

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

РОБОЧА ПРОГРАМА
дисципліни “Теоретична механіка”
для спеціальності 01.02 – “Прикладна математика”

Затверджено на засіданні кафедри
диференціальних рівнянь та математичної фізики УжНУ
17 листопада 2005 р., протокол №4

Ужгород – 2006

МЕТА І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Теоретична механіка, як фундаментальна наука, залишається однією із дисциплін, яка дає поглиблені знання про природничі процеси і служить засобом виховання у майбутніх спеціалістів необхідних навиків до побудови математичних моделей явищ, їх реалізації і аналізу отриманих результатів.

Основна трудність, з якою студент зустрічається із самого початку вивчення механіки – це вироблення самостійних навичок схематизації механічних процесів і явищ та вміння надавати конкретним фізичним задачам абстрактну математичну форму. Тому при вивченні курсу теоретичної механіки студент повинен не тільки працювати над підручником, але й звернути серйозну увагу на самостійне розв'язування задач.

Вивчення курсу тісно пов'язане з основами лінійної і векторної алгебри, аналітичної і диференціальної геометрії, диференціального та інтегрального числення, тому доцільним є повторення даних розділів із попередніх курсів.

Загальна кількість годин, які відводяться згідно робочого плану на вивчення даної дисципліни – 74, що складає 1,37 кредиту. З них:

лекційних – 48 год.,

лабораторних (IV семестр) – 26 год.,

екзамен – IV семестр.

РОБОЧИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛІНИ

№ з/п	Теми лекційних та практичних занять	К-сть годин			Література (підручник, розділ, параграф)
		Лекції	Лаб. роб.	Самост. роб.	
III семестр					
Модуль I. Кінематика матеріальної точки					
1	Предмет і роль теоретичної механіки серед інших природничих дисциплін. Основні поняття. Етапи та історія розвитку механіки.	2			[1] Введение; [2] Т.1, § 1-2; Т. 2, § 1; [5] Вступ, § 1; [9] §1.
2	Кінематика матеріальної точки. Способи задання руху: векторний, координатний, натуральний. Траєкторія руху. Поняття швидкості і прискорення точки і способи їх визначення.	2	2	2	[1] Т.1, § 9.1-9.6; [2] Т.1, §4-5; [5] § 7.2-7.12.
3	Рівномірний і рівнозмінний рухи (прямолінійний і обертальний). Швидкість і прискорення точки в полярній системі координат.	2	2	2	[1] Т.1, § 9.7; [2] Т.1, §5-6; [5] § 7.13.
4	Кінематика твердого тіла. Найпростіші види рухів: поступальний і обертальний (рівняння руху, властивості, швидкості і прискорення).	2	2	2	[1] Т.1, § 10.1-10.2; [2] Т.1, § 7-8; [5] § 8.1-8.3.
5	Плоско-паралельний рух твердого тіла. Рівняння руху, властивості. Миттєвий центр швидкостей, способи знаходження. Теореми про розподіл швидкостей і прискорень.	2	2	2	[1] Т.1, § 11.1-11.5; [2] Т.1, § 9; [5] § 11.1-11.5.
6	Сферичний рух твердого тіла. Кути Ейлера. Розподіл швидкостей і прискорень. Зведення сферичного руху до обертального.	2	2	2	[1] Т.1, § 12.1-12.3; [2] Т.1, § 10; [5] § 10.1, 10.3.
7	Складний (абсолютний) рух точки. Теорема про абсолютну і локальну похідні вектор-функції. Додавання швидкостей і прискорень. Додаткове прискорення.	2	2	2	[1] Т.1, § 13.1-13.3; [2] Т.1, § 11; [5] § 9.1-9.6.
8	Рух вільного твердого тіла. Формули швидкостей і прискорень. Теорема Шаля.	2		2	[1] Т.1, § 12.4; [2] Т.1, § 12; [5] § 10.4.
Контрольна робота		2			
Всього по модулю		18	12	14	
Всього за III семестр		18	12	14	

IV семестр						
Модуль II. Динаміка матеріальної точки						
9	Основні поняття і закони динаміки. Постановка основних задач. Способи інтегрування диференціальних рівнянь руху.	2	2	2	[1] Т.2, § 1.1-1.6; [2] Т.1, § 32; [5] § 13.2-13.5. [8] Гл. XVII, § 1-2.	
10	Коливальний рух матеріальної точки (вільні, затухаючі, вимушені коливання).	2		2	[1] Т.2, § 2.1-2.6; [5] § 30.4-30.7; [8] Гл. XIV, § 1-3.	
11	Основні теореми динаміки точки. Робота сили. Потужність. Потенціальні сили. Збереження та розсіювання повної механічної енергії.	2	2	2	[1] Т.2, § 3.1-3.6; [5] § 16.4-16.5, 16.9, 16.11, 17.1, 17.4; [8] Гл. XV, § 1-3.	
12	Рух матеріальної точки в полі центральної сили. Рівняння Біне. Рух планет навколо Сонця. Закони Кеплера. Дослідження траєкторій руху в полі тяжіння центральної сили.	2		2	[1] Т.2, § 4.1-4.5; [2] Т.1, § 37; [5] § 14.1-14.5.	
13	Невільний рух матеріальної точки. Рух по гладкій кривій і поверхні. Математичний маятник. Динаміка відносного руху. Приклади динаміки відносного руху.	2		2	[1] Т.2, § 5.1-5.5, 6.1-6.8; [2] Т.1, § 38; [5] § 13.6, 16.8, 20.1-20.2, 27.2.	
Контрольна робота		2				
Всього по модулю		12	4	10		
Модуль III. Динаміка механічної системи та твердого тіла. Аналітична механіка. Теорія удару						
14	Динаміка механічної системи і тіла. Геометрія мас. Моменти інерції. Головні осі інерції, динамічні осі інерції.	2	2	2	[1] Т.2, § 7.1, 12.1-12.8; [2] Т.2, § 1-2; [5] § 15.1-15.9.	
15	Основні динамічні характеристики матеріальної точки, системи і твердого тіла. Кількість руху, момент кількості руху, кінетична енергія, імпульс сили, робота і потужність сили.	2	2	2	[1] Т.2, § 8.1, 9.1, 10.1; [2] Т.2, § 2; [5] § 16.4, 16.9, 17.1-17.3, 17.5.	
16	Основні теореми динаміки. Закони збереження. Теорема про рух центра мас.	2		2	[1] Т.2, § 8.2-8.3, 9.3, 10.2-10.4; [2] Т.2, § 3; [5] § 16.5, 16.11, 17.7.	
17	Динаміка точки і тіла змінної маси. Рівняння Мещерського. Задачі Ціолковського для точки і багатоступінчатої ракети.	2	2	2	[1] Т.2, § 11.1-11.7; [5] § 24.1-24.5.	
18	Рівняння обертального і плоско-паралельного рухів тіла і системи.	2		2	[1] Т.2, § 13.1-13.4, 13.9; [2] Т.2, § 12; [5] § 21.1-21.3.	

19	Поняття про принципи механіки і їх формулювання: варіаційні, інтегральні і диференціальні принципи. Застосування принципів до розв'язання задач динаміки.	2	2	2	[1] Т.2, § 18.1-18.5; [2] Т.2, § 5-6, 24-27; [5] §25.2, 25.5-25.7.
20	Рівняння Лагранжа 2-го роду і методика розв'язування задач на його основі.	2	2	2	[1] Т.2, § 18.6, 19.1-19.6; [2] Т.2, § 8, 32; [5] § 27.3, 27.9.
21	Основні поняття і рівняння теорії удару. Прямий центральний удар двох тіл.	2		2	[1] Т.2, § 17.1-17.5; [2] Т.2, § 28-30; [5] § 23.1-23.4.
Контрольна робота		2			
Всього по модулю		20	10	16	
Всього за IV семестр		30	14	26	

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бутенин Н.В., Лунц Я.Л., Меркин Д.Д. Курс теоретической механики: в 2 Т. – М.: Наука, 1998. – 736 с.
2. Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики. – М.: Наука, 1972, т. 1. – 362 с., т. 2. – 412 с.
3. Ишлинский А.Ю. Классическая механика и силы инерции. – М.: Наука, 1987.
4. Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике. – М.: Наука, 1981. – 480 с.
5. Павловський М.А. Теоретична механіка. – К.: Техніка, 2002. – 512 с.
6. Путята Т.В., Фрадлін Б.Н. Методика розв'язання задач з теоретичної механіки. – К.: Радянська школа, 1962. – 366 с.
7. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике. Под ред. проф. А.А. Яблонского. – М.: Высшая школа, 1972. – 432 с.
8. Старжинский В.М. Теоретическая механика. – М.: Наука, 1980. – 464 с.
9. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики. – М.: Высшая школа, 1986. – 486 с.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

Кінематика

1. Що називається законом або рівнянням руху точки по заданій траєкторії?
2. Які застосовуються в кінематиці способи задання руху точки і в чому вони полягають?
3. Як напрямлена і чому дорівнює за величиною швидкість точки в даний момент?
4. Яка існує залежність між радіус-вектором рухомої точки і вектором швидкості цієї точки?
5. Чому рівні проекції швидкості точки на осі координат?
6. Що називається прискоренням точки?
7. Яка залежність існує між радіус-вектором і вектором прискорення цієї точки?
8. Чому рівні проекції прискорення точки на осі декартових координат?
9. Які осі називаються натуральними?
10. Чому рівні проекції прискорення точки на натуральні осі?
11. В яких рухах рівне нулеві дотичне прискорення, нормальне прискорення точки?
12. Який рух твердого тіла називається поступальним?
13. В чому полягає теорема про рух точок твердого тіла, яке рухається поступально?
14. Що називають законом, або рівнянням обертального руху твердого тіла навколо нерухомої осі?
15. Що називається кутовою швидкістю тіла, кутовим прискоренням?
16. Яке обертання твердого тіла називається рівномірним, рівнозмінним?
17. Яка залежність існує між кутовою швидкістю тіла, що обертається, і числом його обертів за секунду?
18. Як зображується кутова швидкість у вигляді вектора?
19. Як виражається залежність між кутовою швидкістю тіла, що обертається та лінійною швидкістю точки цього тіла?
20. Як виражається дотичне і доцентрове прискорення точки твердого тіла, що обертається навколо нерухомої осі?
21. Яке геометричне місце точок твердого тіла, що обертається навколо нерухомої осі, прискорення яких мають в даний момент часу однакову величину?
22. Чи буде поступальним рух шатуна в кривошипно-шатунному механізмі?
23. Який рух твердого тіла називається плоскопаралельним? Скількома рівняннями він визначається?
24. На які два рухи можна розкласти плоскопаралельний рух тіла?
25. Що називається миттєвим центром швидкостей плоскої фігури, що рухається в своїй площині?
26. Як можна графічно знайти положення миттєвого центра швидкостей плоскої фігури, якщо відомо швидкості двох точок цієї фігури?

27. Які швидкості точок плоскої фігури в тому випадку, коли миттєвий центр цієї фігури виявиться на нескінченності?
28. Що називається миттєвим центром прискорень?
29. Сумою яких трьох складових прискорень є прискорення довільно вибраної точки плоскої фігури, що рухається в своїй площині?
30. Кутова швидкість плоскої фігури, що рухається в своїй площині, постійна. Задано прискорення \vec{w}_A і \vec{w}_B точок A і B цього тіла. Як побудувати миттєвий центр прискорень?
31. В чому полягає теорема про переміщення твердого тіла, що має одну нерухому точку?
32. Що називається миттєвою віссю обертання твердого тіла?
33. Як виражаються проекції на координатні осі швидкості точки твердого тіла, що має одну нерухому точку?
34. Тіло рухається навколо нерухомої точки з постійною кутовою швидкістю. Як напрямлений вектор кутового прискорення в цьому випадку?
35. Сумі яких двох складових швидкостей дорівнює швидкість якої-небудь точки вільного тіла в загальному випадку?
36. Який рух називається відносним?
37. Який рух називається переносним?
38. Яка швидкість називається відносною швидкістю точки?
39. Як визначається переносна швидкість точки?
40. В чому полягає теорема про додавання швидкостей?
41. Які прискорення точки називаються відносним, переносним?
42. Як визначається абсолютне прискорення точки в тому випадку, коли переносний рух є поступальним, обертальним?
43. В яких випадках коріолісове прискорення дорівнює нулю?
44. Чому рівна проекція коріолісового прискорення рухомої точки на напрямок відносної швидкості цієї точки?

Динаміка

1. При якій умові матеріальна точка при дії на неї кількох сил буде рухатися прямолінійно і рівномірно?
2. В чому полягають дві основні задачі динаміки точки?
3. Як визначаються значення довільних сталих, що з'являються при інтегруванні диференціальних рівнянь руху матеріальної точки?
4. Як виражається закон гармонічного коливання матеріальної точки?
5. Чи залежить період гармонічного коливання від початкових умов руху матеріальної точки?
6. В якому випадку при вимушених коливаннях матеріальної точки наступить явище резонансу? Чим характерно це явище?
7. Що називається кількістю руху матеріальної точки?
8. Що називається елементарним імпульсом сили?
9. Як напрямлений елементарний імпульс сили?

10. В чому полягає теорема про кількість руху матеріальної точки?
11. Як напрямлений вектор моменту кількості руху відносно даної точки?
12. Яка залежність існує між моментами кількості руху відносно даної точки і відносно осі, що проходить через цю точку?
13. Як виражається теорема про момент кількості руху матеріальної точки у векторній та координатній формах?
14. В якому випадку момент кількості руху матеріальної точки відносно даного центра залишається постійним?
15. Як виражається величина елементарної роботи?
16. Як виражається робота на скінченному шляху?
17. В чому полягає теорема про роботу рівнодійної?
18. Чому рівна робота сили тяжіння при переміщенні даного тіла з одного положення в інше?
19. Що називається кінетичною енергією матеріальної точки?
20. В чому полягає теорема про зміну кінетичної енергії матеріальної точки?
21. Яке силове поле називають потенціальним?
22. Яка функція називається силовою?
23. Який вигляд мають поверхні рівня в полі тяжіння?
24. В чому полягає закон збереження механічної енергії?
25. Що називається механічною системою матеріальних точок?
26. Які дві класифікації сил, що діють на систему, застосовуються в динаміці системи?
27. Що називається кількістю руху системи?
28. В чому полягає теорема про зміну кількості руху системи?
29. Чому головний вектор внутрішніх сил завжди рівний нулю?
30. В якому випадку кількість руху системи залишається постійною?
31. Яка точка називається центром мас (центром інерції) системи?
32. Як виражається кількість руху системи через кількість руху її центра мас?
33. Тверде тіло вагою P обертається навколо нерухомої осі з кутовою швидкістю ω . Відстань від центра мас цього тіла до осі обертання рівна h . Чому рівна кількість руху цього тіла?
34. В чому полягає теорема про рух центра мас системи?
35. Які сили, що діють на систему, не впливають на рух її центра мас?
36. Що називається кінетичним моментом системи відносно даної точки, даної осі?
37. Як виражається теорема про зміну кінетичного моменту системи у векторній і координатній формах?
38. В якому випадку кінетичний момент системи відносно даної осі залишається постійним?
39. Як виражається кінетичний момент твердого тіла, що обертається, відносно осі обертання?
40. Що називається моментом інерції твердого тіла відносно даної осі і даної точки?

41. Яке фізичне значення моменту інерції відносно осі?
42. Що називається радіусом інерції тіла відносно даної осі і даної точки?
43. Яка залежність існує між моментами інерції тіла відносно трьох координатних осей і відносно початку координат?
44. В чому полягає теорема про залежність між моментами інерції тіла відносно двох паралельних осей?
45. Що називається кінетичною енергією системи?
46. Як виражається кінетична енергія твердого тіла при поступальному і обертальному русі цього тіла?
47. В чому полягає теорема про зміну кінетичної енергії системи?
48. Чи входять в рівняння, яке виражає теорему про кінетичну енергію системи, внутрішні сили цієї системи?
49. В якому випадку у рівняння, що виражає теорему про зміну кінетичної енергії системи, не входять сили реакції в'язей?
50. Якщо дана система ізольована від дії різних зовнішніх сил так, що в ній діють тільки внутрішні сили, то чи будуть змінюватися кількість руху і кінетична енергія цієї системи? Що можна сказати про рух центра мас такої системи?
51. Як виражається елементарна робота сили, прикладеної до твердого тіла, що обертається навколо нерухомої осі, через момент цієї сили відносно осі обертання?
52. Які напрямки і модуль сили інерції матеріальної точки?
53. Як напрямлена (за рухом чи проти руху) сила інерції вагону на прямолінійній ділянці шляху при гальмуванні?
54. В чому полягає принцип Даламбера для матеріальної точки?
55. В чому полягає принцип Даламбера для системи?
56. Як довести, що головний вектор сил інерції матеріальних точок механічної системи рівний за величиною і протилежний за напрямком головному вектору зовнішніх сил цієї системи?
57. Чому рівний період малих коливань фізичного маятника?
58. Що називається приведеною довжиною фізичного маятника?
59. Як записуються в загальному вигляді диференціальні рівняння плоскопаралельного руху твердого тіла?
60. Що називається відцентровим моментом інерції твердого тіла?
61. Які осі називаються головними осями інерції тіла в даній точці?
62. При яких умовах координатна вісь Oz є однією з головних осей інерції тіла в початку координат O ?
63. Твердому тілу, яке може обертатися навколо нерухомої горизонтальної осі, надано деяку початкову кутову швидкість. При якій умові це тіло буде обертатися рівномірно, якщо ніякі сили, крім сили тяжіння, на нього не діють?
64. При яких умовах динамічні реакції двох нерухомих точок твердого тіла, що обертається, не залежать ні від кутової швидкості, ні від кутового прискорення тіла?

65. При яких умовах система сил інерції матеріальних часток твердого тіла, що обертається навколо нерухомої осі, еквівалентна нулю?
66. Як математично виражаються в'язі, накладені на систему?
67. Які в'язі називаються стаціонарними, нестаціонарними?
68. Як виражається (сформулюйте) означення узагальнених координат системи?
69. Що називається числом степеней вільності механічної системи?
70. Яке переміщення системи називається можливим?
71. Які в'язі називаються ідеальними?
72. В чому полягає принцип можливих переміщень?
73. Що називається узагальненою силою?
74. Який аналітичний вираз узагальненої сили?
75. Чому рівна узагальнена сила у випадку твердого тіла, що обертається навколо нерухомої осі, якщо узагальненою координатою є кут повороту цього тіла?
76. Якщо система знаходиться в потенціальному силовому полі, то як виражаються узагальнені сили через потенціальну енергію?
77. Як записується узагальнене рівняння динаміки системи?
78. Як записуються в загальному вигляді диференціальні рівняння руху системи в узагальнених координатах (рівняння Лагранжа)?
79. Що називається узагальненою швидкістю?
80. Який вигляд має рівняння Лагранжа, відповідне координаті q_1 , якщо ця координата не входить у вираз ні кінетичної, ні потенціальної енергії системи?
81. В чому полягає характерна особливість явища удару?
82. Яким є переміщення матеріальної точки під час дії на неї ударної сили?
83. Матеріальна точка маси $m = 2 \text{ кг}$ рухається зі швидкістю $v = 1 \text{ м/с}$. В результаті дії на цю точку ударної сили її швидкість стає $u = 5 \text{ м/с}$, причому вектор \vec{v} складає з вектором \vec{u} кут 60° . Яка величина ударного імпульсу?
84. В якому випадку при дії на матеріальну точку ударної сили момент кількості руху цієї точки відносно даної осі залишається незмінним?
85. Що називають коефіцієнтом відновлення?
86. Як можна із досліду знайти коефіцієнт відновлення?
87. Кулька масою $m = 0,01 \text{ кг}$, що рухається зі швидкістю 2 м/с , вдаряється в нерухому поверхню. Яка швидкість, з якою кулька відскочить від цієї поверхні, якщо удар прямий і абсолютно пружний? Яка величина ударного імпульсу?
88. В якому випадку при прямому ударі двох куль ці кулі після удару зупиняться?
89. В якому випадку при прямому ударі двох куль ці кулі після удару обмінюються швидкостями?

ПИТАННЯ НА ЕКЗАМЕН З КУРСУ "ТЕОРЕТИЧНА МЕХАНІКА"

1. Кінематика матеріальної точки. Способи задання руху матеріальної точки (координатний, векторний, натуральний).
2. Швидкість і прискорення точки при координатному способі задання руху.
3. Швидкість і прискорення точки при натуральному способі задання руху.
4. Швидкість і прискорення точки при векторному способі задання руху.
5. Рівномірний та рівнозмінний рухи точки (прямолінійний та обертальний).
6. Швидкість і прискорення точки в полярних координатах.
7. Прямолінійний та обертальний рухи в полярній системі координат. Секторна швидкість.
8. Поступальний рух твердого тіла і його властивості. Теорема додавання швидкостей.
9. Обертальний рух твердого тіла навколо нерухомої осі.
10. Плоскопаралельний рух твердого тіла (рівняння руху, властивості, швидкість). Теорема про незалежність кутової швидкості від вибору полюса.
11. Миттєвий центр швидкостей і його властивості.
12. Прискорення точки тіла в плоскопаралельному русі. Миттєвий центр прискорень. Теорема про зведення плоского руху до обертального.
13. Сферичний рух твердого тіла (рівняння руху, властивості).
14. Швидкість точки при сферичному русі. Миттєва вісь обертання. Прискорення точки тіла у сферичному русі.
15. Рух вільного твердого тіла. Теорема Шаля.
16. Абсолютний, відносний і переносний рухи точки. Теорема про абсолютну і локальну похідні вектор-функції.
17. Швидкість і прискорення точки в абсолютному русі.
18. Додаткове прискорення в абсолютному русі. Теорема Коріоліса.
19. Динаміка матеріальної точки. Диференціальні рівняння руху матеріальної точки.
20. Дві основні задачі динаміки точки.
21. Способи інтегрування диференціальних рівнянь руху (прямолінійний рух під дією сили, залежної тільки від часу або тільки від положення матеріальної точки).
22. Прямолінійний рух під дією сили, залежної тільки від швидкості матеріальної точки.
23. Коливальний рух матеріальної точки. Вільні коливання матеріальної точки.
24. Затухаючі коливання матеріальної точки. Декремент затухання. Аперіодичний рух.
25. Вимушені коливання матеріальної точки. Резонанс.
26. Вимушені коливання матеріальної точки за наявності в'язкого тертя.
27. Рух у полі центральної сили. Закон площ.
28. Перша та друга формули Біне.

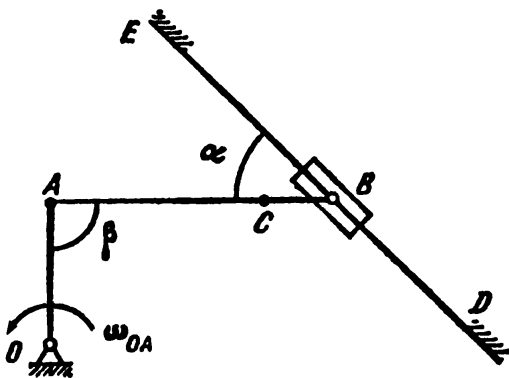
29. Рух по коловій та еліптичній орбітах. Закони Кеплера.
30. Рух матеріальної точки у полі тяжіння Землі. Перша та друга космічні швидкості.
31. Теорема про зміну кількості руху точки в диференціальній та інтегральній формах.
32. Теорема про зміну моменту кількості руху точки.
33. Теорема про зміну кінетичної енергії точки.
34. Обчислення роботи сил. Робота потенціальної сили (гравітаційна сила, сила пружності). Закон збереження повної механічної енергії.
35. Невільний рух матеріальної точки. Принцип звільнення від в'язей. Види в'язей.
36. Рух матеріальної точки по гладкій нерухомій поверхні та кривій.
37. Натуральні рівняння руху. Математичний маятник.
38. Динаміка відносного руху матеріальної точки. Частинні випадки відносного руху (рух за інерцією, відносна рівновага, рух в інерціальних системах відліку).
39. Рух матеріальної точки відносно Землі (рух по меридіану Землі; явище підмивання берегів річок; відхилення падаючих тіл до Сходу).
40. Динаміка матеріальної системи і твердого тіла. Центр мас. Геометрія мас.
41. Моменти інерції системи і твердого тіла. Добутки інерції.
42. Теорема Гюйгенса-Штейнера.
43. Моменти інерції відносно довільної осі. Тензор інерції. Еліпсоїд інерції.
44. Обчислення моментів інерції твердих тіл (однорідного стержня, прямокутника, кола).
45. Зовнішні та внутрішні сили матеріальної системи. Рівняння руху точок матеріальної системи.
46. Теорема про зміну кількості руху системи та її наслідки.
47. Теорема про рух центра мас системи.
48. Теорема про зміну моменту кількості руху системи. Наслідки з теореми.
49. Теорема про зміну кінетичної енергії системи. Закон збереження повної механічної системи.
50. Дві основні задачі динаміки твердого тіла. Теорема про зміну моменту кількості руху твердого тіла у відносному русі. Поступальний рух твердого тіла.
51. Обертальний рух твердого тіла.
52. Плоско-паралельний рух твердого тіла. Фізичний маятник.
53. Динаміка точки (тіла) змінної маси. Рівняння Мещерського. Перша задача Ціолковського.
54. Друга задача Ціолковського. Багатоступеневі ракети.
55. Основні принципи динаміки (варіаційні та неваріаційні, диференціальні та інтегральні). Принцип Д'аламбера.
56. Принцип можливих (віртуальних) переміщень. Принцип Д'аламбера-Лагранжа.
57. Рівняння Лагранжа 2-го роду. Узагальнені координати та швидкості.

58. Способи обчислення кінетичної енергії системи і тіла. Теорема Кеніга.
 59. Елементи теорії удару. Ударні сили та імпульси. Переміщення матеріальних точок системи під час удару.
 60. Гіпотеза Ньютона про коефіцієнт відновлення.
 61. Удар матеріальної точки об нерухому площину.
 62. Прямий центральний удар двох тіл. Теорема Остроградського-Карно.

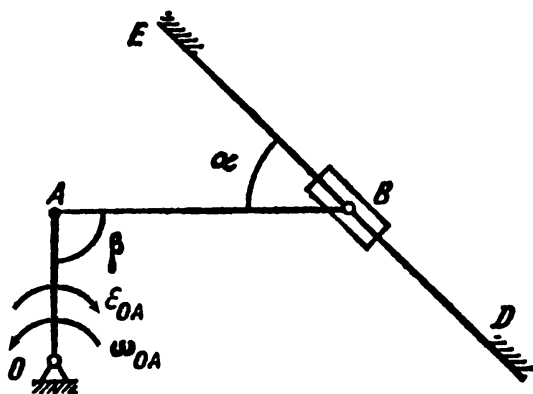
ТИПОВІ ЗАДАЧІ НА ЕКЗАМЕН

Задача 1. Рух точки M задано в полярних координатах рівняннями $r = ae^{kt}$ і $\varphi = kt$, де a і k – сталі величини. Знайти рівняння траєкторії, швидкість прискорення і радіус кривизни траєкторії точки як функції її радіуса r .

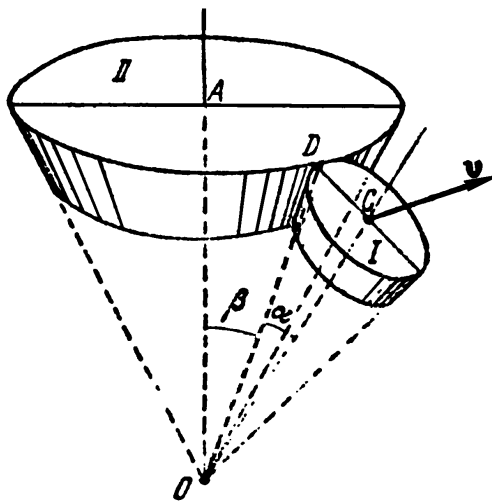
Задача 2. Стрілка гальванометра довжиною l рухається за законом $\varphi = \varphi_0 \sin(2\pi t/T)$, де φ_0 – кут максимального відхилення від положення $\varphi = 0$, T – період коливань. Знайти модуль і напрямок швидкості та прискорення стрілки гальванометра в момент часу $t = T/12$.



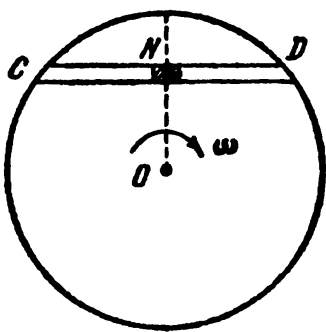
Задача 3. Коромисло OA довжиною 40 см, обертаючись навколо осі O , приводить в рух шатун AB довжиною 80 см. Повзун B ковзає по направляючій ED , що складає кут $\alpha = 45^\circ$. Знайти швидкості точок B і C в момент, коли кут $\beta = 90^\circ$, якщо в цей момент кутова швидкість кривошипа OA рівна $\omega_{OA} = 2 \text{ c}^{-1}$. Відстань $AC = 60 \text{ см}$.



Задача 4. Коромисло OA довжиною 40 см, обертаючись навколо осі O , приводить в рух шатун AB довжиною 80 см. Повзун B ковзає по направляючій ED , що складає кут $\alpha = 45^\circ$. Знайти прискорення точки B і кутове прискорення шатуна AB в момент, коли кут $\beta = 90^\circ$, якщо в цей момент кутова швидкість кривошипа OA рівна $\omega_{OA} = 2 \text{ c}^{-1}$, а його кутове прискорення $\varepsilon_{OA} = 1 \text{ c}^{-2}$.



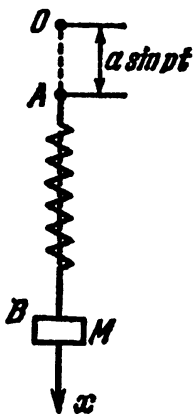
Задача 5. Конічна шестерня I обкочує нерухому конічну шестерню II з постійною кутовою швидкістю. Визначити кутову швидкість і кутове прискорення шестерні I, якщо $\angle AOD = \beta = 45^\circ$, $\angle COD = \alpha = 30^\circ$, $OC = h = 10$ см, а швидкість центра C шестерні I рівна $v = 15$ см/с.



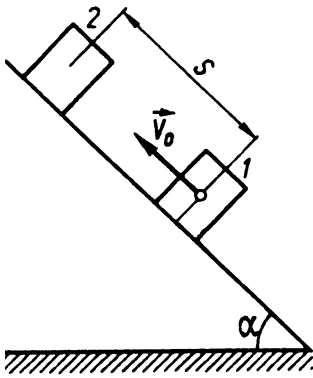
Задача 6. Диск обертається з постійною кутовою швидкістю $\omega = 2$ с⁻¹ навколо осі, що перпендикулярна площині диска і проходить через його центр. По прямолінійному пазу CD рухається повзун N за законом $\sigma = CN = 3t^2$ см. Відстань від центра диска до паза $h = 5$ см; $CD = 24$ см. Визначити швидкість і прискорення повзуна N в момент, коли він досягне середини паза CD.

Задача 7. На матеріальну точку маси m діє сила відштовхування $F_x = cx + d$, де c і d – додатні сталі. Знайти рівняння руху точки, якщо в початковий момент $t = 0$ $x = 0$ і $\dot{x} = v_0$.

Задача 8. Матеріальна точка маси m рухається по гладкій поверхні. Її полярні координати r і φ змінюються за законом $r = at + b$, $\varphi = ct + d$, де a , b , c і d – додатні сталі. Знайти силу, під дією якої відбувається цей рух.



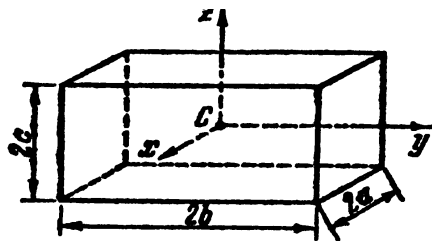
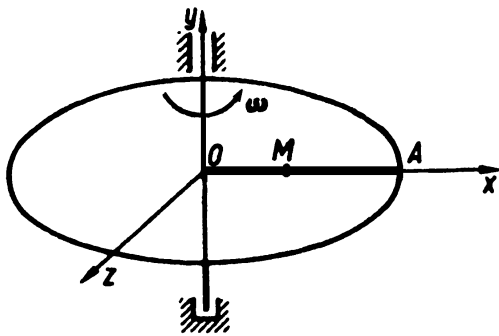
Задача 9. Вантаж маси M прикріплено до нижнього кінця B вертикально розташованої пружини, коефіцієнт жорсткості якої рівний c , а довжина в ненапруженому стані l_0 . Верхній кінець пружини переміщують за законом $a \sin pt$ у вертикальному напрямі. Визначити вимушені коливання вантажу M , прийнявши $m = 0.4$ кг, $c = 39.2$ Н/м, $l_0 = 30$ см, $p = 7$ с⁻¹, $a = 2$ см.



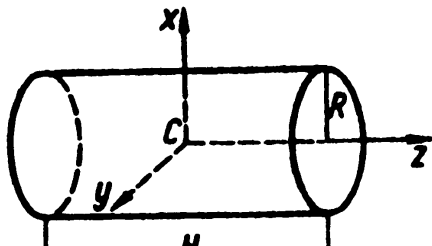
Задача 10. Тілу, що знаходиться на похилій площині, надається початкова швидкість \vec{v}_0 , яка напрямлена вгору. Визначити, з якою швидкістю тіло повернеться в початкове положення, якщо кут нахилу площини α , а коефіцієнт тертя $\mu < \operatorname{tg}\alpha$.

Задача 11. На яку висоту h потрібно запустити супутник по коловій орбіті, щоб його період обертання дорівнював періоду обертання Землі навколо своєї осі (24 год); $g = 9.81 \text{ м/с}^2$, $R = 6.37 \cdot 10^6 \text{ м}$, $T = 8.64 \cdot 10^4 \text{ с}$.

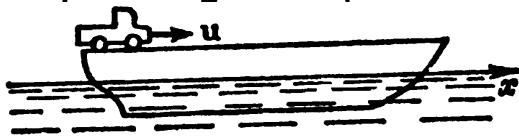
Задача 12. Встановити закон руху кільця M , що рухається вздовж гладенького стрижня OA , якщо маса кільця $m = 2 \text{ кг}$, довжина стрижня $OA = 1 \text{ м}$. Стрижень обертається навколо осі, що проходить через його кінець, з кутовою швидкістю $\omega = 4 \text{ с}^{-1}$. У початковий момент часу ($t = 0$) $OM = 0.6 \text{ м}$, $v_M(t = 0) = 0$. Знайти також силу тиску кільця на стрижень в початковий момент часу.



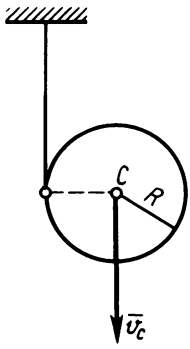
Задача 13. Обчислити моменти інерції однорідного прямокутного паралелепіпеда відносно осей Cx , Cy , Cz , проведених через центр мас паралельно ребрам. Маса паралелепіпеда M , довжини ребер $2a$, $2b$, $2c$.



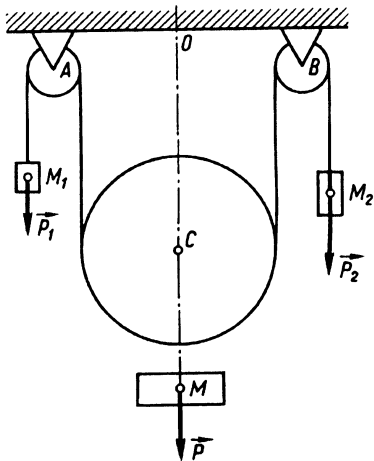
Задача 14. Обчислити момент інерції однорідного прямого циліндра радіусом R і висотою H відносно його осей Cx , Cy , Cz . Маса циліндра M .



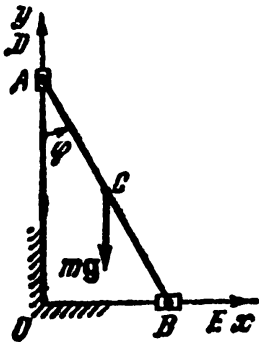
Задача 15. На кормі баржі встановлено автомобіль. В деякий момент часу автомобіль почав переміщуватися по палубі зі швидкістю u_r , направляючись до носу баржі, визначити її швидкість v та швидкість автомобіля u відносно води як функції швидкості u_r . Маса баржі m_1 , а маса автомобіля m_2 .



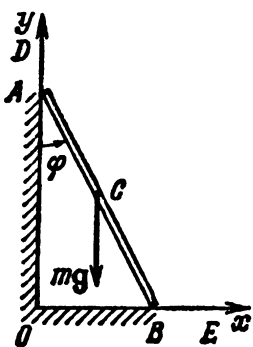
Задача 16. В маятнику Максвелла однорідний циліндр масою m і радіусом R падає вниз без початкової швидкості, розмотуючи нитку, намотану на циліндр. Визначити швидкість осі циліндра в залежності від висоти її опускання.



Задача 17. Через блоки A і B з нерухомими осями перекинута нитка, що підтримує рухомий блок C . Блок C навантажений тягарцем M вагою P . До кінців нитки прикріплено тягарці M_1 і M_2 вагою P_1 і P_2 . Визначити прискорення тягарців та натяг нитки, нехтуючи масами блоків і нитки, а також тертям в осях, якщо $P = 4 \text{ Н}$, $P_1 = 2 \text{ Н}$, $P_2 = 4 \text{ Н}$.



Задача 18. Тонкий однорідний стрижень довжиною l має на кінцях повзуни A і B , які ковзають під дією сили тяжіння стрижня по направляючим OD і OE . Направляючі утворюють прямий кут DOE , розташований у вертикальній площині. Нехтуючи масою повзунів і силами тертя, скласти диференціальне рівняння руху стрижня і знайти його кутову швидкість, якщо направляюча OE горизонтальна.



Задача 19. Тонкий однорідний стрижень довжиною l ковзає під дією сили тяжіння по сторонам прямого кута DOE , розташованого у вертикальній площині. Нехтуючи масою повзунів і силами тертя, скласти диференціальне рівняння руху стрижня і знайти його кутову швидкість, якщо направляюча OE горизонтальна. З'ясувати можливість відриву стрижня від стінки і, якщо такий відрив можливий, знайти при якому куті це відбудеться.

Задача 20. Дві кулі зі слонової кістки маси $m = 1 \text{ кг}$ рухаються одна за одною зі швидкостями $v_1 = 5 \text{ м/с}$, $v_2 = 10 \text{ м/с}$ так, що їхні центри переміщуються по одній прямій. Визначити швидкості u_1 і u_2 куль в кінці удару, а також втрату кінетичної енергії ΔT , якщо коефіцієнт відновлення $k = 8/9$.

Робочу програму складено на підставі типової програми дисципліни „Теоретична механіка”, затвердженої навчально-методичним управлінням з вищої освіти 2 грудня 1986 р., індекс УМУ-0-5/3.

Робочу програму склали: доц. Ливдар В.О., доц. Рейтій О.К.

Підписано до друку	Формат	Офсетний друк.
Умов. друк. арк.	Облік.-вид. арк.	Замовлення №
Тираж екз.	Безплатно.	

Видавництво Ужгородського національного університету
м. Ужгород, вул. Капітульна, 18.