

## 9. Гравитационные силы. Закон всемирного тяготения.

**Закон всемирного тяготения:** сила гравитационного притяжения любых двух тел прямо пропорциональна произведению их масс и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ (Н} \cdot \text{м}^2\text{)/кг}^2$  - гравитационная постоянная (постоянная тяготения)

$m_1, m_2$  - массы тел

$r$  - расстояние между телами

**Первая космическая (круговая) скорость** - это минимальная скорость, которую надо сообщить телу, чтобы оно стало искусственным спутником Земли.

**Вывод первой космической скорости.**

$$F = G \frac{mM}{R^2} \quad (1)$$

где  $m$  - масса спутника,  $M$  - масса планеты,  $R$  - радиус планеты.

По второму закону Ньютона:

$$F = ma \quad a = \frac{v^2}{R} \quad F = \frac{mv^2}{R} \quad (2)$$

Приравняем формулы (1) и (2):

$$G \frac{mM}{R^2} = \frac{mv^2}{R} \quad \text{После сокращений:} \quad G \frac{M}{R} = v^2$$

$$v = \sqrt{G \frac{M}{R}} \text{ - первая космическая скорость.}$$

Для Земли первая космическая скорость  $v \approx 7,9 \text{ км/с}$

Если спутник находится на высоте  $h$  от поверхности планеты, то

$$v = \sqrt{G \frac{M}{R+h}}$$

Силу также можно рассчитать по формуле:  $F = mg$  (3)

Приравняем формулы (1) и (3):

$$mg = G \frac{mM}{R^2}$$

$$g = G \frac{M}{R^2} \quad (4)$$

- ускорение свободного падения на планете.

Для земли  $g \approx 9,81 \text{ м/с}^2$

Ускорение свободного падения на высоте  $h$  рассчитывается по формуле:

$$g = G \frac{M}{(R+h)^2}$$

Учитывая формулу (4), можно первую космическую скорость рассчитать по следующей формуле:

$$v = \sqrt{G \frac{M}{R}} = \sqrt{G \frac{MR}{R^2}} = \sqrt{gR}$$

$v = \sqrt{gR}$  - первая космическая скорость.

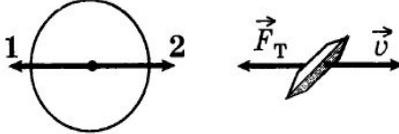
**Вторая космическая скорость (параболическая)** - минимальная скорость, которую нужно сообщить телу, чтобы оно могло преодолеть притяжение Земли и стать искусственным спутником Солнца.

$$v_2 = \sqrt{2gR} = \sqrt{2}v_1$$

Для Земли  $v_2 \approx 11,2 \text{ км/с}$

**Третья космическая скорость** - минимальная скорость, которую нужно сообщить телу, чтобы оно покинуло пределы Солнечной системы, преодолев притяжение Солнца.

Для Земли  $v_3 \approx 16,7 \text{ км/с}$

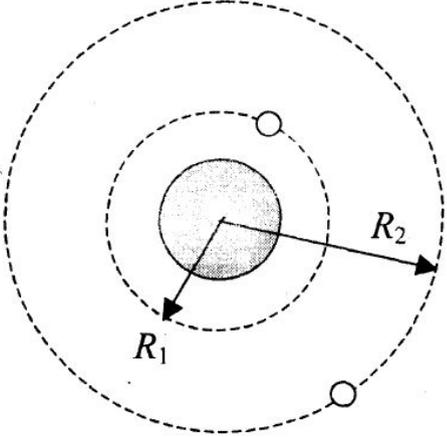
9.1.	<p>На рисунке приведены условные изображения Земли, летающей тарелки и вектора <math>\vec{F}_T</math> силы притяжения тарелки Землёй. Масса летающей тарелки примерно в <math>10^{18}</math> раз меньше массы Земли, и она удаляется от Земли. По какой стрелке (1 или 2) направлена и чему равна по модулю сила, действующая на Землю со стороны летающей тарелки?</p> <p>1) по 1, равна <math>F_T</math>  2) по 2, равна <math>F_T</math>  3) по 1, в <math>10^{18}</math> раз меньше <math>F_T</math>  4) по 2, в <math>10^{18}</math> раз больше <math>F_T</math></p>		2
9.2. Д	<p>Масса Земли примерно в 330 000 раз меньше массы Солнца. Чему равно отношение силы всемирного тяготения <math>F_1</math>, действующей со стороны Солнца на Землю, к силе <math>F_2</math>, действующей со стороны Земли на Солнце?</p> <p>1) 330 000  2) 575  3) 1/575  4) 330 000  5) 1</p>	5	
9.3.	<p>Два шара, находящиеся на расстоянии 1 м друг от друга, притягиваются с силой <math>33,35 \cdot 10^{-10}</math> Н. Масса первого шара 10 кг. Определите массу второго шара.</p>	5 кг	
9.4. Д	<p>Найти силу гравитационного взаимодействия между двумя протонами, находящимися на расстоянии <math>10^{-16}</math> м друг от друга. Масса протона <math>1,67 \cdot 10^{-27}</math> кг.</p>	$1,86 \cdot 10^{-32}$ Н	
9.5.	<p>При опытной проверке закона всемирного тяготения сила взаимодействия между двумя свинцовыми шарами массами <math>m_1 = 5</math> кг и <math>m_2 = 500</math> г, расстояние между центрами которых <math>r = 7</math> см, оказалась равной <math>F = 34</math> нН. Вычислите по этим данным гравитационную постоянную.</p>	$6,66 \cdot 10^{-11}$ Н · м <sup>2</sup> / кг <sup>2</sup>	
9.6.	<p>Каково расстояние между шарами массой по 100 кг каждый, если они притягиваются друг к другу с силой 0,01Н ?</p>	$8,2 \cdot 10^{-3}$ м	
9.7. Д	<p>На каком расстоянии сила притяжения между двумя телами массой по 1т каждое будет равна <math>6,67 \cdot 10^{-11}</math>Н?</p>	1 км	
9.8. Д	<p>Определите массу каждого из двух одинаковых шаров, если известно, что они притягиваются с силой <math>26,68 \cdot 10^{-11}</math> Н и находятся на расстоянии 2 м.</p>	4 кг	
	<p>Определите, с какой силой притягиваются самолет и лодка, находящиеся на расстоянии 3км друг от друга, если масса самолета 30 т, а масса лодки 3 т.</p>		

9.9.	<p>Два маленьких шарика массой <math>m</math> каждый находятся на расстоянии <math>r</math> друг от друга и притягиваются друг к другу с силами, равными по модулю <math>F</math>. Каков модуль сил гравитационного притяжения друг к другу двух других шариков, если масса каждого из них <math>\frac{1}{2}m</math>, а расстояние между их центрами <math>2r</math>?</p> <p>1) <math>\frac{1}{2}F</math>      2) <math>\frac{1}{4}F</math>      3) <math>\frac{1}{8}F</math>      4) <math>\frac{1}{16}F</math></p>	4
9.10.	<p>Два маленьких шарика массой <math>m</math> каждый находятся на расстоянии <math>r</math> друг от друга и притягиваются друг к другу с силами, равными по модулю <math>F</math>. Каков модуль сил гравитационного притяжения двух других шариков, если масса одного <math>2m</math>, масса другого <math>\frac{m}{2}</math>, а расстояние между их центрами <math>\frac{r}{2}</math>?</p> <p>1) <math>4F</math>      2) <math>2F</math>      3) <math>\frac{F}{2}</math>      4) <math>\frac{F}{4}</math></p>	1
9.11. Д	<p>Сила притяжения между шарами с массами <math>m_1</math> и <math>m_2</math>, помещёнными на расстояние <math>R</math> между их центрами, равна <math>F</math>. Сила притяжения между шарами с массами <math>2m_1</math> и <math>4m_2</math>, если расстояние между их центрами равно <math>2R</math>, равна</p> <p>1) <math>5F</math>      2) <math>2,5 \cdot F</math>      3) <math>2F</math>      4) <math>0,2 \cdot F</math></p>	3)
9.12. Д	<p>Два маленьких шарика массой <math>m</math> каждый находятся на расстоянии <math>r</math> друг от друга и притягиваются с силой <math>F</math>. Чему равна сила гравитационного притяжения двух других шариков, если масса каждого <math>m/3</math>, а расстояние между ними <math>r/3</math>?</p> <p>1) <math>3F</math>    2) <math>F/3</math>    3) <math>F</math>    4) <math>F/27</math>    5) <math>27F</math></p>	3
	<p>Две звезды одинаковой массы притягиваются друг к другу с силами, равными по модулю <math>F</math>. Во сколько раз уменьшился бы модуль сил притяжения между звёздами, если расстояние между их центрами увеличить в 1,5 раза, а массу каждой звезды уменьшить в 2 раза?</p>	9
9.13.	<p>Сила гравитационного взаимодействия между двумя шарами, массы которых <math>m_1=m_2=1</math> кг, на расстоянии <math>R</math> равна <math>F</math>. Определите силу гравитационного взаимодействия между двумя шарами массами 3 и 4 кг на таком же расстоянии <math>R</math> друг от друга.</p> <p>1) <math>F</math> 2) <math>7F</math> 3) <math>12F</math> 4) <math>49F</math> 5) <math>144F</math></p>	3
9.14. Д	<p>Сила гравитационного взаимодействия между двумя шарами, массы которых <math>m_1=m_2=1</math> кг, на расстоянии <math>R</math> равна <math>F</math>. Определите силу гравитационного взаимодействия между двумя шарами массами 3 и 2 кг на таком же расстоянии <math>R</math> друг от друга.</p> <p>1) <math>5F</math> 2) <math>25F</math></p>	5

	3) F 4) 36F 5) 6F	
9.15.	Сила гравитационного взаимодействия между двумя шарами, находящимися на расстоянии 1 м, равна 4 Н. Чему будет равна сила взаимодействия между этими шарами, если расстояние между ними увеличить до 2 м?	1 Н
9.16. Д	Сила гравитационного взаимодействия между двумя шарами, находящимися на расстоянии 1 м, равна 9 Н. Чему будет равна сила взаимодействия между этими шарами, если расстояние между ними увеличить до 3 м?	1 Н
9.17.	Во сколько раз сила притяжения Земли к Солнцу больше силы притяжения Меркурия к Солнцу? Масса Меркурия составляет $\frac{1}{18}$ массы Земли, а расположен он в 2,5 раза ближе к Солнцу, чем Земля.	в 2,88 раза
9.18. Д	Во сколько примерно раз сила гравитационного притяжения Венеры к Солнцу больше, чем сила гравитационного притяжения Земли к Солнцу? Масса Земли примерно в 1,2 раза больше массы Венеры, расстояние Земли от Солнца примерно в 1,4 раза больше, чем расстояние Венеры от Солнца.	$\approx 1,6$
9.19.	Сила притяжения Земли к Солнцу в 1,6 раза меньше, чем сила притяжения Венеры к Солнцу. Во сколько раз расстояние между Венерой и Солнцем меньше расстояния между Землёй и Солнцем, если масса Венеры составляет 0,8 массы Земли?	$\approx 1,4$
9.20. Д	Во сколько раз масса Юпитера больше массы Земли, если сила притяжения Юпитера к Солнцу в 11,8 раз больше, чем сила притяжения Земли к Солнцу, а расстояние между Юпитером и Солнцем в 5,2 раз больше, чем расстояние между Солнцем и Землёй? (Считать, что обе планеты движутся вокруг Солнца по окружности.)	$\approx 319$
9.21.	Во сколько раз меньше сила гравитационного притяжения, действующая на тело на расстоянии $R\sqrt{2}$ от центра планеты радиусом $R$ , чем у поверхности планеты?	2
9.22. Д	У поверхности Земли на космонавта действует сила тяготения 720 Н. Какая сила тяготения действует со стороны Земли на того же космонавта в космическом корабле, движущемся по круговой орбите вокруг Земли на расстоянии трех земных радиусов от ее центра?	80 Н
9.23.	Космическая ракета удаляется от Земли. На каком расстоянии от земной поверхности сила гравитационного притяжения ракеты Землёй уменьшится в 4 раза по сравнению с силой притяжения на земной поверхности? (Расстояние выражается в радиусах Земли $R$ .) 1) $R$ 2) $\sqrt{2} R$ 3) $2R$ 4) $3R$	1

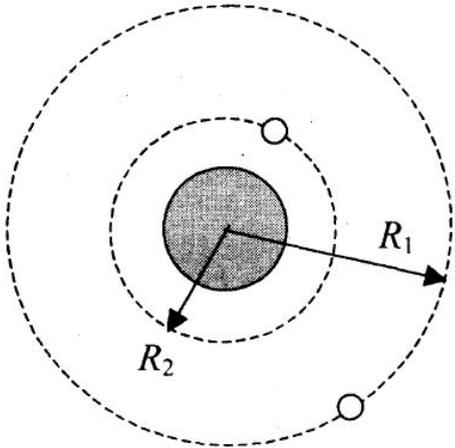
9.24. Д	На какой высоте (считать в радиусах Земли) от поверхности Земли сила притяжения убывает в 9 раз?	2R
9.25. Д	Ракета поднялась на высоту $H = 3200$ км от поверхности Земли. Отношение силы тяжести, действующей на ракету на Земле, к силе тяжести, действующей на нее на высоте $H$ , равно ... Радиус Земли принять равным 6400 км.	2,25
9.26.	На каком расстоянии от центра Земли силы притяжения космического корабля к Земле и Луне уравниваются друг друга? Масса Луны в 81 раз меньше массы Земли, а расстояние между их центрами в 60 раз больше радиуса Земли $R_3$ . 1) $25R_3$ 2) $32R_3$ 3) $50R_3$ 4) $54R_3$	4
9.27. Д	Масса Земли примерно в 81 раз больше массы Луны. На прямой, соединяющей Землю и Луну, есть точка, находясь в которой любое тело испытывает одинаковое гравитационное притяжение к обеим планетам. Если расстояние от этой точки до Земли обозначить через $R_3$ , до Луны – через $R_л$ , то отношение $\frac{R_3}{R_л}$ равно 1) 0,1      2) 3      3) 9      4) 27      5) 81	3
9.28.	Каково ускорение свободного падения на высоте равной четверти земного радиуса?	6,4 м/с <sup>2</sup>
9.29. Д	Каково ускорение свободного падения на высоте, равной радиусу Земли?	2,5 м/с <sup>2</sup>
	Ускорение свободного падения в точке, удаленной от поверхности Земли на расстояние, равное двум радиусам Земли, равно 1) 1,1 м/с <sup>2</sup> 2) 2,2 м/с <sup>2</sup> 3) 2,5 м/с <sup>2</sup> 4) 3,3 м/с <sup>2</sup> 5) 5,0 м/с <sup>2</sup>	1
9.30.	Ракета, пущенная с Земли вертикально вверх, поднялась на высоту $H = 1600$ км и начала падать с ускорением свободного падения, равным 1) 1,6 м/с <sup>2</sup> 2) 3,2 м/с <sup>2</sup> 3) 4,8 м/с <sup>2</sup> 4) 6,3 м/с <sup>2</sup> 5) 8,0 м/с <sup>2</sup>	4
9.31. Д	Ракета, пущенная вертикально вверх, поднялась на высоту $H = 3200$ км над Землей и начала падать с ускорением, равным 1) 2,2 м/с <sup>2</sup> 2) 3,3 м/с <sup>2</sup> 3) 4,3 м/с <sup>2</sup> 4) 5,6 м/с <sup>2</sup> 5) 6,7 м/с <sup>2</sup>	3
Т	На расстоянии 9600 км от поверхности Земли ускорение свободного падения равно 1) 1,6 м/с <sup>2</sup> 2) 4,0 м/с <sup>2</sup> 3) 4,4 м/с <sup>2</sup> 4) 5,6 м/с <sup>2</sup> 5) 6,7 м/с <sup>2</sup>	1

Т	Космический корабль летает вокруг Земли на высоте 400 км. Ускорение свободного падения на этой высоте равно 1) $8,6 \text{ м/с}^2$ 2) $8,9 \text{ м/с}^2$ 3) $9,1 \text{ м/с}^2$ 4) $9,4 \text{ м/с}^2$ 5) $9,7 \text{ м/с}^2$	2
9.32.	На какой высоте ускорение свободного падения уменьшится в 4 раза?	6400 км
9.33. Д	На какой высоте ускорение свободного падения уменьшится в 9 раз?	12800 км
9.34.	Зная, что радиус Марса примерно в 2 раза меньше радиуса Земли, а его масса примерно в 10 раз меньше массы Земли, можно оценить, что ускорение свободного падения на этой планете равно	$4 \text{ м/с}^2$
9.35. Д	На планете, радиус которой в 1,2 раза меньше радиуса Земли (массы планет одинаковы), ускорение свободного падения равно	$14,4 \text{ м/с}^2$
9.36.	Вычислить первую космическую скорость на высоте 500 км над поверхностью Земли.	$\approx 7,6 \text{ км/с}$
9.37. Д	Вычислить орбитальную скорость спутника на высоте 1000 км над поверхностью Земли.	$\approx 7,4 \text{ км/с}$
9.38.	На какой высоте первая космическая скорость для Земли равна $7 \text{ км/с}$ ?	$\approx 1,8 \cdot 10^6 \text{ м}$
9.39. Д	Вычислите первую космическую скорость для Солнца. Масса Солнца $2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$ , диаметр Солнца $1,4 \cdot 10^9 \text{ м}$ .	$\approx 437 \text{ км/с}$
9.40.	Вычислить первую космическую скорость для Луны, если ее радиус 1700 км, а ускорение свободного падения на Луне $1,6 \text{ м/с}^2$ .	$1,65 \text{ км/с}$
9.41. Д	Вычислите первую космическую скорость для Марса если радиус планеты равен 3380 км, а ускорение свободного падения составляет $3,86 \text{ м/с}^2$ .	$3,6 \text{ км/с}$
	Вычислить первую космическую скорость для Венеры, если её радиус равен 6052 км, а ускорение свободного падения на её поверхности равно $8,34 \text{ м/с}^2$ .	
9.42.	Найдите вторую космическую скорость (параболическую) для планеты, имеющей радиус, равный радиусу Земли, и плотность, в 4 раза превышающую плотность Земли.	$22,4 \text{ км/с}$
9.43. Д	Радиус малой планеты равен $R = 100 \text{ км}$ , средняя плотность вещества планеты равна $\rho = 3000 \text{ кг/м}^3$ . Определите вторую космическую (параболическую) скорость у поверхности этой планеты.	$\approx 129 \text{ м/с}$
9.44.	На планете радиусом 3400 км камень падает с обрыва высотой 200 м в течение 10 с. Чему равна средняя плотность планеты? Считайте, что сопротивлением атмосферы планеты можно пренебречь.	$\approx 4,2 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$

9.45. Д	Радиус $R$ малой планеты равен 250 км, средняя плотность $\rho=3$ г/см <sup>3</sup> . Определить ускорение свободного падения $g$ на поверхности планеты.	0,21 м/с <sup>2</sup>
9.46.	<b>Отношение радиусов Земли и Луны <math>R_3/R_{\text{л}} = 3,7</math>, отношение их масс <math>M_3/M_{\text{л}} = 81</math>. Определите первую космическую скорость спутника Луны, зная, что первая космическая скорость спутника Земли <math>v_1 = 8</math> км/с.</b>	1,7 км/с
9.47. Д	Среднее расстояние от планеты Земля до Солнца составляет 149,6 млн. км., а от планеты Юпитер до Солнца – 778,3 млн. км., Чему равно отношение линейных скоростей двух планет $\frac{v_3}{v_{\text{Ю}}}$ при их движении вокруг Солнца, если считать их орбиты окружностями?	$\approx$ 2,3
9.48.	Два искусственных спутника движутся по круговым орбитам вокруг одной планеты. Радиус орбиты первого спутника $R_1$ , радиус орбиты второго $R_2 = 2R_1$ . Скорость движения первого спутника $V_1$ . Скорость движения второго спутника равна 1) $\frac{V_1}{2}$ 2) $\frac{V_1}{\sqrt{2}}$ 3) $\sqrt{2} \cdot V_1$ 4) $2V_1$ 5) $4V_1$	2
9.49.	По круговым орбитам вокруг Земли летают два спутника. Если скорость движения $v_1$ первого спутника в два раза больше скорость движения $v_2$ второго, то радиус орбиты $R_1$ первого спутника по отношению к радиусу орбиты $R_2$ второго 	5

- 1) больше в 4 раза  
3) меньше в  $\sqrt{2}$  раз  
5) меньше в 4 раза

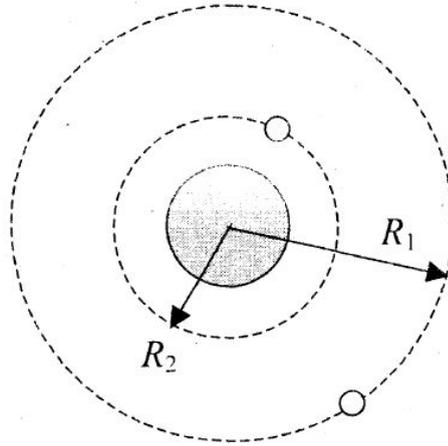
- 2) больше в 2 раза  
4) меньше в 2 раза

<p>9.50. Д</p>	<p>По круговым орбитам вокруг Земли летают два спутника. Если радиус орбиты <math>R_1</math> первого спутника в два раза больше радиуса орбиты <math>R_2</math> второго, то скорость движения <math>v_1</math> первого спутника по отношению к скорости движения <math>v_2</math> второго</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) больше в 4 раза</li> <li>2) больше в 2 раза</li> <li>3) больше в <math>\sqrt{2}</math> раз</li> <li>4) меньше в <math>\sqrt{2}</math> раз</li> <li>5) меньше в 2 раза</li> </ol>	<p>4</p>
<p>9.51.</p>	<p>По круговым орбитам вокруг Земли летают два спутника. Если период обращения <math>T_1</math> первого спутника в восемь раз больше периода обращения <math>T_2</math> второго, то радиус орбиты <math>R_1</math> первого спутника по отношению к радиусу орбиты <math>R_2</math> второго</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1) больше в 8 раз</li> <li>2) больше в 4 раза</li> <li>3) меньше в 2 раза</li> <li>4) меньше в 4 раза</li> <li>5) меньше в 8 раз</li> </ol>	<p>2</p>

9.52.

Д

По круговым орбитам вокруг Земли летают два спутника. Если скорость движения  $v_1$  первого спутника в три раза больше скорости движения  $v_2$  второго, то период обращения  $T_1$  первого спутника по отношению к периоду обращения  $T_2$  второго



- 1) больше в 27 раз
- 3) меньше в 3 раза
- 5) меньше в 27 раз

- 2) больше в 9 раз
- 4) меньше в 9 раз

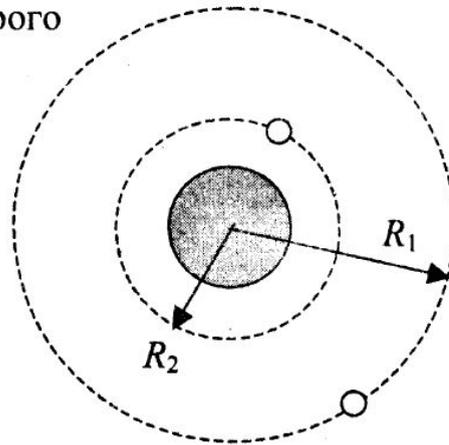
5

9.53.

Д

По круговым орбитам вокруг Земли летают два спутника. Если радиус орбиты  $R_1$  первого спутника в два раза больше радиуса орбиты  $R_2$  второго, то период обращения  $T_1$  первого спутника по отношению к периоду обращения  $T_2$  второго

- 1) больше в 4 раза
- 2) больше в  $\sqrt{8}$  раз
- 3) больше в  $\sqrt{2}$  раз
- 4) меньше в  $\sqrt{2}$  раз
- 5) меньше в  $\sqrt{8}$  раз

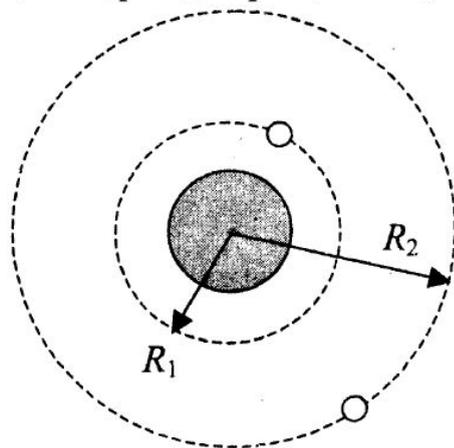


2

Т

По круговым орбитам вокруг Земли летают два спутника, причем радиус орбиты  $R_1$  первого спутника в два раза меньше радиуса орбиты  $R_2$  второго. Если период обращения  $T_1$  первого спутника равен  $T_1 = 200$  мин, то период обращения  $T_2$  второго равен

5

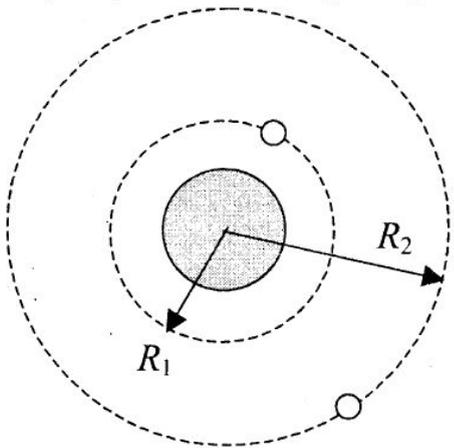


- 1) 71 мин    2) 100 мин    3) 280 мин    4) 400 мин    5) 560 мин

Т

По круговым орбитам вокруг Земли летают два спутника, причем скорость движения  $v_1$  первого спутника в два раза больше скорости движения  $v_2$  второго. Если радиус орбиты первого спутника равен  $R_1 = 8000$  км, то радиус орбиты  $R_2$  второго равен

5



- 1) 2000 км    2) 4000 км    3) 12000 км    4) 16000 км    5) 32000 км

9.54.

Спутник движется вокруг Земли по круговой орбите радиусом  $R$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. ( $M$  — масса Земли,  $R$  — радиус орбиты,  $G$  — гравитационная постоянная.)

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) скорость спутника  
Б) период обращения спутника вокруг Земли

А	Б

## ФОРМУЛЫ

1)  $2\pi\sqrt{\frac{GM}{R}}$

2)  $2\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM}}$

3)  $4\pi^2\sqrt{\frac{R}{GM}}$

4)  $\sqrt{\frac{GM}{R}}$

42

9.55.

В результате перехода с одной круговой орбиты на другую центростремительное ускорение спутника Земли увеличивается. Как изменяются в результате этого перехода радиус орбиты спутника, скорость его движения по орбите и период обращения вокруг Земли?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается  
2) уменьшается  
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус орбиты	Скорость движения по орбите	Период обращения вокруг Земли

212

9.56.

Д

Спутник Земли перешел с одной круговой орбиты на другую с меньшим радиусом орбиты. Как изменились в результате этого перехода центростремительное ускорение спутника, скорость его движения по орбите и период обращения вокруг Земли?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась                      2) уменьшилась                      3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Центростремительное ускорение	Скорость движения по орбите	Период обращения вокруг Земли

112

9.57.

Спутник Земли перешел с одной круговой орбиты на другую. При этом период обращения спутника вокруг Земли уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода радиус его орбиты и центростремительное ускорение спутника? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус орбиты	Центростремительное ускорение

21

9.58.

Д

В результате перехода с одной круговой орбиты на другую центростремительное ускорение спутника Земли уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода радиус орбиты спутника, скорость его движения по орбите и период обращения вокруг Земли?

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус орбиты	Скорость	Период обращения

121

9.59.

Комета движется по эллиптической орбите вокруг Солнца. Изменяются ли перечисленные в первом столбце таблицы физические величины во время удаления кометы от Солнца и если изменяются, то как? Считаем, что на комету действует только сила тяготения Солнца.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) не изменяется
- 2) только увеличивается по модулю
- 3) только уменьшается по модулю
- 4) увеличивается по модулю и изменяется по направлению
- 5) уменьшается по модулю и изменяется по направлению
- 6) увеличивается по модулю, не изменяется по направлению
- 7) уменьшается по модулю, не изменяется по направлению

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость	
Ускорение	
Кинетическая энергия	
Потенциальная энергия	
Полная механическая энергия	

55321

9.60.

Д

Искусственный спутник движется по эллиптической орбите вокруг Земли. Изменяются ли перечисленные физические величины во время его приближения к Земле и если изменяются, то как? Установите соответствие между физическими величинами и возможными видами их изменений. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

#### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Скорость
- Б) Ускорение
- В) Кинетическая энергия
- Г) Потенциальная энергия
- Д) Полная механическая энергия

#### ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

- 1) Не изменяется
- 2) Только увеличивается по величине
- 3) Только уменьшается по величине
- 4) Увеличивается по величине и изменяется по направлению
- 5) Уменьшается по величине и изменяется по направлению
- 6) Увеличивается по величине, не изменяется по направлению
- 7) уменьшается по величине, не изменяется по направлению

44231

	<table border="1"> <tr> <td>А</td> <td>Б</td> <td>В</td> <td>Г</td> <td>Д</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	А	Б	В	Г	Д						
	А	Б	В	Г	Д							
9.61. *	<p>Масса Марса составляет 0,1 массы Земли, диаметр у Марса вдвое меньше, чем у Земли. Каково отношение периодов обращения искусственных спутников Марса и Земли <math>\frac{T_M}{T_3}</math>, движущихся по круговым орбитам на небольшой высоте?</p>	$\approx 1,1$										
9.62. *	<p>Средняя плотность планеты Плук равна средней плотности Земли, а первая космическая скорость для Плука в 2 раза больше, чем для Земли. Чему равно отношение периода обращения спутника, движущегося вокруг Плука по низкой круговой орбите, к периоду обращения аналогичного спутника Земли? Объем шара пропорционален кубу радиуса (<math>V \sim R^3</math>).</p>	1										
9.63.	<p>Искусственный спутник переходит с круговой орбиты расположенной на высоте 600 км от поверхности Земли на орбиту расположенную на высоте 100 км от поверхности. Во сколько раз отличаются кинетические энергии спутника на этих орбитах.</p>	$E_1/E_2 \approx 0,93$										