

**A5.** Сила гравитационного взаимодействия между двумя шарами массами  $m_1 = m_2 = 1$  кг на расстоянии  $R$  равна  $F$ . Чему равна сила гравитационного взаимодействия между шарами массами 2 и 1 кг на таком же расстоянии  $R$  друг от друга?

1)  $F$

3)  $2F$

2)  $3F$

4)  $4F$

**A5.** У поверхности Земли (т. е. на расстоянии  $R$  от ее центра) на тело действует сила всемирного тяготения, равная 36 Н. Чему равна сила тяготения, действующая на это тело на расстоянии  $2R$  от центра Земли?

1) 18 Н

3) 4 Н

2) 12 Н

4) 9 Н

**8** Две звезды одинаковой массы  $m$  притягиваются друг к другу с силами, равными по модулю  $F_1$ . Чему равен модуль сил притяжения  $F_2$  между двумя другими звездами, если расстояние между их центрами такое же, как и в первом случае, а массы звезд равны  $2m$  и  $5m$ ?

1)  $F_2 = 25F_1$

2)  $F_2 = 10F_1$

3)  $F_2 = 7F_1$

4)  $F_2 = 4F_1$

**2** Между двумя одинаковыми однородными шарами массой  $m$ , центры которых находятся на расстоянии  $R$  друг от друга, действует сила гравитационного притяжения  $F$ . Эта сила уменьшится в 3 раза, если расстояние между центрами шаров изменить до значения

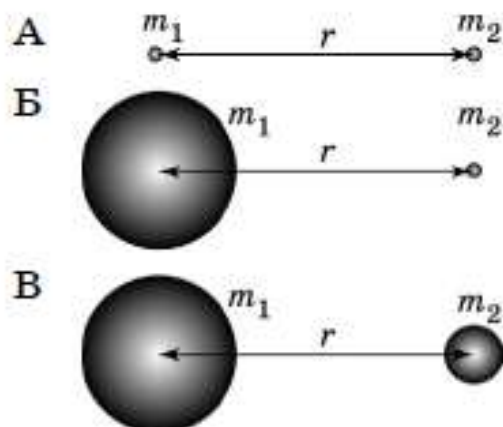
1)  $\frac{R}{9}$

2)  $\frac{R}{3}$

3)  $\sqrt{3}R$

4)  $3R$

3. Два небольших шара одинаковой массы притягиваются друг к другу гравитационными силами. При увеличении расстояния между ними в 2 раза сила взаимодействия
- 1) увеличится в 2 раза
  - 2) увеличится в 4 раза
  - 3) уменьшится в 2 раза
  - 4) уменьшится в 4 раза
4. На рисунке показаны три пары тел, в которых тела одинаковы по массе, но разные по форме. Для каких пар тел можно на основании закона всемирного тяготения считать, что силы из взаимодействия одинаковы по модулю?

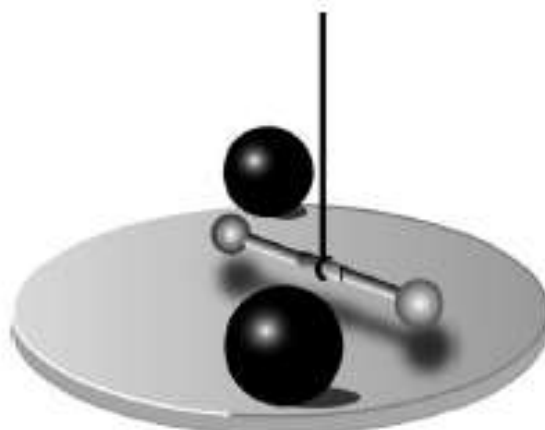


- 1) только для пар А и Б
- 2) только для пар А и В
- 3) только для пар Б и В
- 4) для всех трех пар

5. Расстояние между центрами двух шаров с радиусами по 10 см равно 1 м, масса каждого шара равна 1 кг. Сила всемирного тяготения между ними примерно равна
- 1) 1 Н
  - 2) 0,01 Н
  - 3)  $7 \cdot 10^{-9}$  Н
  - 4)  $7 \cdot 10^{-11}$  Н
6. Мальчик массой 50 кг совершает прыжок в высоту. Сила тяжести, действующая на него во время прыжка, примерно равна
- 1) 500 Н
  - 2) 50 Н
  - 3) 5 Н
  - 4) 0 Н
7. На Земле сила тяжести космонавта равняется 800 Н. На другой планете, масса которой примерно равна массе Земли, а радиус в 2 раза больше, сила тяготения космонавта к планете будет равна
- 1) 1600 Н
  - 2) 800 Н
  - 3) 400 Н
  - 4) 200 Н

Прочитайте текст и ответьте на вопросы № 8–10.

В 1798 г., через 71 год после смерти Ньютона, Генри Кавендиш впервые осуществил достаточно точное экспериментальное измерение гравитационной постоянной  $G = 6,7 \cdot 10^{-11}$  Н/(кг<sup>2</sup>·м<sup>2</sup>). Он использовал устройство, получившее название крутильных весов (см. рис.).



Маленькие свинцовые шары, укрепленные на концах легкого стержня, были подвешены на тонкой нити. Большие шары можно было подносить к легким шарам с двух сторон, так что возникающие между парами больших и малых шаров силы притяжения приводили к повороту стержня и закручиванию нити. Предварительно было установлено соответствие между углом закручивания нити и малыми силами, которые нужно приложить к концам стержня, чтобы закрутить нить на определенный угол.

Для более точного измерения угла закручивания нити Кавендиш использовал световой луч, отражающийся от зеркала, расположенного в середине стержня.

Поскольку Ньютон к тому времени доказал, что Земля и яблоко притягиваются друг к другу так же, как Луна и Земля, то есть закон тяготения является законом всемирного тяготения, то можно было, сравнивая силу

тяжести яблока  $mg$  с силой его взаимодействия с землей

$G \frac{mM_3}{R_3^2}$ , установить массу Земли, так как радиус Земли

был к тому времени уже измерен  $R_3 = 6400$  км. Поэтому Г. Кавендиша называют человеком, впервые взвесившим Землю.

8. Для определения гравитационной постоянной  $G$ . Кавендиш использовал

- 1) крутильные весы
- 2) пружинные весы
- 3) лазерный гравиметр
- 4) акселерометр

9. Используя данные, приведенные в тексте, и значение ускорения свободного падения, равное  $9,8 \text{ м/с}^2$ , рассчитайте массу Земли и внесите в клетки таблицы число, получающееся после умножения полученного результата на  $10^{-24}$  и округления результата умножения до целых.

--	--	--	--	--

 кг.

10. Г. Кавендиш использовал свинцовые шары, потому что у свинца

- 1) большая плотность
- 2) большая пластичность
- 3) малое электрическое сопротивление
- 4) малая теплоемкость

8) Между двумя телами одинаковой массы действуют силы всемирного тяготения. Эти силы изображены на рисунке 1.

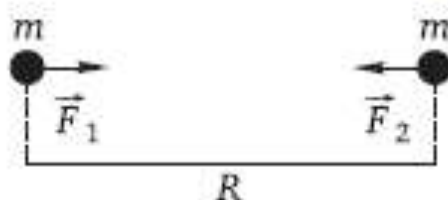
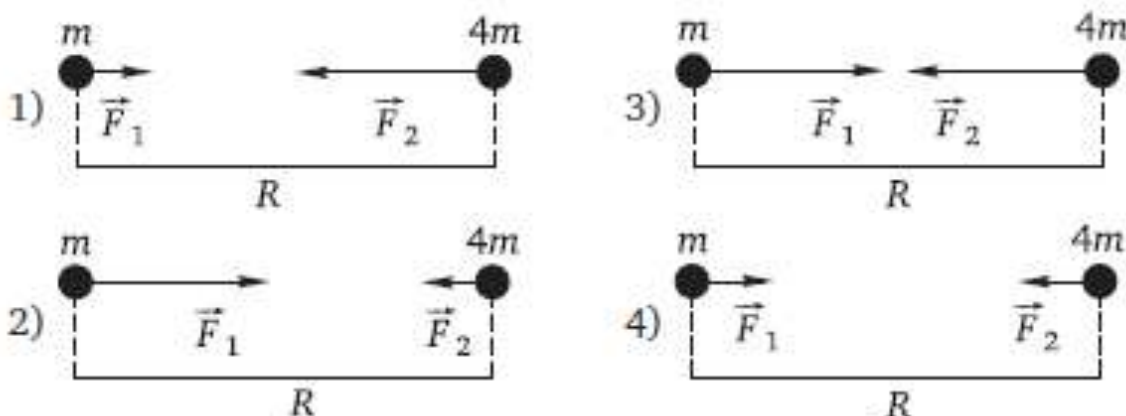


Рис. 1

Если массу одного из тел увеличить в 4 раза, то силы взаимодействия между этими телами правильно изображены на рисунке



**А3.** 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.

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> 1) в 2,25 раза | <input type="checkbox"/> 3) в 7,5 раза |
| <input type="checkbox"/> 2) в 2,9 раза  | <input type="checkbox"/> 4) в 18 раз   |

**А3.** Космическая ракета удаляется от Земли. На каком расстоянии от земной поверхности сила гравитационного притяжения ракеты Землей уменьшится в 4 раза по сравнению с силой притяжения на земной поверхности? (Расстояние выражается в радиусах Земли  $R$ .)

1)  $R$

3)  $2R$

2)  $\sqrt{2} R$

4)  $3R$

### Законы Кеплера

Законы Кеплера описывают характер движения планет вокруг Солнца. Свои выводы о траекториях планет немецкий учёный Иоганн Кеплер сделал, основываясь на результатах многолетних астрономических наблюдений датского астронома Тихо Браге за планетой Марс. Прежде считалось, что все небесные тела должны двигаться по идеальным кривым — окружностям, но наблюдения Браге опровергали эту гипотезу. Тогда Кеплер предложил считать что орбитой каждой планеты является эллипс, в одном из фокусов которого находится Солнце. Это утверждение получило название первого закона Кеплера. Ближайшая точка к Солнцу (на рис. 6 точка П) получила название: перигелий, а максимально удалённая от Солнца (на рис. 6 точка А) — афелий.

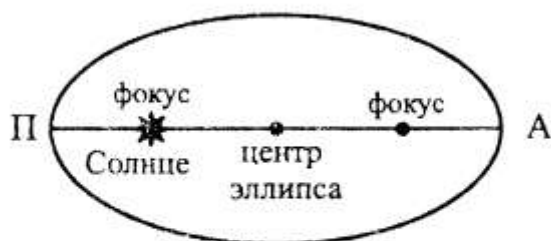


Рис. 6.

Второй закон Кеплера описывает скорости движения планет по орбитам, утверждая, что в перигелии скорость планеты максимальна, а по мере приближения к афелию скорость убывает. Третий закон Кеплера сопоставляет периоды обращения двух планет вокруг Солнца ( $T$ ) и средние расстояния от планеты до Солнца ( $R$ ).

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{R_1^3}{R_2^3}.$$

Законы Кеплера изучил Ньютон и не только подтвердил их правильность, но и доказал, что они являются следствием закона всемирного тяготения. Более того, их можно применить не только для движения планет вокруг Солнца, но и для движения спутников планет и даже искусственных небесных тел. В формулировке Ньютона первый закон Кеплера звучит так: *под действием силы тяготения одно небесное тело по отношению к другому может двигаться по окружности, эллипсу, параболе и гиперболу.*





2

Какие из утверждений верны?

- А. Сила тяготения, действующая на некоторое тело у поверхности Луны, меньше силы тяготения, действующей на это тело у поверхности Земли.  
 Б. Всемирное тяготение между Землей и Луной проявляется в океанических приливах и отливах.

- 1) только А  
 2) только Б  
 3) оба утверждения верны  
 4) оба утверждения неверны

2. Какое (-ие) из утверждений верно (-ы)?

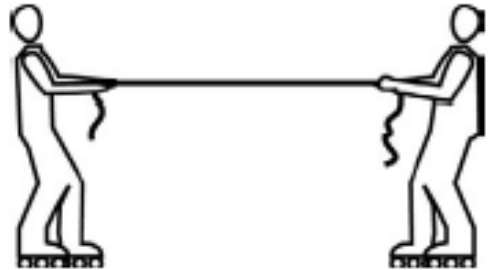
Сила тяжести, действующая на тело у поверхности некоторой планеты, зависит от

А. массы планеты.

Б. массы тела.

- 1) только А  
 2) только Б  
 3) ни А, ни Б  
 4) и А, и Б

12. Два мальчика массами 40 и 80 кг перетягивают канат, стоя на роликах, и движутся друг к другу. Канат находится в горизонтальном положении и покоится



относительно Земли. При этом соотношение между модулями сил  $F_1$  и  $F_2$ , с которыми на канат действуют первый и второй мальчики, выглядит как

- 1)  $2F_1 = F_2$   
 2)  $F_1 = F_2$   
 3)  $F_1 = 2F_2$   
 4)  $F_1 = 4F_2$

13. Какая из описанных ситуаций отражает смысл второго закона Ньютона?

- 1) При вращении спутника вокруг Земли по круговой траектории модуль силы во всех точках траектории одинаков.  
 2) На прямой, соединяющей Землю и Луну, есть точка, в которой модули сил воздействия Луны и Земли на летящий космический корабль равны между собой.  
 3) При спуске головной части корабля на Землю ее ускорение пропорционально равнодействующей сил тяжести и сопротивления воздуха.  
 4) Космонавты одинаковой массы в корабле притягиваются к Земле с одинаковой силой.

14. Какая из описанных ниже ситуаций отражает смысл третьего закона Ньютона?

- 1) Солнце с одинаковой по модулю силой действует на оба спутника Юпитера.
- 2) Земля действует на Солнце с такой же по модулю силой, с какой Солнце действует на Землю.
- 3) Между Землей и Луной есть точка, находясь в которой межпланетный корабль испытывает равные по модулю силы притяжения со стороны Земли и Луны.
- 4) Модуль ускорения Земли при движении вокруг Солнца пропорционален модулю гравитационной силы, действующей на нее со стороны Солнца.

18. В таблице приведены данные о скорости тела, измеренной в разные моменты времени. Какой из графиков отражает зависимость равнодействующей всех сил, действующих на тело, от времени?

$t, \text{с}$	1	2	3	4	5	6	7	8	10
$v, \text{м/с}$	0	1	2	3	4	5	5	5	5

