use the reverse side. **Working Sheets (marked W)** are provided for calculations.
3. Use a black or blue pen for all answers and calculations, this will allow the markers to see your answers better after scanning. If you think you made a mistake cross it out.
4. Use as many mathematical expressions as you think may help the graders to better understand your solutions. The graders may not understand your language. If it is necessary to explain something in words, please use short phrases (if possible, in English).
5. You are not allowed to leave your working desk without permission. If you need any assistance (malfunctioning calculator, need to visit a restroom, etc.), please put up your hand to signal the supervisor.
6. At the end of the competition you must stop writing immediately. Sort your Answer Sheets and Working Sheets in order leave them to be collected in the envelope and according to the supervisor's instructions. You are not allowed to take any sheet of paper out of the examination area.

Theory



BGR-1 D-0 G-2

G0-2

English (Official)

Standard Table of Constants

Fundamental Constants

Speed of light in vacuum	c	$=$	$2.998 \times 10^8 \text{ms}^{-1}$
Planck constant	h	$=$	$6.626 \times 10^{-34} \text{Js}$
Boltzmann constant	k_B	$=$	$1.381 \times 10^{-23} \text{JK}^{-1}$
Stefan-Boltzmann constant	σ	$=$	$5.670 \times 10^{-8} \text{Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$
Elementary charge	e	$=$	$1.602 \times 10^{-19} \text{C}$
Universal gravitational constant	G	$=$	$6.674 \times 10^{-11} \text{Nm}^2\text{kg}^{-2}$
Universal gas constant	R	$=$	$8.315 \text{Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$
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.)		$=$	$1.661 \times 10^{-27} \text{kg}$

Theory



BGR-1 D-0 G-3

G0-3

English (Official)

Astronomical Data

1 parsec	$1 pc = 3.086 \times 10^{16} m$
	$= 206\,265 au$
	$= 3.262 ly$
1 astronomical unit	$1 au = 1.496 \times 10^{11} m$
1 jansky	$1 Jy = 10^{-26} W m^{-2} Hz^{-1}$
Hubble constant	$H_0 = 70 km s^{-1} Mpc^{-1}$
Solar luminosity	$L = 3.826 \times 10^{26} W$
Apparent angular diameter of Sun	$\theta = 32'$
Effective temperature of Sun	$T_{eff} = 5778 K$
Obliquity of the ecliptic (Earth)	$\varepsilon = 23.5^\circ$
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)	$(\alpha_E, \delta_E) (18^h 00^m 00^s, +66^\circ 33' 39'')$
North Galactic Pole (J2000.0)	$(\alpha_G, \delta_G) (12^h 51^m 26^s, +27^\circ 07' 42'')$
1 sidereal day	$= 23^h 56^m 04^s$
1 tropical year	$= 365.2422 solar\ days$
1 sidereal year	$= 365.2564 solar\ days$

Solar Magnitudes

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

Theory



BGR-1 D-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 : $\frac{\sin a}{\sin A} = \frac{\sin b}{\sin B} = \frac{\sin c}{\sin C}$

Rayleigh-Jeans law is given by $B_\nu = \frac{2k_B T}{c^2} \nu^2$ which is the power emitted per unit emitting area, per steradian, per unit frequency.

Общи инструкции: Теория (250 точки)

Теоретичният тур продължава 5 часа и се оценява максимум с 250 точки.

Преди тура

- Вие не трябва да отваряте плика, който съдържа задачите преди сигнала, указващ началото на тура.
- Началото и края на тура ще бъдат отбелязани със сигнал от Вашия квестор и те също така ще Ви уведомят, когато остават 15 минути до края на тура.

По време на тура

1. Теоретичният тур се състои от 15 задачи. На Вашата маса ще намери надписан плик. В него ще намерите:
 - **Заглавна страница, Вашият код и Вашето име.** Пример: Theory - GBR- 1 - John Smith (моля, уверете се, че името е правилно)
 - **Листи със задачи (Question Sheets (отбелязани с Q))**
 - **Листи за отговори (Answer Sheets (отбелязани с A))**
 - **Работни листи (Working Sheets (отбелязани с W))**
2. **Листите за отговори (Answer Sheets (отбелязани с A))** са предназначени за написване на Вашите отговори. Въведете крайните отговори в подходящите полета в съответните Листи за отговори (Answer sheet). Моля, пишете само на отпечатаната страна на листите. Не използвайте обратната страна. Работните листи (**Working Sheets (отбелязани W)**) са предназначени пресмятания.
3. Използвайте черен или син химикал за всички отговори и пресмятания. Това ще позволи на проверяващите да виждат по-добре Вашите отговори след сканиране. Ако мислите, че сте направили грешка, задраскайте я.
4. Използвайте толкова математически изрази, колкото мислите, че ще са необходими на проверяващите да разберат Вашите решения. Те може и да не разбират Вашия език. Ако е необходимо да обясните нещо с думи, моля използвайте кратки фрази (ако е възможно на английски език).
5. Не е разрешено да напускате работното си място без позволение. Ако имате нужда от помощ (проблеми с работата на калкулатора, нужда да посетите тоалетната и т.н.), моля вдигнете ръка, за да сигнализирате на квестора.
6. В края на тура, Вие трябва да спрете да пишете веднага. Подретедете Вашите Листи за отговори (Answer sheets) и Работни листи (Working Sheets) и го поставете в плика, следвайки инструкциите на квестора. Не е разрешено да изнасяте каквито и да било листи от залата.

Стандартна таблица с константи

Фундаментални константи

Скорост на светлинта 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	$=$	$5.670 \times 10^{-8} \text{Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$
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	$=$	$8.315 \text{Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$
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		$=$	$1.661 \times 10^{-27} \text{kg}$

Астрономически данни

1 парсек	$1 pc = 3.086 \times 10^{16} m$
	$= 206\,265 au$
	$= 3.262 ly$
1 астрономическа единица	$1 au = 1.496 \times 10^{11} m$
1 янски	$1 Jy = 10^{-26} W m^{-2} Hz^{-1}$
Константа на Хъбъл	$H_0 = 70 km s^{-1} Mpc^{-1}$
Светимост на Слънцето	$L = 3.826 \times 10^{26} W$
Видим ъглов диаметър на Слънцето	$\theta = 32'$
Ефективна температура на Слънцето	$T_{eff} = 5778 K$
Наклон на еклиптиката	$\varepsilon = 23.5^\circ$
Наклон на лунната орбита, спрямо еклиптиката	$= 05^\circ 08' 43''$
Видима звездна величина на пълната Луна	$= -12.74$
Северен еклиптичен полюс (J2000.0)	$(\alpha_E, \delta_E) = (18^h 00^m 00^s, +66^\circ 33' 39'')$
Северен галактичен полюс (J2000.0)	
1 звезден ден	$= 23^d 56^m 04^s$
1 тропична година	$= 365.2422 solar\ days$
1 звездна година	$= 365.2564 solar\ days$

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	$= +4.74$

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