Механіка

Кінематика

1.1. а) За графіком швидкості (рис.1.1а) визначити модуль переміщення за 10 с і накреслити графік залежності S = f(t). [150 м]

б) За графіком зміни координати (рис.1.1б) визначити швидкість руху і побудувати графік швидкості. Виразити швидкість в см/с та км/год.

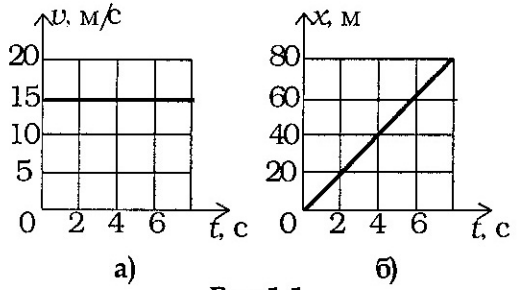

Рис.1.1

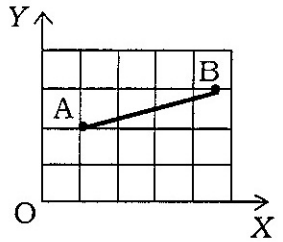

Рис.1.2

1.2. На рис.1.2 показана траєкторія АВ руху матеріальної точки в системі координат XOY. Масштаб: 1 поділка - 3,0 м. Знайти: А) координати точки на початку і в кінці руху; Б) проекції переміщення на осі *OX* і *OY* та довжину самого переміщення; В) час руху, якщо швидкість точки v = 50 см/с; Г) проекції швидкості на осі *OX* та *OY*. [А) X_A = 3 м, Y_A = 6 м, X_B = 13,5 м, Y_B = 9 м; Б) ΔX = 10,5 м, ΔY = 3 м; 10,9 м; В) 21,8 с; Г) 0,48 м/с; 0,137 м/с]

1.3. За 10 с точка пройшла рівномірно половину кола, радіус якого 100 см. Знайти модуль швидкості точки і вектор середньої швидкості переміщення. [31,4 см/с; 20 см/с]

1.4. Диск радіуса *R* зробив: чверть оберту, половину оберту, цілий оберт. Знайти графічно переміщення та шлях точки на краю диска в кожному випадку. [$l_1 = 0{,}5\pi R$, $S_1 = R\sqrt{2}$; $l_2 = \pi R$, $S_2 = 2R$; $l_3 = 2\pi R$, $S_3 = 0$]

1.5. Першу половину часу свого руху велосипедист їхав зі швидкістю 10 км/год, а другу половину часу - зі швидкістю 20 км/год. Знайти середню швидкість на всьому шляху. [15 км/год]

1.6. Першу половину свого шляху велосипедист їхав зі швидкістю 20 км/год, а другу - з швидкістю 10 км/год. Знайти середню швидкість на всьому шляху. [≈13,3 км/год]

1.7. Над пунктом А пролетів літак зі швидкістю 300 км/год. Через 1 год в тому ж напрямку пролетів літак зі швидкістю 400 км/год. Знайти алгебраїчно і графічно: який літак раніше прилетить у пункт В, якщо відстань АВ = 1200 км. [одночасно]

1.8. З пунктів А і В, відстань між якими 120 км, назустріч один одному виїхали два автобуси: перший - о 9 год, а другий - о 9 год 30 хв. ранку. Перший рухався із швидкістю 40 км/год, а другий - 60 км/год. Знайти алгебраїчно і графічно, де і коли зустрінуться автобуси. [у середині між А та В о 10 год 30 хв]

1.9. Швидкість човна в річці відносно води 2,0 м/с, швидкість течії відносно берега 1,5 м/с. Знайти швидкість човна відносно берега у випадках, коли човен пливе за течією і коли човен пливе проти течії. [3,5 м/с; 0,5 м/с]

1.10. Швидкість теплохода відносно берега при русі за течією становить 20 км/год, а проти течії – 18 км/год. Знайти швидкість течії і швидкість теплохода відносно води. [1 км/год; 19 км/год]

1.11. З катера, який пливе річкою вниз по течії, випав предмет, коли катер пропливав біля пристані. Через 45 хв катер повернув назад і зустрів предмет на відстані 3 км від пристані. Чому дорівнює швидкість течії? [2 км/год]

1.12. Катер, який має швидкість 90 км/год, проходить від корми до носа пароплава і назад за 37,5 с. Знайти швидкість пароплава, якщо його довжина 300 м. Течія відсутня. [15 м/с]

1.13. Дві дороги перетинаються під кутом 45°. У напрямку до перехрестя рухаються два автомобілі зі швидкостями 50 та 80 км/год. З якою швидкістю та під яким кутом рухається перший автомобіль відносно другого? [120,6 км/год, 163°; 57 км/год, 141,6°]

1.14. Човен рухається відносно води зі швидкістю 3 м/с під кутом 60° до течії, швидкість якої становить 1 м/с. Знайти швидкість човна відносно берега ріки та його переміщення через 30 с після початку руху. [3,6 м/с, 108 м під кутом ~46° до напрямку течії]

1.15. Водій легкового автомобіля помітив, що краплі дощу не залишають слідів на задньому склі при швидкості більшій 30 км/год. Яку швидкість мають краплі, якщо заднє скло нахилене вперед під кутом 60° до горизонту? [14,4 м/с]

***1.16.** Сталева кулька, яка має швидкість 5 м/с, налітає на рухому важку сталеву плиту і після пружного удару продовжує рухатися в тому ж напрямку зі швидкістю 1 м/с. Знайти швидкість руху плити.

1.17. Протягом 10 с швидкість матеріальної точки збільшилася від нуля до 8,0 м/с. Знайти прискорення a, якщо воно було сталим. Накреслити графік $a = f(t)$. [0,8 м/с^2]

1.18. По підлозі рівносповільнено котиться куля. Її початкова швидкість 0,64 м/с, а прискорення 16 см/с^2. Знайти: А) через скільки секунд куля зупиниться? Б) як далеко вона прокотиться. [4 с; 1,28 м]

1.19. Тіло рухається прямолінійно без початкової швидкості зі сталим прискоренням і за шосту секунду проходить 12 м. Знайти А) прискорення тіла; Б) шлях, пройдений за шістнадцяту секунду.[2,2 м/с^2; 34 м]

1.20. Космічна ракета розганяється із стану спокою і, пролетівши 200 км зі сталим прискоренням, досягає швидкості 11 км/с. Знайти А) прискорення ракети; Б) час розгону. [300 м/с^2; 37 с]

1.21. Лижник рівноприскорено спускається з гори завдовжки 1000 м за 1 хв. Знайти середню і максимальну швидкості лижника на спуску, якщо його початкова швидкості дорівнювала нулю. [60 км/год; 120 км/год]

1.22. Куля, що летить з швидкістю 400 м/с, ударяє в земляний вал і заглиблюється в нього на 36 см. Протягом якого часу вона рухалась у землі? З яким прискоренням? Яку швидкість вона мала на глибині 18 см? На якій глибині швидкість кулі зменшилась у три рази? Рух вважати рівнозмінним. [1,8 мс; -221 км/с^2 ; 282 м/с; 32 см]

1.23. В рівноприскореному русі з початковою швидкістю тіло пройшло шлях S за час τ, причому його швидкість зросла в n разів. Знайти прискорення тіла. [$2S(n-1)/[(n+1)\tau^2]$]

1.24. Літак рухається зі швидкістю 720 км/год. З певного моменту він рівномірно збільшує швидкість на протязі 10 с і за останню секунду прискореного руху проходить шлях 295 м. Знайти кінцеву швидкість літака і його прискорення. [300 м/с; 10 м/с^2]

1.25. Вантаж піднімають лебідкою. Перші 2 с вантаж рухається прискорено без початкової швидкості з прискоренням 0,5 м/с^2, наступні 11 с - рівномірно, останні 2 с - сповільнено з прискоренням 0,5 м/с^2. На яку висоту підніметься вантаж? Накреслити графік швидкості $v = f(t)$ і графік прискорення $a = f(t)$. [13 м; рис.В2]

1.26. Моторний човен рухається прямолінійно протягом 5 с із сталою швидкістю 1 м/с, а потім протягом 5 с з прискоренням 1 м/с^2. Знайти шлях, пройдений човном. Накреслити графік швидкості $v = f_1(t)$, графік прискорення $a = f_2(t)$.[≈23 м]

***1.27.** Поїзд пройшов ділянку спуску рівноприскорено. За час спуску його швидкість зросла на 36 км/год, а середня швидкість становила 43,2 км/год,. Знайти швидкість мав поїзда на середині спуску [13 м/с]

1.28. З нерухомого вертольота, що знаходиться на висоті 1000 м, падає бомба, запал якої встановлено на 14 с. Визначити, на якій висоті над землею бомба вибухне. [20 м]

1.29. Парашутист розкриває парашут через 2 с після відокремлення від літака. Знайти для вказаного проміжку часу А) відстань, яку він проходить по вертикалі; Б) кінцеву швидкість на цьому відрізку шляху. [≈20 м; ≈20 м/с]

1.30. М'яч, кинутий вертикально вгору, впав у вихідну точку через 3 с. Знайти початкову швидкість м'яча. [≈15 м/с]

1.31. Тіло кинули вертикально вгору. Знайти початкову швидкість тіла, якщо через 10 с воно рухалося вниз зі швидкістю 20 м/с. [78 м/с]

***1.32.** Пальне у ракеті згоряє за 2 с і надає їй прискорення $2g$. На яку максимальну висоту підніметься ракета? Скільки часу ракета підніматиметься вгору і опускатиметься вниз?[117,6м ;6с ;4,9с]

1.33. З повітряної кулі, що опускається вниз зі сталою швидкістю 2 м/с, кинули вертикально вгору камінь зі швидкістю 18 м/с відносно землі. Знайти а) відстань між кулею та каменем на момент, коли камінь досягне найбільшої висоти; б) час після кидання, через який камінь пролетить повз кулю, падаючи вниз. [20,3 м; 4,1 с]

***1.34.** Важка плита рухається вгору зі швидкістю 1 м/с. На неї падає кулька, яка на момент удару об плиту має швидкість 3 м/с. Вважаючи удар пружним, знайти найбільшу відстань між кулькою та плитою після удару. [~0,41 м]

1.35. Тіло кинули з горизонтальної поверхні землі під кутом $\alpha = 60°$ до горизонту з початковою швидкістю $v_0 = 20$ м/с. Прийняти $g = 10$ м/с^2. Знайти: а) рівняння траєкторії тіла, вважаючи, що вісь OY напрямлена вертикально вгору, а вісь OX - горизонтально; б) через який час тіло досягне вищої точки своєї траєкторії? в) найбільшу висоту підйому тіла; г) час польоту тіла; д) дальність польоту тіла; е) кут між вектором швидкості і горизонтом через 1 с після кидання. [а) $y=1{,}732x - 0{,}05x^2$; б) 1,73 с; в) 15 м; г) 3,46 с; д) 34,6 м; е) 36°]

1.36. М'яч кинули під кутом 30^0 до горизонту з початковою швидкістю 10 м/с. Знайти горизонтальну і вертикальну складові початкової швидкості, висоту підняття, час і дальність польоту м'яча. [≈8,7 м/с, 5 м/с, ≈1,3 м, 1 с, ≈8,7 м]

1.37. Тіло кинули під кутом 30^0 до горизонту з початковою швидкістю 100 м/с. Через скільки часу тіло досягне висоти 50 м? [1,12 с; 9,1 с]

1.38. Камінь кинули в горизонтальному напрямі. Через 3 с вектор швидкості відносно землі становив кут 45^0. Знайти початкову швидкість каменя. [≈29 м/с]

1.39. М'яч, який кинули горизонтально з висоти 2 м над землею, упав на землю на відстані 7 м. Знайти початкову і кінцеву швидкості м'яча. [≈11 м/с; ≈13 м/с]

1.40. Двоє хлопчаків кидають м'яч один одному. На яку найбільшу висоту над точкою кидання підіймається м'яч, якщо він летить 2 с? [5 м]

***1.41.** Початкова швидкість тіла, яке кинуто з поверхні землі, 10 м/с. Через 0,5 с його швидкість 7 м/с. Знайти: а) максимальну висоту підйому тіла над точкою кидання; б) дальність польоту тіла. [3 м; 10 м]

1.42. Камінь, який кинуто горизонтально з швидкістю 15 м/с, впав на землю під кутом 60° до горизонту. З якої висоти кинуто камінь? На якій відстані по горизонталі камінь впав на землю? [34,4 м; 40 м]

***1.43.** Тіло, яке кинули з певної висоти під кутом 30° до горизонту, впало на землю, маючи швидкість 10 м/с, вектор якої перпендикулярний до вектора початкової швидкості. Знайти час польоту

тіла. [2 с]

1.44. Тіло падає з висоти h на похилу площину з кутом нахилу α і пружно відбивається. На якій відстані від місця першого удару відбудеться другий удар тіла об площину? [$8h\sin\alpha$]

1.45. Час руху тіла, кинутого з поверхні землі під кутом до горизонту дорівнює τ. При цьому найменша швидкість тіла була в 2 рази меншою, ніж найбільша. Знайти максимальну висоту підйому тіла над землею та дальність польоту. [19,6 м; ~45 м]

***1.46.** Кульку кидають під кутом α до горизонту з початковою швидкістю v_0. Кулька пружно вдаряється об вертикальну площину, яка на момент удару віддалена від точки кидання на відстань l. Знайти відстань між точками кидання та падіння кульки на землю після відбивання, якщо площина: А) нерухома; Б) рухається горизонтально назустріч кульці зі швидкістю u; В) рухається горизонтально зі швидкістю u за напрямком руху кульки перед ударом. [А) $|L-2l|$; Б), В) $\left|(L-l)\left(1\pm 2u/(v_0\cos\alpha)\right)\right|$. У всіх випадках $L=v_0^2\sin^2\alpha/g$]

1.47. Знайти лінійну швидкість кінця хвилинної стрілки якого-небудь годинника і накресліть на малюнку її вектори через кожні 10 хв. [$2\pi l/T$]

***1.48.** Знайти відношення лінійних швидкостей та прискорень кінців хвилинної та годинної стрілок механічного годинника, якщо хвилинна стрілка в 1,5 рази довша за годинну. [18; 216]

1.49. З якою лінійною швидкістю рухаються точки екватору під час обертання Землі навколо осі, якщо радіус Землі 6380 км? [464 м/с]

1.50. Знайти кутові швидкості валів, які обертаються з періодами $T_1 = 10$ с, $T_2 = 0{,}05$ с, $T_3 = 10^{-3}$ с. [0,63 рад/с; 130 рад/с; $6{,}28\cdot10^3$ рад/с]

1.51. Знайти кутові швидкості валів, частоти обертання яких 24, 60 та 1800 об/хв. [2,5 рад/с; 2π рад/с; 60π рад/с]

1.52. Знайти частоту і кутову швидкість обертання колеса вітродвигуна, якщо за 2 хв воно зробило 50 обертів. [0,42 1/с; $0{,}83\pi$ рад/с]

1.53. У скільки разів кутова швидкість хвилинної стрілки годинника більша від кутової швидкості годинної стрілки? [у 12 разів]

1.54. Вітрове колесо, радіус якого 2 м, робить 40 об/хв. Знайти: А) доцентрове прискорення кінцевих точок лопастей колеса; Б) циклічну частоту обертання при якій прискорення буде у 2 рази більшим? [36 м/с^2; 56 рад/с]

1.55. Знайти швидкість тіла, що рухається рівномірно по колу радіусом 3 м, коли доцентрове прискорення дорівнює 12 см/с^2. [60 см/с]

1.56. Точка рухається по колу зі сталою швидкістю 50 м/с. Вектор швидкості змінює напрямок на 30° за 2 с. Знайти доцентрове прискорення точки.

***1.57.** Стержень довжиною 50 см обертається навколо перпендикулярної йому осі з частотою 30 об/с. Один з кінців стержня має лінійну швидкість 57 см/с. Чому дорівнює лінійна швидкість другого кінця стержня? [1 м/с; 2,14 м/с]

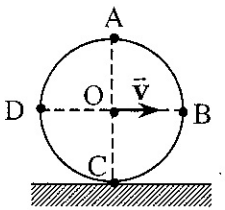

Рис.1.3

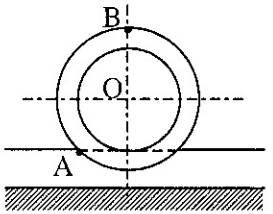

Рис.1.4

***1.58.** Вісь диска, що обертається, рухається з горизонтальною швидкістю 2 м/с. Вісь горизонтальна і перпендикулярна до напрямку свого руху. Швидкість нижньої точки диска дорівнює 1 м/с. Визначити швидкість верхньої точки. [3 м/с; 5 м/с]

1.59. Колесо радіуса R рівномірно котиться горизонтальною площиною без проковзування. Швидкість руху його центра (точка О) дорівнює v. Знайти швидкості точок А, В, С, D в момент, коли колесо розташовано так, як показано на рис.1.3. [$2v$; $v\sqrt{2}$; 0; $v\sqrt{2}$]

1.60. Трамвайне колесо котиться по рейці без проковзування (рис.1.4). Відомі швидкості його точок А і В на реборді — v_A, v_B. Знайти швидкість руху колеса. [$\left(v_B^2-v_A^2\right)/2v_B$]