

ДЪРЖАВЕН ЗРЕЛОСТЕН ИЗПИТ ПО  
ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ

20 май 2024 г.

ПРОФИЛИРАНА ПОДГОТОВКА

ВАРИАНТ 1

ЧАСТ 1 (Време за работа: 90 минути)

*Отговорите на задачите от 1. до 30. вкл. отбелязвайте в листа за отговори (първа част)!*

**1. Тяло се движи по окръжност с постоянно нарастваща по големина скорост. Кое от твърденията е вярно?**

- А) Нормалното ускорение е различно от нула, а тангенциалното ускорение е нула.
- Б) Нормалното ускорение е нула, а тангенциалното ускорение е различно от нула.
- В) Нормалното и тангенциалното ускорения винаги са ненулеви.
- Г) Нормалното и тангенциалното ускорения винаги са равни.

**2. Коя от изброените сили е неконсервативна?**

- А) Архимедова сила
- Б) сила на триене
- В) сила на тежестта
- Г) сила на реакция на опората

**3. Топче от моделин 1, движещо се със скорост  $v_0$ , удря топче 2, което е неподвижно. Двете топчета имат равни маси. Ударът е челен и идеално нееластичен. Колко е скоростта  $v_1$  на полученото тяло веднага след удара?**

- А)  $v_1 = v_0$
- Б)  $v_1 = v_0/2$
- В)  $v_1 = v_0/4$
- Г)  $v_1 = 0$

**4. Твърдо тяло се върти около неподвижна ос с постоянна ъглова скорост. Какъв извод може да се направи?**

- А) Сумата от въртящите моменти, действащи на тялото, е нула.
- Б) Тялото е симетрично спрямо оста на въртене.
- В) Центърът на масата на тялото лежи на оста на въртене.
- Г) Въртящият момент на силата на тежестта е нула.

**5. Ако материална точка се движи със скорост  $\vec{v} = \text{const}$ , то нейната траектория е:**

- А) окръжност
- Б) парабола
- В) права линия
- Г) винтова линия

6. Сила действа на тяло, като ъгълът между посоката на силата и посоката на преместването е  $135$  градуса. Колко е механичната работа  $A$ , извършена от силата?

- А)  $A = 0$
- Б)  $A > 0$
- В)  $A < 0$
- Г) Дадената информация не е достатъчна да се даде еднозначен отговор.

7. Честотата на трептене на пружинно махало зависи от:

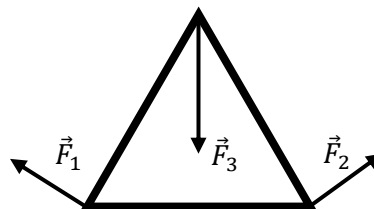
- А) амплитудата на трептене на махалото
- Б) масата на махалото
- В) фазата на трептене на махалото
- Г) енергията на трептене на махалото

8. Две планети имат една и съща средна плътност. Планета 1 има радиус  $R_1$ , а планета 2 има радиус  $R_2 = 2R_1$ . Колко е отношението  $g_2/g_1$  на ускоренията на свободно падане на повърхностите на двете планети?

- А)  $g_2/g_1 = 2$
- Б)  $g_2/g_1 = \sqrt{2}$
- В)  $g_2/g_1 = 1$
- Г)  $g_2/g_1 = 1/2$

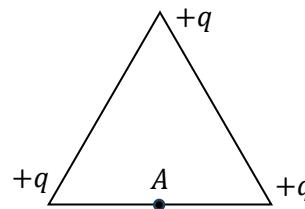
9. Три сили действат във върховете на твърдо тяло, представляващо рамка с формата на равностранен триъгълник. Силите  $\vec{F}_1$  и  $\vec{F}_2$  са перпендикулярни съответно на две от страните на триъгълника, а силата  $\vec{F}_3$  е по ъглополовящата между тях, както е показано на фигурата. Големините на силите  $\vec{F}_1$  и  $\vec{F}_2$  са равни,  $|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2| = F$ . Тялото е в равновесие. Каква е големината на силата  $\vec{F}_3$ ?

- А)  $|\vec{F}_3| = F$
- Б)  $|\vec{F}_3| = 2F$
- В)  $|\vec{F}_3| = \frac{\sqrt{3}}{2}F$
- Г)  $|\vec{F}_3| = \sqrt{3}F$



10. Три еднакви положителни заряда  $q$  са разположени във върховете на равностранен триъгълник със страна  $a$ . Колко е големината на интензитета  $E_A$  на електричното поле в точка  $A$ , среда на една от страните на триъгълника?

- А)  $E_A = \frac{4kq}{3a^2}$
- Б)  $E_A = \frac{2kq}{3a^2}$
- В)  $E_A = \frac{2kq}{a^2}$
- Г)  $E_A = \frac{2\sqrt{2}kq}{a^2}$



11. В работата на кое от устройствата НЕ се използва явлението електромагнитна индукция?

- А) безжично зарядно устройство за мобилен телефон
- Б) индукционен котлон на кухненска печка
- В) компас с магнитна стрелка
- Г) трансформатор

12. В кой от случаите електричният ток НЕ включва движение на йони?

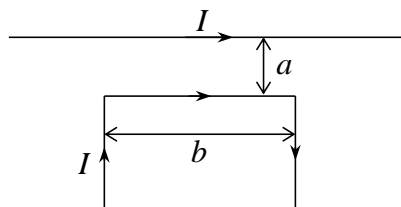
- А) при светенето на луминесцентна лампа
- Б) при зареждането на акумулатор на лек автомобил
- В) при зареждането на батерия на мобилен телефон
- Г) при светенето на LED (светодиодна) лампа

13. Във вода се потапят два въглеродни електрода и между тях се подава постоянно напрежение. Мехурчета от какъв газ се отделят на катода?

- А) кислород
- Б) водород
- В) въглероден диоксид
- Г) азот

14. Дълъг прав проводник и П-образен проводник с широчина  $b = 10 \text{ cm}$  са поставени на разстояние  $a = 1,0 \text{ cm}$  един от друг, както е показано на фигурата. По двата проводника тече еднакъв ток с големина  $I = 10 \text{ A}$ . Колко е големината на силата, с която си взаимодействат двата проводника?

- А)  $2 \cdot 10^{-5} \text{ N}$
- Б)  $5 \cdot 10^{-5} \text{ N}$
- В)  $1 \cdot 10^{-4} \text{ N}$
- Г)  $2 \cdot 10^{-4} \text{ N}$



15. Една от четири дифракционни решетки с константа съответно  $3,50 \mu\text{m}$ ,  $4,00 \mu\text{m}$ ,  $4,50 \mu\text{m}$  и  $5,00 \mu\text{m}$  е осветена перпендикулярно с монохроматична светлина с дължина на вълната  $\lambda = 600 \text{ nm}$ . В образувалата се след решетката дифракционна картина се наблюдават 13 максимума. Колко е константата на осветената решетка?

- А)  $5,00 \mu\text{m}$
- Б)  $4,50 \mu\text{m}$
- В)  $4,00 \mu\text{m}$
- Г)  $3,50 \mu\text{m}$

16. Оцветяването на повърхността на лещи за очила се обяснява с явлението:

- А) дифракция
- Б) интерференция
- В) дисперсия
- Г) пречупване

17. Точков светлинен източник осветява повърхност. Как ще се промени осветеността на най-близката до източника точка от повърхността, ако отдалечим източника на два пъти по-голямо разстояние?

- А) ще намалее 4 пъти
- Б) ще намалее  $2\sqrt{2}$  пъти
- В) ще намалее 2 пъти
- Г) ще намалее  $\sqrt{2}$  пъти

**18. В електрически трептящ кръг енергията може да се натрупва:**

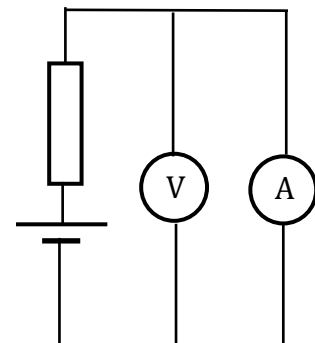
- А) само в кондензатора
- Б) в кондензатора и намотката
- В) в намотката и резистора
- Г) само в резистора

**19. Вълна с дължина  $\lambda$  се разпространява в голям водоем с постоянна дълбочина  $h$ . Плътността на водата е  $\rho$ , а земното ускорение е  $g$ . Като проверявате чрез размерности дадените отговори, посочете формулата, която описва скоростта  $v$  на разпространение на тази вълна?**

- А)  $v = \sqrt{gh/\rho}$
- Б)  $v = \sqrt{\rho gh}$
- В)  $v = \sqrt{gh\lambda}$
- Г)  $v = \sqrt{gh}$

**20. От показанията на амперметъра и волтметъра в дадената схема може да се определи:**

- А) токът през резистора
- Б) напрежението на батерията
- В) съпротивлението на резистора
- Г) отделената мощност върху резистора



**21. При измерване на земното ускорение с помощта на математично махало са измерени дължината на махалото  $(1,00 \pm 0,01)$  m и периода на махалото  $(2,00 \pm 0,01)$  s. Колко е относителната грешка на изчислената стойност на земното ускорение?**

- А) 0,5%
- Б) 1,0%
- В) 2,0%
- Г) 4,0%

**22. Газ е работно вещество в топлинна машина. Той извършва цикличен процес на Карно, като използва охладител и нагревател с температури съответно 300 K и 1000 K. Колко е коефициентът на полезно действие на тази машина?**

- А) 70%
- Б) 60%
- В) 40%
- Г) 30%

**23. Ако един идеален газ участва в адиабатен процес, като неговият обем се увеличава, кое от твърденията е вярно?**

- А) налягането му се увеличава
- Б) температурата му намалява
- В) вътрешната му енергия се увеличава
- Г) той извършва отрицателна работа

**24. Ако температурата на един идеален газ се увеличи два пъти, как се променя средноквадратичната скорост на частиците, от които той е съставен?**

- А) За да се даде точен отговор, трябва да се знае и масата на частиците.
- Б) увеличава се 4 пъти
- В) увеличава се  $\sqrt{2}$  пъти
- Г) увеличава се 2 пъти

**25. Ако наблюдаваме космически кораб, движещ се спрямо нас с релативистка скорост, ще видим, че:**

- А) той има същата дължина, както идентичен на него кораб, неподвижен спрямо нас
- Б) той е по-къс или по-дълъг в зависимост от това дали се отдалечава или се приближава към нас
- В) той е по-дълъг
- Г) той е по-къс

**26. Колко е импулсът на един фотон с енергия  $E$ ?**

- А) не може да се отговори, трябва да се знае и честотата на фотона
- Б) той е  $p = \frac{E}{c}$
- В) той е  $p = E \cdot c$
- Г) не може да се отговори, трябва да се знае и неговата маса

**27. В медицината ефектът на Доплер се използва при:**

- А) изследване на кости за счупвания
- Б) при разбиване на бъбречни камъни с ултразвук
- В) получаване на електрокардиограма
- Г) определяне на скоростта на протичане на кръв по кръвоносни съдове

**28. За определяне на разстоянието до близки галактики (например Андромеда) от нашата галактика (Млечният път), най-подходящ метод е:**

- А) методът на паралакса
- Б) изследването на червеното отместване на линиите в спектрите на звезди от тези галактики, дължащо се на явлението, описвано от закона на Хъбъл
- В) използването на зависимостта между периода на промяна на блясъка и светимостта при определени типове променливи звезди (цефеиди)
- Г) използването на връзката „спектър-светимост“ на звезди от тези галактики

**29. Коефициентът на повърхностно напрежение на водата ще се увеличи, ако:**

- А) увеличим температурата ѝ
- Б) добавим в нея перилен препарат
- В) добавим в нея етилов алкохол
- Г) добавим в нея сол

**30. Кой от възобновяемите източници на енергия НЕ се използва за производство на електроенергия в България?**

- А) морски приливи
- Б) вятър
- В) слънчева светлина
- Г) водоелектрически централи

ДЪРЖАВЕН ЗРЕЛОСТЕН ИЗПИТ ПО  
ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ

20 май 2024 г.

ПРОФИЛИРАНА ПОДГОТОВКА

ВАРИАНТ 1

ЧАСТ 2 (Време за работа: 150 минути)

Решенията на задачите от 31. до 40. вкл. запишете на предвиденото за това място в свитъка за свободните отговори срещу съответния номер на задачата (втора част)!

31. Тяло с пренебрежими размери е хвърлено от хоризонтална равнина с начална скорост  $v_0$  под ъгъл  $\alpha$  спрямо хоризонта. Земното ускорение е  $g$ .

А) Определете времето  $T$ , за което тялото се издига на максимална височина.

Б) Определете максималната височина  $H$ , като я изразите чрез дадените в условието величини.

32. Тяло с маса  $2m$ , движещо се със скорост  $v_1$ , се удря челно в неподвижно тяло с маса  $m$ . Ударът е идеално еластичен. Намерете:

А) скоростта  $u_2$  на второто тяло след удара;

Б) скоростта  $u_1$  на първото тяло след удара.

33. Идеален флуид тече по тръба с променливо течение. На място, където сечението на тръбата е  $S_1 = 5 \text{ cm}^2$ , скоростта му е  $v_1 = 4 \text{ cm/s}$ .

А) Изчислете потока (дебита)  $\Phi$  на флуида по тръбата в  $\text{m}^3/\text{s}$ .

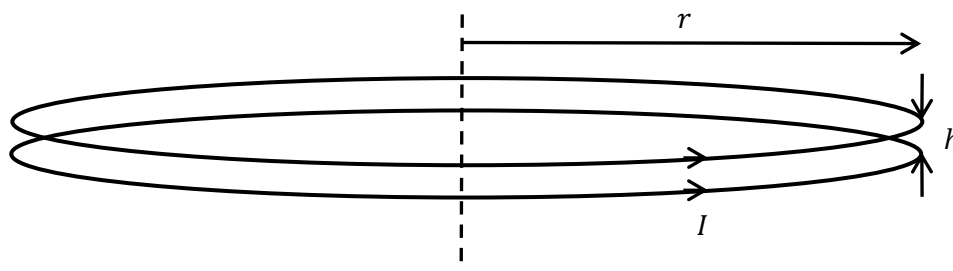
Б) Колко е скоростта  $v_2$  на флуида на място, където сечението на тръбата е  $S_2 = 2 \text{ cm}^2$ ?

34. Два еднакви кръгови проводника с радиус  $r = 50 \text{ cm}$ , са разположени в близки успоредни равнини, като осите им съвпадат. Разстоянието между проводниците е  $h = 1 \text{ cm}$ . И по двата проводника тече ток с една и съща големина  $I = 10 \text{ A}$  и в една и съща посока.

А) Получете формула за силата  $F$ , с която единият проводник действа на другия.

Б) Изчислете големината на силата  $F$ .

В) Двата проводника привличат ли се или се отблъскват?



**35. Два кондензатора с капацитет съответно  $C_1$  и  $C_2$  са свързани последователно към батерия с електродвижещо напрежение  $\mathcal{E}$ .**

- А) Каква ще е големината на заряда на плочите на всеки един от кондензаторите?  
Б) Каква ще е големината на заряда на плочите на всеки един от кондензаторите, ако краищата им се откачат от батерията и се свържат накъсо?

**36. Източник на светлина (вертикална отсечка) с големина 1 cm се намира на разстояние 10 cm от разсейвателна леща с фокусно разстояние  $-40$  cm.**

- А) Опишете образа, който ще се наблюдава през лещата, с 3 прилагателни (действителен/недействителен, прав/обърнат, уголемен/умален). От коя страна на лещата спрямо предмета се намира неговия образ?  
Б) На какво разстояние ще се намира образът от лещата?  
В) Колко ще е големината на образа?

**37. Честотата на напрежението в битовата мрежа е измерено неколнократно. Измерените стойности са дадени в таблицата.**

- А) Колко е средната стойност на честотата?  
Б) Колко е средноквадратичната грешка на измерването?

№	$\nu$ , Hz
1	49,57
2	49,33
3	49,98
4	49,04
5	49,46
6	49,75

**38. Стоманена бутилка с обем 50 литра е пълна с газ аргон с температура  $27^\circ\text{C}$ . Налягането в бутилката е  $200 \cdot 10^5$  Pa. Моларната маса на аргона е  $39,9$  g/mol.**

- А) Колко е масата на газа в бутилката?  
Б) Колко ще бъде налягането в бутилката, ако тя се охлади до  $-3^\circ\text{C}$ .

**39. Енергетичните нива на електрона във водороден атом се дават с формулата**  
$$E_n = -\frac{13,6 \text{ eV}}{n^2}.$$

- А) Изчислете минималната енергия (в eV) на фотон, който може да йонизира водороден атом, намиращ се в основно състояние.  
Б) Изчислете дължината на вълната на такъв фотон. Към коя област на електромагнитния спектър принадлежи това излъчване?

**40. Радиусът на Марс е 3390 km, а ускорението на свободно падане на повърхността му е  $3,73 \text{ m/s}^2$ . Изчислете:**

- А) първата космическа скорост  $v_1$  на Марс;  
Б) втората космическа скорост  $v_2$  на Марс.

ДЪРЖАВЕН ЗРЕЛОСТЕН ИЗПИТ ПО  
ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ

20 май 2024 г.

ПРОФИЛИРАНА ПОДГОТОВКА

ВАРИАНТ 1

Ключ с верните отговори и критерии за оценяване

Задача	Верен отговор	Брой точки
1	В	1
2	Б	1
3	Б	1
4	А	1
5	В	1
6	В	1
7	Б	1
8	А	1
9	А	1
10	А	1
11	В	1
12	Г	1
13	Б	1
14	Г	1
15	В	1

Задача	Верен отговор	Брой точки
16	Б	1
17	А	1
18	Б	1
19	Г	1
20	А	1
21	В	1
22	А	1
23	Б	1
24	В	1
25	Г	1
26	Б	1
27	Г	1
28	В	1
29	Г	1
30	А	1

Задачи със свободен отговор

31. [ 3 точки ]

А) Тъй като в момента  $T$  вертикалната компонента на скоростта ще стане нула, то  $v_y = v_0 \sin \alpha - gT = 0$ , **0,5 точки** то  $T = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$  ..... **0,5 точки**

Б) В момента  $T$  тялото ще се намира на височина  $H = v_0 \sin \alpha T - \frac{1}{2}gT^2$ , **1 точка** следователно  $H = \frac{(v_0 \sin \alpha)^2}{2g}$  ..... **1 точка**

32. [ 3 точки ]

А) Използват се: закона за запазване на импулса  $2mv_1 = 2mu_1 + mu_2$  ..... **0,5 точки** и закона за запазване на механичната енергия  $\frac{1}{2}2mv_1^2 = \frac{1}{2}2mu_1^2 + \frac{1}{2}mu_2^2$  ..... **0,5 точки**

Замествайки  $u_1$  от първото във второто уравнение,  $u_1 = v_1 - \frac{1}{2}u_2$ ,  $2v_1^2 = 2(v_1 - \frac{1}{2}u_2)^2 + u_2^2$ , откъдето след опростяване се получава  $2v_1u_2 = \frac{3}{2}u_2^2$ . Тъй като  $u_2 = 0$  не може да е решение, следва че  $u_2 = \frac{4}{3}v_1$  ..... **1 точка**

Б) Замествайки получената формула за  $u_2$  в закона за запазване на импулса,  $u_1 = \frac{1}{3}v_1$  ... **1 точка**



**33. [ 3 точки ]**

- А) Потокът (дебитът) на флуида по тръбата е  $\Phi = S_1 \cdot v_1 = 20 \text{ cm}^3/\text{s} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s} \dots \dots \text{1 точка}$
- Б) Скоростта  $v_2$  на флуида на място, където сечението на тръбата е  $S_2 = 2 \text{ cm}^2$ , е  $v_2 = \frac{\Phi}{S_2} = 10 \text{ cm/s} \dots \dots \text{2 точки}$

**34. [ 3 точки ]**

- А) Магнитната сила, с която първия кръгов проводник действа на втория определяме по закона на Ампер:  $F = BIl = BI2\pi r$ , а магнитното поле на разстояние  $h$  от него е:  $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi h}$ , от където търсената формула е:

$$F = \frac{\mu_0 I^2 r}{h} \dots \dots \dots \text{1, 5 точки}$$

- Б)  $F \approx 6,3 \cdot 10^{-3} \text{ N} \dots \dots \dots \text{0,5 точки}$
- В) Проводниците се привличат  $\dots \dots \dots \text{1 точка}$

**35. [ 3 точки ]**

- А) Големината на заряда на плочите на всеки един от кондензаторите ще бъде една и съща. Тъй като са свързани последователно,  $\mathcal{E} = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} = \frac{q(C_1+C_2)}{C_1 C_2}$ , **1 точка** откъдето  $q = \frac{\mathcal{E} C_1 C_2}{C_1+C_2} \dots \dots \dots \text{1 точка}$
- Б) Ако краищата на кондензаторите се откачат от батерията и се свържат накъсо, те взаимно ще се разреждат напълно и зарядът на плочите им ще стане нула  $\dots \dots \dots \text{1 точка}$

**36. [ 3 точки ]**

- А) Образът ще бъде недействителен, прав и умален, намира се от същата страна на лещата от която е и източника  $\dots \dots \dots \text{1 точка}$
- Б) Тъй като  $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ , то  $b = \frac{a \cdot f}{a-f} = -8 \text{ cm}$ . Образът ще се намира на 8 cm от лещата.  $\dots \dots \dots \text{1 точка}$
- В) Тъй като големините на източника и образа се отнасят както разстоянията до лещата, то големината на образа ще бъде  $\frac{8 \text{ cm}}{10 \text{ cm}} \cdot 1 \text{ cm} = 0,8 \text{ cm} \dots \dots \dots \text{1 точка}$

**37. [ 3 точки ]**

- А) Средната стойност на честотата е  $\bar{\nu} = \frac{\sum \nu_i}{N} = 49,52 \text{ Hz} \dots \dots \dots \text{1 точка}$
- Б) Стандартното отклонение на средната стойност на честотата е  $\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N(N-1)}} = 0,13 \text{ Hz} \dots \dots \dots \text{2 точки}$

**38. [ 3 точки ]**

А) От уравнението на идеалния газ следва, че  $p \cdot V = \frac{m}{\mu} RT$ , откъдето масата е  $m = \frac{p \cdot V \cdot \mu}{RT}$ . **1 точка**

Замествайки,  $m = \frac{200 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 50 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot 39,9 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 300 \text{ K}} \approx 16,0 \text{ kg}$ . .....**1 точка**

Б) При изохорен процес  $\frac{p}{T} = \text{const}$ , следователно налягането ще се промени до

$$p_1 = p_0 \frac{T_1}{T_0} \dots \dots \dots \mathbf{0,5 \text{ точки}} \quad p_1 = 200 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot \frac{270 \text{ K}}{300 \text{ K}} = 180 \cdot 10^5 \text{ Pa} \dots \dots \dots \mathbf{0,5 \text{ точки}}$$

**39. [ 3 точки ]**

А) Минималната енергия (в eV) на фотон, който може да йонизира водороден атом, който се намира в основно състояние, е  $E = E_\infty - E_1 = 0 - (-13,6 \text{ eV}) = 13,6 \text{ eV}$  .....**1 точка**

Б) Дължината на вълната на светлина от такива фотони е  $\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{ch}{E}$ . Като вземем предвид, че

$E = 13,6 \text{ eV} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J/eV} \approx 2,18 \cdot 10^{-18} \text{ J}$ , получаваме  $\lambda = \frac{3,0010^8 \text{ m} \cdot 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}}{2,18 \cdot 10^{-18} \text{ J}} \approx 91,3 \text{ nm}$ . Това излъчване е от ултравиолетовата област. ....**2 точки**

**40. [ 3 точки ]**

А) За първата космическа скорост е в сила условието за движение по окръжност  $\frac{mv_1^2}{r} = \gamma \frac{Mm}{r^2}$ , а също така и че силата на тежестта е гравитационна сила  $\gamma \frac{Mm}{r^2} = mg$ , следователно  $v_1 = \sqrt{gr}$ .

След заместване  $v_1 = 3,56 \text{ km/s}$  .....**1,5 точки**

Б) Тъй като втората космическа скорост се получава от условието за напускане на тялото от планетата, преодоляване на гравитационното привличане на Земята и отдалечаването му в космическото пространство, начална скорост  $v_2$ , определяме от закона за запазване на енергията.

$$\frac{mv_2^2}{2} - \gamma \frac{Mm}{r} = 0, \quad v_2 = \sqrt{\frac{2\gamma M}{r}}$$
 и сравнявайки двата израза за двете космически скорости  $v_1$  и  $v_2$

получаваме:  $v_2 = \sqrt{2gr} = \sqrt{2}v_1 = 5,03 \text{ km/s}$  .....**1,5 точки**