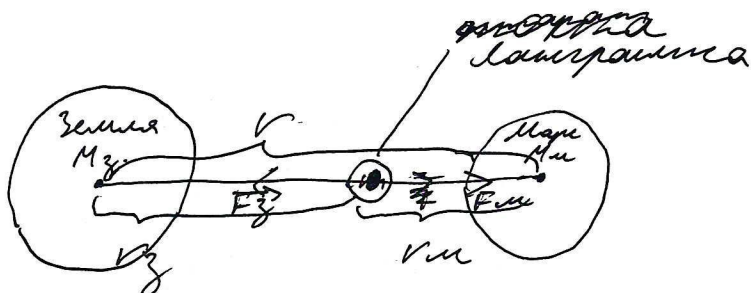


Многопрофильная
инженерная олимпиада
«Звезда»

Шифр A-55-11-12

~1



$$M_z = 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$$

$$M_m = 6,4 \cdot 10^{23} \text{ кг}$$

$$v = 54,6 \text{ км/с} = 546 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

$$\left. \begin{aligned} F_z &= F_m \\ F_z &= G \frac{m M_z}{r_z^2} \\ F_m &= G \frac{m M_m}{r_m^2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow G \frac{m M_z}{r_z^2} = G \frac{m M_m}{r_m^2} \Rightarrow \frac{M_z}{r_z^2} = \frac{M_m}{r_m^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow r_z = r_m \sqrt{\frac{M_z}{M_m}}$$

$$r_z + r_m = v$$

$$r_m \sqrt{\frac{M_z}{M_m}} + r_m = v$$

$$r_m = \frac{v}{1 + \sqrt{\frac{M_z}{M_m}}} = \frac{546 \cdot 10^8}{1 + \sqrt{\frac{6 \cdot 10^{24}}{6,4 \cdot 10^{23}}}} \approx 1,3442 \cdot 10^{10} \text{ м} \approx$$

$$\approx 13,442 \text{ км}$$

$$r_z = v - r_m = 54,6 - 13,442 = 41,158 \text{ км}$$

Ответ: на расстоянии 41,158 км от Земли и 13,442 км от Марса

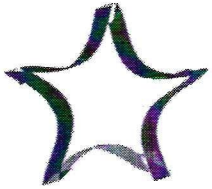
~2. $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{м} \cdot \text{кг}^2}{\text{с}^2}$; $M = 6,4 \cdot 10^{23} \text{ кг}$; $R = 3430 \text{ км} = 3,43 \cdot 10^6 \text{ м}$

$$\left. \begin{aligned} F &= mg \\ F &= G \frac{mM}{R^2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow G \frac{mM}{R^2} = mg \Rightarrow g = \frac{GM}{R^2} =$$

$$= \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 6,4 \cdot 10^{23}}{(343 \cdot 10^4)^2} \approx 3,628 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Ответ: 3,628 $\frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Лист 1 из 4



Многопрофильная
инженерная олимпиада
«Звезда»

Шифр A-55-11-12

~3

За каждую секунду своего движения игральная
проходит объем $V = S \cdot l = 49 \cdot 10^4 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} \Rightarrow$ он брезается
в $n = 49 \cdot 10^4$ микрометров в секунду $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ его масса за каждую секунду возрастает
на $\Delta m = m \cdot n = 49 \cdot 10^4 \cdot 2 \cdot 10^{-5} = 9,8 \text{ т}$

До

статического $\vec{J}_k = 10^4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ $\vec{J}_m = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

После статического $\vec{J}_k = 10^4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ $\vec{J}_m = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

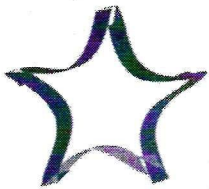
Запишем з. сохранения

$$m \vec{J}_k + \Delta P = (\Delta m + m) \vec{J}_k$$

$$\Delta P = \vec{J}_k \Delta m$$

$$\Delta F = \Delta P = \vec{J}_k \Delta m = 10^4 \cdot 9,8 = 98000 \frac{\text{т}}{\text{с}} = 98 \frac{\text{кН}}{\text{с}}$$

Ответ: сила там защита увеличивается
на 98 кН каждую секунду движения в
облаке



Многопрофильная
инженерная олимпиада
«Звезда»

Шифр A-55-11-12

№4.

Рассчитаем работу необходимого для поднятия

$$A_n = E_{n0} - E_{n\infty}$$

$$E_n = m g_h (R+h)$$

$$E_{n0} = m g_0 R$$

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

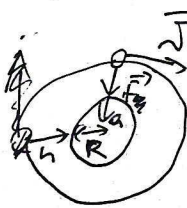
$$g_0 = G \frac{M}{R^2}$$

$$\Rightarrow \left. \begin{array}{l} E_n = G \frac{mM}{(R+h)} \\ E_{n0} = G \frac{mM}{R} \end{array} \right\}$$

$$R=h \Rightarrow E_n = G \frac{mM}{2R}$$

$$A_n = G \frac{mM}{R} - G \frac{mM}{2R} = G \frac{mM}{2R}$$

Рассчитаем работу необходимого для запуска по круговой орбите



Условие Кеплера

$$\left. \begin{array}{l} F = ma \\ a = \frac{v^2}{R+h} \end{array} \right\} \Rightarrow F = \frac{mv^2}{R+h}$$

$$F = G \frac{Mm}{(R+h)^2}$$

$$\Rightarrow G \frac{Mm}{(R+h)^2} = \frac{mv^2}{R+h}$$

$$\left. \begin{array}{l} E_k = \frac{mv^2}{2} \\ R=h \end{array} \right\} \Rightarrow E_k = G \frac{Mm}{4R}$$

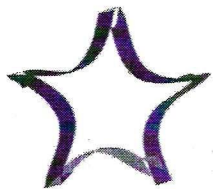
$$E_{k0} = 0$$

$$A_z = E_k - E_{k0} = G \frac{Mm}{4R} - 0 = G \frac{Mm}{4R}$$

$$\frac{A_n}{A_z} = G \frac{mM}{2R} \cdot \frac{4R}{GmM} = 2$$

Ответ: отношение работы на поднятие и на запуск равно 2.

Лист 3 из 4



Многопрофильная
инженерная олимпиада
«Звезда»

Шифр A-55-11-12

№5

$$t = \frac{S}{v} = \frac{54,6 \cdot 10^6}{12} = 4550000 \text{ с}$$

Ответ: минимальное время 4550000 с

Лист 4 из 4