ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛЫТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

ФИЗИКА- ТЕХНИКА ФАКУЛТЕТІ

БЕЙСЫЗЫҚ ЖӘНЕ ЭЛЕКТОРНИКА КАФЕДРАСЫ

«ЖАЛПЫ ФИЗИКА» ПӘНІ БОЙЫНША

ЗЕРТХАНАЛЫҚ ЖҰМЫС

МАТЕМАТИКАЛЫҚ МАЯТНИКТІҢ ТЕРБЕЛІС ЗАҢДАРЫН ЗЕРТТЕУ

 Орындаған:

Алматы, 2019

**Жұмыстың мақсаты:** математикалық маятниктің тербеліс периодының ілінген массаға, жіптің ұзындығына және тербеліс амплитудасына тәуелділігін тексеру. Математикалық маятниктің көмегімен ауырлық күшінің үдеуін табу.

**1. НЕГІЗГІ ТЕОРИЯЛЫҚ ТҮСІНІКТЕР **

# 1.1 Гармониялық тербеліс және оның сипаттамалары

# Жүйенің өзінің тепе-теңдік күйінен бірнеше рет ауытқып, қайтып бастапқы күйіне оралатын процесті тербелмелі қозғалыс (тербеліс) деп атайды. Егер қозғалыс тең уақыт аралығында қайталанып отырса, оны периодты қозғалыс деп атайды. Тербелітердің физикалық табиғаты әртүрлі болып келуі мүмкін: механикалық, электромагниттік, электромеханикалық және т.б.

# Периодты тербелістердің қарапайым түрі гармониялық тербеліс болып табылады. Бұл тербелістерде физикалық шаманың t уақыт бойынша өзгеруі синус (немесе косинус) заңына бағынады:

 , (1.1)

мұндағы  - қозғалып тұрған дененің тепе-теңдік күйінен ығысуы, –тербеліс амплитудасы, тербеліс фазасы, – бастапқы фаза, -циклдік (дөңгелектік) тербеліс жиілігі.

Тербелмелі қозғалыстың маңызды сипаттамаларына  тербеліс периоды мен  тербеліс жиілігі жатады.

Толық бір тербеліс жасауға кететін  уақыт аралығын өшпейтін тербелітер периоды деп атайды.

Бірлік уақыт аралығында өтетін толық тербелістер саны  тербелістер жиілігі деп аталады:

 . (1.2)

 және  өзара байланысты:

 . (1.3)

Тербелңс периодының өлшем бірлігі [T] = с (*секунд*) , немесе , демек жиіліктің өлшем бірлігі (герц).

Осы (1.2) және (1.3) өрнектерді ескеріп, (1.1) гармониялық тербелістер теңдеуін мына түрде жазуға болады:

 . (1.4)

Егер бастапқы фаза  болса, онда гармониялық тербелістер теңдеуінің түрі

  (1.5)

болады. Гармониялық тербелістің графигі 1.1-суретте көрсетілген.



1.1-сурет. Гармониялық тербелңстңң графигі

Гармониялық тербелістердің жылдамдығы мен үдеуі де гармониялық заң бойынша өзгереді. (1.5) формуласын қолданып  жылдамдық пен  үдеуін анықтаймыз, олар мынаған тең:

 , (1.6)

 . (1.7)

Осыдан

 . (1.8)

(1.8)-теңдеу гармониялық тербелістердің үдеуі мен ығысуын байланыстырады.

1.2 Математикалық маятник

Ауырлық күшінің әсерінен тербелмелі қозғалысқа келетін салмақсыз, созылмайтын жіпке ілінген материалдық нүкте математикалық маятник деп аталады. Нақты жағдайда ұзын жіңішке жіпке ілінген кішкене ауыр түйіршікті (шарикті) математикалық маятник ретінде алуға болады (1.2-сурет).



1.2 - сурет. Математикалық

маятник

Ньютонның екіншізаңы бойынша маятник осы  күшінің әсерінен  үдеуімен (тангенциалдық үдеу) қозғалады:

 . (1.9)

1.2-суреттен,

 , (1.10)

мұндағы – ауытқу бұрышы. Ол маятниктің тепе-теңдік күйден ауытқуын көрсетеді. Кішкене бұрышқа ауытқығанда .

(1.10)-теңдеудегі минус таңбасы әсер етуші  күш (әрқашанда маятниктің ығысу бағытына қарсы болатындығын көрсетеді.

Сызықтық үдеу  мен бұрыштық үдеу  өзара байланысты. Бұл байланыс мына түрде беріледі:

 , (1.11)

мұндағы – маятник жібінің ұзындығы.

Бұрыштық үдеудің анықтамасы бойынша

 . (1.12)

Егер (1.9) формулаға (1.10), (1.11) және (1.12) формулаларды қойса, келесі теңдеу шығады:

 . (1.13)

(1.13)-теңдеу (1.8)-бен үйлеседі, егер ондағы -тың орнына  бұрыштық ауытқуды қарастырсақ және  деген белгілеу ендірсек. Сонда (1.13)-теңдеудің шешімі мынаған тең болады:

 , (1.14)

мұндағы  - тербелістердің бұрыштық амплитудасы. Демек, математикалық маятник тепе-теңдік күйден шамалы ауытқу кезінде гармониялық тербелістер жасайды.

 Математикалық маятниктің тербеліс периодын (1.3)-ші формула негізінде анықтаймыз:

  . (1.15)

Үлкен бұрыштар үшін  маятниктің тербеліс периоды былай анықталады:

 . (1.16)

Маятниктің кішкене ауытқу бұрыштары үшін (1.15)-формулаға сәйкес, оның тербеліс периоды ұзындығы мен еркін түсу үдеуіне тәуелді. Сондықтан осы формуланы еркін түсу үдеуін табу үшін қолдануға болады.

**2. ЗЕРТХАНАЛЫҚ ӨЛШЕУЛЕР**

2. Тәжірибе қондырғысы

Қондырғы созылмайтын ұзын жіңішке жіпке ілінген ауыр кішкентай түйіршік жүктен тұрады. Мұндағы жіптің ұзындығын жеткілікті мөлшерде ұзартып немесе қысқартып алуға болатындай етіп жасалынған. Жүктің массасын қажетті мәнге қою үшін жүктерді аустырып отыруға болады.



2. Жұмыстың орындалу реті

2.1 Математикалық маятниктің тербеліс периодының амплитудаға тәуелділігін тексеру

Математикалық маятниктің ұзындығын 1,5 метр етіп алыңыз. Математикалық маятникке кез-келген m массадағы бір жүкті іліңіз. Математикалық маятникті тепе-теңдік күйінен 5 см ауытқытып(амплитудасы 5 см болатындай етіп), оның 10 тербеліске кеткен t уақытын өлшеңіз. Осыдан кейін 10, 15, 20 см амплитудалар үшін 10 тербеліске кеткен t уақытын өлшеңіз. өлшеу нәтижелерін 2.1- кестеге толтырыңыз.

2.1- кесте Тербеліс периодының амплитудаға тәуелділігін тексеру

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | m, кг | , м | А, см | n | ,c | ,с | ,c | ,c | T,c |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |

Мұндағы, m - ілінген жүктің массасы. - Математикалық маятниктің ұзындығы. A – Тербеліс амплитудасы. n - Тербелістің саны. t – Уақыт, өлшеудің кездейсоқ қателігін есептеу үшін оны үш рет қайталаймыз.  - Орташа мән. T - Тербелістің периоды.

Тербеліс периоды мына теңдеу бойынша анықталады:

 ,

*Сұрақ: Математикалық маятниктің амплитудасын біртіндеп арттырып отырғанда, математикалық маятниктің тербеліс периодында қандай өзгерістер болатындығын байқадыңыз?*

2.2 Тербеліс периодының маятник массасына тәуелділігін зерттеу

Массасы әртүрлі 3 жүкті алып, кезек-кезек ұзындығы 1,5 м болатын математикалық маятинкке іліп, 10 тербеліске кететін уақытын өлшеу қажет. Тербеліс амплитудасы 10 см-ге тең болсын. әрбір жүк үшін тербелісінің Т периоды есептеңіз. өлшеу нәтижелерін 2.2-кестеге толтырыңыз.

2.2-кесте Тербеліс периодының массаға тәуелділігін зерттеу

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | m, кг | , м | А, см | n | ,C | ,C | ,c | ,c | T,c |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |

Мұндағы, m - ілінген жүктің массасы. - Математикалық маятниктің ұзындығы. A – Тербеліс амплитудасы. n - Тербелістің саны. t – Уақыт, өлшеудің кездейсоқ қателігін есептеу үшін оны үш рет қайталаймыз.  - Орташа мән. T - Тербелістің периоды.

Тербеліс периоды мына теңдеу бойынша анықталады:

 ,

*Сұрақ: Математикалық маятниктің массасын біртіндеп арттырып отырғанда математикалық маятниктің тербеліс периодында қандай өзгерістер болатындығын байқадыңыз?*

2.3 Маятниктің тербеліс периодының оның ұзындығына тәуелділігін зерттеу

m1 массадағы жүкті, ұзындығы 1 м, 1.5м және 2 м болатын математикалық маятникке іліп, жеке-жеке 10 тербеліске кеткен уақыты өлшеңіз. Тербеліс амплитудасы 10 см-ге тең болсын. Әрбір ұзындыққа сәйкес тербеліс периодын есептеу қажет. Өлшеу нәтижелерін 2.3-кестеге толтырыңыз.

2.3-кесте Тербеліс периодының ұзындыққа тәуелділігін зерттеу

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | m, кг | , м | А, см | N | ,C | ,C | ,c | ,c | T,c |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |

Мұндағы, m - ілінген жүктің массасы. - Математикалық маятниктің ұзындығы. A – Тербеліс амплитудасы. n - Тербелістің саны. t – Уақыт, өлшеудің кездейсоқ қателігін есептеу үшін оны үш рет қайталаймыз.  - Орташа мән. T - Тербелістің периоды.

Тербеліс периоды мына теңдеу бойынша анықталады:

 ,

*Сұрақ: Математикалық маятниктің ұзындығын біртіндеп арттырып отырғанда математикалық маятниктің тербеліс периодында қандай өзгерістер болатындығын байқадыңыз?*

3. ӨЛШЕУ НӘТИЖЕЛЕРІН МАТЕМАТИКАЛЫҚ ӨҢДЕУ

3.1 Еркін түсу үдеуін және оның қателігін есептеу

2.3-кестедегі өлшеу нәтижелерін сәйкесінше 3.1-кестеге толтырыңыз.

3.1 – кесте Еркін түсу үдеуін есептеу.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Т,с |  |  |  |  |
| 1 |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |

g Еркін түсу үдеуін анықтау үшін (1.15) формуласын пайдаланыңыз және есептеу нәтижелерін 3.1 кестеге толтырыңыз.

- еркін түсу үдеуінің орташа арифметикалық мәні былай есептелінеді:

 , (1.17)

мұндағы -өлшеулер саны.

S - орташа квадраттық қатені келесі формула бойынша анықтайды:

 ,  (1.18)

Р=0,95 сенімділік ықтималдығына сәйкес кездейсоқ қатенің сенімділік шегін  келесі теңдеу бойынша есептейді:

 , (1.19)

мұндағы -Стьюдент коэффициенті. Оның мәндері берілген.

Есептеу нәтижесін мына түрде жазу керек:

   . (1.20)

Еркін түсу үдеуінің салыстырмалы қателігі:

 . (1.21)

Еркін түсу үдеуін дәлірек есептеу.

Еркін түсу үдеуін дәлірек (1.15) – формула негізінде алынған келесі теңдеу бойынша есептейді:

 , (1.22)

мұндағы  және  маятниктің және  ұзындықтарына сәйкес тербеліс периодтары.

4. Есептеулер

5. Қорытынды

*(Математикалық маятниктің тербеліс периодтарының оның массасына, ұзындығына және тербеліс амплитудасына тәуелділігі туралы қорытынды жасау қажет.*

*Есептелген еркін түсу үдеуін физикалық кестеде келтірілген мәнімен салыстыру керек)*

--------

6. Пысықтау сұрақтары.

1. Гармониялық тербелңстердің анықтамасын беріңіз.
2. Тербелістердің периоды, жиілңгі, амплитудасы деген не?
3. Гармониялық тербелістердің жылдамдығы мен үдеуі қалай өзгереді? Оларды анықтайтын теңдеулерді жазыңыз.
4. Математикалық маятник деген не?
5. Математикалық маятник тербелістерінің гармониялық тербелістерге жататынын дәлелдеңіздер.
6. Математикалық маятниктің тербеліс периоды қандай шамаларға тәуелді?

**7. Студенттің өзіндік жұмысы**

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | Қозғалыстың жалпы түрлерін жазыңыз. |
| 2 | Санақ жүйесі. Траектория, жол, орын ауыстыру векторы. Жылдамдық. Үдеу. |
| 3 | Механикалық күштерді жазыңыз. Механикалық жұмыс. Қуат.  |
| 4 | Бүкіләлемдік тартылыс заңы. |
| 5 | Космостық жылдамдықтар. |
| 6 | Қатты дененің деформациясын түсіндіріңіз.  |
| 7 | Ілгерілемелі және айналмалы қозғалыстарды салыстырыңыз.  |
| 8 | Ньютон заңдары. |
| 9 | Материалдық нүктенің динамикасы.  |
| 10 | Импульстің сақталу заңы. |
| 11 | Күш, масса, импульс.  |
| 12 | Абсолют серпімсіз соқтығыс. |
| 13 | Абсолют серпімді соқтығыс.  |
| 14 | Кинетикалық энергия. Потенциалдық энергия.Энергияның сақталу заңы.  |