

4.3. Первая космическая скорость

4.3.1. Найдите минимальную скорость, с которой нужно горизонтально бросить камень с вершины горы, чтобы камень, падая, не достиг поверхности Земли (рис. 4.3.1).

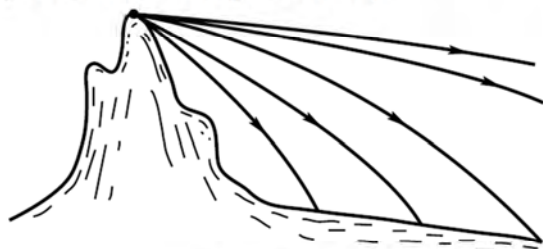


Рис. 4.3.1

4.3.2. Найдите первую космическую скорость вблизи поверхности Луны, если радиус Луны $R_{\text{Л}} = 1780$ км, а ускорения свободного падения у ее поверхности в $n = 6$ раз меньше ускорения свободного падения у поверхности Земли.

4.3.3. Определите первую космическую скорость для планеты радиусом $R = 2500$ км, средняя плотность которой $\rho = 4,5 \cdot 10^3$ кг/м³.

4.3.4. Искусственный спутник выведен на круговую орбиту на высоте $h = 3200$ км над поверхностью Земли. Определите скорость спутника при движении по такой орбите.

4.3.5. Сравните скорости движения искусственных спутников Земли и Венеры при движении по орбитам, одинаково удаленным от центра планет. Масса Венеры составляет 0,815 массы Земли.

4.3.6. Во сколько раз изменился радиус орбиты спутника Земли, если его скорость на новой орбите в $n = 2$ раза меньше первоначальной?

4.3.7. Круговая орбита спутника Земли лежит в экваториальной плоскости. Спутник все время «висит» над одной и той же точкой поверхности Земли. Найдите радиус орбиты такого спутника.

4.3.8. Спутник движется по круговой орбите вокруг Земли со скоростью $v = 5,59$ км/с. Определите ускорение свободного падения на данной орбите. Радиус Земли принять равным $R_3 = 6370$ км.

4.3.9. Спутник массой $m = 30$ кг движется по круговой орбите Земли, обладая кинетической энергией $E_{\text{к}} = 0,54 \cdot 10^9$ Дж. С какой скоростью и на какой высоте над поверхностью Земли обращается спутник? Радиус Земли $R_3 = 6370$ км.

4.3.10. Два одинаковых спутника движутся по круговым орбитам вокруг некоторой планеты. Кинетическая энергия первого спутника в $n = 4$ раза меньше кинетической энергии второго. Найдите отношение радиусов орбит спутников.

4.3.11. Космический корабль, движущийся вокруг Земли по круговой орбите, переходит на новую орбиту, на которой скорость корабля становится в 2 раза меньше. Во сколько раз при этом изменится сила тяжести, действующая на космонавта?

4.3.12. Космонавт массой $M = 100$ кг находится на поверхности астероида, имеющего форму шара радиусом $R = 1$ км, и держит в руках камень массой $m = 1$ кг. С какой максимальной горизонтальной скоростью относительно астероида космонавт может бросить камень, не рискуя, что сам станет спутником астероида? Плотность вещества однородного астероида $\rho = 5$ г/см³.

4.3.13. Какую горизонтальную скорость относительно Земли надо сообщить спутнику, чтобы он двигался по окружности вдоль экватора вблизи поверхности Земли?

Ответы:

4.3.1. $v = \sqrt{g_0 R_3} = 7,9$ км/с.

4.3.2. $v = \sqrt{\frac{g_0 R_{\text{Л}}}{n}} = 1705$ м/с.

4.3.3. $v = 2R \sqrt{\frac{\pi \rho g}{3}} \approx 2,8$ км/с.

4.3.4. $v = 7,73$ км/с.

4.3.5. Скорость спутника Земли в 1,11 раз больше.

4.3.6. В два раза больше.

4.3.7. $R = 42\,190$ км.

4.3.8. $g = \frac{v^4}{g_0 R_3^2} = 2,45$ м/с².

4.3.9. $v = \sqrt{\frac{2E_{\text{к}}}{m}} = 6$ км/с;

$h = R_3 \left(\frac{m g_0 R_3}{2E_{\text{к}}} - 1 \right) = 4750$ км.

4.3.10. $\frac{R_2}{R_1} = \frac{1}{4}$.

4.3.11. $\frac{m g_2}{m g_1} = \frac{v_2^4}{v_1^4} = 16$.

4.3.12. $v = \frac{2RM}{m} \sqrt{\frac{G \pi \rho}{3}} = 120$ м/с.

4.3.13. При движении с запада на восток:

$$v_{\text{отн}} = \sqrt{g_0 R_3} - \frac{2\pi R_3}{T} \approx 7,4 \cdot 10^3 \text{ м/с,}$$

при движении с востока на запад:

$$v_{\text{отн}} = \sqrt{g_0 R_3} + \frac{2\pi R_3}{T} \approx 8,4 \cdot 10^3 \text{ м/с,}$$

где T — период обращения Земли вокруг собственной оси, $g_0 = 9,8$ м/с².