

**BGR-1 D-14 C**

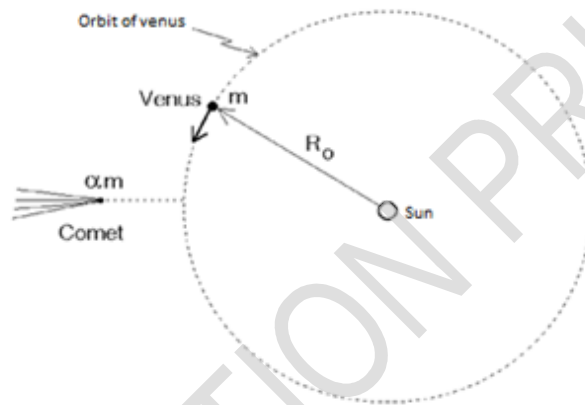
BGR-1 D-14 C Margulan Erlanovich Ismoldayev

**Theory**  
**Formation of the Vennus**  
**Cover sheet**

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

## Formation of the Venus-2 (35 points).

A comet of mass  $\alpha m$  is heading ("falls") radially towards the Sun. It is known that the total mechanical energy of the comet is zero. The comet crashes into Venus, whose mass is  $m$ . We further assume that the orbit of Venus, before the collision, is circular with radius  $R_0$ . After the crash, the comet and Venus form a single object, called "Venus-2".



- |      |   |        |
|------|---|--------|
| 14.1 | Find the expression in terms of $M_{sun}$ and $R_0$ for the orbital speed, $v_0$ , of Venus before the collision.   | 1.0pt  |
| 14.2 | Find an expression for the total mechanical energy of Venus in its orbit before colliding with the comet.   | 1.0pt  |
| 14.3 | Find an expression for the radial velocity, $v_r$ , the angular momentum, $L$ , of "Venus-2" immediately after the collision.   | 10.0pt |
| 14.4 | Find an expression for the mechanical energy of the combined object "Venus-2" and express it in terms of energy before the collision, $E_i$ , and $\alpha$ .                          | 5.0pt  |
| 14.5 | Show that the post-collision orbit of "Venus-2" is elliptical and determine the semi-major axis of the orbit.   | 5.0pt  |
| 14.6 | Determine if the year for the inhabitants of "Venus-2" has been shortened or lengthened because of collision with the comet. Write the ratio between the period of Venus-2 and Venus. | 3.0pt  |

## Theory



BGR-1 D-14 Q-2

# Q14-2

English (Official)

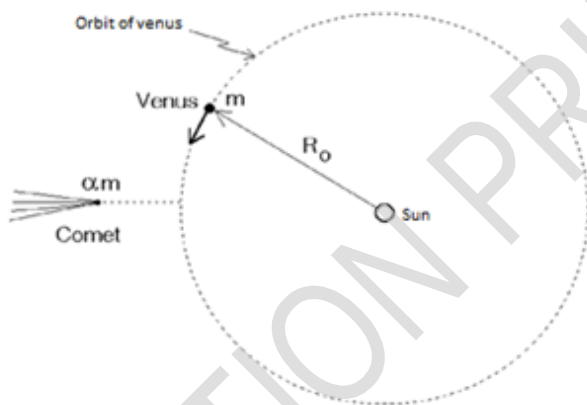
**14.7** What should be the value of  $\alpha$  such that the post-collision orbit of Venus-2 would make it crash in the Sun? We will call this as  $\alpha_c$  5.0pt

**14.8** A comet with  $\alpha = \alpha_c$  collided with Venus. Calculate the percentage change in the magnitude of Venus' velocity ( $\delta v$ ) and the change in the direction of the velocity vector ( $\delta\theta$ ) immediately after the collision. 5.0pt

DELEGATION PRINT

## Образуване на Венера-2 (35 точки)

Комета с маса  $\alpha m$  се приближава (пада) радиално към Слънцето. Известно е, че пълната механична енергия на кометата е нула. Тази комета се удря с Венера, чиято маса е  $m$ . Ще приемем, че орбитата на Венера, преди сблъсъка е била кръгова с радиус  $R_0$ . След това, кометата и Венера формират един обект, наречен "Венера-2".



14.1	Намерете израз за орбиталната скорост, $v_0$ , на Венера преди сблъсъка.	1.0pt
14.2	Намерете израз за пълната механична енергия на Венера, по нейната орбита, преди сблъсъка с кометата.	1.0pt
14.3	Намерете израз за компонентата на скоростта по радиус-вектора, $v_r$ , момента на импулса, $L$ , на Венера-2 веднага след сблъсъка.	10.0pt
14.4	Намерете израз за механичната енергия на комбинирания обект "Венера-2", изразявайки я чрез енергията преди сблъсъка ( $E_i$ ) $\alpha$ .	5.0pt
14.5	Покажете, че орбитата на "Венера-2" след сблъсъка е елиптична и определете голямата полуос на тази орбита.	5.0pt
14.6	Определете дали годината за жителите на "Venus" се е скъсила или се е удължила вследствие на сблъсъка с кометата. Запишете отношението между периодите на Венера-2 и Венера.	3.0pt
14.7	При каква стойност на $\alpha$ при своето движение по орбитата си Венера-2 ще се блъсне в Слънцето? Ще означим тази стойност с $\alpha_c$ .	5.0pt

## Theory



BGR-1 D-14 Q-2

# Q14-2

Bulgarian (Bulgaria)

- 14.8** Комета, за която  $\alpha = \alpha_c$  се сблъсква с Венера. Пресметнете относителната (процентната) промяна на големината на скоростта на Венера ( $\delta v$ ) и ъгъла между посоките на нейната скорост преди и след удара ( $\delta\theta$ ). 5.0pt

DELEGATION PRINT

## Theory



BGR-1 D-14 A-1

# A14-1

English (Official)

### Formation of the Venus-2 (35 points).

**14.1** (1.0 pt)

$$v_0 =$$

**14.2** (1.0 pt)

$$E_i =$$

**14.3** (10.0 pt)

$$v_r =$$

$$L =$$

**14.4** (5.0 pt)

$$E =$$

**14.5** (5.0 pt)

**14.6** (3.0 pt)

## Theory



BGR-1 D-14 A-2

# A14-2

English (Official)

**14.7** (5.0 pt)

$\alpha_c =$

**14.8** (5.0 pt)

DELEGATION PRINT

Theory



BGR-1 D-14 W-1

**W14-1**

DELEGATION PRINT

Theory



BGR-1 D-14 W-2

**W14-2**

DELEGATION PRINT

Theory



BGR-1 D-14 W-3

**W14-3**

DELEGATION PRINT

Theory



BGR-1 D-14 W-4

**W14-4**

DELEGATION PRINT

Theory



BGR-1 D-14 W-5

**W14-5**

DELEGATION PRINT