

2.110. Яку максимальну силу можна прикласти до нижнього бруска *рис. 4*, щоб верхній брусок утримувався без проковзування на його поверхні при рівноприскореному русі нижнього по горизонтальній площині? Коефіцієнт тертя між брусками $\mu_1 = 0,1$, між поверхнею нижнього бруска і площиною $\mu_2 = 0,2$. Маса верхнього бруска $m_1 = 1$ кг, нижнього $m_2 = 2$ кг.

2.111. Тіло, кинуте вертикально вгору, упало на землю. Яким було прискорення його руху в різних точках траєкторії, якщо враховувати опір повітря? Коли прискорення буде найбільшим і найменшим?

2.112. Визначити прискорення тіл, маси яких m_1 і m_2 , і сили натягу ниток в системі, зображеній на *рис. 43*. Масою блоків і ниток, а також тертям у блоках можна нехтувати.

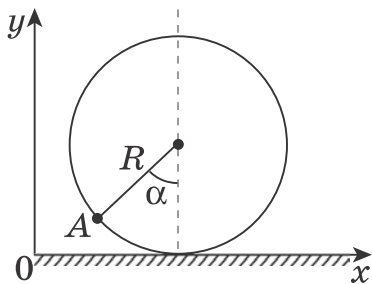


Рис. 41

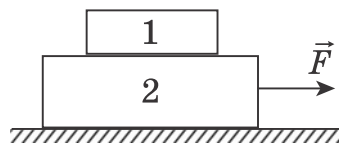


Рис. 42

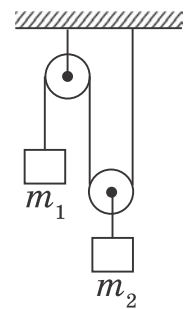


Рис. 43

2.113. На гладенькому горизонтальному столі лежить брусок масою $M = 2$ кг, на якому знаходиться другий брусок масою $m = 1$ кг (*рис. 44*).

Обидва бруски з'єднані невагомою нерозтяжною ниткою, перекинутою через невагомий блок. Яку силу F треба прикласти до нижнього бруска, щоб він почав віддалятися від блока з постійним прискоренням $a_1 = \frac{1}{2}g$? Ко-

ефіцієнт тертя між брусками $\mu = 0,5$. Тертям між нижнім бруском і столом, а також тертям у блоці нехтувати.

2.114. В системі (рис. 45) коефіцієнт тертя між візком масою $M = 3$ кг і вантажем масою $m = 1$ кг становить $\mu = 0,4$. Тертя між столом і візком мізерно мале. З якою силою треба тягти нитку в горизонтальному напрямі, щоб візок і вантаж могли їхати разом, без проковзування? Якими будуть прискорення тіл, якщо тягти за нитку з силою $F = \frac{20}{3}$ Н?

2.115. Шайба, кинута вздовж похилої площини, ковзає по ній, рухаючись вгору, а потім повертається до місця кидання. Графік залежності модуля швидкості шайби від часу показано на рис. 46. Визначити кут нахилу площини до горизонту.

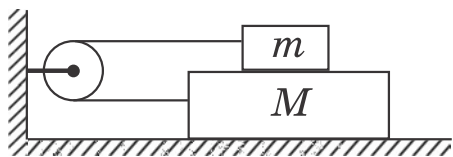


Рис. 44

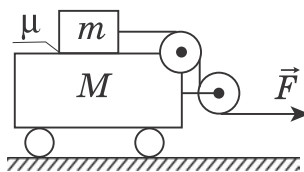


Рис. 45

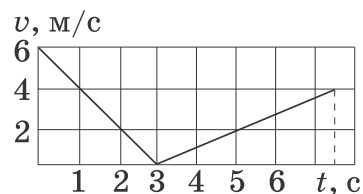


Рис. 46

2.116. Визначити прискорення вантажів у системі, показаній на рис. 47. Масами блоків, а також масою нитки нехтувати.

2.117. Стрижень AB довжиною l шарнірно закріплений у точці A і спирається кінцем B на платформу (рис. 48). Яку мінімальну силу треба прикласти для того, щоб зрушити платформу з місця? Маса стрижня дорівнює m , коефіцієнт тертя стрижня по платформі дорівнює μ , кут, утворений стрижнем з вертикаллю, дорівнює α . Тертям кочення коліс і тертям в осях нехтувати.

2.118. Брусок масою $m = 2$ кг, що лежить на шорсткуватій горизонтальній поверхні, починає рухатися з прискоренням $a = 3 \frac{m}{c^2}$, коли на нього подія-

ли горизонтальною силою $F = 11$ Н. Якою мінімальною горизонтальною силою F_0 треба подіяти на брусок, щоб його лише зрушити з місця?

2.119. Потяг, під'їжджаючи до станції зі швидкістю $v_2 = 72 \frac{км}{год}$, почав гальмувати. Який найменший час t гальмування потяга до повної зупинки безпечний для пасажирів, які сплять (пасажир не падають з полиць)?

Який мінімальний гальмівний шлях s ? Прискорення при гальмуванні вважають постійним, коефіцієнт тертя пасажирів по полицях $\mu = 0,2$.

2.120. Пасажири літака не зазнають неприємних відчуттів, якщо лише їхня вага в польоті не збільшується більше, ніж удвічі. Яке максимальне прискорення в горизонтальному польоті допускає ця умова?

2.121. До тягарця масою $m_1 = 10$ г, підвішеного за допомогою двох ниток, з яких одна горизонтальна, а друга утворює з вертикаллю кут $\alpha = 60^\circ$, прив'язаний на нитці другий тягарець маси $m_2 = 20$ г (рис. 49). Визначити прискорення a_2 тягарця маси m_2 відразу ж після перепалювання горизонтальної нитки. Нитки вважати нерозтяжними.

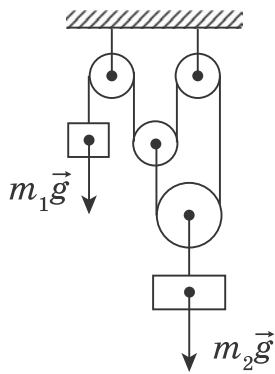


Рис. 47

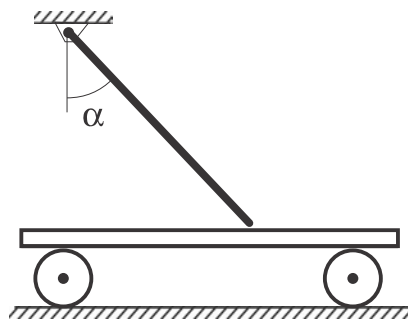


Рис. 48

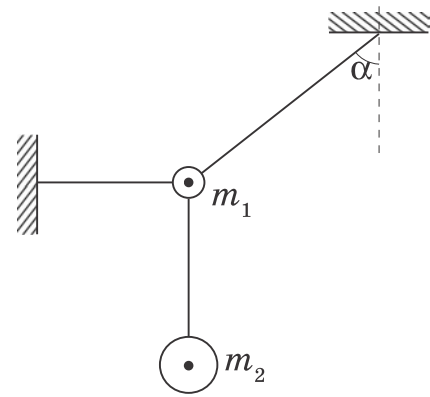


Рис. 49

2.122. До середини бічної сторони бруска масою M , який лежить на горизонтальній площині стола, прикріплена легка пружина жорсткістю k , другий кінець якої прикріплений до вертикальної стінки так, що вісь пружини горизонтальна (рис. 50). До середини протилежної сторони бруска прикріплена легенька нерозтяжна нитка, перекинута через нерухомий блок. На нитці висить другий блок, до осі якого підвішено кубик масою m . Верхній кінець нитки прикріплено до стелі. Спочатку кубик утримували в положенні, при якому пружина не деформована, а нитка трохи натягнута. Відрізки нитки, які не лежать на блоках, або горизонтальні, або вертикальні. Нехтуючи тертям і масою блоків, знайти максимальну швидкість бруска після відпускання кубика без початкової швидкості.

2.123. Яким має бути радіус колової орбіти штучного супутника Землі, щоб супутник весь час знаходився над однією й тією самою точкою земної поверхні на екваторі?

2.124. Космічний корабель здійснює навколо планети політ по коловій орбіті висотою $h = 3R$, де R — радіус планети. Як, максимально економлячи паливо, перевести його на нижчу орбіту $h_2 = R$? Дати рисунок із зображенням траєкторії переходу.

2.125. Відомо, що значення першої космічної швидкості v_1 зменшується із збільшенням радіуса колової орбіти. Однак при переході космічного корабля на вищу колову орбіту маршовий двигун корабля щонайменше двічі вмикається на збільшення швидкості. Пояснити цей парадокс.

2.126. Два супутники рухаються в одному напрямку по колових траєкторіях, які лежать в одній площині, зі швидкостями v_1 і v_2 . Визначити мінімальну відстань між супутниками. Радіус Землі R .

2.127. Два супутники рухаються навколо Землі по колових орбітах, розміщених в одній площині, зі швидкостями $v_1 = 7,8 \frac{\text{км}}{\text{с}}$ і $v_2 = 7,7 \frac{\text{км}}{\text{с}}$. Визначити інтервал часу τ , через який обидва супутники регулярно зближаються на мінімальну відстань один від одного. Знайти цю відстань, якщо радіус Землі $R = 6,4 \cdot 10^3$ км, прискорення вільного падіння на поверхні Землі $g_0 = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.

2.128. Визначити прискорення вільного падіння на Сонці за такими даними: відстань від Землі до Сонця $1,496 \cdot 10^{11}$ м, кут, під яким видно Сонце з Землі, дорівнює $32'$, період обертання Землі навколо Сонця $3,1557 \cdot 10^7$ с.

2.129. Протягом нетривалого часу, коли космічний корабель здійснює маневр по переходу з однієї орбіти на іншу, його двигуни розвивають постійну силу тяги $F = 1000$ Н. Визначити вагу космонавта, який знаходиться на кораблі, під час маневру корабля, повна маса якого $M = 5$ т. Зміною маси корабля під час маневру нехтувати. Маса космонавта $m = 100$ кг.

2.130. На полюсі якоїсь планети тіло важить у два рази більше, ніж на екваторі. Визначити період обертання планети навколо власної осі. Планету вважати кулею. Густина речовини планети ρ_0 .

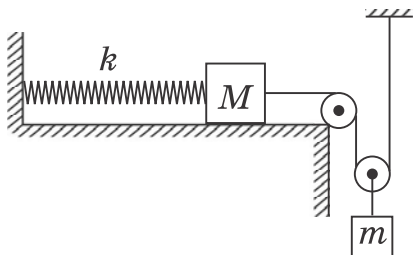


Рис. 50

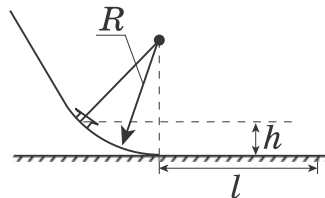


Рис. 51

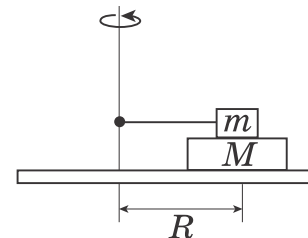


Рис. 52

2.131. Виїзд з гірки на горизонтальну площину є дугою кола радіуса $R = 4$ м (рис. 51). Гірка гладенька, а горизонтальна площина шорсткувата, з коефіцієнтом тертя $\mu = 0,2$. Санки, з'їхавши з гірки, зупинилися на відстані $l = 30$ м від її кінця. На якій висоті h санки тиснули на гірку з силою, яка в два рази перевищує за модулем їх силу тяжіння?

2.132. По колу радіусом $R = 20$ м рівномірно біжить легкоатлет. З якою максимальною швидкістю v_m він може бігти, якщо коефіцієнт тертя його підшов по землі дорівнює $\mu = 0,4$? Яким може виявитися максимальне значення дотичного прискорення при швидкості легкоатлета $v = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$?

2.133. Кулька масою m , прикріплена до горизонтального гумового шнура, здійснює обертальний рух в горизонтальній площині з кутовою швид-

кістю ω . Довжина нерозтягнутого гумового шнура l_0 , сила натягу шнура зростає пропорційно його розтягу, жорсткість шнура k . Визначити радіус кола, по якому рухається кулька, і силу натягу шнура.

2.134. Диск може обертатися навколо вертикальної осі, яка перпендикулярна до його площини (рис. 52). На диску на відстані R від осі лежить невеликий брусок маси M . На горизонтальній поверхні бруска знаходиться шайба маси m , прикріплена до осі ниткою. Диск разом з бруском і шайбою дуже повільно збільшує свою кутову швидкість. Коефіцієнт тертя ковзання між шайбою і бруском μ . Вважаючи тертя між бруском і диском мізерно малим, визначити, при якій кутовій швидкості ω брусок почне висковзувати з-під шайби.

2.135. В цирковому атракціоні мотоцикліст їде по внутрішній поверхні вертикального циліндра радіусом $R = 10$ м. При якій швидкості мотоцикліста це можливо, якщо коефіцієнт тертя між колесами мотоцикла і поверхнею циліндра $\mu = 0,5$? Розмірами мотоцикліста можна нехтувати.

2.136. З якою швидкістю повинна рухатися маленька кулька всередині гладенької сфери радіусом $R = 28$ см, щоб весь час залишатися в горизонтальній площині на висоті $h = 20$ см від нижньої точки сфери?

2.137. Тонкий обруч радіусом R розкрутили навколо його осі до кутової швидкості ω_0 і поклали на горизонтальний стіл. Через скільки часу обруч зупиниться, якщо коефіцієнт тертя між столом і обручем μ ? Скільки обертів зробить обруч до зупинки?

2.138. Котушка з намотаною на неї ниткою підвішена біля стіни (рис. 53). Маса котушки — M , малий радіус її — r , великий — R , коефіцієнт тертя між котушкою і стіною μ . При якому мінімальному куті α котушка не буде зісковзувати зі стіни? Яким при цьому буде натяг нитки?

2.139. Стрижень підвішено до блоків (рис. 54) і перебуває в рівновазі. Визначити довжину стрижня, якщо $AB = 1$ м. Блоки невагомні. Тертям нехтувати.

2.140. На дні циліндричної вертикальної посудини, внутрішній діаметр якої $D = 10$ см, знаходяться чотири металеві кульки діаметром $d = 3,65$ см. Визначити силу тиску кульок на бічну поверхню посудини, якщо густина металу $\rho = 7,7 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Тертям нехтувати.

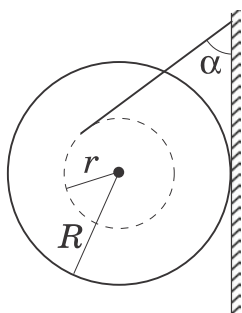


Рис. 53

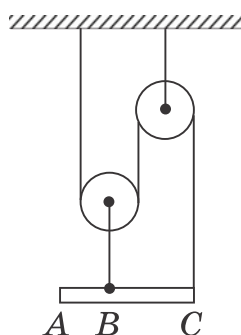


Рис. 54

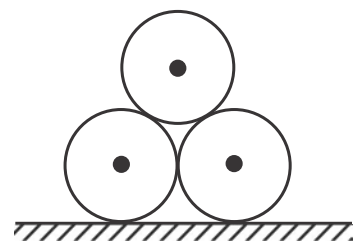


Рис. 55

2.141. Три однакових однорідних циліндри, осі яких паралельні, дотикаються один до одного по твірних. Два циліндри лежать на горизонтальній площині, третій лежить зверху на них (рис. 55). При якому мінімальному коефіцієнті тертя μ_{\min} між циліндрами і площиною циліндри не розкочуватимуться?

2.142. Штовхаючи шафу в горизонтальному напрямі, хлопець встановив, що шафа починає перекидатися, якщо силу прикладати вище точки C (рис. 56). Якщо ж прикладати силу нижче цієї точки, то шафа починає ковзати по підлозі. Визначити коефіцієнт тертя між підлогою і шафою, знаючи розміри a і b , вказані на рисунку. Центр тяжіння шафи знаходиться в геометричному центрі.

2.143. На край дошки масою $M = 3,2$ кг, яка лежить на гладенькій горизонтальній поверхні, помістили невеликий брусок масою $m = 1,6$ кг (рис. 57). Коефіцієнт тертя між бруском і дошкою $\mu = 0,25$. Яка робота A буде виконана над дошкою за час, за який брусок переміститься відносно землі з початкового положення на відстань, яка дорівнює довжині дошки $l = 1$ м, якщо на брусок подіяти вздовж дошки горизонтальною силою $F = 2$ Н?

2.144. Двоє тіл A і B з масами $m_1 = 1,5$ кг і $m_2 = 0,45$ кг відповідно підвішені на нитках до легенького коромисла, плечі якого мають довжину $l_1 = 0,6$ м і $l_2 = 1$ м, причому тіло A лежить на підлозі (рис. 58). На який мінімальний кут α слід відхилити підвіс тіла B , щоб після його відпускання тіло A відірвалось від підлоги?

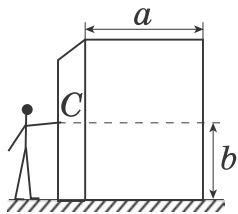


Рис. 56

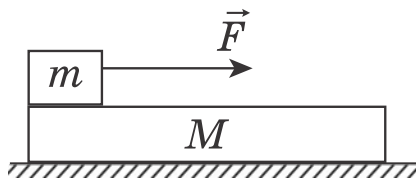


Рис. 57

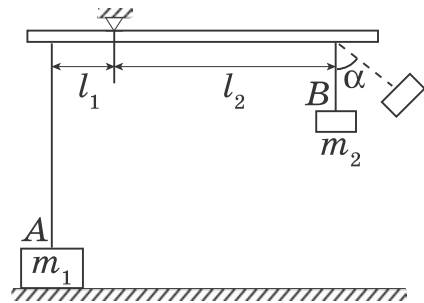


Рис. 58

2.145. Маленька кулька, підвішена на нитці, рухається в полі сили тяжіння по колу так, що нитка утворює з вертикаллю постійний кут $\alpha_1 = 30^\circ$. Друга така сама кулька, підвішена на нитці такої самої довжини, рухається так, що її нитка утворює з вертикаллю постійний кут $\alpha_2 = 45^\circ$. Визначити, у скільки разів кінетична енергія другої кульки перевищує кінетичну енергію першої кульки.

2.146. Маленька сталева кулька масою $m_1 = 10$ г підвішена на нитці довжиною $L = 1$ м. Її виводять з положення рівноваги, відхилиючи нитку на кут $\alpha = 90^\circ$ (рис. 59), і відпускають без початкової швидкості. В нижній точці траєкторії ця кулька зазнає пружного центрального співудару з кулькою масою $m_2 = 30$ г, яка лежала нерухомо на столі. На яку висоту підніметься перша кулька після удару?

2.147. Залізничний состав йде з постійною швидкістю $v = 72 \frac{\text{км}}{\text{год}}$ по горизонтальній ділянці дороги. На скільки повинна змінитися потужність, яку розвиває локомотив, щоб состав з тією самою швидкістю продовжував рухатися під час сильного вертикального дощу? Вважати, що кожен секунду на состав падає $m = 100$ кг води, яка потім стікає на землю по стінках вагонів. Зміною сил тертя нехтувати.

2.148. Автомобіль рухається рівноприскорено по горизонтальній дорозі і набуває швидкості v . Чи однакова робота виконується двигуном при розгоні із стану спокою до швидкості $\frac{1}{2}v$ і від швидкості $\frac{1}{2}v$ до v ?

2.149. Куля масою $m_1 = 9$ г, яка мала швидкість $v_1 = 160 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, спрямовану під кутом $\alpha = 30^\circ$ до горизонту (рис. 60), пробиває дошку масою $m_2 = 0,3$ кг, яка лежала на підставках, після чого піднімається на максимальну висоту $H = 45$ м над рівнем підставок. На яку висоту підстрибне дошка? Опором повітря нехтувати.

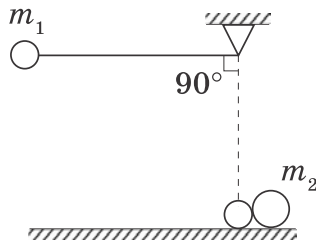


Рис. 59

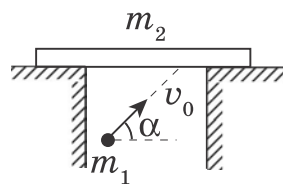


Рис. 60

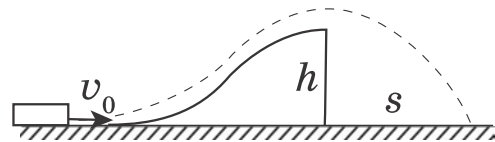


Рис. 61

2.150. Людина масою M стрибає вздовж залізничного полотна з нерухомого візка масою m , який стоїть на рейках. При цьому візок переміщається в бік, протилежний напрямку стрибка, на відстань s . Коефіцієнт тертя візка по рейках дорівнює μ . Яку енергію E витрачає людина при стрибку?

2.151. Гранату кидають від поверхні землі під кутом $\alpha = 30^\circ$ до горизонту з початковою швидкістю $v_0 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. У верхній точці траєкторії граната розривається на два однакових осколки, швидкості яких відразу після вибуху спрямовані горизонтально. На якій відстані один від одного впадуть осколки, якщо кінетична енергія, надана їм при вибуху, дорівнює $E = 18$ Дж, а маса гранати $m = 1$ кг? Опором повітря нехтувати, прискорення вільного падіння $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$?

2.152. Рибалка, сидячи в човні, кидає камінь під кутом $\alpha = 60^\circ$ до горизонту. Маса каменя $m = 1$ кг, маса рибалки і човна $M = 150$ кг, початкова

швидкість каменя $v_0 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Визначити відстань між точкою падіння каменя і човном в момент, коли камінь доторкнувся до води. Тертя човна об воду не враховувати.

2.153. Шайба, яка ковзала по гладенькій підлозі зі швидкістю $v_0 = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, піднімається на трамплін, верхня частина якого горизонтальна, і зістрибує з нього (рис. 61). При якій висоті трампліна h дальність польоту шайби s буде максимальною? Яка ця дальність?

2.154. Літак маси $m = 2,5 \text{ т}$ з вимкненим двигуном спускається, плануючи, з постійною швидкістю $v = 144 \frac{\text{км}}{\text{год}}$ з висоти $h_1 = 2 \text{ км}$ до висоти $h_2 = 1 \text{ км}$, пролетівши при цьому відстань $l = 10 \text{ км}$. Яку потужність P повинен розвивати двигун літака, щоб він міг піднятися до висоти h_1 , пролетівши відстань l з тією самою швидкістю?

2.155. Потужність, яку розвивають двигуни ракети, що нерухомо зависла над Землею, дорівнює P . Визначити швидкість витікання газів із сопла двигуна, якщо маса ракети m , а прискорення вільного падіння g .