

11 Лекция

Тартылыс өрісіндегі қозғалыс

11.1 Гравитациялық өрістегі материялық нүктенің қозғалысы. Кеплер заңдары

11.2 Космостық жылдамдықтар

Гравитациялық өрістегі материялық нүктенің қозғалысы. Кеплер заңдары.

1. Центрілік өрістегі материялық нүктенің қозғалысы туралы мәселе
2. Әлемнің гелиоцентрлік жүйесі. Кеплердің бірінші заңы
3. Кеплердің екінші заңы
4. Кеплердің үшінші заңы.

Материялық нүктенің центрілік өрістегі қозғалысы туралы мәселе үлкен қызығушылық тудырады, оның бір мысалы планеталардың Күнді айнала қозғалуы. Планеталар центрілік болып табылатын гравитациялық күш әсерінен қозғалады (өріс центрілік күштің өрісі, немесе центрілік өріс деп аталады, егер де ол жағынан материялық нүктеге әсер ететін күш центрілік болып табылса, былайша айтқанда материялық нүктенің және қандайда бір қозғалмайтын нүктенің (күш центрі) арасындағы арақашықтан ғана тәуелді және кез келген нүктеде не күш центрінен, не күш центріне қарай бағытталған).

Күнді айнала планеталардың қозғалысына қатысты центрілік күш өрісіндегі материялық нүктенің қозғалыс заңдары XVII ғ. басында И.Кеплермен тағайындалған. Кеплер Н.Коперниктің Күн жүйесінің Гелиоцентрлік моделін қолданды.

Кеплердің бірінші заңы: Әрбір планета бір фокусінде Күн жататын эллипс формалы орбита бойынша қозғалады. Бұл заң механикалық энергияның сақталу заңының салдары болып табылады.

Кеплердің екінші заңы: Планетаның радиус-векторы оның қозғалысы кезінде бірдей уақыт аралықтарында бірдей аудандарды сызады. Бұл заң центрілік өрістегі материялық нүктенің импульс моментінің сақталу заңының салдары болып табылады.

Кеплердің екінші заңының математикалық тұжырымдамасы:

$$\Delta S = \frac{L}{2m} \Delta t, \quad (141)$$

мұндағы ΔS тең уақыт аралығына сәйкес келетін сектордың ауданы, L - нүктенің (планетаның) импульс моментінің модулі, ал m - массасы.

Кеплердің үшінші заңы, оның екінші заңы сияқты, тек центрілік тартылыс күштері өрісіндегі қозғалысқа ғана қолданылады, мысалы гравитациялық өрістегі планеталардың қозғалысы үшін. Ол былай тұжырымдалады: Планеталардың Күнді айналу периодтарының квадраттарының қатынасы, олардың орбиталарының үлкен жарты өстерінің кубтарының қатынастарына тең.

Кеплердің үшінші заңының математикалық өрнегі:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{a_1^3}{a_2^3}. \quad (142)$$

Космостық жылдамдықтар:

1. Бірінші космостық (шеңберлік) жылдамдық
2. Екінші космостық (параболалық) жылдамдық
3. Үшінші космостық жылдамдық.

Космос кеңістігіне ұшырылған ұшатын аппарат оның алдына қойылған міндетті орындау үшін, оған бастапқы кезде белгілі бір жылдамдықты беру керек. Осы жылдамдықтарды космостық жылдамдықтар деп атайды.

Бірінші космостық жылдамдық, немесе шеңберлік жылдамдық деп, дене жердің жасанды серігіне айналу үшін оған керекті v , минимальді жылдамдықты айтады. Осы жылдамдықпен дене Жерді айнала шеңберлік орбитамен қозғалады. Қозғалыс кезінде ауа кедергісі еске алынбайды.

Бірінші космостық жылдамдықтың мәнін анықтау үшін дәл формула былай беріледі:

$$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{r}}, \quad (143)$$

мұнда G - гравитациялық тұрақты, M - Жердің массасы, r - шеңберлік орбитаның радиусы.

Егер жер серігі Жер бетіне жақын қозғалатын болса, онда бірінші космостық жылдамдық мына түрге келеді:

$$v_1 = \sqrt{gR_{\text{ж}}}, \quad (144)$$

мұнда g - еркін түсу үдеуі, $R_{\text{ж}}$ - Жер радиусы.

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$, ал $R_{\text{ж}} = 6370 \text{ км}$ деп есептесек, онда $v_1 = 7,9 \text{ км/с}$.

Екінші космостық жылдамдық – дене жердің тартылыс күшін жеңіп, Күннің жасанды серігі болуы үшін керекті жылдамдық. Оны кейде параболалық жылдамдық деп атайды. Олай аталу себебі, ол дененің Жердің гравитациялық өрісінде парабола траекториясымен қозғалысына сәйкес келеді.

Екінші космостық жылдамдықтың мәні механикалық энергияның сақталу заңынан шығарылады, ол былай беріледі

$$v_2 = \sqrt{\frac{2GM}{r}}, \quad (145)$$

мұндағы r - Жердің центрінен ұшырылатын денеге дейінгі арақашықтық.

Егер дене Жердің бетінен ұшырылатын болса, онда

$$v_2 = \sqrt{2gR_{\text{ж}}} = 11,2 \text{ км/с}. \quad (146)$$

Үшінші космостық жылдамдық деп – дене Жердің ғана емес, сонымен қатар Күннің де тартылыс күшін жеңіп, Күн жүйесін тастап шығуы үшін керекті жылдамдықты айтады.

Үшінші космостық жылдамдық $v_3 = 16,7 \text{ км/с}$ минимальді мәніне үшінші космостық жылдамдықтың векторы $\vec{v}_3$ Жердің орбитальді жылдамдық

векторымен бағыттас болғанда жетеміз. Екі вектордың бір-бірімен бағытына байланысты ν_3 -тің мәндері әртүрлі.

3 Модуль үшін студенттердің өздік жұмысы (СӨЖ)

1. Физикалық маятник. Максвелл маятнігі.

**2. Шар формалы дененің гравитациялық энергиясы.
Гравитациялық радиус.**