

**101.** Тіло кинуто вертикально вгору з початковою швидкістю  $v_0 = 4$  м/с. Коли воно досягло верхньої точки польоту, з того ж початкового пункту, з тією же початковою швидкістю  $v_0$  вертикально вгору кинуто друге тіло. На якій відстані  $h$  від початкового пункту зустрінуться тіла? Опір повітря не враховувати.

**102.** Матеріальна точка рухається прямолінійно з прискоренням  $a = 5$  м/с<sup>2</sup>. Визначити, на скільки шлях, пройдений точкою в  $n$ -у секунду, буде більшим від шляху, пройденого в попередню секунду. Прийняти  $v_0 = 0$ .

**103.** Дві автомашини рухаються дорогами, кут між якими  $\simeq 60^\circ$ . Швидкість автомашин  $v_1 = 54$  км/год і  $v_2 = 72$  км/год. З якою швидкістю  $v$  віддаляються машини одна від одної?

**104.** Матеріальна точка рухається прямолінійно з початковою швидкістю  $v_0 = 10$  м/с і сталим прискоренням  $a = -5$  м/с<sup>2</sup>. Визначити, у скільки разів шлях  $\Delta s$ , пройдений матеріальною точкою, буде перевищувати модуль її переміщення  $\Delta r$  через  $t = 4$  с після початку відліку часу.

**105.** Велосипедист їхав з одного пункту в інший. Першу третину шляху він проїхав зі швидкістю  $v_1 = 18$  км/год. Далі половину часу, який залишився, він їхав зі швидкістю  $v_2 = 22$  км/год, після чого до кінцевого пункту він йшов пішки зі швидкістю  $v_3 = 5$  км/год. Визначити середню швидкість  $v$  велосипедиста.

**106.** Тіло кинуто під кутом  $\simeq 30^\circ$  до горизонту зі швидкістю  $v_0 = 30$  м/с. Якими будуть нормальне  $a_n$  і тангенціальне  $a_t$  прискорення тіла через час  $t = 1$  с після початку руху?

**107.** Матеріальна точка рухається вздовж кола зі сталою кутовою швидкістю  $\omega = \sqrt{6}$  рад/с. У скільки разів шлях  $\Delta s$ , пройдений точкою за час  $t = 4$  с, буде більшим від модуля її переміщення  $\Delta r$ ? Прийняти, що в момент початку відліку часу радіус-вектор  $r$ , який задає положення точки на колі, щодо вихідного положення був повернутий на кут  $\phi = \sqrt{3}$  рад.

**108.** Матеріальна точка рухається в площині  $xu$  відповідно до рівнянь

$x = A_1 + B_1t + C_1t^2$  і  $y = A_2 + B_2t + C_2t^2$ , де  $B_1 = 7$  м/с,  $C_1 = -2$  м/с<sup>2</sup>,  
 $B_2 = -1$  м/с,  $C_2 = 0,2$  м/с<sup>2</sup>. Знайти модулі швидкості і прискорення точки в момент часу  $t = 5$  с.

**109.** Краєм платформи, яка рівномірно обертається з кутовою швидкістю  $\omega = 1$  рад/с, йде людина й обходить платформу за час  $t = 9,9$  с. Яке найбільше прискорення  $a$  руху людини щодо Землі? Прийняти радіус платформи  $R = 2$  м.

**110.** Точка рухається по колу радіусом  $R = 30$  см зі сталим кутовим прискоренням  $\omega$ . Визначити тангенціальне прискорення  $a_{\frac{1}{100}}$  точки, якщо відомо, що за час  $t = 4$  с вона зробила три оберти і наприкінці третього оберту її нормальне прискорення  $a_n = 2,7$  м/с<sup>2</sup>.

**111.** Під час горизонтального польоту зі швидкістю  $v = 250$  м/с снаряд масою  $m = 8$  кг розірвався на дві частини. Велика частина масою  $m_1 = 6$  кг одержала швидкість  $u_1 = 400$  м/с у напрямку польоту снаряда. Визначити модуль і напрямок швидкості  $u_2$  меншої частини снаряда.

**112.** З візка, який вільно рухається горизонтальним шляхом зі швидкістю  $v = 3$  м/с, у бік, протилежний руху візка, стрибає людина, після чого швидкість візка змінилася і стала дорівнювати  $u_1 = 4$  м/с. Визначити горизонтальну складову швидкості  $u_{2x}$  людини під час стрибка щодо візка. Маса візка  $m_1 = 210$  кг, маса людини  $m_2 = 70$  кг.

**113.** Гармата, жорстко закріплена на залізничній платформі, робить постріл уздовж полотна залізниці під кутом  $\alpha = 30^\circ$  до лінії обрію. Визначити швидкість  $u_2$  відкочування платформи, якщо снаряд вилітає зі швидкістю  $u_1 = 480$  м/с. Маса платформи з гарматою і снарядами  $m_2 = 18$  т, маса снаряда  $m_1 = 60$  кг.

**114.** Людина масою  $m_1 = 70$  кг, яка біжить зі швидкістю  $v_1 = 9$  км/год, доганяє візок масою  $m_2 = 190$  кг, який рухається зі швидкістю  $v_2 = 3,6$  км/год, і вистрибує на нього. З якою швидкістю стане рухатися візок з людиною? З якою швидкістю буде рухатися візок з людиною, якщо людина до стрибка бігла назустріч візку?

**115.** Ковзаняр, стоячи на ковзанах на кризі, кидає камінь масою  $m_1 = 2,5$  кг під кутом  $\alpha = 30^\circ$  до горизонту зі швидкістю  $v = 10$  м/с. Яка буде початкова швидкість  $v_0$  руху ковзаняря, якщо маса його  $m_2 = 60$  кг? Переміщенням ковзаняря під час кидка знехтувати.

**116.** На підлозі стоїть візок у вигляді довгої дошки, забезпечений легкими колесами. На одному кінці дошки стоїть людина. Маса її  $m_1 = 60$  кг, маса дошки  $m_2 = 20$  кг. З якою швидкістю (щодо підлоги) буде рухатися візок, якщо людина піде уздовж нього зі швидкістю (щодо дошки)  $v = 1$  м/с? Масою коліс і тертям знехтувати.

**117.** Снаряд, що летів зі швидкістю  $v = 400$  м/с, у верхній точці траєкторії розірвався на два уламки. Менший уламок, маса якого становить 40% від маси снаряда, полетів у протилежному напрямку зі швидкістю  $u_1 = 150$  м/с. Визначити швидкість  $u_2$  більшого уламка.

**118.** Два однакові човни масами  $m = 200$  кг кожний (разом з людиною і вантажами, які є в човнах) рухаються рівнобіжними курсами назустріч один одному з однаковими швидкостями  $v = 1$  м/с. Коли човни порівнялися, то з першого човна на другий і з другого на перший одночасно перекидають вантажі масами  $m_1 = 200$  кг. Визначити швидкості  $u_1$  і  $u_2$  човнів після перекидання вантажів.

**119.** На скільки переміститься щодо берега човен довжиною  $l = 3,5$  м і масою  $m_1 = 200$  кг, якщо людина, яка стоїть на кормі, масою  $m_2 = 80$  кг переміститься на ніс човна? Вважати човен розташованим перпендикулярно до берега.

**120.** Човен довжиною  $l = 3$  м і масою  $m = 120$  кг стоїть на спокійній воді. На носі і кормі перебувають два рибалки масами  $m_1 = 60$  кг і  $m_2 = 90$  кг. На скільки зрушиться човен щодо води, якщо рибалки поміняються місцями?

**121.** У дерев'яну кулю масою  $m_1 = 8$  кг, підвішену на нитці довжиною  $l = 1,8$  м, потрапляє кулька масою  $m_2 = 4$  г, яка летить горизонтально. З якою швидкістю летіла кулька, якщо нитка з дерев'яною кулею і застрягла в ній

кулькою відхилилася від вертикалі на кут  $\alpha = 3^\circ$ ? Розміром кульки знехтувати. Удар вважати прямим, центральним.

**122.** По невеликому шматку м'якого заліза, яке лежить на кувалді масою  $m_1 = 300$  кг, ударяє молот масою  $m_2 = 8$  кг. Визначити ККД  $\eta$  удару, якщо удар непружний. Корисною вважати енергію, витрачену на деформацію шматка заліза.

**123.** Куля масою  $m_1 = 1$  кг рухається зі швидкістю  $v_1 = 4$  м/с і зіштовхується з кулею масою  $m_2 = 2$  кг, яка рухається їй назустріч зі швидкістю  $v_0 = 3$  м/с. Які швидкості  $u_1$  і  $u_2$  куль після удару? Удар вважати абсолютно пружним, прямим, центральним.

**124.** Куля масою  $m_1 = 3$  кг рухається зі швидкістю  $v_1 = 2$  м/с і зіштовхується з кулею масою  $m_2 = 5$  кг, яка нерухома. Яка робота буде виконана під час деформації куль? Удар вважати абсолютно непружним, прямим, центральним.

**125.** Визначити ККД  $\eta$  непружного удару бойка масою  $m_1 = 0,5$  т, який падає на палю масою  $m_2 = 120$  кг. Корисною вважати енергію, витрачену на вбивання палі.

**126.** Куля масою  $m_1 = 4$  кг рухається зі швидкістю  $v_1 = 5$  м/с і зіштовхується з кулею масою  $m_2 = 6$  кг, яка рухається їй назустріч зі швидкістю  $v_2 = 2$  м/с. Визначити швидкості  $u_1$  і  $u_2$  куль після удару. Удар вважати абсолютно пружним, прямим, центральним.

**127.** Зі ствола автоматичного пістолета вилетіла куля масою  $m_1 = 10$  г зі швидкістю  $v = 300$  м/с. Затвор пістолета масою  $m_2 = 200$  г притискається до ствола пружиною, жорсткість якої  $k = 25$  кН/м. На яку відстань відійде затвор після пострілу? Вважати, що пістолет жорстко закріплений.

**128.** Куля масою  $m_1 = 5$  кг рухається зі швидкістю  $v_1 = 1$  м/с і зіштовхується з кулею масою  $m_2 = 2$  кг, яка нерухома. Визначити швидкості  $u_1$  і  $u_2$  куль після удару. Удар вважати абсолютно пружним, прямим, центральним.

**129.** З гармати, яка не має противідкочувального пристрою, відбувалася стрілянина в горизонтальному напрямку. Коли гармата була нерухомо закріплена, снаряд вилетів зі швидкістю  $v_1 = 600$  м/с, а коли гарматі дали можливість вільно відкочуватися назад, снаряд вилетів зі швидкістю  $v_2 = 580$  м/с. З якою швидкістю відкотилася під час цього гармата?

**130.** Куля масою  $m_1 = 2$  кг зіштовхується з кулею більшої маси, яка нерухома, і при цьому втрачає 40% кінетичної енергії. Визначити масу  $m_2$  більшої кулі. Удар вважати абсолютно пружним, прямим, центральним.

**131.** Визначити роботу розтягання двох з'єднаних послідовно пружин з жорсткостями  $k_1 = 400$  Н/м і  $k_2 = 250$  Н/м, якщо перша пружина під час цього розтяглася на  $\Delta l = 2$  см.

**132.** Із шахти глибиною  $h = 600$  м піднімають кліть масою  $m_1 = 3,0$  т на канаті, кожен метр якого має масу  $m = 1,5$  кг. Яка робота  $A$  виконується під час підняття кліті на поверхню Землі? Який коефіцієнт корисної дії  $\eta$  підіймального пристрою?

**133.** Пружина жорсткістю  $k = 500$  Н/м стиснута силою  $F = 100$  Н. Визначити роботу  $A$  зовнішньої сили, яка додатково стискає пружину ще на  $\Delta l = 2$  см.

**134.** Дві пружини жорсткістю  $k_1 = 0,5$  кН/м і  $k_2 = 1$  кН/м скріплені паралельно. Визначити потенціальну енергію  $\Pi$  даної системи під час абсолютній деформації  $\Delta l = 4$  см.

**135.** Яку потрібно виконати роботу  $A$ , щоб пружину жорсткістю  $k = 800$  Н/м, стиснуту на  $x = 6$  см, додатково стиснути на  $\Delta x = 8$  см?

**136.** Якщо на верхній кінець вертикально розташованої спіральної пружини покласти вантаж, то пружина стиснеться на  $\Delta l = 3$  мм. На скільки стисне пружину той самий вантаж, що упав на кінець пружини з висоти  $h = 8$  см?

**137.** З пружинного пістолета з пружинною жорсткістю  $k = 150$  Н/м зроблено постріл кулею масою  $m = 8$  г. Визначити швидкість  $v$  кулі під час вильоту її з пістолета, якщо пружина була стиснута на  $\Delta x = 4$  см.

**138.** Налетівши на пружинний буфер, вагон масою  $m = 16$  т, який рухався зі швидкістю  $v = 0,6$  м/с, зупинився, стиснувши пружину на  $\Delta l = 8$  см. Знайти загальну жорсткість  $k$  пружин буфера.

**139.** Ланцюг довжиною  $l = 2$  м лежить на столі, одним кінцем звисаючи зі столу. Якщо довжина частини, яка звішується, перевищує  $\frac{l}{3}$ , то ланцюг зісковзує зі столу. Визначити швидкість  $v$  ланцюга в момент його відриву від столу.

**140.** Яка робота  $A$  повинна бути виконана при піднятті з землі матеріалів для будівництва циліндричної димохідної труби висотою  $h = 40$  м, зовнішнім діаметром  $D = 3,0$  м і внутрішнім діаметром  $d = 2,0$  м? Густина матеріалу прийняти рівною  $2,8 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.

**141.** Кулька масою  $m = 60$  г, прив'язана до кінця нитки довжиною  $l_1 = 1,2$  м, обертається з частотою  $n_1 = 2$  с<sup>-1</sup>, спираючись на горизонтальну площину. Нитка коротшає до довжини  $l_2 = 0,6$  м, наближаючи кульку до осі. З якою частотою  $n_2$  буде при цьому обертатися кулька? Яку роботу  $A$  виконує зовнішня сила, укорочуючи нитку? Тертям між кулькою і площиною знехтувати.

**142.** Вздовж дотичної до шків маховика у вигляді диска діаметром  $D = 75$  см і масою  $m = 40$  кг прикладено силу  $F = 1$  кН. Визначити кутове прискорення  $\epsilon$  і частоту обертання  $n$  маховика через час  $t = 10$  с після початку дії сили, якщо радіус  $r$  шків дорівнює 12 см. Силою тертя знехтувати.

**143.** На обід маховика діаметром  $D = 60$  см намотано шнур, до кінця якого прив'язано вантаж масою  $m = 2$  кг. Визначити момент інерції  $J$  маховика, якщо він, обертаючись рівноприскорено під дією сили тяжіння вантажу, за час  $t = 3$  с набув кутову швидкість  $\omega = 9$  рад/с.

**144.** Нитку з прив'язаними до її кінців вантажами масами  $m_1 = 50$  г і  $m_2 = 60$  г перекинута через блок діаметром  $D = 4$  см. Визначити момент інерції  $J$  блоку, якщо під дією сили тяжіння вантажів він одержав кутове прискорення  $\varepsilon = 1,5$  рад/с<sup>2</sup>. Тертям і прослизанням нитки блоком знехтувати.

**145.** Стержень обертається навколо осі, яка проходить через його середину, відповідно до рівняння  $\varphi = At + Bt^3$ , де  $A = 2$  рад/с,  $B = 0,2$  рад/с<sup>3</sup>. Визначити обертаючий момент  $M$ , який діє на стрижень через час  $t = 2$  с після початку обертання, якщо момент інерції стрижня  $J = 0,048$  кг·м<sup>2</sup>.

**146.** Горизонтальною площиною котиться диск зі швидкістю  $v = 8$  м/с. Визначити коефіцієнт опору, якщо диск, будучи наданим самому собі, зупинився, пройшовши шлях  $s = 18$  м.

**147.** Визначити момент сили  $M$ , який необхідно прикласти до блока, який обертається з частотою  $n = 12$  с<sup>-1</sup>, щоб він зупинився протягом часу  $\Delta t = 8$  с. Діаметр блока  $D = 30$  см. Маса блока  $m = 6$  кг вважати рівномірно розподіленою вздовж ободу.

**148.** Блок, який має форму диска масою  $m = 0,4$  кг, обертається під дією сили натягу нитки, до кінців якої підвішені вантажі масами  $m_1 = 0,3$  кг і  $m_2 = 0,7$  кг. Визначити сили натягу  $T_1$  і  $T_2$  нитки по обидва боки блока.

**149.** До краю столу прикріплений блок. Через блок перекинута невагому і нерозтяжну нитку, до кінців якої прикріплені вантажі. Один вантаж рухається поверхнею столу, а інший — уздовж вертикалі вниз. Визначити коефіцієнт  $f$  тертя між поверхнями вантажу і столу, якщо маси кожного вантажу і маса блока однакові і вантажі рухаються з прискоренням  $a = 5,6$  м/с<sup>2</sup>. Прослизанням нитки блоком і силою тертя, яка діє на блок, знехтувати.

**150.** До кінців легкої і нерозтяжної нитки, перекинutoї через блок, підвішені вантажі масами  $m_1 = 0,2$  кг і  $m_2 = 0,3$  кг. У скільки разів відрізняються сили, які діють на нитку по обидва боки блока, якщо маса блока  $m = 0,4$  кг, а його вісь рухається вертикально вгору з прискоренням  $a = 2$  м/с<sup>2</sup>? Силами тертя і прослизанням нитки блоком знехтувати.

**151.** На лаві Жуковського сидить людина і тримає на витягнутих руках гирі масою  $m = 5$  кг кожна. Відстань від кожної гирі до осі лави  $l = 70$  см. Лава обертається з частотою  $n_1 = 1$  с<sup>-1</sup>. Як зміниться частота обертання лави і яку роботу  $A$  виконає людина, якщо вона стисне руки так, що відстань від кожної гирі до осі зменшиться до  $l_2 = 20$  см? Момент інерції людини і лави (разом) щодо осі  $J = 2,5$  кг\*м<sup>2</sup>.

**152.** На лаві Жуковського стоїть людина і тримає в руках стержень вертикально вздовж осі лави. Лава з людиною обертається з кутовою швидкістю  $\omega_1 = 4$  рад/с. З якою кутовою швидкістю  $\omega_2$  буде обертатися лава з людиною, якщо повернути стержень так, щоб він зайняв горизонтальне положення? Сумарний момент інерції людини і лави  $J = 5$  кг\*м<sup>2</sup>. Довжина стержня  $l = 1,8$  м, маса  $m = 6$  кг. Вважати, що центр мас стержня з людиною перебуває на осі платформи.

**153.** Платформа у вигляді диска діаметром  $D = 3$  м і масою  $m_1 = 180$  кг може обертатися навколо вертикальної осі. З якою кутовою швидкістю  $\omega_1$  буде обертатися ця платформа, якщо її краєм йтиме людина масою  $m_2 = 70$  кг зі швидкістю  $v = 1,8$  м/с щодо платформи?

**154.** Платформа, яка має форму диска, може обертатися навколо вертикальної осі. На краю платформи стоїть людина. На який кут  $\phi$  повернеться платформа, якщо людина піде уздовж краю платформи і, обійшовши її, повернеться у вихідну (на платформі) точку? Маса платформи  $m_1 = 280$  кг, маса людини  $m_2 = 80$  кг.

**155.** На лаві Жуковського стоїть людина і тримає в руці за вісь велосипедне колесо, яке обертається навколо своєї осі з кутовою швидкістю  $\omega_1 = 25$  рад/с. Вісь колеса розташована вертикально і збігається з віссю лави Жуковського. З якою швидкістю  $\omega_2$  стане обертатися лава, якщо повернути колесо навколо горизонтальної осі на кут  $\alpha = 90^\circ$ ? Момент інерції людини і лави  $J$  дорівнює  $2,5$  кг\*м<sup>2</sup>, момент інерції колеса  $J_0 = 0,5$  кг\*м<sup>2</sup>.

**156.** Однорідний стержень довжиною  $l = 1,0$  м може вільно обертатися навколо горизонтальної осі, яка проходить через один з його кінців. В інший



кінець абсолютно непружно вдаряє куля масою  $m = 7$  г, що летить перпендикулярно до стержня і його осі. Визначити масу  $M$  стержня, якщо в результаті влучення кулі він відхилиться на кут  $\alpha = 60^\circ$ . Прийняти швидкість кулі  $v = 360$  м/с.

**157.** На краю платформи у вигляді диска, який обертається за інерцією навколо вертикальної осі з частотою  $n_1 = 8$  хв<sup>-1</sup>, стоїть людина масою  $m_1 = 70$  кг. Коли людина перейшла в центр, платформа стала обертатися з частотою  $n_2 = 10$  хв<sup>-1</sup>. Визначити масу  $m_2$  платформи. Момент інерції людини розраховувати як для матеріальної точки.

**158.** На краю нерухомої лави Жуковського діаметром  $D = 0,8$  м і масою  $m_1 = 6$  кг стоїть людина масою  $m_2 = 60$  кг. З якою кутовою швидкістю почне обертатися лава, якщо людина піймає м'яч, що летить на неї? Маса м'яча  $m = 0,5$  кг, швидкість  $v = 5$  м/с, траєкторія горизонтальна і проходить на відстані  $r = 0,4$  м від осі лави.

**159.** Горизонтальна платформа масою  $m_1 = 150$  кг обертається навколо вертикальної осі, яка проходить через центр платформи, з частотою  $n = 8$  хв<sup>-1</sup>. Людина масою  $m_2 = 70$  кг стоїть при цьому на краю платформи. З якою кутовою швидкістю почне обертатися платформа, якщо людина перейде від краю платформи до її центра? Вважати платформу круглим, однорідним диском, а людину – матеріальною точкою.

**160.** Однорідний стрижень довжиною  $l = 1,0$  м і масою  $M = 0,7$  кг підвішений на горизонтальній осі, яка проходить через верхній кінець стрижня. У точку, що відстоїть від осі на  $\frac{2}{3}l$ , абсолютно пружно вдаряє куля масою  $m = 5$  г, яка летить перпендикулярно до стрижня і його осі. Після удару стрижень відхилився на кут  $\alpha = 60^\circ$ . Визначити швидкість кулі.

**161.** Визначити напруженість  $G$  гравітаційного поля на висоті  $h = 1000$  км над поверхнею Землі. Вважати відомими прискорення  $g$  вільного падіння біля поверхні Землі та її радіус  $R$ .

**162.** Яка робота  $A$  буде виконана силами гравітаційного поля під час падіння на Землю тіла масою  $m = 2$  кг: 1) з висоти  $h = 1000$  км; 2) з нескінченності?

**163.** З нескінченності на поверхню Землі падає метеорит масою  $m = 30$  кг. Визначити роботу  $A$ , яка при цьому буде виконана силами гравітаційного поля Землі. Прискорення вільного падіння  $g$  біля поверхні Землі та її радіус  $R$  вважати відомими.

**164.** З поверхні Землі вертикально вгору пущено ракету зі швидкістю  $v = 5$  км/с. На яку висоту вона підніметься?

**165.** Круговою орбітою навколо Землі обертається супутник з періодом  $T = 90$  хв. Визначити висоту супутника. Прискорення вільного падіння  $g$  біля поверхні Землі та її радіус  $R$  вважати відомими.

**166.** На якій відстані від центра Землі перебуває точка, у якій напруженість сумарного гравітаційного поля Землі і Місяці дорівнює нулю? Прийняти, що маса Землі в 81 раз більша від маси Місяця і що відстань від центра Землі до центра Місяця дорівнює 60 радіусам Землі.

**167.** Супутник обертається навколо Землі круговою орбітою на висоті  $h = 520$  км. Визначити період обертання супутника. Прискорення вільного падіння  $g$  біля поверхні Землі та її радіус  $R$  вважати відомими.

**168.** Визначити лінійну і кутову швидкості супутника Землі, який обертається круговою орбітою на висоті  $h = 1000$  км. Прискорення вільного падіння  $g$  біля поверхні Землі та її радіус  $R$  вважати відомими.

**169.** Яка маса Землі, якщо відомо, що Місяць протягом року робить 13 обертів навколо Землі і відстань від Землі до Місяця дорівнює  $3,84 \cdot 10^8$  м?

**170.** У скільки разів середня густина земної речовини відрізняється від середньої густини місячної речовини? Прийняти, що радіус  $R_3$  Землі в 390 разів більша від радіуса  $R_M$  Місяця і вага тіла на Місяці в 6 разів менша від ваги тіла на Землі.

**171.** На стрижні довжиною  $l = 30$  см укріплені два однакових тягарці: один — у середині стрижня, інший — на одному з його кінців. Стрижень з

тягарцями коливається навколо горизонтальної осі, яка проходить через вільний кінець стрижня. Визначити приведену довжину  $L$  і період  $T$  простих гармонічних коливань даного фізичного маятника. Масою стрижня знехтувати.

**172.** Точка бере участь одночасно в двох взаємно перпендикулярних коливаннях, рівняння яких  $x = A_1 \sin \omega_1 t$  і  $y = A_2 \cos \omega_2 t$ , де  $A_1 = 8$  см,  $A_2 = 4$  см,  $\omega_1 = \omega_2 = 2$  с<sup>-1</sup>. Написати рівняння траєкторії і побудувати її. Показати напрямок руху точки.

**173.** Точка бере участь у простих гармонічних коливаннях, рівняння яких  $x = A \sin \omega t$ , де  $A = 5$  см,  $\omega = 2$  с<sup>-1</sup>. У момент часу, коли точка мала потенціальну енергію  $\Pi = 0,1$  мДж, на неї діяла зворотна сила  $F = 5$  мН. Знайти цей момент часу  $t$ .

**174.** Визначити частоту  $\nu$  простих гармонічних коливань диска радіусом  $R = 20$  см навколо горизонтальної осі, яка проходить через середину радіуса диска перпендикулярно до його площини.

**175.** Визначити період  $T$  простих гармонічних коливань диска радіусом  $R = 40$  см навколо горизонтальної осі, яка проходить через твірну диска.

**176.** Визначити період  $T$  коливань математичного маятника, якщо модуль його максимального переміщення  $\Delta r = 18$  см і максимальна швидкість  $v_{\max} = 16$  см/с.

**177.** Матеріальна точка бере участь у простих гармонічних коливаннях так, що в початковий момент часу зсув  $x_0 = 4$  см, а швидкість  $v_0 = 10$  см/с. Визначити амплітуду  $A$  і початкову фазу  $\phi$  коливань, якщо їх період  $T = 2$  с.

**178.** Додаються два коливання однакового напрямку й однакового періоду:  $x_1 = A_1 \sin \omega_1 t$  і  $x_2 = A_2 \sin \omega_2(t + \frac{1}{100})$  де  $A_1 = A_2 = 3$  см,  $\omega_1 = \omega_2 = \frac{1}{20}$  с<sup>-1</sup>,  $\frac{1}{100} = 0,5$  с. Визначити амплітуду  $A$  і початкову фазу  $\phi$  результуючого коливання. Написати його рівняння. Побудувати векторну діаграму для моменту часу  $t = 0$ .

**179.** На гладкому горизонтальному столі лежить куля масою  $M = 200$  г, прикріплена до горизонтально розташованої легкої пружини з жорсткістю

$k = 500$  Н/м. У кулю попадає кулька масою  $m = 10$  г, що летить зі швидкістю  $v = 300$  м/с, і застряє в ній. Нехтуючи переміщенням кулі під час удару й опором повітря, визначити амплітуду  $A$  і період  $T$  коливань кулі.

**180.** Кулька масою  $m = 60$  г коливається з періодом  $T = 2$  с. У початковий момент часу зсув кульки  $x_0 = 4,0$  см і вона має енергію  $E = 0,02$  Дж. Записати рівняння простого гармонічного коливання кульки і закон зміни зворотної сили з часом.