

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Український державний морський технічний університет
імені адмірала Макарова

МЕХАНІКА

***Збірник задач для індивідуальної роботи з курсу
фізики***

Під редакцією М.В.Ушкаця, О.О.Мочалова

Рекомендовано Методичною радою УДМТУ

Миколаїв 2002

УДК 530

Механіка: Збірник задач для індивідуальної роботи з курсу фізики / Під редакцією М.В.Ушкаця, О.О.Мочалова. – Миколаїв: УДМТУ, 2002. – 48 с.

Кафедра фізики

У збірнику наведені задачі з механіки для індивідуальної роботи протягом вивчення загального курсу фізики.

Збірник призначений для студентів усіх факультетів.

Підбір задач здійснили викладачі кафедри фізики: О.О.Таранчук (розділ "Кінематика..."), М.В.Ушкац (розділ "Динаміка матеріальної точки..."), А.Д.Кулік (розділ "Динаміка обертального руху").

Рецензент: канд. фіз.-мат. наук В.П.Фролов.

© Український державний
морський технічний
університет, 2002

© Видавництво УДМТУ, 2002

КІНЕМАТИКА ПОСТУПАЛЬНОГО І ОБЕРТАЛЬНОГО РУХУ

Рівняння руху матеріальної точки. Траєкторія

1. Знайти співвідношення між часом проходження човна вверх по річці та назад і часом проходження такого ж шляху в нерухомій воді. Швидкість руху човна відносно води в обох випадках дорівнює $V_2 = 5$ км/год, швидкість течії річки $V_1 = 2$ км/год.

2. Відома функція $f(S)$, яка визначає залежність похідної dV/dt від пройденого частинкою шляху S , а також відоме значення модуля швидкості V_0 на початку шляху. Написати вираз для модуля швидкості $V(S)$, яку має частинка, коли пройде шлях S .

3. Рух точки заданий рівнянням $x = 12t - 2t^2 + t^3$ (x виражено в м, t – в с). Визначити швидкість руху і прискорення точки в момент часу $t_0 = 5$ с.

4. Рух точки задано рівнянням $x(t) = 15t - 2t^2$. Визначити середню швидкість руху точки в інтервалі часу від $t_1 = 1$ с до $t_2 = 4$ с.

5. Точка рухається за законом $x(t) = 8t - t^3$. Визначити середні прискорення точки за першу і другу секунди від початку відліку часу.

6. Залежність шляху від часу виражається рівнянням $S = S_0 + At^2 - Bt^3$, де A і B – деякі сталі величини. Накресліть загальні графіки залежності швидкості та прискорення від часу. Знайдіть шлях ΔS , пройдений тілом за 3 с, якщо швидкість тіла через 2 с після початку руху дорівнює 3 м/с.

7. Тіло рухається прямолінійно. Залежність пройденого шляху від часу визначається рівнянням $S = (0,5t + t^2)$ м. Визначити: а) за-

лежність швидкості і прискорення від часу; б) середню швидкість тіла за другу секунду; в) шлях, пройдений тілом за п'яту секунду. Накреслити графіки залежності шляху, швидкості та прискорення від часу.

8. Поїзд повертає на закруглену дільницю шляху з початковою швидкістю 54 км/год і проходить шлях 600 м за 30 с, рухаючись рівноприскорено. Радіус повороту 1,0 км. Визначити швидкість і повне прискорення в кінці цього шляху.

9. Автомобіль рухається рівномірно зі швидкістю 72 км/год дугою радіусом 500 м. Визначити тангенціальне і нормальне прискорення.

10. Поїзд проходить поворот радіусом $R = 400$ м, причому його тангенціальне прискорення $a_{\tau} = 0,2$ м/с². Визначити нормальне і повне прискорення в момент, коли швидкість $V = 10$ м/с.

11. Шлях, пройдений точкою по колу радіусом $r = 2$ м, виражається рівнянням $S = at^2 + bt$. Знайти нормальне, тангенціальне та повне прискорення точки через $t = 0,5$ с після початку руху, якщо $a = 3$ м/с², $b = 1$ м/с.

12. Матеріальна точка рухається по колу радіусом 20 см рівноприскорено з тангенціальним прискоренням 5,0 м/с². Через який час після початку руху нормальне прискорення буде більшим від тангенціального у два рази?

13. Матеріальна точка починає рухатись по колу радіусом $r = 10$ см зі сталим тангенціальним прискоренням $a_{\tau} = 0,4$ м/с². Через який проміжок часу вектор повного прискорення \vec{a} утворить з вектором швидкості \vec{V} кут β , що дорівнює 60°? Який шлях пройде за цей час матеріальна точка? На який кут повернеться радіус-вектор точки, проведений з центра кола?

14. Точка нерівномірно рухається по колу радіусом $R = 4$ м. Лінійна швидкість тіла змінюється за законом $V(t) = 1 + 3t$. Знайти повне прискорення a тіла в момент часу $t_1 = 1$ с.

15. Точка рухається по колу зі швидкістю $V = \alpha t$, де $\alpha = 0,5$ м/с². Знайти її повне прискорення в момент, коли вона пройде $\eta = 0,1$ довжини кола після початку руху.

16. * Швидкість течії ріки по її ширині змінюється за законом $V = -4x^2 + 4x + 0,5$, де $x = a/b$ (a – відстань від берега, b – ширина річки). На яку відстань знесе човен течією при переправі, якщо швид-

кість його відносно води дорівнює 2 м/с і спрямована прямо до протилежного берега? Ширина ріки 420 м.

17. * Радіус-вектор матеріальної точки визначається виразом $\vec{r} = (3t^2\vec{i} + 4t^2\vec{j} + 7\vec{k})$ м. Знайти: 1) швидкість \vec{V} і прискорення \vec{a} точки; 2) модуль швидкості в момент $t = 2$ с; 3) шлях S , пройдений протягом перших 10 с руху; 4) модуль переміщення $|\Delta\vec{r}|$ за цей самий час; 5) пояснити отриманий результат.

18. * Радіус-вектор точки A відносно початку координат змінюється з часом t за законом $\vec{r} = \alpha t\vec{i} + \beta t^2\vec{j}$, де α і β – сталі величини, \vec{i} , \vec{j} – орти осей x та y . Знайти: а) рівняння траєкторії точки $y(x)$ і зобразити її графік; б) залежність від часу швидкості \vec{V} , прискорення \vec{a} і модулів цих величин; в) залежність від часу кута φ між векторами \vec{V} і \vec{a} .

19. * Закон руху матеріальної точки має вигляд $x = b_1 + c_1t$, $y = c_2t + d_2t^2$, $z = 0$, де $b_1 = -9$ м; $c_1 = 3$ м/с; $c_2 = 4$ м/с; $d_2 = -1$ м/с². Побудувати графіки залежності $x(t)$, $y(t)$ і траєкторію точки за перші 5 с руху. Знайти вектори швидкості, прискорення і кут між ними в моменти часу $t_1 = 2$ с, $t_2 = 4$ с.

20. * Закон руху матеріальної точки має вигляд $x = b_1t + d_1t^3$, $y = b_2t + c_2t^2$, $z = 0$, де $b_1 = 27$ м/с; $d_1 = -1$ м/с³; $b_2 = 32$ м/с; $c_2 = -8$ м/с². Побудувати траєкторію руху точки протягом перших шести секунд. Визначити дотичне і нормальне прискорення та радіус кривизни траєкторії в момент часу $t_1 = 2$ с.

21. * Точка рухається в площині xu за законом $x = \alpha t$, $y = \alpha t(1 - \beta t)$, де α і β – позитивні сталі. Знайти: а) рівняння траєкторії точки $y(x)$ (зобразити її графічно); б) швидкість V та прискорення a точки в залежності від t ; в) момент часу t_0 , коли кут між швидкістю і прискоренням дорівнює $\pi/4$.

22. * Залежність координат частинки від часу має вигляд $x = \alpha \cos \omega t$, $y = \alpha \sin \omega t$, $z = 0$ (α і ω – сталі величини). 1. Визначити радіус-вектор \vec{r} , швидкість \vec{V} і прискорення \vec{a} частинки, а також їх модулі. 2. Обчислити скалярний добуток векторів \vec{r} і \vec{V} . Що означає одержаний результат? 3. Знайти рівняння траєкторії частинки. 4. В якому напрямі рухається по траєкторії частинка? 5. Охарактеризуйте рух частинки. 6. Як зміниться рух частинки, якщо у виразі для y змінити знак на протилежний?

23. * Матеріальна точка рухається по прямій лінії, зменшуючи свою швидкість із прискоренням, модуль якого залежить від її швидкості V за законом $a = \alpha\sqrt{V}$, де α – позитивна стала. У початковий момент часу швидкість точки дорівнює V_0 . Який шлях вона пройде до зупинки? За який час буде пройдений цей шлях?

24. * Точка рухається по дузі кола радіусом R . Її швидкість залежить від пройденого шляху S за законом $V = \alpha\sqrt{S}$, де α – стала величина. Знайти кут φ між вектором повного прискорення і вектором швидкості у залежності від S .

25. * Точка рухається, зменшуючи свою швидкість, по колу радіусом R так, що в кожний момент часу її тангенціальне і нормальне прискорення по модулю дорівнюють одне одному. У початковий момент часу $t = 0$ швидкість точки дорівнює V_0 . Знайти залежність: а) швидкості точки від часу і від пройденого шляху S ; б) повного прискорення точки від швидкості та пройденого шляху.

26. * Точка рухається по площині так, що її тангенціальне прискорення $a_t = \alpha$, а нормальне прискорення $a_n = \beta t^4$, де α і β – позитивні сталі величини, t – час. У момент $t = 0$ точка знаходилась у стані спокою. Знайти залежність від пройденого шляху S радіуса кривизни R траєкторії точки та її повного прискорення a .

27. * Частинка рухається рівномірно зі сталою швидкістю V по плоскій траєкторії $y(x)$. Знайти радіус кривизни траєкторії і прискорення частинки в точці $x = 0$, якщо траєкторія: а) парабола – $y = \alpha x^2$; б) еліпс – $(x/\alpha)^2 + (y/\beta)^2 = 1$, де α і β – сталі величини.

28. * Точка A знаходиться на ободі колеса радіусом $R = 0,5$ м, яке котиться без ковзання по горизонтальній поверхні зі швидкістю $V = 1$ м/с. Знайти: а) модуль і напрямок прискорення точки A ; б) весь шлях S , який проходить точка A між двома послідовними моментами дотику до поверхні.

29. * Нормальне прискорення точки, що рухається по колу радіусом $r = 4$ м, змінюється за законом $a_n = a + bt + ct^2$. Знайти тангенціальне прискорення точки, шлях, пройдений точкою за час $t_1 = 6$ с після початку руху, і повне прискорення в момент часу $t_2 = 2/3$ с, якщо $a = 1$ м/с², $b = 3$ м/с³, $c = 2,25$ м/с⁴.

30. * Велосипедист їде зі сталою швидкістю V по прямолінійній дільниці шляху. Знайти миттєві лінійні швидкості відносно землі точок, що лежать на ободі колеса: на кінцях вертикального діаметра

ра, горизонтального діаметра і діаметра, повернутого на кут 30° відносно напрямку руху велосипеда.

Рівноприскорений рух. Вільне падіння

31. Відстань між двома автобусними станціями дорівнює $L = 2$ км. Першу половину цієї відстані автобус проходить рівноприскорено, а другу – рівносповільнено так, що початкова і кінцева швидкості (на станціях) дорівнюють нулю. Максимальна швидкість автобуса на перегоні $V_m = 72$ км/год. Визначити час руху автобуса між станціями.

32. Поїзд, що рухається під уклін довжиною $S = 7,5$ км із прискоренням $a = 0,02$ м/с², досяг швидкості $V = 20$ м/с. Знайти початкову швидкість поїзда V_0 і час t його руху під уклін.

33. Спостерігач, який стояв у момент початку руху електропоїзда біля його переднього кінця, помітив, що перший вагон пройшов повз нього за $t = 4,5$ с. Скільки часу рухатиметься повз нього n -й (8-й) вагон, якщо рух електропоїзда рівноприскорений?

34. Куля, що летіла зі швидкістю 400 м/с, потрапляє в земляний насип і проникає в нього на глибину 36 см. Яка швидкість кулі була на глибині 18 см? Скільки часу вона рухалась в середині насипу? З яким прискоренням? Рух кулі вважати рівносповільненим.

35. Куля, що летіла зі швидкістю 500 м/с, потрапляє в земляний насип і проникає в нього на глибину 40 см. На якій глибині швидкість кулі зменшилася в три рази? Рух кулі вважати рівносповільненим.

36. Куля пробиває дошку товщиною 2 см. Швидкість кулі до влучання в дошку $V = 500$ м/с і після вильоту з неї $V_1 = 100$ м/с. Чому дорівнює прискорення кулі при проходженні через дошку і скільки часу вона рухається всередині дошки? Рух кулі вважається рівносповільненим.

37. Тіло рухається рівноприскорено по прямолінійній ділянці шляху. Відомо, що через якийсь час t після початку руху за наступні $\tau = 10$ с тіло пройшло $S = 30$ м і швидкість при цьому зросла в $n = 5$ разів. Визначити прискорення руху тіла.

38. Досягнувши швидкості $V_0 = 108$ км/год, автомобіль починає рухатися рівносповільнено із прискоренням $a = 0,4$ м/с². Через який час його швидкість зміниться в $n = 3$ рази?

39. Реактивний літак з ракетою летить зі швидкістю $V = 900$ км/год. Двигун ракети включається в момент відокремлення від літака і працює $t_1 = 1$ хв. За останні $t_2 = 10$ с роботи двигуна ракета пролетіла відстань $S = 57,5$ км. Визначити середнє прискорення ракети за час t_1 і її швидкість у момент припинення роботи двигуна.

40. Камінь кинуто вертикально вгору з початковою швидкістю $V_0 = 15$ м/с. Через який час він буде на висоті $h = 10$ м?

41. Куля летить вертикально вгору, досягає найвищої точки і вертикально падає вниз. Визначити ті місця, в яких прискорення має найбільше і найменше значення, якщо опір зростає зі збільшенням швидкості.

42. Тіло, вільно падаючи, досягає землі за $t_1 = 4$ с. За який час воно досягло б землі, якщо його кинути з такої ж висоти вертикально вгору з початковою швидкістю $V_0 = 29,4$ м/с?

43. Яка висота башти, якщо кулька, падаючи з вершини башти без початкової швидкості, останні $S = 185$ м пролетіла за $t = 2$ с?

44. Через який проміжок часу τ відірвалися від даху дві дощові краплі, якщо через час t_0 після початку падіння другої краплі відстань між краплями була L ?

45. Запущена з поверхні Землі у вертикальному напрямі ракета рухається зі сталим прискоренням $a = 2g$ протягом $t = 50$ с. Потім двигуни миттєво вимикають. Визначити максимальну висоту підйому ракети. Для обчислення взяти $g = 10$ м/с².

46. Запущену вертикально вгору з початковою швидкістю $V_0 = 400$ м/с ракету потрібно терміново знищити. Для цього з Землі запустили другу ракету з такою ж швидкістю, що і перша. На якій висоті зіткнуться ракети, якщо відомо, що другу ракету запустили в момент досягнення першою найвищої точки свого польоту?

47. З якою швидкістю V_0 треба кинути вертикально вниз тіло з висоти $h = 40$ м, щоб воно впало на поверхню Землі на $\Delta t = 1$ с раніше, ніж тіло, яке вільно падало з тієї ж висоти?

48. Тіло, яке вільно падає, мало в точці A швидкість $V_1 = 40$ м/с, а в точці $B - V_2 = 70$ м/с. Визначити відстань d між точками A і B , а також час t_1 , за який тіло пролетіло відстань AB . Для обчислень взяти $g = 10$ м/с².

49. Тіло кинули вертикально вгору з початковою швидкістю V_1 . Одночасно з найвищої точки, якої може досягти перше тіло, верти-

кально вниз кинули друге тіло зі швидкістю V_2 . На якій висоті і з якими швидкостями зустрінуться тіла?

50. З вишки одночасно кинуто два тіла з однаковою початковою швидкістю V_0 – одне вертикально вгору, друге вертикально вниз. Як з часом змінюватиметься відстань між цими тілами?

51. Два камені падають у шахту. Другий камінь почав падати на 1 с пізніше від першого. Знайти рівняння руху $S(t)$ одного каменя відносно іншого.

52. Два тіла одне за одним через проміжок часу $\Delta t = 0,5$ с кинуть вертикально вгору з однаковою початковою швидкістю $V_0 = 29,4$ м/с. Через який час від моменту кидання першого тіла і на якій висоті вони зустрінуться?

53. Жонглер кидає вертикально вгору м'ячик. Коли м'ячик досягає висоти $h = 4,9$ м (верхньої точки свого шляху), жонглер кидає вгору другий м'ячик з тією самою початковою швидкістю. На якій висоті зіткнуться м'ячі?

54. Тіло вільно падає з висоти $h = 10$ м. У той самий момент друге тіло кинули з висоти $H = 20$ м вертикально вниз. Обидва тіла впали на Землю одночасно. Визначити початкову швидкість другого тіла.

55. Хлопець випустив надуту гарячим повітрям кулю, яка підіймається вертикально вгору зі сталою швидкістю $V_1 = 3$ м/с. Через $t = 5$ с після запуску хлопець кидає вертикально вгору м'яч з початковою швидкістю $V_2 = 28$ м/с. Скільки разів і на яких висотах м'яч зустрінеться з кулею? При якому значенні τ м'яч зустрінеться з кулею тільки один раз?

56. Аеростат починає вертикально підійматися з поверхні Землі з прискоренням $a = 4$ м/с². Через $t = 10$ с з аеростату випав предмет. Визначити час падіння предмета до землі від моменту відокремлення його від аеростату.

57. Парашутист залишає аеростат, який вільно летить на висоті $h_0 = 250$ м. Перші $h_1 = 50$ м він падає вільно, а потім, розкривши парашут, опускається зі сталою швидкістю $V_0 = 4$ м/с. На якій відстані S від місця стрибка (по горизонталі) приземлиться парашутист? Швидкість вітру $V_1 = 2$ м/с і не залежить від висоти.

58. Хлопець, що стоїть на краю скелі, висота якої $h = 180$ м, випустив з рук камінь, а через секунду кинув другий камінь. Якої

швидкості він надав другому каменю, якщо обидва камені впали на землю одночасно?

59. Камінь кинуто вертикально вниз зі швидкістю $V_0 = 4,9$ м/с. Визначити середню швидкість переміщення за перші п'ять секунд, $g = 9,8$ м/с².

60. Визначити, на скільки шлях, пройдений вільно падаючим тілом за n -у секунду, більший шляху, пройденого за попередню $(n - 1)$ секунду, $g = 9,8$ м/с².

61. З башти кинули в горизонтальному напрямі камінь. Через $t = 2$ с камінь упав на Землю на відстані $L = 40$ м від основи башти. Визначити початкову V_0 і кінцеву V швидкості каменя.

62. З крутого берега річки $h = 20$ м кидають горизонтально камінь зі швидкістю $V_0 = 15$ м/с. Через який час камінь досягне поверхні води? З якою швидкістю він упаде у воду? Прискорення вільного падіння взяти $g = 10$ м/с².

63. З якою горизонтальною швидкістю V треба кинути тіло з певної висоти h , щоб пройдений ним у горизонтальному напрямі шлях був у n разів більшим від висоти падіння?

64. Швидкість кулі можна знайти за зниженням її траєкторії h на заданій відстані L при горизонтальному пострілі. Зниження траєкторії визначається за отворами, пробитими кулею в двох вертикальних, розташованих на траєкторії кулі щитах. Знайти з цих даних швидкість кулі V .

65. Тіло кинуто під кутом до горизонту. Показати, що вектор швидкості тіла при його падінні на землю дзеркальносиметричний до вектора початкової швидкості відносно горизонтальної площини.

66. Кинутий горизонтально камінь упав на Землю через $t = 0,5$ с на відстані $L = 5$ м по горизонталі від місця кидання. Знайти кут між вектором швидкості і горизонтом у момент падіння.

67. Літак летить горизонтально на висоті h зі швидкістю V_0 . Пілот повинен скинути пакет у табір партизанів, що лежить попереду літака. Під яким кутом α до горизонту він повинен бачити табір у момент скидання пакету?

68. У вертикальну мішень, що міститься на відстані 50 м, зроблено два постріли в горизонтальному напрямі при однаковій наводці гвинтівки. Внаслідок випадкової відмінності зарядів початкова

швидкість кулі в одному випадку 320 м/с, а в другому – 350 м/с. Яка відстань між точками влучання в мішень?

69. Тіло кинули горизонтально з висоти $H = 10$ м з початковою швидкістю $V_1 = 4$ м/с. Одночасно друге тіло кинули вертикально вгору з поверхні Землі з точки, яка міститься на відстані $L = 2$ м по горизонталі від точки кидання першого тіла. Визначити, яку початкову швидкість V_2 треба надати другому тілу, щоб тіла зіткнулися.

70. Тіло кинуто з початковою швидкістю V_0 під кутом α до горизонту. Знайти швидкість тіла у найвищій точці підйому і в точці його падіння на горизонтальну площину.

71. Під яким кутом до горизонту треба кинути тіло, щоб висота підйому була в $n = 2$ рази більша від дальності польоту?

72. Тіло кинули під кутом $\alpha = 30^\circ$ до горизонту з початковою швидкістю $V_0 = 9,8$ м/с. На якій відстані від точки кидання буде тіло через $t = 0,5$ с?

73. Під яким кутом до горизонту треба кинути тіло, щоб горизонтальна дальність польоту була вдвічі більша за висоту підйому?

74. Доведіть, що дальність польоту тіла, кинутого під кутом α до горизонту, така ж, як і дальність польоту тіла, кинутого під кутом $90^\circ - \alpha$.

75. З якою початковою швидкістю V_0 слід вистрілити ракету під кутом $\alpha = 45^\circ$ до горизонту, щоб вона спалахнула у найвищій точці своєї траєкторії, якщо час горіння запалу ракети $t = 6$ с?

76. Камінь, який кинули з висоти $h = 2,1$ м під кутом $\alpha = 45^\circ$ до горизонту, падає на Землю на відстані $S = 42$ м (у горизонтальному напрямку) від місця кидання. Знайти початкову швидкість каменя, час польоту та максимальну висоту підйому над рівнем Землі. Визначити також радіус кривизни траєкторії в верхній точці та в точці падіння каменя на Землю.

77. Бомбардувальник пікірує під кутом α до горизонту зі швидкістю V_0 . На якій відстані від цілі пілот повинен скинути бомбу на висоті H , щоб вона влучила в ціль?

78. З висоти $h = 21$ м над поверхнею Землі було кинуто камінь під кутом $\alpha = 45^\circ$ до горизонту (вниз), і він упав на Землю на відстані $S = 15$ м по горизонталі від місця кидання. З якою швидкістю було кинуто камінь і скільки часу він летів?

79. Камінь кидають горизонтально з вершини гори, кут нахилу якої до горизонту α . Визначити, з якою швидкістю V_0 було кинуте камінь, якщо він упав на схил на відстані L від вершини.

80. Чому дорівнюють тангенціальне і нормальне прискорення тіла, кинутого під кутом до горизонту, у найвищій точці траєкторії?

81. Тіло кинуте під кутом 60° до горизонту. Знайти тангенціальне і нормальне прискорення тіла в початковий момент часу.

82. У який момент часу тангенціальне прискорення тіла, кинутого горизонтально з початковою швидкістю $19,6$ м/с, дорівнює нормальному?

83. Камінь кинуте горизонтально зі швидкістю 15 м/с. Знайти нормальне і тангенціальне прискорення каменя через $1,0$ с після початку руху.

84. Знайти радіус кривизни траєкторії тіла, кинутого зі швидкістю 20 м/с під кутом 60° до горизонту, у найвищій точці польоту.

85. Тіло кинуте зі швидкістю $14,7$ м/с під кутом 30° до горизонту. Знайти нормальне і тангенціальне прискорення тіла через $1,25$ с після початку руху.

86. * Снаряд вилітає зі ствола гармати зі швидкістю 103 м/с під кутом 60° до горизонту. Знайти найкоротшу відстань від гармати до точки, в якій снаряд розірвався, якщо відомо, що в момент розриву снаряда вектор його швидкості складав з горизонтом кут 45° . Опором повітря знехтувати. $g = 10$ м/с². Відповідь виразити в км.

87. * Ціль, розміщену на пагорбі, видно з місця розташування гармати під кутом β над горизонтом. Відстань по горизонталі від гармати до цілі дорівнює L . Стрільбу ведуть під кутом α до горизонту. Визначити швидкість V_0 снаряда, що влучає в ціль.

88. * Яку початкову швидкість повинен надати м'ячу футболіст при виконанні одинадцятиметрового штрафного удару, щоб м'яч потрапив під верхню перекладину футбольних воріт? Початкова швидкість м'яча спрямована під кутом $\alpha = 30^\circ$ до горизонту, висота воріт $h = 2,8$ м.

89. * Футбольному м'ячу надали швидкість $V_0 = 12$ м/с, і через $t = 0,5$ с він перетнув лінію воріт зі швидкістю 10 м/с. На якій висоті h м'яч влетів у ворота?

90. * Камінь кинули зі швидкістю V_0 під кутом α до горизонту.

Пролетівши по горизонталі відстань S , він влучив у стовбур дерева. Визначити, на якій висоті від землі це сталося.

91. * З поверхні довгої рівної гори, нахиленої під кутом $\alpha = 30^\circ$ до горизонту, кинули камінець у горизонтальному напрямі зі швидкістю $V_0 = 20$ м/с. Визначити час t польоту камінця.

92. * Кулька вільно падає вертикально на похилу площину. Пролетівши відстань 1,0 м, вона пружно відскакує і вдруге падає на цю ж площину. Знайти відстань між точками дотику кульки з площиною, якщо площина утворює з горизонтом кут 30° .

93. * Кулька вільно падає і, пролетівши відстань $H = 9,8$ м, абсолютно пружно співударяється з поверхнею похилої площини. Відразу після удару напрям руху кульки був горизонтальний. Через який час кулька знову вдариться в похилу площину?

94. * Кулька падає на похилу площину, пролетівши висоту $h = 2$ м, і пружно відскакує. На якій відстані від місця падіння вона знову вдариться в ту саму площину? Кут нахилу площини до горизонту $\alpha = 30^\circ$.

95. * Тіло падає з висоти H без початкової швидкості. На висоті h воно абсолютно пружно відбивається від площадки, розташованої під кутом $\alpha = 30^\circ$ до горизонту. Визначити висоту підйому тіла над точкою удару в площадку.

96. * М'яч падає з висоти 1 м, два рази ударяється в похило поставлену дошку. Відстань між точками удару м'яча в дошку 4 м. Удар м'яча в дошку абсолютно пружний. Опором повітря знехтувати. Визначити: а) кут між дошкою і горизонтом; б) рівняння траєкторії м'яча; в) радіус кривизни його траєкторії в точці найбільшого підйому після першого удару.

97. * Пружна кулька падає на похилу стінку, пролетівши перед тим висоту $h = 20$ см. На якій відстані S від місця падіння вона вдариться в стінку вдруге? Кут нахилу стінки до горизонту $\beta = 37^\circ$.

98. * Тіло падає з висоти 4 м. На висоті 2 м воно пружно вдаряється в закріплену площадку, розташовану під кутом 30° до горизонту. Знайти повний час руху тіла і дальність його польоту.

99. * На ідеально гладку похилу площину, що складає з горизонтом кут α , вільно падає абсолютно пружна кулька. Швидкість кульки в момент удару дорівнює V . Визначити відстань між точками першого та другого удару при умові, що площина: а) знаходиться в

спокої; б) піднімається вертикально вгору зі швидкістю U ; в) рухається в горизонтальному напрямку зі швидкістю U . Для випадку "в" проаналізуйте залежність результату від кута α .

100. * З похилої площини, яка створює кут β з горизонтом, кидають тіло масою M зі швидкістю V_0 під кутом α до похилої площини. Знайти відстань L від точки кидання до точки падіння тіла. Тіло падає на похилу площину.

101. * Абсолютно пружну кульку кинута зі швидкістю V_0 під кутом до горизонту. Кулька відбивається від абсолютно пружної вертикальної стіни, яка стоїть на відстані L від точки кидання кульки (рахуючи по горизонталі). На якій відстані від стіни впаде кулька після відбивання? При якій відстані від точки кидання до стіни кулька після відбивання повернеться в точку кидання?

102. * Камінь, кинутий горизонтально, упав на Землю через 0,5 с на відстані 5 м від місця кидання. Визначити: а) висоту, з якої кинуто камінь; б) початкову і кінцеву швидкості руху каменя; в) рівняння траєкторії руху; г) кут між вектором швидкості каменя і горизонтом через 0,2 с після початку руху і радіус кривизни траєкторії в цей момент. Опором повітря знехтувати.

103. * Рух тіла в горизонтальному та вертикальному напрямках визначається рівняннями: $x = 25t$ м; $y = (43t - 4,9t^2)$ м. Визначити: а) рівняння траєкторії руху тіла; б) повне прискорення і швидкість в початковий момент часу; в) найбільшу висоту підйому тіла та дальність його польоту; г) радіус кривизни траєкторії в точці падіння і в точці найбільшого підйому.

104. * М'яч вільно падає з висоти 120 м на горизонтальну площину. При кожному відскоку швидкість його зменшується вдвічі. Побудувати графік швидкості з часом і знайти пройдений м'ячем шлях від початку падіння до повної зупинки.

105. * З точки з координатами x_0, y_0 кинута тіло під кутом α до горизонту з початковою швидкістю V_0 . При цьому на тіло діє попутний горизонтальний вітер, який надає йому стале прискорення a . Знайти час польоту t , найбільшу висоту h_m та дальність польоту x_m .

Кутові характеристики руху при обертанні. Їх зв'язок із лінійними характеристиками

106. Махове колесо після початку обертання досягло кутової швидкості 2 рад/с через 10 обертів. Знайти кутове прискорення колеса.

107. Колесо, обертаючись рівносповільнено, при гальмуванні за $1,0 \text{ хв}$ зменшило свою частоту обертання від 300 до 180 об/хв . Знайти кутове прискорення колеса і кількість обертів, які воно зробило за цей час.

108. Вентилятор робить 900 об/хв . Після вимкнення вентилятор зупинився через 10 с . Знайти кутове прискорення вентилятора, вважаючи, що до зупинки він обертався рівносповільнено.

109. Секундна стрілка годинника зробила 5 обертів. Знайти кут повороту і кутову швидкість стрілки.

110. Маховик мав початкову кутову швидкість $\omega_0 = 2\pi \text{ с}^{-1}$. Зробивши 10 обертів, він внаслідок тертя в підшипниках зупинився. Знайти кутове прискорення маховика, вважаючи його сталим.

111. З якою лінійною швидкістю обертається Земля навколо Сонця, якщо радіус її орбіти $1,5 \cdot 10^8 \text{ км}$?

112. З якою лінійною швидкістю рухаються точки екватора при обертанні Землі навколо своєї осі? Радіус Землі $6,37 \cdot 10^3 \text{ км}$.

113. Тіло рівномірно рухається по колу радіусом $2,0 \text{ м}$, роблячи 120 об/хв . Знайти: а) частоту й період обертання тіла; б) лінійну та кутову швидкості руху.

114. З якою кутовою швидкістю потрібно обертати барабан лебідки діаметром $d = 20 \text{ см}$, щоб рівномірно підняти вагу на висоту $h = 60 \text{ м}$ за час $t = 2 \text{ хв}$?

115. Через блок радіусом $R = 50 \text{ мм}$, який обертається навколо закріпленої горизонтальної осі, перекинута нерозтяжна нитка. Ваги, що прив'язані до кінців нитки, рухаються зі сталою швидкістю $V = 20 \text{ см/с}$ відносно один одного. Визначити кутову швидкість обертання блока ω . Нитка не ковзає по поверхні блоку.

116. Камінь обертають на шнурку довжиною $0,5 \text{ м}$ у вертикальній площині з частотою $3,0 \text{ об/с}$. На яку висоту злетить камінь, якщо шнурок обірветься в той момент, коли швидкість каменя буде направлена вертикально вгору?

117. Автомобіль рухається зі швидкістю 60 км/год. Скільки обертів за секунду роблять його колеса, якщо вони котяться по шосе без ковзання, а зовнішній діаметр покришок коліс 60 см? Визначити також доцентрове прискорення зовнішнього шару покришок його коліс.

118. Для обчислення доцентрового прискорення можна скористатися виразами: $a_n = V^2/R$ і $a_n = \omega^2 R$. З першої рівності випливає, що доцентрове прискорення обернено пропорційно відстані рухомої точки до осі обертання, а з другої – залежність між прискоренням і радіусом обертання є прямою. У чому тут справа?

119. Колесо турбіни радіусом $R = 1$ м приводять в обертання із стану спокою, при цьому за одну хвилину при рівноприскореному русі воно має досягнути кутової швидкості $\omega = 24 \text{ с}^{-1}$. Визначити: а) кутове прискорення в цей момент, число обертів, яке зробить колесо, лінійну швидкість точок обода колеса при цій кутовій швидкості; б) кут між повним лінійним прискоренням і лінійною швидкістю через 10 с після початку руху.

120. Колесо радіусом 0,5 м котиться без проковзування по горизонтальній дорозі зі швидкістю 1,0 м/с. Визначити прискорення точок, які лежать на кінцях вертикального і горизонтального діаметрів відносно землі.

121. Автомобіль рухається прямолінійно зі сталою швидкістю $V = 20$ м/с. Яке повне прискорення верхньої точки його колеса? Радіус колеса дорівнює 0,25 м.

122. Знайти кутову швидкість обертання Землі навколо своєї осі та лінії швидкості точок на екваторі і на географічній широті $\varphi = 56^\circ$.

123. Літак летить зі швидкістю $V_0 = 360$ км/год. На якій географічній широті його екіпажеві здаватиметься, що Сонце нерухомо стоїть на небі?

124. Махове колесо радіусом $R = 1$ м починає рухатися зі стану спокою і обертається рівноприскорено. Через $t_1 = 10$ с точка, що лежить на його ободі, має швидкість $V_1 = 100$ м/с. Знайти швидкість, а також нормальне, дотичне і повне прискорення цієї точки в момент часу $t_2 = 15$ с.

125. Диск радіусом $R = 20$ см починає обертатися з кутовим прискоренням $\varepsilon = 3 \text{ с}^{-2}$. Через який час точка, яка лежить на його краю, буде мати повне прискорення 75 см/с^2 ?

126. Тіло починає рух зі стану спокою і обертається зі сталим кутовим прискоренням $\varepsilon = 0,04 \text{ с}^{-2}$. Через який час точка, що належить до цього тіла, буде мати повне прискорення, спрямоване під кутом 45° до її швидкості?

127. Диск починає рух без початкової швидкості і обертається рівноприскорено. Яким буде кут між вектором швидкості і вектором прискорення довільної точки диску, коли він зробить один оберт?

128. Тіло починає обертатися зі сталим кутовим прискоренням $\beta = 0,04 \text{ с}^{-2}$. Через який час після початку обертання повне прискорення буде спрямоване під кутом $\alpha = 76^\circ$ до напрямку швидкості?

129. Тіло обертається рівносповільнено з початковою швидкістю $v_0 = 1200$ об/хв і зупиняється, зробивши $N = 2100$ обертів. Знайти величину кутового прискорення і час, протягом якого відбувалася зупинка тіла.

130. Колесо обертається зі сталим кутовим прискоренням 2 с^{-2} . Через $0,5$ с після початку руху повне прискорення точок на ободі колеса стало $13,6 \text{ см/с}^2$. Знайти радіус колеса.

131. Колесо обертається зі сталим кутовим прискоренням 2 с^{-2} . Через 1 с після початку руху повне лінійне прискорення точок на ободі колеса дорівнює $2,7 \text{ м/с}^2$. Визначити: а) кут, утворений вектором повного лінійного прискорення з вектором лінійної швидкості в цей момент; б) залежність шляху від часу для точок на ободі колеса; в) радіус колеса.

132. Матеріальна точка рухається по колу радіусом 10 см зі сталим по величині кутовим прискоренням $0,5 \text{ с}^{-2}$. Визначити: а) повне лінійне прискорення точки через 2 с після початку обертання; б) її нормальне прискорення через один оберт; в) кут між вектором повного прискорення і радіусом кола. Скільки обертів зробить точка через 10 с після початку руху?

133. Два колеса починають обертатися одночасно. Через 10 с друге колесо випереджає перше на один повний оберт. Кутове прискорення першого колеса $0,1 \text{ с}^{-2}$. Визначити кутове прискорення другого колеса. Скільки обертів зробить кожне колесо за 20 с від початку руху?

134. Колесо обертається навколо нерухомої осі так, що залежність кута його повороту від часу $\varphi = \beta t^2$, де $\beta = 0,2 \text{ с}^{-2}$. Знайти повне

прискорення a точки на ободі колеса в момент $t = 2,5$ с, якщо швидкість точки в цей момент часу $V = 0,65$ м/с.

135. Маховик радіусом 2 м починає рухатись. Рівняння руху точки, що знаходиться на ободі, $S = 0,2t^2$ м. Через деякий час точка на ободі має лінійну швидкість 5 м/с. Для цього моменту часу визначити: а) нормальне та тангенціальне прискорення точки ободу; б) кутові швидкість та прискорення маховика; в) скільки обертів зробить маховик від початку руху.

136. Знайти величину кутового прискорення точки лопатки турбіни, розташованої на відстані 1000 мм від осі обертання, через 15 с після пуску турбіни, якщо залежність лінійної швидкості цієї точки від часу виражається рівнянням $V = at - bt^2$, де $a = 2$ м/с²; $b = 0,8$ м/с³.

137. Тверде тіло обертається навколо нерухомої осі за законом $\varphi = at^2 - bt^3$, де $a = 6$ с⁻², $b = 2$ с⁻³. Знайти: а) середні значення кутової швидкості і кутового прискорення за проміжок часу від $t = 0$ до зупинки; б) кутове прискорення в момент зупинки тіла.

138. Залежність кута повороту радіуса колеса від часу задана рівнянням $\varphi = 4 + 5t - t^3$. Знайти в кінці першої секунди обертання кутову швидкість колеса, а також лінійну швидкість і повне прискорення точки, що лежить на ободі колеса. Радіус колеса 2 см.

139. Тіло обертається так, що залежність кутової швидкості від часу задається рівнянням $\omega = 2 + 0,5t$. Знайти повне число обертів, здійснених тілом за 20 с після початку обертання.

140. Тіло обертається таким чином, що кут повороту відносно нерухомої осі змінюється за законом $\varphi(t) = 16t + 2t^2 - t^3$. Знайти середню кутову швидкість тіла в інтервалі часу від $t_1 = 2$ с до $t_2 = 4$ с.

141. * Колесо обертається так, що залежність кута повороту радіуса колеса від часу визначається рівнянням $\varphi = 1 + 2t - 2t^3$. Нормальне прискорення точок, які лежать на ободі колеса під кінець другої секунди руху, дорівнює 200 м/с². Знайти радіус колеса і визначити залежність від часу кутової та лінійної швидкостей, кутового та повного лінійного прискорень для точок, що лежать на ободі колеса. Визначити вектор середнього повного прискорення цих точок протягом першого оберту колеса.

142. * Кут повороту деякого тіла відносно нерухомої осі задається рівнянням $\varphi(t) = t - 2t^4$. Знайти середнє кутове прискорення обертання тіла за другу секунду від початку відліку часу і порівняти

його із середнім арифметичним від миттєвих прискорень на початку та наприкінці тієї ж секунди.

143. * Автомобіль зрушує з місця і рухається зі сталим прискоренням 1 м/с^2 . Яке повне прискорення верхньої точки його колеса відносно землі через 1 с після початку руху?

144. * Обруч радіусом $R = 0,5 \text{ м}$ котиться без проковзування по горизонтальній поверхні. Кутова швидкість обертання обруча $\omega = (2/3)\pi \text{ рад/с}$. У певний момент часу точка A обруча дотикається до поверхні. Яким буде значення швидкості точки A через $t = 0,5 \text{ с}$ після цього моменту з точки зору нерухомого спостерігача?

145. * Колесо радіуса r котиться без ковзання по прямолінійній дільниці шляху з кутовою швидкістю ω . При цьому точка M , яка знаходиться на ободі колеса, рухається по траєкторії, параметричні рівняння якої: $x = r(\omega t - \sin\omega t)$; $y = r(1 - \cos\omega t)$. Визначити залежність лінійної швидкості від часу та координати точок траєкторії з найменшою і найбільшою лінійними швидкостями відносно нерухомого спостерігача.

146. * Коли автомобіль повертає, його колесо радіусом $r = 0,75 \text{ м}$ котиться по колу радіусом $R = 6 \text{ м}$ у горизонтальній площині. При цьому центр колеса рухається зі сталою швидкістю $V = 1,5 \text{ м/с}$. Визначити: а) кутову швидкість і кутове прискорення колеса; б) кут, утворений вектором кутової швидкості з вертикаллю.

147. * При гальмуванні махового колеса його кутове прискорення змінюється за законом $\epsilon = a - b\omega$. Чому дорівнює кутова швидкість маховика через $t \text{ с}$ після початку дії гальмівної сили, якщо перед гальмуванням вона дорівнювала ω_0 ?

148. * Тверде тіло обертається навколо нерухомої осі за законом $\omega = \omega_0 - a\varphi$, де ω_0 , a – позитивні сталі. У момент часу $t = 0$ кут $\varphi = 0$. Знайти залежність від часу: а) кута повороту; б) кутової швидкості.

149. * Тіло обертається навколо вертикальної осі з кутовою швидкістю ω_1 і одночасно – навколо горизонтальної осі, що перетинається з вертикальною, з кутовою швидкістю $\omega_2 = 3\omega_1$. Яким буде результуючий рух тіла?

150. * Куля, насаджена на горизонтальну вісь, котиться по площині, описуючи коло радіусом $R = 26 \text{ см}$. Радіус кулі $r = 14 \text{ см}$. Визначити повну кутову швидкість кулі та її нахил до горизонту, якщо центр кулі має лінійну швидкість $V = 50 \text{ см/с}$.

ДИНАМІКА МАТЕРІАЛЬНОЇ ТОЧКИ. РОБОТА СИЛИ. ЗАКОНИ ЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ПОСТУПАЛЬНОМУ РУСІ

Вага тіл. Реакція опори. Сила тертя

151. Знайти вагу людини масою 60 кг у ліфті, що рухається вгору з прискоренням $1,5 \text{ м/с}^2$.

152. Знайти вагу людини масою 70 кг у ліфті, що рухається вниз з прискоренням 2 м/с^2 .

153. З яким прискоренням повинен рухатись ліфт, щоб людина масою 70 кг важила в ньому 600 Н?

154. З яким прискоренням повинен рухатись ліфт, щоб людина масою 70 кг важила в ньому 900 Н?

155. У скільки разів вага тіла, що рухається вниз з прискоренням $0,5g$, менше його ваги у стані спокою?

156. У скільки разів вага тіла, що рухається вгору з прискоренням $0,3g$, більше його ваги у стані спокою?

157. Знайдіть, вантаж якої маси може підіймати кран з прискоренням 1 м/с^2 , якщо максимальна сила, яку витримує трос, – 10000 Н.

158. Знайдіть, з яким максимальним прискоренням може підіймати кран вантаж масою 800 кг, якщо максимальна сила, яку витримує трос, – 10000 Н.



Рис. 1

159. Знайдіть силу, з якою куля масою 3 кг і радіусом 10 см тисне на стінку (рис.1). Довжина нитки, до якої підвішена куля (від центру кулі до точки підвісу), – 30 см.

160. Який шлях до повної зупинки пройде поїзд при гальмуванні, рухаючись зі швидкістю 70 км/год, якщо коефіцієнт тертя для нього 0,3?

161. За який час повністю зупиниться поїзд при гальмуванні, рухаючись зі швидкістю 70 км/год, якщо коефіцієнт тертя для нього 0,4?

162. Потяг при гальмуванні з початковою швидкістю 50 км/год пройшов до повної зупинки шлях 200 м. Знайдіть коефіцієнт тертя під час гальмування.

163. Потяг при гальмуванні з початковою швидкістю 50 км/год повністю зупинився за 7 с. Знайдіть коефіцієнт тертя під час гальмування.

164. З якою швидкістю рухався потяг, якщо при гальмуванні він пройшов до повної зупинки шлях 200 м? Коефіцієнт тертя під час гальмування 0,3.

165. З якою швидкістю рухався потяг, якщо при гальмуванні він зупиняється за 5 с? Коефіцієнт тертя під час гальмування 0,5.

166. З якою швидкістю рухався автомобіль, якщо його гальмівний шлях складає 30 м, а коефіцієнт тертя коліс із поверхнею дороги 0,5?

167. Знайти коефіцієнт тертя тіла з поверхнею, якщо відомо, що при початковій швидкості 10 м/с його гальмівний шлях складає 5 м.

168. Знайти силу тяги двигуна автомобіля масою 800 кг коли він рухається з прискоренням 2 м/с^2 , якщо коефіцієнт тертя коліс автомобіля з дорогою дорівнює 0,02.

169. Знайти масу автомобіля, якщо при прискоренні 2 м/с^2 його двигун розвиває силу 15 кН. Коефіцієнт тертя коліс автомобіля з дорогою дорівнює 0,02.

170. Знайти прискорення автомобіля масою 600 кг, якщо його двигун розвиває силу 15 кН. Коефіцієнт тертя коліс автомобіля з дорогою дорівнює 0,02.

171. Знайти коефіцієнт тертя коліс автомобіля масою 800 кг, з дорогою, якщо він рухається з прискоренням 1 м/с^2 , коли його двигун розвиває силу тяги 16 кН.

172. Коефіцієнт тертя тіла з деякою поверхнею 0,05. При однаковій початковій швидкості тіла його гальмівний шлях на цій поверхні в два рази менший, ніж на іншій поверхні. Знайдіть коефіцієнт тертя цього тіла з другою поверхнею.

173. Під час гальмування поверхня бензину в баці автомобіля утворює кут 30° по відношенню до горизонту. З яким прискоренням гальмує автомобіль?

174. Автомобіль рухається із постійним прискоренням 1 м/с^2 . Який кут утворює поверхня бензину в баці автомобіля по відношенню до горизонту?

175. Знайдіть коефіцієнт тертя коліс автомобіля з поверхнею

дороги, якщо відомо, що при гальмуванні іграшка, підвішена у салоні, відхилилась на кут 35° від вертикалі.

176. На який кут відхилиться від горизонту поверхня бензину в автомобілі під час гальмування, якщо коефіцієнт тертя його коліс з поверхнею дороги, коли він гальмує, 0,4?

177. З якою швидкістю рухався автомобіль, якщо його гальмівний шлях складає 30 м, а іграшка, підвішена у салоні, була відхилена на 40° від вертикалі?

178. Знайти силу тяги двигуна автомобіля масою 800 кг, якщо коефіцієнт тертя коліс автомобіля з поверхнею дороги дорівнює 0,02, а іграшка, підвішена у салоні, відхиляється на 15° від вертикалі.

179. Кулька, підвішена на нитці довжиною 1 м, обертається в горизонтальній площині з періодом 2 с. Знайти кут, що утворює нитка з вертикаллю.

180. З якою кутковою швидкістю повинна обертатись навколо вертикальної осі кулька на нитці довжиною 0,5 м для того, щоб нитка утворювала кут 45° з вертикаллю?

181. Знайти довжину нитки, до якої підвішена кулька, якщо при обертанні цієї кульки в горизонтальній площині з частотою 30 об/хв нитка утворює кут 30° з вертикаллю.

182. На столі лежить канат певної довжини таким чином, що частина канату вільно звисає зі столу. Яка найменша частина довжини канату повинна лежати на столі для того, щоб він не зісковзував? Коефіцієнт тертя канату з поверхнею столу 0,2.

183. На столі лежить канат певної довжини таким чином, що частина канату вільно звисає зі столу. Знайдіть коефіцієнт тертя канату з поверхнею столу, якщо він починає зісковзувати зі столу тоді, коли вільно звисає чверть його довжини.

184. Диск радіусом 40 см обертається навколо вертикальної осі. На його краю лежить тіло. При якому числі обертів за хвилину тіло зісковзне з диска, якщо коефіцієнт тертя 0,4?

185. Диск радіусом 40 см обертається навколо вертикальної осі. На його краю лежить тіло. Знайдіть коефіцієнт тертя тіла з поверхнею диску, якщо воно починає зісковзувати з диску при 20 обертах на хвилину.

186. Тіло починає зісковзувати з похилої поверхні лише тоді,

коли вона утворює кут 45° з горизонтом. Знайдіть коефіцієнт тертя тіла з цією поверхнею.

187. Коефіцієнт тертя тіла з поверхнею 0,5. На який максимальний кут можна нахилити площину, щоб тіло не зісковзувало з неї?

188. Тіло зісковзує з похилої поверхні з прискоренням $0,6 \text{ м/с}^2$. Знайдіть кут нахилу поверхні до горизонту, якщо коефіцієнт тертя 0,2.

189. Тіло зісковзує з поверхні, нахиленої під кутом 30° до горизонту, з прискоренням 3 м/с^2 . Знайдіть коефіцієнт тертя.

190. З яким прискоренням буде рухатись тіло по нахиленій під кутом 30° до горизонту площині, якщо коефіцієнт тертя тіла з цією поверхнею 0,1?

191. Знайдіть силу тяги двигуна автомобіля масою 700 кг, що рухається вгору з прискоренням $0,7 \text{ м/с}^2$, якщо дорога утворює кут 25° із горизонтом. Тертя не враховувати.

192. З якою силою повинен гальмувати автомобіль масою 800 кг для того, щоб рухатись рівномірно вниз по дорозі, нахиленій під кутом 15° ?

193. Знайдіть коефіцієнт тертя тіла з поверхнею площини, нахиленої під кутом 35° до горизонту, якщо тіло ковзає з неї з прискоренням $0,3 \text{ м/с}^2$.

194. Яку силу тяги розвиває двигун автомобіля масою 900 кг, що рівномірно рухається вгору по дорозі нахиленій під кутом 15° до горизонту? Тертя не враховувати.

195. За який час тіло пройде шлях 1 м, зісковзуючи з площини, нахиленої під кутом 40° до горизонту, якщо його початкова швидкість дорівнює нулю, а коефіцієнт тертя – 0,15?

196. Чому дорівнює коефіцієнт тертя тіла з поверхнею площини, нахиленої під кутом 20° до горизонту, якщо тіло зісковзує з цієї поверхні рівномірно?

197. * Яку силу тяги розвиває двигун автомобіля масою 800 кг, що рівномірно рухається вгору по дорозі, нахиленій під кутом 25° до горизонту? Коефіцієнт тертя 0,02.

198. * Знайдіть силу тяги двигуна автомобіля масою 900 кг, що рухається вгору з прискоренням $0,5 \text{ м/с}^2$, якщо дорога утворює кут 20° із горизонтом. Коефіцієнт тертя 0,02.

199. * З якою силою повинен гальмувати автомобіль масою

700 кг для того, щоб його гальмівний шлях на дорозі, нахилений під кутом 25° до горизонту, склав 30 м? Початкова швидкість автомобіля вгору по дорозі 60 км/год.

200. * З якою силою повинен гальмувати автомобіль масою 700 кг для того, щоб його гальмівний шлях на дорозі, нахилений під кутом 25° до горизонту, склав 30 м? Початкова швидкість автомобіля вниз по дорозі 60 км/год.

201. * Яку силу тяги розвиває двигун автомобіля масою 800 кг, що рухається з прискоренням 10 м/с^2 вниз по дорозі, нахилений під кутом 25° до горизонту? Коефіцієнт тертя 0,02.

202. * Під яким кутом до горизонту нахилена площина довжиною 1 м, якщо певне тіло зісковзує з неї за 1 с, а коефіцієнт тертя – 0,15?

203. * За другу секунду руху тіло зісковзує на 2 м з площини, нахиленої під кутом 30° до горизонту. Знайдіть коефіцієнт тертя.

204. * Тіло з початковою швидкістю 5 м/с рухається по інерції вгору по площині, що утворює кут 45° з горизонтом. Знайти шлях вздовж площини, який пройде тіло до повної зупинки, і відповідний час підйому, якщо коефіцієнт тертя 0,2.

205. * Тіло за 3 с зісковзнуло з площини довжиною 1,8 м, яка нахилена під кутом 30° до горизонту. Знайти коефіцієнт тертя тіла з поверхнею і кінцеву швидкість тіла.

206. * Тіло, рухаючись по інерції до повної зупинки, за 5 с пройшло шлях 1,25 м вздовж похилої площини, що утворює кут 35° з горизонтом. Знайдіть коефіцієнт тертя тіла з поверхнею і початкову швидкість тіла.

207. * Тіло з початковою швидкістю 6 м/с рухається по інерції вгору по площині, що утворює кут 35° з горизонтом, і проходить до повної зупинки шлях 1,2 м. Знайти час підйому тіла. Який час тіло буде зісковзувати з цієї поверхні (пройде той самий шлях вниз з нульовою початковою швидкістю)?

208. * Тіло з початковою швидкістю 6 м/с рухається по інерції вгору по площині, що утворює кут 35° з горизонтом, і повністю зупиняється через 2 с. Знайдіть коефіцієнт тертя тіла з поверхнею.

209. * Одне тіло починає зісковзувати з поверхні довжиною 2 м, нахиленої під кутом 30° до горизонту, з початковою швидкістю 5 м/с, а інше тіло з такою самою початковою швидкістю починає руха-

тись вгору по тій самій площині. Нехтуючи силами тертя, знайдіть, у скільки разів час підйому другого тіла буде більше часу спуску першого тіла.

210. * Тіло зісковзує з площини довжиною 3 м, яка нахилена під кутом 30° до горизонту, і має кінцеву швидкість 5 м/с. Який шлях пройде те ж саме тіло по цій поверхні, рухаючись по інерції вгору з початковою швидкістю 5 м/с?

211. * Якась поверхня нахилена під кутом 30° до горизонту. Коефіцієнт тертя тіла з цією поверхнею 0,15. В одному випадку тіло зісковзує з площини, а в іншому рухається по інерції вгору. В якому випадку і у скільки разів модуль повного прискорення тіла буде більшим?

Динаміка системи зв'язаних тіл

212. Два тіла масами $m_1 = 1$ кг та $m_2 = 1,5$ кг підвішені на нитці, що перекинута через безінерційний блок, як показано на рис.2. Вважаючи нитку невагомою і нерозтяжною, знайдіть прискорення обох тіл та силу натягу нитки.

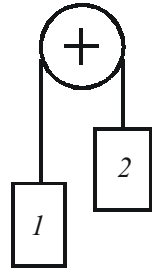


Рис.2

213. Два вантажі підвішені на нитці, що перекинута через безінерційний блок, як показано на рис.2. У скільки разів маса одного вантажу повинна бути більше маси іншого, для того щоб вантажі рухались із прискоренням 1 м/с^2 ?

214. Три вантажі масами $m_1 = 3$ кг, $m_2 = 1,5$ кг та $m_3 = 1$ кг з'єднані двома нитками і перекинута через безінерційний блок, як показано на рис.3. Вважаючи нитки невагомими і нерозтяжними, знайдіть прискорення вантажів та силу натягу обох ниток.

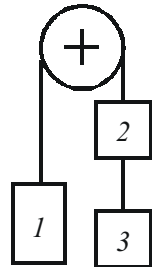


Рис.3

215. Три вантажі з'єднані двома нитками і перекинута через безінерційний блок, як показано на рис.3. Вважаючи нитки невагомими і нерозтяжними, знайдіть масу m_3 третього вантажу, якщо прискорення вантажів 1 м/с^2 , а маси першого і другого $m_1 = 5$ кг та $m_2 = 1$ кг (перший вантаж опускається, другий і третій підіймаються).

216. У зв'язаній невагомими і нерозтяжними нитками системі тіл (див. рис.3) маса першого тіла $m_1 = 2$ кг. Знайти маси другого і тре-

того тіл, якщо вони опускаються із прискоренням 3 м/с^2 , а сила натягу нитки, до якої підвішене третє тіло, 10 Н .

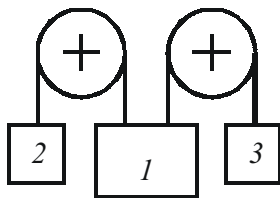


Рис.4

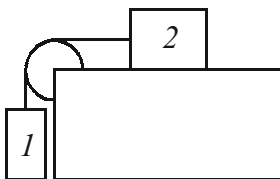


Рис.5

220. * Два тіла зв'язані невагомою і нерозтяжною ниткою (див. рис.5), маса першого тіла $m_1 = 1 \text{ кг}$. Яку мінімальну масу m_2 може мати друге тіло для того, щоб система залишалась нерухомою? Коефіцієнт тертя $0,1$.

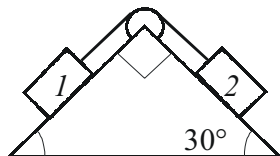


Рис.6

222. * Два тіла зв'язані невагомою і нерозтяжною ниткою (див. рис.6), маса другого тіла $m_2 = 3 \text{ кг}$. Яку максимальну масу m_1 може мати перше тіло для того, щоб система залишалась нерухомою? Коефіцієнт тертя $0,1$.

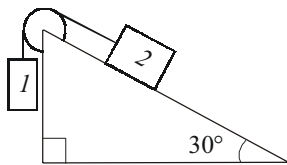


Рис.7

217. * У зв'язаній невагомими і нерозтяжними нитками системі тіл (рис.4) маси дорівнюють $m_1 = 3 \text{ кг}$, $m_2 = 1 \text{ кг}$, $m_3 = 2 \text{ кг}$. Знайти прискорення тіл і сили натягу ниток. Блоки вважати безінерційними.

218. * У зв'язаній невагомою і нерозтяжною ниткою системі тіл (рис. 5) маси дорівнюють $m_1 = 3 \text{ кг}$, $m_2 = 1 \text{ кг}$. Знайти прискорення тіл і силу натягу нитки. Блок вважати безінерційним. Коефіцієнт тертя $0,1$.

219. * Два тіла зв'язані невагомою і нерозтяжною ниткою (див. рис.5), маса другого тіла $m_2 = 4 \text{ кг}$. Яку максимальну масу m_1 може мати перше тіло для того, щоб система залишалась нерухомою? Коефіцієнт тертя $0,1$.

221. * У зв'язаній невагомою і нерозтяжною ниткою системі тіл (рис.6) маси дорівнюють $m_1 = 4 \text{ кг}$, $m_2 = 1 \text{ кг}$. Знайти прискорення тіл і силу натягу нитки. Блок вважати безінерційним. Коефіцієнт тертя $0,1$.

223. * У зв'язаній невагомою і нерозтяжною ниткою системі тіл (рис.7) маси дорівнюють $m_1 = 3 \text{ кг}$, $m_2 = 1 \text{ кг}$. Знайти прискорення тіл і силу натягу нитки. Блок вважати безінерційним. Коефіцієнт тертя $0,1$.

224. * Два тіла зв'язані невагомою і не-

розтяжною ниткою (див. рис.7), маса другого тіла $m_2 = 4$ кг. Яку максимальну масу m_1 може мати перше тіло для того, щоб система залишалась нерухомою? Коефіцієнт тертя 0,1.

225. * Два тіла зв'язані невагомою і нерозтяжною ниткою (див. рис.7), маса першого тіла $m_1 = 2$ кг. Яку мінімальну масу m_2 може мати друге тіло для того, щоб система залишалась нерухомою? Коефіцієнт тертя 0,1.

226. * У зв'язаній невагомими і нерозтяжними нитками системі тіл (рис.8) маси дорівнюють $m_1 = 4$ кг, $m_2 = 1$ кг, $m_3 = 2$ кг. Знайти прискорення тіл і сили натягу ниток. Блоки вважати безінерційними. Коефіцієнт тертя 0,1.

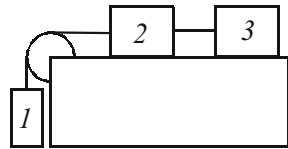


Рис.8

227. * У зв'язаній невагомими і нерозтяжними нитками системі тіл (див. рис.8) маси дорівнюють $m_1 = 3$ кг, $m_2 = 1$ кг. Яку мінімальну масу m_3 може мати третє тіло для того, щоб система залишалась нерухомою? Коефіцієнт тертя 0,1.

228. * У зв'язаній невагомими і нерозтяжними нитками системі тіл (рис.9) маси дорівнюють $m_1 = 5$ кг, $m_2 = 1$ кг, $m_3 = 2$ кг. Знайти прискорення тіл і сили натягу ниток. Блоки вважати безінерційними. Коефіцієнт тертя 0,1.

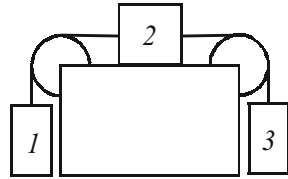


Рис.9

229. * У зв'язаній невагомими і нерозтяжними нитками системі тіл (див. рис.9) маси дорівнюють $m_1 = 4$ кг, $m_3 = 2$ кг. Яку мінімальну масу m_2 може мати друге тіло для того, щоб система залишалась нерухомою? Коефіцієнт тертя 0,1.

230. * У зв'язаній невагомими і нерозтяжними нитками системі тіл (рис.10) маси дорівнюють $m_1 = 1$ кг, $m_2 = 2$ кг, $m_3 = 5$ кг. Знайти прискорення тіл і сили натягу ниток. Блоки вважати безінерційними. Коефіцієнт тертя 0,1.

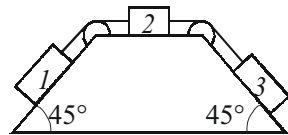


Рис.10

231. * У зв'язаній невагомими і нерозтяжними нитками системі тіл (див. рис.10) маси дорівнюють $m_1 = 1$ кг, $m_3 = 6$ кг. Яку мінімальну масу m_2 може мати друге тіло для того, щоб система залишалась нерухомою? Коефіцієнт тертя 0,1.

Робота сили. Закони збереження

232. Кран рівномірно зі швидкістю 1 м/с підіймає вантаж масою 700 кг . Яку роботу виконує кран за кожні 5 с підйому? Тертям знехтувати.

233. Кран рівномірно зі швидкістю 1 м/с підіймає вантаж масою 700 кг . Яку роботу виконує кран на кожних 5 м підйому? Тертям знехтувати.

234. Яку роботу здійснює кран, підіймаючи вантаж масою 500 кг з прискоренням $0,3 \text{ м/с}^2$ на висоту 20 м ?

235. Яку роботу здійснює кран, підіймаючи вантаж масою 500 кг з прискоренням $0,3 \text{ м/с}^2$ за перші 5 с підйому?

236. Знайдіть роботу двигуна ліфта, яку він здійснює при рівномірному підйомі на висоту 10 м . Маса ліфта 300 кг . Під час руху на ліфт діє сила тертя 200 Н .

237. Кран підіймає вантаж масою 600 кг на висоту 10 м зі сталим прискоренням $0,2 \text{ м/с}^2$. Під час підйому на вантаж і на трос, до якого він підвішений, діє сила тертя 400 Н . Яку роботу виконує кран?

238. Кран підіймає вантаж масою 600 кг зі сталим прискоренням $0,2 \text{ м/с}^2$. Під час підйому на вантаж і на трос, до якого він підвішений, діє сила тертя 400 Н . Яку роботу виконує кран за першу, другу і третю 1 с підйому?

239. Ліфт масою 400 кг підіймається вгору протягом 10 с , причому першу секунду він рухається з прискоренням $0,5 \text{ м/с}^2$, а останню секунду гальмує з таким самим прискоренням (весь час, що залишився, ліфт рухається рівномірно). Знайдіть повну роботу, яку здійснив двигун ліфта, якщо під час всього підйому на ліфт діяла сила тертя 300 Н .

240. Перші 5 с кран підіймає вантаж масою 500 кг з прискоренням $0,2 \text{ м/с}^2$, а потім ще 5 с гальмує із таким же за модулем прискоренням. У скільки разів робота крана в перші 5 с більше його роботи в останні 5 с ? Протягом всього підйому на трос з вантажем діє сила тертя 300 Н .

241. Автомобіль масою 700 кг починає рухатись з прискоренням 1 м/с^2 . Під час руху коефіцієнт тертя $0,05$. Знайти роботу, яку здійснив двигун автомобіля в перші 10 с прискорення.

242. Автомобіль масою 700 кг починає рухатись з прискорен-

ням 1 м/с^2 . Під час руху коефіцієнт тертя $0,05$. Знайти роботу, яку здійснив двигун автомобіля на перших 100 м шляху.

243. Автомобіль масою 700 кг гальмує з прискоренням 2 м/с^2 і повністю зупиняється через 10 с після початку гальмування. Знайти роботу сил тертя під час гальмування і відповідний коефіцієнт тертя.

244. Автомобіль масою 700 кг гальмує з прискоренням 2 м/с^2 і повністю зупиняється через 60 м після початку гальмування. Знайти роботу сил тертя під час гальмування і відповідний коефіцієнт тертя.

245. Під час гальмування автомобіля масою 600 кг виділилось 20 кДж теплоти. Знайти початкову швидкість автомобіля.

246. Знайдіть кількість теплоти, що виділиться під час гальмування автомобіля масою 600 кг , який рухається з початковою швидкістю 100 км/год .

247. Гальмівний шлях автомобіля масою 500 кг складає 50 м . При гальмуванні виділилось 20 кДж теплоти. Знайти коефіцієнт тертя під час гальмування.

248. Автомобіль гальмує зі швидкості 50 км/год до повної зупинки. Коефіцієнт тертя $0,2$. Гальмівний шлях 40 м . Знайти масу автомобіля.

249. Тіло масою 1 кг , вільно рухаючись з деякою початковою швидкістю по горизонтальній площині, зупиняється через 3 с і проходить шлях 5 м . Знайти роботу сил тертя і коефіцієнт тертя тіла з цією поверхнею.

250. Знайдіть роботу, яку здійснює двигун автомобіля масою 600 кг , коли він проходить шлях 100 м з прискоренням $0,6 \text{ м/с}^2$, якщо дорога утворює кут 20° із горизонтом. Коефіцієнт тертя $0,02$. Автомобіль рухається вгору.

251. Яку роботу здійснюють сили тертя на кожні 100 м шляху при гальмуванні автомобіля масою 800 кг ? При гальмуванні автомобіль рівномірно рухається вниз по дорозі, нахиленій під кутом 35° до горизонту.

252. Яку роботу здійснюють сили тертя, коли тіло масою 1 кг проходить шлях 1 м , зісковзуючи з площини, що нахилена під кутом 40° до горизонту, якщо коефіцієнт тертя $0,15$?

253. Тіло масою 2 кг з початковою швидкістю 5 м/с рухається по інерції вгору до зупинки по площині, що утворює кут 45° з горизонтом. Знайти роботу сил тертя, якщо коефіцієнт тертя $0,2$.

254. Тіло масою 1 кг за 3 с зісковзнуло з площини довжиною 1,8 м, яка нахилена під кутом 30° до горизонту. Знайти роботу сил тертя і кінцеву швидкість тіла.

255. Тіло масою 2 кг, рухаючись по інерції до повної зупинки, за 5 с пройшло шлях 1,25 м вздовж похилої площини, що утворює кут 35° з горизонтом. Знайдіть роботу сил тертя і початкову швидкість тіла.

256. Тіло масою 1 кг рівномірно зісковзує з площини, нахиленої під кутом 20° до горизонту. Яку роботу здійснюють сили тертя на кожному метрі пройденого тілом шляху?

257. Тіло масою 10 кг починають підіймати по площині, яка утворює кут 30° до горизонту, з прискоренням $0,2 \text{ м/с}^2$. Знайдіть роботу, яка виконується протягом перших 10 с підйому. Коефіцієнт тертя 0,2.

258. Автомобіль починає рухатись вгору по дорозі, що утворює кут 35° із поверхнею горизонту, з прискоренням $0,5 \text{ м/с}^2$. У скільки разів робота, здійснена двигуном автомобіля протягом другої секунди руху, більше роботи, здійсненої за першу секунду руху? Тертям знехтувати.

259. Автомобіль починає рухатись вгору по дорозі, що утворює кут 35° із поверхнею горизонту, з прискоренням $0,5 \text{ м/с}^2$. У скільки разів робота, здійснена двигуном автомобіля протягом другої секунди руху, більше роботи, здійсненої за першу секунду руху? Коефіцієнт тертя 0,07.

260. Знайдіть роботу, яку здійснює автомобіль масою 500 кг на кожних 100 м шляху, коли він рухається рівномірно вгору по дорозі, нахилений під кутом 25° до горизонту. Тертям знехтувати.

261. Знайдіть роботу, яку здійснює автомобіль масою 500 кг на кожних 100 м шляху, коли він рухається рівномірно вгору по дорозі, нахилений під кутом 25° до горизонту. Коефіцієнт тертя 0,07.

262. Робота, яку здійснює автомобіль масою 500 кг на кожних 100 м шляху, коли він рухається рівномірно вгору по дорозі, нахилений під певним кутом до горизонту, дорівнює 100 кДж. Знайти кут нахилу дороги. Тертям знехтувати.

263. Робота, яку здійснює автомобіль масою 500 кг на кожних 100 м шляху, коли він рухається рівномірно вгору по дорозі, нахилений під певним кутом до горизонту, дорівнює 100 кДж. Знайти кут нахилу дороги. Коефіцієнт тертя 0,07.

264. Тіло масою 10 кг починають підіймати по площині, яка утворює кут 30° до горизонту, з прискоренням $0,2 \text{ м/с}^2$. Робота, яка виконується на кожних 10 м шляху, складає 700 Н. Знайдіть коефіцієнт тертя тіла з поверхнею.

265. Зенітний снаряд масою 0,5 кг, рухаючись зі швидкістю 500 м/с, у верхній точці траєкторії розривається на два осколки, один з яких масою 0,15 кг продовжує рухатись у тому ж напрямку, що й снаряд, зі швидкістю 800 м/с. Знайти швидкість другого осколка.

266. Зенітний снаряд масою 0,5 кг, рухаючись зі швидкістю 500 м/с, у верхній точці траєкторії розривається на два осколки, один з яких масою 0,15 кг починає рухатись у протилежному напрямку зі швидкістю 800 м/с. Знайти швидкість другого осколка.

267. Гармата на залізничній платформі, рухаючись по інерції зі швидкістю 20 км/год, вистрілює в напрямку руху під кутом 30° до горизонту снаряд масою 20 кг зі швидкістю 700 м/с (відносно гармати). Знайдіть швидкість платформи з гарматою після пострілу, якщо їх загальна маса 15 т.

268. Гармата на залізничній платформі, рухаючись по інерції зі швидкістю 20 км/год, вистрілює в напрямку протилежному руху під кутом 30° до горизонту снаряд масою 20 кг зі швидкістю 700 м/с (відносно гармати). Знайдіть швидкість платформи з гарматою після пострілу, якщо їх загальна маса 15 т.

269. Гармата на залізничній платформі, рухаючись по інерції зі швидкістю 15 км/год, вистрілює в напрямку руху під кутом 45° до горизонту снаряд масою 15 кг. Знайдіть швидкість снаряда відносно гармати, якщо швидкість платформи з гарматою після пострілу 13 км/год, а їх загальна маса 10 т.

270. Гармата на залізничній платформі, рухаючись по інерції зі швидкістю 15 км/год, вистрілює в напрямку, протилежному руху, під кутом 45° до горизонту снаряд масою 15 кг. Знайдіть швидкість снаряда відносно гармати, якщо швидкість платформи з гарматою після пострілу 13 км/год, а їх загальна маса 10 т.

271. Гармата на залізничній платформі, рухаючись по інерції зі швидкістю 10 км/год, вистрілює в напрямку, протилежному руху, один за одним два снаряди масою 20 кг зі швидкістю 900 м/с (відносно гармати). Знайдіть швидкість платформи після пострілів, якщо загальна маса гармати, платформи і снарядів була 10 т.

272. Гармата на залізничній платформі, рухаючись по інерції зі швидкістю 10 км/год, вистрілює в напрямку руху один за одним два снаряди масою 20 кг зі швидкістю 900 м/с (відносно гармати). Знайдіть швидкість платформи після пострілів, якщо загальна маса гармати, платформи і снарядів була 10 т.

273. На платформу масою 1 кг, що котиться по інерції зі швидкістю 3 м/с, зверху падає тіло масою 0,5 кг і залишається на платформі. Знайти швидкість платформи разом із тілом.

274. Платформа масою 1 кг, що котилась по інерції зі швидкістю 3 м/с, зіткнулася з такою ж самою платформою, що знаходилася в стані покою. Знайти швидкість платформ після зіткнення, якщо зіткнення абсолютно непружне.

275. Платформа масою 1 кг, що котилась по інерції зі швидкістю 3 м/с, зіткнулася з такою ж самою платформою, що рухалася назустріч зі швидкістю 1 м/с. Знайти швидкість платформ після зіткнення, якщо зіткнення абсолютно непружне.

276. Платформа масою 1 кг, що котилась по інерції зі швидкістю 3 м/с, наздогнала і зіткнулась з такою ж самою платформою, що рухалась зі швидкістю 1 м/с. Знайти швидкість платформ після зіткнення, якщо зіткнення абсолютно непружне.

277. Платформа масою 1 кг, що котилась по інерції зі швидкістю 3 м/с, зіткнулась з такою ж самою платформою, що знаходилася в стані покою. Знайти швидкість платформ після зіткнення, якщо зіткнення абсолютно пружне.

278. З платформи масою 100 кг зіскакує людина зі швидкістю 3 м/с відносно платформи. Знайти швидкість платформи після цього для випадку, коли людина зіскакує в напрямку руху, якщо разом з людиною швидкість платформи була 1 м/с, а маса людини 70 кг.

279. З платформи масою 100 кг зіскакує людина зі швидкістю 3 м/с відносно платформи. Знайти швидкість платформи після цього для випадку, коли людина зіскакує в напрямку, протилежному руху, якщо разом з людиною швидкість платформи була 1 м/с, а маса людини 70 кг.

280. Куля масою 10 г падає з висоти 3 м на металеву плиту і відскакує від неї на висоту 2 м. Яка кількість теплоти виділилась при ударі? Опором повітря знехтувати.

281. Куля масою 10 г падає з висоти 3 м на металеву плиту і відскакує від неї. На яку висоту підійметься куля, якщо відомо, що 20 % механічної енергії при ударі перетворилися на теплоту?

282. Куля масою 10 г падає на металеву плиту і відскакує від неї на висоту 1 м. З якої висоти падала куля, якщо відомо, що 20 % механічної енергії при ударі перетворилися на теплоту?

283. Тіло масою 1 кг, падаючи з висоти 10 м, має швидкість 13 м/с. Знайдіть середню силу опору повітря, що діяла на тіло під час падіння.

284. Тіло масою 1 кг, падаючи з висоти 10 м, має швидкість 13 м/с. Знайдіть кількість теплоти, що отримало повітря під час падіння тіла.

285. Тіло масою 1 кг, зісковзуючи з площини довжиною 2 м, нахиленої під кутом 30° до горизонту, має наприкінці швидкість 3 м/с. Знайдіть силу опору, що діяла на тіло.

286. * Платформа масою 1 кг, що котилася по інерції зі швидкістю 3 м/с, зіткнулася з такою ж самою платформою, що рухалася назустріч зі швидкістю 1 м/с. Знайти швидкість платформ після зіткнення, якщо зіткнення абсолютно пружне.

287. * Платформа масою 1 кг, що котилася по інерції зі швидкістю 3 м/с, наздогнала і зіткнулася з такою ж самою платформою, що рухалася зі швидкістю 1 м/с. Знайти швидкість платформ після зіткнення, якщо зіткнення абсолютно пружне.

288. * У космічний корабель масою 4 т, що рухався зі швидкістю 5 км/с, влучає і залишається в ньому метеорит масою 40 кг, який рухався перпендикулярно траєкторії корабля зі швидкістю 50 км/с. Знайдіть швидкість корабля з метеоритом після зіткнення.

289. * З гармати масою 1 т вилітає снаряд масою 10 кг зі швидкістю 700 м/с. Яка кількість теплоти при пострілі гармати витрачається на механічну роботу (враховувати віддачу гармати)?

290. * Кулю масою 0,2 кг, підвішену на нитці довжиною 0,5 м, відвели від положення рівноваги на кут 90° і відпустили. Знайти силу натягу нитки під час проходження кулею положення рівноваги.

291. * Знайдіть масу балістичного маятника, якщо при влучанні в нього кулі масою 10 г зі швидкістю 800 м/с він відхилився на 30° . Довжина підвісу 1 м.

292. * Знайдіть масу кулі, що влучила зі швидкістю 800 м/с у балістичний маятник масою 10 кг, якщо він відхилився на 30° . Довжина підвісу 1 м.

293. * Знайдіть швидкість кулі масою 10 г, що влучила у балістичний маятник масою 10 кг, якщо він відхилився на 30° . Довжина підвісу 1 м.

294. * Знайдіть довжину підвісу балістичного маятника масою 10 кг, якщо при влучанні в нього кулі масою 10 г зі швидкістю 800 м/с він відхилився на 30° .

295. * З якою швидкістю повинна рухатись кулька масою 10 г для того, щоб при попаданні в балістичний маятник масою 1 кг на невагомому підвісі довжиною 1 м змусити його зробити повне коло навколо точки підвісу.

296. * Атом розпадається на дві частини масами 10^{-25} кг та $3 \cdot 10^{-25}$ кг. Визначити кінетичні енергії частин атому, якщо їх сукупна кінетична енергія $32 \cdot 10^{-12}$ Дж. Кінетичною енергією та імпульсом атому до розпаду знехтувати.

297. * Яку частину своєї кінетичної енергії віддасть часинка масою $2 \cdot 10^{-25}$ кг під час прямого пружного удару з іншою частинкою масою $6 \cdot 10^{-25}$ кг, яка до зіткнення була нерухомою?

298. * Куля масою 200 г, рухаючись зі швидкістю 10 м/с, ударяє в нерухому кулю масою 800 кг. Удар прямий, абсолютно пружний. Визначити швидкості куль після удару.

299. * Частинка масою 10^{-27} кг має кінетичну енергію $9 \cdot 10^{-12}$ Дж. У результаті пружного зіткнення з нерухомою частинкою маси $4 \cdot 10^{-27}$ кг вона віддає їй кінетичну енергію $5 \cdot 10^{-12}$ Дж. Визначити кут, на який відхилиться частинка від початкового напрямку руху.

300. * Частинка масою 10^{-25} кг має імпульс $5 \cdot 10^{-20}$ кг·м/с. Визначити, який імпульс буде мати частинка після прямого пружного зіткнення з іншою нерухомою частинкою вдвічі більшої маси.

Основний закон динаміки твердого тіла

301. Вивести формулу для моменту інерції тонкого стержня довжиною l та масою m відносно вісі, яка проходить через центр мас стержня перпендикулярно його довжині.

302. Вивести формулу для моменту інерції суцільної кулі радіусом R та масою m відносно вісі, яка проходить через центр кулі.

303. Вивести формулу для моменту інерції порожнистої кулі відносно вісі, що проходить через її центр. Маса кулі дорівнює m , внутрішній радіус – r , зовнішній – R .

304. Вивести формулу для моменту інерції тонкого кільця радіусом R та масою m відносно вісі симетрії.

305. Визначити момент інерції циліндричної муфти відносно вісі, що збігається з віссю симетрії. Маса муфти дорівнює 2 кг, внутрішній радіус – $0,03$ м, зовнішній – $0,05$ м.

306. Визначити момент інерції порожнистої кулі масою $0,5$ кг відносно вісі, яка проходить через центр ваги. Зовнішній радіус кулі $0,02$ м, внутрішній – $0,01$ м.

307. Вивести та обчислити момент інерції суцільної кулі масою 10 кг та радіусом $0,1$ м відносно вісі, яка проходить через центр ваги.

308. Визначити момент інерції тонкого однорідного стержня довжиною 50 см та масою 360 г відносно вісі, яка перпендикулярна стержню й проходить через точку стержня, яка відстоїть від кінця стержня на $1/3$ його довжини.

309. Визначити момент інерції тонкого однорідного стержня довжиною 70 см та масою 500 г відносно вісі, яка перпендикулярна стержню і проходить через точку, що відстоїть від середини стержня на $1/4$ його довжини.

310. Визначити момент інерції тонкого однорідного стержня довжиною 20 см і масою 100 г відносно вісі поза стержнем, яка перпендикулярна стержню і відстоїть від його кінця на $1/6$ довжини.

311. Визначити момент інерції суцільного однорідного диска радіусом 40 см та масою 1 кг відносно вісі, що проходить через середину радіуса перпендикулярно до площини диска.

312. Визначити момент інерції вала масою 5 кг і радіусом 0,02 м відносно вісі, паралельної його вісі симетрії й віддаленої від неї на відстань 10 см.

313. Вивести та обчислити момент інерції тонкого обода радіусом 0,5 м та масою 3 кг відносно вісі, яка проходить через кінець діаметра перпендикулярно до площини ободу.

314. Визначити момент інерції порожнистої кулі масою 0,5 кг відносно вісі, дотичної до кулі. Зовнішній радіус кулі – 0,02 м, внутрішній – 0,01 м.

315. Знайти момент інерції та момент імпульсу руху земної кулі відносно вісі обертання.

316. Є два циліндри: алюмінієвий (суцільний) та свинцевий (порожнистий) однакового радіуса 6 см і однакової маси 0,5 кг. Знайти момент інерції кожного циліндра.

317. Дві кулі закріплені на кінцях тонкого стержня, маса якого 0,5 кг. Відстань між центрами куль дорівнює 0,5 м. Маса кожної кулі $m = 1$ кг. Знайти момент інерції цієї системи відносно вісі, яка проходить через середину стержня перпендикулярно його довжині, вважаючи кулі матеріальними точками, маси яких зосереджені в їхніх центрах.

318. Дві кулі з радіусами $R_1 = R_2 = 5$ см закріплені на кінцях тонкого стержня, маса якого значно менша маси куль. Відстань між центрами куль дорівнює 0,5 м. Знайти відносну похибку, якої припускаються при обчисленні моменту інерції цієї системи відносно перпендикулярної осі через центр стержня, вважаючи кулі матеріальними точками.

319. До ободу колеса радіусом 0,5 м і масою 50 кг, що має форму диска, приклали дотичну силу 100 Н. Знайти кутове прискорення колеса.

320. Однорідний стержень довжиною 1 м та масою 0,5 кг обертається у вертикальній площині навколо горизонтальної вісі, яка проходить через середину стержня. З яким кутовим прискоренням обертається стержень, якщо обертаючий момент дорівнює $9,81 \cdot 10^{-2}$ Н·м?

321. До ободу колеса радіусом 0,3 м і масою 60 кг, яке має форму диска, приклали дотичну силу 200 Н. Через який час після початку дії сили колесо матиме швидкість, що відповідає частоті 100 об/с?

322. Маховик радіусом 0,2 м і масою 10 кг з'єднаний з мотором за допомогою привідного ремня. Натяг ремня, який іде без ковзання, постійний і дорівнює 14,7 Н. Яку кількість обертів за секунду робитиме маховик через 10 с після початку руху? Маховик вважати однорідним диском.

323. До ободу однорідного суцільного диска радіусом 0,2 м приклали постійну дотичну силу, яка дорівнює 98,1 Н. При обертанні на диск діє момент сил тертя 4,9 Н·м. Визначити масу диска, якщо відомо, що його кутове прискорення дорівнює 100 рад/с².

324. Маховик, масу якого 5 кг можна вважати розподіленою по ободу радіуса 20 см, вільно обертається навколо горизонтальної вісі, що проходить через його центр, роблячи 720 об/хв. При гальмуванні маховик повністю зупиняється через 20 с. Знайти гальмуючий момент.

325. Маховик, момент інерції якого дорівнює 150 кг·м², обертається з частотою 240 об/хв. Через одну хвилину після того, як на маховик почав діяти момент сил гальмування, він зупинився. Визначити момент сил гальмування.

326. Маховик у вигляді суцільного диска масою 600 кг, момент інерції якого дорівнює 150 кг·м², обертається з частотою 240 об/хв. Через одну хвилину після того, як на маховик почав діяти момент сил гальмування, він зупинився. Визначити дотичну силу гальмування.

327. Дві гирі різної маси з'єднані ниткою та перекинуті через блок, момент інерції якого 50 кг·м² і радіус 20 см. Блок обертається з тертям, момент сил тертя дорівнює 98,1 Н·м. Знайти різницю натягів нитки з обох боків блоку, якщо відомо, що блок обертається з постійним кутовим прискоренням 2,36 рад/с².

328. Колесо, обертаючись рівносповільнено при гальмуванні, зменшило за одну хвилину частоту обертання з 300 до 180 об/хв. Момент інерції колеса дорівнює 2 кг·м². Знайти кутове прискорення колеса та гальмуючий момент.

329. Маховик у вигляді суцільного диска масою 15 кг та радіусом 0,3 м, обертаючись при гальмуванні рівносповільнено, за час $t = 1$ хв зменшив частоту свого обертання з $n_0 = 240$ об/хв до $n_1 = 120$ об/хв. Визначити кутове прискорення маховика та момент сил гальмування.

330. Махове колесо, яке має момент інерції $245 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$, обертається, роблячи 20 об/с . Через хвилину після того, як на колесо припинив діяти обертаючий момент, воно зупинилося. Знайти момент сил тертя.

331. Маховик, момент інерції якого $63,6 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$, обертається з постійною кутовою швидкістю $31,4 \text{ рад/с}$. Знайти гальмуючий момент, під дією якого маховик зупиниться через 20 с .

332. Вал масою 100 кг та радіусом 5 см обертався з частотою 8 с^{-1} . До циліндричної поверхні валу притиснули гальмівну колодку із силою, рівною 40 Н , під дією якої вал зупинився через 10 с . Визначити коефіцієнт тертя.

333. Частота обертання маховика, момент інерції якого дорівнює $120 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$, складає 240 об/хв . Після припинення дії на нього обертального моменту маховик під дією сил тертя в підшипниках зупинився за час $3,14 \text{ хв}$. Вважаючи тертя в підшипниках постійним, визначити момент сил тертя.

334. Однорідний диск радіусом $0,2 \text{ м}$ і масою 5 кг обертається навколо вісі, яка проходить через його центр. Залежність кутової швидкості обертання від часу задається рівнянням $\omega = A + Bt$, де $B = 8 \text{ рад/с}^2$. Знайти величину дотичної сили, прикладеної до ободу диска. Тертям знехтувати.

335. Куля масою 10 кг і радіусом 20 см обертається навколо вісі, яка проходить через її центр. Рівняння обертання кулі має вигляд: $\varphi = A + Bt^2 + Ct^3$, де $B = 4 \text{ рад/с}^2$, $C = -1 \text{ рад/с}^3$. Знайти закон зміни моменту сил, що діє на кулю. Визначити момент сил M у момент часу $t = 2 \text{ с}$.

336. * На однорідний суцільний циліндричний вал радіусом 5 см і масою 10 кг намотано легку нитку, до кінця якої прикріплено вантаж масою 1 кг . Визначити залежність $S(t)$, відповідно якій рухається вантаж.

337. * На однорідний суцільний циліндричний вал радіусом 10 см та масою 5 кг намотано легку нитку, до кінця котрої прикріплено вантаж масою 2 кг . Визначити залежність $\varphi(t)$, відповідно до якої обертається вал.

338. * На барабан радіусом 20 см , момент інерції якого $0,1 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$, намотано шнур, до якого прив'язано вантаж масою $0,5 \text{ кг}$. Знайти натяг нитки. Тертям знехтувати.

339. * На барабан масою 9 кг намотано шнур, до кінця якого прив'язано вантаж масою 2 кг. Знайти прискорення вантажу. Барабан вважати однорідним циліндром. Тертям знехтувати.

340. * На барабан радіусом 0,5 м намотано шнур, до кінця якого прив'язано вантаж масою 10 кг. Знайти момент інерції барабана, якщо відомо, що вантаж опускається з прискоренням $2,04 \text{ м/с}^2$.

341. * На барабан радіусом 30 см, момент інерції якого $0,2 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$, намотано шнур, до якого прив'язано вантаж масою 0,5 кг. До початку обертання барабана висота вантажу над підлогою складала 1 м. Знайти кінетичну енергію вантажу в момент удару об підлогу. Тертям знехтувати.

342. * Тіло зі стану спокою приводиться в обертання навколо горизонтальної вісі за допомогою вантажу, який з'єднано зі шнуром, заздалегідь намотаним на вісь. Визначити момент інерції тіла, якщо вантаж масою 2 кг протягом 12 с опускається на відстань 1 м, а радіус вісі дорівнює 8 мм. Силою тертя знехтувати.

343. * На однорідний суцільний циліндричний вал радіусом 50 см намотано легку нитку, до кінця якої прикріплено вантаж масою 6,4 кг. Вантаж, розмотуючи нитку, змушує вал обертатися з кутовим прискоренням 4 с^{-2} . Знайти момент інерції валу.

344. * На однорідний суцільний циліндричний вал радіусом 5 см та масою 10 кг намотано легку нитку, до кінця якої прикріплено вантаж масою 1 кг. Визначити кутову швидкість валу через 1 с після початку руху.

345. * По ободу шківа, насадженого на спільну із маховим колесом вісь, намотано нитку, до кінця якої підвішений вантаж масою 1 кг. На яку відстань повинен опуститися вантаж, щоб колесо зі шківом мало швидкість, яка відповідає частоті 60 об/хв? Момент інерції колеса зі шківом $0,42 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$, радіус шківа 10 см.

346. * На однорідний суцільний циліндричний вал радіусом 5 см і масою 10 кг намотано легку нитку, до кінця якої прикріплено вантаж масою 1 кг. Визначити тангенціальне та нормальне прискорення точок, які знаходяться на поверхні вала, через 1 с після початку руху.

347. * На барабан радіусом 20 см, момент інерції якого $0,1 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$, намотано шнур, до якого прив'язано вантаж масою 0,5 кг. До початку обертання барабана висота вантажу над підлогою складала 1 м. Через який час вантаж опуститься до підлоги? Тертям знехтувати.

348. * Через блок масою 160 г перекинута невагому нитку, до кінців якої підвішені вантажі масами 200 г та 300 г. Знехтувавши тертям у вісі блоку, визначити прискорення вантажів та сили натягу нитки з обох боків блоку. Блок вважати тонким обручем.

349. * Через блок у вигляді однорідної суцільної кулі масою 0,2 кг перекинута невагому нитку, до кінців якої прикріплено вантажі масами 0,35 кг та 0,55 кг. Знехтувавши тертям у вісі блоку, визначити прискорення вантажів та відношення T_2/T_1 сил натягу нитки.

350. * Через блок у вигляді однорідного суцільного циліндра масою 0,2 кг перекинута невагому нитку, до кінців якої прикріплені вантажі масами 0,35 кг та 0,55 кг. Знехтувавши тертям у вісі блоку, визначити прискорення вантажів та сили, з якими діє на них нитка.

351. * Дві гири масами 2 кг та 1 кг з'єднані ниткою й перекинута через блок радіусом 10 см з моментом інерції $0,01 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$. Знайти прискорення, з яким рухатимуться гири та сили натягу нитки з обох боків блоку.

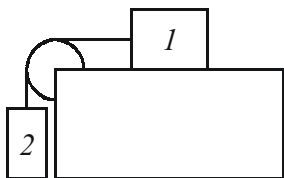


Рис.11

352. * Блок масою 1 кг укріплений на кінці столу, гири рівної маси $m_1 = m_2 = 1 \text{ кг}$ з'єднані ниткою й перекинута через блок (рис.11). Коефіцієнт тертя гирі об стіл дорівнює 0,1. Знайти прискорення, з яким рухатимуться гири та сили натягу нитки. Блок вважати однорідним диском. Тертям у блоці знехтувати.

353. * Тіло масою $m_1 = 0,25 \text{ кг}$ з'єднане невагомою ниткою за допомогою блоку (у вигляді порожнистого тонкостінного циліндра) з тілом масою $m_2 = 0,2 \text{ кг}$, яке ковзає по поверхні горизонтального столу (див. рис.11). Маса блоку складає 0,15 кг, коефіцієнт тертя тіла об поверхню столу дорівнює 0,2. Визначити прискорення, з яким рухатимуться тіла, та сили натягу нитки по обидві сторони від блоку.

354. * Тіло масою $m_1 = 0,5 \text{ кг}$ з'єднане невагомою ниткою за допомогою блоку (у вигляді суцільної кулі) з тілом масою $m_2 = 1 \text{ кг}$, яке ковзає по поверхні горизонтального столу (див. рис.11). Маса блоку складає 0,5 кг, коефіцієнт тертя тіла об поверхню столу дорівнює 0,2. Визначити прискорення, з яким рухатимуться тіла, та сили натягу нитки по обидві сторони від блоку.

Енергія обертального руху. Закони збереження

355. Куля діаметром 6 см котиться без ковзання по горизонтальній площині, роблячи 4 об/с. Маса кулі 0,25 кг. Знайти кінетичну енергію кулі.

356. Диск масою 2 кг котиться без ковзання по горизонтальній площині зі швидкістю 4 м/с. Знайти кінетичну енергію диска.

357. Повна кінетична енергія диска, який котиться по горизонтальній поверхні, дорівнює 24 Дж. Визначити кінетичну енергію поступального та обертального руху диска.

358. Куля котиться по горизонтальній площині. Яку частину складає енергія поступального руху від загальної кінетичної енергії?

359. Знайти відносну похибку (у відсотках) при обчисленні кінетичної енергії кулі, яка котиться, якщо не враховувати енергію обертання кулі.

360. Визначити кінетичну енергію порожнистого сталевого циліндра довжиною 400 мм, який обертається на токарському верстаті. Внутрішній та зовнішній радіуси циліндра дорівнюють відповідно 30 мм та 50 мм, частота обертання 1200 об/хв.

361. Куля масою 1 кг котилася без ковзання, вдарилася об стіну та відкотилася від неї. Швидкість кулі до удару об стіну дорівнювала 10 м/с, а після удару – 8 м/с. Знайти кількість тепла, яке виділилося при ударі.

362. Порожнистий тонкостінний циліндр масою 0,5 кг, який котиться без ковзання, вдаряється об стіну та відкочується від неї. Швидкість циліндра до удару об стіну складала 1,4 м/с, а після нього – 1 м/с. Визначити кількість тепла, яке виділилося при ударі.

363. Куля масою 10 г летить зі швидкістю 800 м/с, обертаючись навколо продольної вісі з частотою 3000 об/с. Вважаючи кулю циліндром діаметром 8 мм, визначити її повну кінетичну енергію.

364. Знайти кінетичну енергію велосипедиста, який їде зі швидкістю 9 км/год. Маса велосипедиста разом з велосипедом дорівнює 78 кг, причому на масу коліс припадає 3 кг. Колеса велосипеда вважати обручами.

365. Куля та суцільний циліндр однакової маси, виготовлені з одного й того ж самого матеріалу, котяться без ковзання з однако-

вою швидкістю. Визначити, у скільки разів кінетична енергія кулі менша за кінетичну енергію суцільного циліндра.

366. Диск та обруч однакової маси котяться без ковзання з однаковою лінійною швидкістю. Кінетична енергія обруча 40 Дж. Знайти кінетичну енергію диска.

367. Махове колесо починає обертатися з постійним кутовим прискоренням $\varepsilon = 0,5 \text{ рад/с}^2$ і через час $t_1 = 15 \text{ с}$ після початку руху набуває момент імпульсу $73,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}$. Знайти кінетичну енергію колеса через $t_2 = 20 \text{ с}$ після початку обертання.

368. Кінетична енергія вала, який обертається з постійною швидкістю, що відповідає частоті 5 об/с, дорівнює 60 Дж. Знайти момент імпульсу вала.

369. До ободу однорідного суцільного диска масою 10 кг, насадженого на вісь, приклали постійну дотичну силу 30 Н. Визначити кінетичну енергію диска через 4 с після початку дії сили.

370. Дотично до кулі масою 5 кг, що може вільно обертатись, приклали постійну дотичну силу 19,6 Н. Яку кінетичну енергію матиме куля через 5 с після початку дії сили?

371. Маховик, момент інерції якого дорівнює $40 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$, почав обертатися рівноприскорено зі стану спокою під дією моменту сили 20 Н·м. Обертання тривало протягом 10 с. Визначити кінетичну енергію, яку набув маховик.

372. Мідна куля радіусом 10 см обертається зі швидкістю, яка відповідає частоті 2 об/с, навколо вісі, що проходить через її центр. Яку роботу потрібно докласти, щоб збільшити кутову швидкість обертання кулі вдвічі?

373. Диск масою 1 кг та діаметром 60 см обертається навколо вісі, яка проходить через центр перпендикулярно його площині, роблячи 20 об/с. Яку роботу треба докласти, щоб зупинити диск?

374. Вентилятор обертається з частотою 600 об/хв. Після вимкнення він почав обертатися рівносповільнено і, зробивши 50 обертів, зупинився. Робота сил гальмування дорівнює 31,4 Дж. Визначити: а) момент сил гальмування; б) момент інерції вентилятора.

375. Кінетична енергія маховика, який обертається, дорівнює 1 кДж. Під дією постійного гальмуючого моменту маховик почав обертатися рівносповільнено і, зробивши 80 обертів, зупинився. Визначити момент сили гальмування.

376. Маховик у вигляді суцільного диска масою 15 кг і радіусом 30 см, обертаючись при гальмуванні рівносповільнено, зменшив частоту свого обертання з 240 об/хв до 120 об/хв. Визначити роботу гальмування.

377. Колесо, обертаючись рівносповільнено при гальмуванні, зменшило частоту обертання від 300 до 180 об/хв. Момент інерції колеса дорівнює $2 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$. Знайти роботу сил гальмування.

378. Вентилятор обертається зі швидкістю, що відповідає частоті, рівній 900 об/хв. Після вимикання вентилятор, обертаючись рівносповільнено, зробив до зупинки 75 обертів. Робота сил гальмування дорівнює 44,4 Дж. Знайти момент інерції вентилятора та момент сил гальмування.

379. Маховик обертається з постійною швидкістю, що відповідає частоті 10 об/с. Його кінетична енергія дорівнює 7,85 кДж. За який час обертаючий момент $M = 50 \text{ Н}\cdot\text{м}$, докладений до цього маховика, збільшить кутову швидкість маховика в два рази?

380. Маховик починає обертатися зі стану спокою з постійним кутовим прискоренням $0,4 \text{ рад/с}^2$. Визначити кінетичну енергію маховика через 25 с після початку руху, якщо через 10 с після початку руху момент імпульсу маховика склав 60 $\text{кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}$.

381. Диск котиться протягом 3 с і зупиняється, пройшовши відстань 10 м. Визначити коефіцієнт тертя при скочуванні, якщо радіус диска дорівнює 0,1 м.

382. Вал двигуна обертається з частотою 1500 хв^{-1} . Визначити обертальний момент, якщо двигун розвиває потужність 500 Вт.

383. Куля скочується по похилій площині довжиною 7 м та кутом нахилу 30° . Визначити швидкість кулі наприкінці похилої площини. Тертям знехтувати.

384. Знайти лінійну швидкість руху центра мас кулі, яка скочується без ковзання з похилої площини. Висота похилої площини 0,5 м, початкова швидкість дорівнює нулю.

385. Знайти лінійну швидкість руху центра мас диска, який скочується без ковзання з похилої площини. Висота похилої площини 0,5 м, початкова швидкість дорівнює нулю.

386. Знайти лінійну швидкість руху центра мас обруча, який скочується без ковзання з похилої площини. Висота похилої площини 0,5 м, початкова швидкість дорівнює нулю.

387. Знайти лінійне прискорення руху центра мас диска, який скочується без ковзання з похилої площини. Кут нахилу площини складає 30° .

388. Знайти лінійне прискорення руху центра мас кулі, яка скочується без ковзання з похилої площини. Кут нахилу площини складає 30° .

389. Знайти лінійне прискорення руху центра мас обруча, який скочується без ковзання з похилої площини. Кут нахилу площини складає 30° .

390. З похилої площини, що складає кут 30° до горизонту, скочується без ковзання кулька. Знехтувавши тертям, визначити час руху кульки по похилій площині, якщо відомо, що її центр мас при скочуванні знизився на 30 см.

391. З похилої площини скочується без ковзання суцільний циліндр та візок, поставлений на легкі колеса. Маса циліндра й візка однакові. Яке з тіл скотиться швидше і у скільки разів?

392. Є два циліндри: алюмінієвий (суцільний) та свинцевий (порожнистий) однакових радіусів 6 см і однакових мас 0,5 кг. Який з циліндрів швидше скотиться з похилої площини висотою 0,5 м? Розрахувати швидкості циліндрів.

393. Колесо радіусом 30 см та масою 3 кг скочується по похилій площині довжиною 5 м та кутом нахилу $\alpha = 25^\circ$. Визначити момент інерції колеса, якщо його швидкість наприкінці руху складала 4,6 м/с.

394. Скільки часу скочуватиметься без ковзання обруч з похилої площини довжиною 2 м та висотою 10 см?

395. Порожнистий тонкостінний циліндр котиться вздовж горизонтальної ділянки дороги зі швидкістю 1,5 м/с. Визначити шлях, який він пройде вгору за рахунок кінетичної енергії, якщо ухил дорівнює 5 м на кожні 100 м шляху.

396. Хлопчик котить обруч по горизонтальній дорозі зі швидкістю 7,2 км/год. На яку відстань може вкотитися обруч на гірку за рахунок його кінетичної енергії? Ухил гірки дорівнює 10 м на кожні 100 м шляху.

397. Куля та суцільний циліндр, рухаючись з однаковою швидкістю, вкочуються нагору по похилій площині. Яке з тіл підійметься вище? Знайти відношення висот підйому.

398. Однорідна куля радіусом 20 см скочується без ковзання з

вершини сфери радіусом 50 см. Визначити вертикальне положення точки відриву кулі від поверхні сфери (відносно вершини сфери). Тертям знехтувати.

399. * На який кут треба відхилити однорідний стрижень, підвішений на горизонтальній вісі, яка проходить через верхній кінець стержня, щоб нижній кінець стержня при проходженні ним положення рівноваги мав швидкість 5 м/с? Довжина стержня 1 м.

400. * Однорідний стрижень, довжина якого 85 см, підвішений на горизонтальній вісі, що проходить через верхній кінець стержня. Яку найменшу швидкість треба передати нижньому кінцю стержня, щоб він зробив повний оберт навколо вісі?

401. * Телеграфний стовп висотою 5 м підпилюють в основі. З якою швидкістю впаде на землю верхній кінець стовпа? Стовп можна вважати тонким та однорідним.

402. * Олівець, поставлений вертикально, падає на стіл. Яку кутову та лінійну швидкості матимуть наприкінці падіння середина олівця і верхній його кінець? Довжина олівця 15 см.

403. * З якої найменшої висоти повинен з'їхати велосипедист, щоб по інерції (без тертя) проїхати доріжку, яка має форму "мертвої петлі" радіусом 3 м, і не відірватися від доріжки у верхній точці "петлі"? Маса велосипедиста разом з велосипедом 75 кг, причому на масу коліс припадає 3 кг. Колеса вважати обручами.

404. * Маховик обертається за законом, що виражається рівнянням $\varphi = A + Bt + Ct^3$, де $A = 2$ рад, $B = 16$ рад/с, $C = -2$ рад/с³. Момент інерції маховика дорівнює 50 кг·м². Визначити середню потужність, яка розвивається силами, діючими на маховик при його обертанні до зупинки. Знайти закони, згідно з якими змінюються обертальний момент та потужність. Чому дорівнює потужність у момент часу $t = 3$ с?

405. * Платформа, що має форму диска, може обертатися навколо вертикальної вісі. На краю платформи стоїть людина масою 60 кг. На який кут повернеться платформа, якщо людина піде вздовж краю платформи і, обійшовши його, повернеться у вихідну точку на платформі? Маса платформи дорівнює 240 кг. Людину вважати матеріальною точкою.

406. * Людина масою 60 кг знаходиться на нерухомій платформі масою 100 кг. Яку кількість обертів у хвилину робитиме платфор-

ма, якщо людина рухатиметься по колу радіусом 5 м навколо вісі обертання? Швидкість руху людини відносно платформи 1,1 м/с. Радіус платформи 10 м. Платформу вважати однорідним диском, а людину – точковою масою.

407. * Горизонтальна платформа масою 100 кг обертається навколо вертикальної вісі, що проходить через її центр, роблячи 10 об/хв. Людина масою 60 кг стоїть при цьому на краю платформи. З якою частотою почне обертатися платформа, якщо людина перейде до її центру? Платформу вважати однорідним диском, а людину – точковою масою.

408. * Платформа, яка має форму суцільного однорідного диска, може обертатися по інерції навколо нерухомої вертикальної вісі. На краю платформи стоїть людина, маса якої в 3 рази менше маси платформи. Визначити, як і у скільки разів зміниться кутова швидкість обертання платформи, якщо людина перейде ближче до центру на відстань, що дорівнює половині радіуса платформи.

409. * Людина, яка стояла в центрі горизонтальної платформи масою 120 кг, що обертається по інерції навколо нерухомої вертикальної вісі, переходить до її краю, після чого частота обертання платформи зменшилася вдвічі. Вважаючи платформу круглим однорідним диском, а людину – матеріальною точкою, визначити масу людини.

410. * Горизонтальна платформа радіуса 1 м та масою 120 кг обертається за інерцією навколо нерухомої вертикальної вісі з частотою 10 хв⁻¹. Людина, яка стоїть на її краю, переходить до центру, здійснюючи роботу в 60 Дж. Вважаючи платформу круглим однорідним диском, а людину – матеріальною точкою, визначити масу людини.

411. * Горизонтальна платформа масою 100 кг обертається навколо вертикальної вісі, що проходить через її центр, роблячи 10 об/хв. Людина масою 60 кг стоїть при цьому на краю платформи. Яку роботу здійснює людина при переході від краю платформи до її центра? Радіус платформи 1,5 м.

412. * Людина, яка стоїть на лавці Жуковського, тримає в руках стержень довжиною 2,5 м і масою 8 кг, розташований вертикально вздовж вісі обертання лавки. Ця система (лавка та людина) має момент інерції 10 кг·м² і обертається з частотою 12 хв⁻¹. Визначити ча-

стоту обертання системи, якщо стержень повернути в горизонтальне положення.

413. * Людина стоїть у центрі лавки Жуковського і разом з нею обертається за інерцією. Частота обертання $n_1 = 0,5 \text{ с}^{-1}$. Момент інерції людини відносно вісі обертання дорівнює $1,6 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$. У витягнутих у боки руках людина тримає гири масою 2 кг кожна. Відстань між гирями $l_1 = 1,6 \text{ м}$. Визначити частоту обертання n_2 лавки з людиною, коли вона опустить руки і відстань l_2 між гирями стане рівною $0,4 \text{ м}$. Моментом інерції лавки знехтувати.

414. * На нерухомій лавці Жуковського сидить людина і тримає в руці велосипедне колесо, яке обертається навколо своєї вісі з кутовою швидкістю $\omega_0 = 15 \text{ с}^{-1}$. Вісь колеса розташована вертикально і збігається з віссю лавки. З якою швидкістю почне обертатися лавка, якщо повернути колесо навколо горизонтальної вісі на 180° ? Момент інерції людини і лавки дорівнює $3 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$, момент інерції колеса відносно своєї вісі $I_0 = 0,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$.

415. * На лавці Жуковського сидить людина і тримає на витягнутих руках гири, по 10 кг кожна. Відстань від кожної гирі до вісі обертання лавки дорівнює 75 см . Лавка обертається, роблячи 1 об/с . Яку роботу здійснить людина, якщо вона стисне руки так, що відстань від кожної гирі до вісі зменшиться до 20 см , а платформа почне обертатися з частотою $4,2 \text{ об/с}$? Момент інерції людини та лавки разом відносно вісі обертання дорівнює $2,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$.

416. * Горизонтальна платформа масою 25 кг і радіусом $0,8 \text{ м}$ обертається з частотою 18 хв^{-1} . У центрі стоїть людина і тримає в розведених руках гири. Вважаючи платформу диском, визначити частоту обертання платформи, якщо людина, опустивши руки, зменшить свій момент інерції від $I_1 = 3,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ до $I_2 = 1 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$.

417. * Горизонтальна платформа масою 80 кг і радіусом 1 м обертається з кутовою швидкістю, що відповідає частоті 20 об/хв . У центрі платформи стоїть людина і тримає в розведених руках гири. У скільки разів збільшиться кінетична енергія платформи з людиною, якщо людина, опустивши руки, зменшить свій момент інерції з $2,94$ до $0,98 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$? Вважати платформу однорідним диском.

418. * На циліндр намотано тонку гнучку нерозтяжну стрічку, масою якої в порівнянні з масою циліндра можна знехтувати. Вільний кінець стрічки прикріпили до кронштейна й надали циліндрові

можливість опускатися під дією сили ваги. Визначити лінійне прискорення вісі циліндру, якщо циліндр порожнистий тонкостінний.

419. * На циліндр намотано тонку гнучку нерозтяжну стрічку, масою якої в порівнянні з масою циліндра можна знехтувати. Вільний кінець стрічки прикріпили до кронштейна і надали циліндрові можливість опускатися під дією сили ваги. Визначити лінійне прискорення вісі циліндра, якщо циліндр є суцільним.

420. * На суцільну кулю намотано нитку, вільний кінець якої прикріплено до стелі. Куля вільно розмотується з нитки під дією власної ваги. Знайти прискорення кулі якщо масою та товщиною нитки можна знехтувати; початкова довжина нитки набагато більша за радіус кулі.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Бушок Г.Ф., Левандовский В.В., Півень Г.Ф. Курс фізики: Навч. посібник. Кн.1: Фізичні основи механіки. Електрика і магнетизм. – К.: Либідь, 1997. – § 1–41.

2. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1989. – Гл.1–5.

3. Загальні основи фізики: Навч. посібник: Кн.1: Механіка. Термодинаміка та молекулярна фізика / І.Г.Богацька, Д.Б.Головка та ін. – К.: Либідь, 1998. – Розд.1–4.

4. Зисман Г.А., Тодес О.М. Курс общей физики: Учеб. пособие для вузов. – 3-е изд. – М.: Наука, 1967. – Т.1, § 1–11.

5. Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик П.П. Загальний курс фізики: Навч. посібник: У 3 т. – Т.1. Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. – К.: Техніка, 1999. – Розд.1–5.

6. Савельев И.В. Курс физики: Учебник: В 3 т. – Т.1: Механика. Молекулярная физика. – М.: Наука, 1989. – § 1-35.

7. Трофимова Т.И. Курс физики: Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд. – М.: Высшая школа, 1990. – § 1–21.

8. Элементарный учебник физики: Учебное пособие. В 3 т. / Под ред. Г.С.Ландсберга. – Т.1: Механика. Теплота. Молекулярная физика. – 10-е изд. – М.: Наука, 1984. – § 1–110.