

## Практикалық жұмысы №10

### Гравитация және ауырлық күші

Бүкіләлемдік тартылыс заңы бойынша массасы  $M$  және радиусы  $R$ , гравитациялық үдеуі\* сфероидты аспан денесінің бетінде

$$g = G \frac{M}{R^2},$$

ал Жер бетінде бірдей үдеу

$$g_0 = G \frac{M_0}{R_0^2} = 9.81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 981 \frac{\text{см}}{\text{с}^2},$$

бірінші теңдікті  $g = G \frac{M}{R^2}$  екіншіге бөлсек, мынаны аламыз:

$$g = g_0 \frac{M}{R^2} = g_0 \cdot g',$$

мұнда міндетті түрде  $M$  Жердің массаларында және  $R$  радиусында өрнектеледі.

Жер,  $g' = G \frac{M}{R^2}$  – жермен салыстырғанда салыстырмалы гравитациялық үдеу.

Аспан денесінің гравитациялық өрісінде одан ерікті қашықтықта гравитациялық үдеу

$$g_r = G \frac{M}{R^2},$$

немесе  $g = G \frac{M}{R^2}$  теңдікті ескере отырып,

$$g_r = \frac{g}{\left(\frac{r}{R}\right)^2}$$

Бұл формулада  $r$  және  $R$  кез келген, бірақ міндетті түрде бірдей ұзындық бірліктерімен өрнектелуі мүмкін.

\* Бұл жерде дененің айналуы арқылы  $g$  –ның әлсіреуі қарастырылмайды.

### Мысал 1.

Юпитердің планетадан орташа  $670,9 \cdot 10^3$  км қашықтықта орналасқан екінші серігі Еуропаға берген гравитациялық үдеуін табыңыз. Юпитердің массасы жердің массасынан 318 есе үлкен, ал Жердің орташа радиусы 6371 км.

*Берілгені:* Жер серігі,  $r = 670,9 \cdot 10^3$  км; Юпитер,  $M = 318$ ; Жер,  $R_0 = 6371$  км

*Шешуі:*  $g_r = \frac{g}{\left(\frac{r}{R}\right)^2}$  және  $g = g_0 \frac{M}{R^2} = g_0 \cdot g'$ , формулаларына сәйкес қажетті үдеу

$$g_r = g \frac{R^2}{r^2},$$

ал

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

мұндағы  $g_0 = 981 \frac{\text{см}}{\text{с}^2}$  – жер бетіндегі еркін түсу үдеуі.

Содан кейін

$$g_r = g_0 \frac{M}{r^2},$$

мұндағы  $r$  Жер радиустарымен, ал  $M$  массасы Жер массаларымен, яғни  $g = g_0 \frac{M}{R^2} = g_0 \cdot g'$  формуладағыдай өлшем бірліктерімен өрнектеледі.

Жердің орташа радиусы  $R_0 = 6371$  км болғандықтан, қажетті гравитациялық үдеу

$$g_r = 981 \frac{318}{\left(\frac{670,9 \cdot 10^3}{6371}\right)} = 28,1 \frac{\text{см}}{\text{с}^2}.$$

### Өз бетімен шығаруға арналған есептер:

1. Марс пен Венера планеталарының, сондай-ақ Церера астероидының бетіндегі еркін түсу үдеуін анықтаңыз. Массалары мен радиустары жермен салыстырғанда: Марс үшін  $-0.107$  және  $0.533$ , Венера үшін  $-0.815$  және  $0.950$ , Церера үшін  $-28.9 \cdot 10^{-5}$  және  $0.0784$ .

2. Айдың массасы  $81,3$  есе, ал диаметрі жерден  $3,67$  есе аз. Ғарышкерлердің салмағы Айдағы Жердегіден неше есе аз болды?

3. Радиустары жердікінен сәйкесінше  $109,1$  және  $9,08$  есе үлкен, ал жермен салыстырғанда орташа тығыздығы  $0,255$  және  $0,127$  болатын Күн мен Сатурнның бетіне еркін түсу үдеуі қандай?

4. Егер массасы бірдей диаметрлері екі және үш есе ұлғайса, Жер мен Марс бетіндегі еркін түсу үдеуі қандай болар еді? Марс үшін  $-0.107$  және  $0.533$ .

5. Планетаның массасы  $m$  есе және орташа тығыздығы  $n$  есе өссе, және  $m = n$  кезінде планета бетіндегі еркін түсу үдеуі қалай өзгереді?

### Жауаптары:

1.  $3.70, 8.86$  және  $0.46 \text{ м/с}^2$ .
2.  $6$  есе.
3.  $273$  және  $11.3 \text{ м/с}^2$ .
4.  $2.45, 1.09$  және  $0.93, 0.43 \text{ м/с}^2$ .
5.  $\sqrt[3]{mn^2}$  және  $m$ .

### Әдебиеттер:

1. Кононович Э.В., Мороз В.И. Общий курс астрономии: Учебное пособие /Под ред. В.В. Иванова. Изд. 2-е, испр. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 544 с. (Классический университетский учебник).

2. <http://spacescience.ru/content/view/441/>