

### ЗАДАЧИ К ИНДИВИДУАЛЬНОМУ ДОМАШНЕМУ ЗАДАНИЮ №3

1. Однородный диск радиусом 40 см колеблется около горизонтальной оси, проходящей через точку подвеса, совпадающую с одной из образующих поверхности диска. Определите период колебаний диска.
2. За интервал времени  $\Delta t$  после начала движения амплитуда затухающих колебаний уменьшилась вдвое. Как за это время изменилась механическая энергия осциллятора? За какое время энергия уменьшится вдвое?
3. Физический маятник в виде тонкого однородного стержня совершает гармонические колебания вокруг неподвижной оси, проходящей через точку подвеса  $O$ , находящуюся от центра масс  $C$  на расстоянии 28,9 см. Определите длину стержня, если циклическая частота колебаний максимальна.
4. Груз, свободно колеблющийся на пружине, за 0.01 с сместился с расстояния 0.5 см от положения равновесия до максимального отклонения, равного 1 см. Найти период колебаний груза.
5. Логарифмический декремент затухания тела, колеблющегося с частотой 50 Гц, равен 0,02. Определите: время, за которое амплитуда колебаний тела уменьшится в 20 раз; число колебаний тела, чтобы произошло подобное уменьшение амплитуды.
6. Через сколько времени энергия колебаний камертона с частотой 600 Гц уменьшится в  $10^6$  раз, если логарифмический декремент затухания равен 0.002?
7. Определите добротность колебательной системы, если за время, в течение которого система совершает 90 полных колебаний, их амплитуда уменьшилась в 3 раза.
8. Три последовательных крайних положения качающейся стрелки гальванометра пришлись против делений  $n_1 = 20.0$ ;  $n_2 = 5.6$  и  $n_3 = 12.8$ . Считая декремент затухания постоянным, определить деление, соответствующее положению равновесия стрелки.
9. Логарифмический декремент затухания маятника равен 0,003. Определите число полных колебаний, которые должен сделать маятник, чтобы амплитуда его колебаний уменьшилась в 2 раза.
10. Найти логарифмический декремент затухания колебаний математического маятника длиной 0.8 м, если его начальная амплитуда  $5^\circ$ , а через 5 мин она уменьшается до  $0.5^\circ$ .
11. Найдите число колебаний системы, в течение которого энергия системы уменьшилась в 2 раза. Логарифмический декремент затухания 0,01.
12. Начальная амплитуда колебаний маятника равна 3 см. Через 10 с она равна 1 см. Через какое время амплитуда колебаний будет равна 0.3 см?
13. Амплитуда затухающих колебаний маятника длиной 1 м за 10 мин уменьшилась в 2 раза. Определите логарифмический декремент затухания.
14. Период малых колебаний шарика, подвешенного на пружине, равен  $T = 0,75$  с. Пренебрегая массой пружины, найти статическое удлинение пружины  $x$  под действием веса того же шарика.

15. Амплитуда затухающих колебаний уменьшается за период в 4 раза. На сколько процентов период затухающих колебаний больше, чем период при отсутствии затухания?
16. Небольшой шарик массы  $m$ , летящий горизонтально, со скоростью  $v$ , ударяется в вертикально расположенную упругую сетку. Считая, что сила взаимодействия шарика с сеткой прямо пропорциональна величине деформации с коэффициентом  $k$ , определить время  $t$ , за которое сетка получит максимальную деформацию.
17. Шарик массы  $m$  подвешен на двух последовательно соединенных пружинах с коэффициентами упругости  $k_1$  и  $k_2$ . Определить период его вертикальных колебаний.
18. На доске лежит груз массы 2 кг. Доска совершает гармонические колебания в вертикальном направлении с периодом  $T = 1/2$  с и амплитудой  $A = 5$  см. Определить величину силы давления  $F$  на доску.
19. Академик А.Ф. Иоффе для определения амплитуды колебания ножки камертона подносил к ней стальной шарик на нити вплоть до соприкосновения шарика с ножкой. Какова амплитуда  $A$  колебания ножки камертона, если максимальный подъем шарика при многочисленных опытах после одного отскока оказался равным  $H$ ? Частота колебаний ножки камертона  $\nu$ . Масса шарика много меньше массы камертона.
20. Горизонтальная мембрана совершает синусоидальные колебания с круговой частотой  $\omega$  и амплитудой  $A$ . На мембране лежит маленький грузик. При каком условии грузик будет колебаться вместе с мембраной и при каком начнет подсакивать?
21. Материальная точка (например, шарик на пружине) под действием квазиупругой силы  $F = -kx$  совершает колебания вдоль оси  $X$  относительно положения равновесия. Показать, что средние по времени значения кинетической и потенциальной энергий при таких колебаниях равны.
22. Диск скатывается без скольжения с наклонной плоскости высотой 0,5 м. Найдите его скорость в конце наклонной плоскости.
23. К ободу однородного диска радиусом 0,3 м, ось вращения которого проходит через центр диска, приложена постоянная касательная сила 98,1 Н. При вращении в оси диска действует момент сил трения 5 Н·м. Определить массу диска, если он вращается с угловым ускорением  $100 \text{ рад/с}^2$ .
24. Диск и шар одинаковой массы и радиуса вкатываются на наклонную плоскость с одинаковой начальной скоростью. Как соотносятся максимальные высоты подъема этих тел?
25. Шар радиусом 10 см и массой 5 кг вращается с частотой 1 об/с в горизонтальной плоскости на нити длиной 1 м. Какой станет частота вращения шара, если при прочих равных условиях укоротить нить до 0,5 м.
26. Маховое колесо, имеющее момент инерции  $245 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ , вращается, делая 25 об/с. Через 1 минуту после того, как на колесо перестал действовать вращающий момент, оно

остановилось. Определить: 1) момент сил трения; 2) число оборотов, которое сделало колесо до полной остановки после прекращения действия сил.

27. Сплошной маховик массой 15 кг и радиусом 110 мм вращается, совершая 600 об/мин. С какой силой нужно прижать к нему тормозную колодку, чтобы он остановился за 3 с, если коэффициент трения между колодкой и маховиком равен 0,1?
28. Какой путь пройдет катящийся без скольжения диск, поднимаясь вверх по наклонной плоскости с углом наклона  $30^\circ$ , если ему сообщена начальная скорость 6 м/с, параллельная наклонной плоскости?
29. Найдите момент импульса вала, если его кинетическая энергия 60 Дж и он вращается с частотой 5 об/с.
30. Стержень длиной 1,3 м и массой 10 кг может вращаться вокруг неподвижной оси, проходящей через верхний конец. В середину стержня ударяет пуля массой 10 г, летящая в горизонтальном направлении со скоростью 600 м/с, и застревает в нем. На какой угол отклонится стержень после удара?
31. Маховик начинает вращаться с постоянным угловым ускорением  $0,4 \text{ рад/с}^2$ . Через 10 с от начала движения момент импульса маховика равен  $60 \text{ кг м}^2/\text{с}$ . Найдите кинетическую энергию маховика через 25 с после начала движения.
32. Кинетическая энергия вращающегося маховика 1,5 кДж. Под действием постоянного тормозящего момента маховик начал вращаться равнозамедленно и, сделав 80 оборотов, остановился. Определить тормозящий момент.
33. Маховик вращается по закону  $\varphi = 2 + 32t - 4t^2$  (рад). Момент инерции маховика  $100 \text{ кгм}^2$ . Найдите при этих условиях среднюю мощность, развиваемую силами, действующими на маховик.
34. Стержень длиной 0,5 м и массой 0,2 кг может вращаться без трения вокруг горизонтальной оси, проходящей через его конец. К нижнему концу стержня прикреплен шар массой 0,1 кг радиусом 0,1 м. Стержень отклонили на угол  $90^\circ$  от вертикали и отпустили. Определить максимальную угловую скорость стержня.
35. Однородный тонкий стержень длиной 25 см вертикально стоит на горизонтальной поверхности. Утратив равновесие, стержень начинает падать. Определить максимальную линейную скорость верхнего конца стержня. Начальную угловую скорость стержня принять равной нулю.
36. Обруч и диск одинаковой массы катятся без проскальзывания по горизонтальной плоскости с одинаковой скоростью. Найдите кинетическую энергию диска, если кинетическая энергия обруча 40 Дж.
37. Маховик, момент инерции которого  $30 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ , начал вращаться равноускоренно из состояния покоя под действием момента силы 20 Н·м. Равноускоренное движение продолжалось в течение 10 с. Определить кинетическую энергию, приобретенную маховиком.

38. Маховое колесо начинает вращаться с постоянным угловым ускорением  $0,5 \text{ рад/с}^2$  и через  $20 \text{ с}$  после начала движения приобретает момент импульса  $73,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2/\text{с}$ . Определить кинетическую энергию колеса через  $25 \text{ с}$  после начала движения.
39. По горизонтальной поверхности без проскальзывания катится обруч. Коэффициент трения обруча о поверхность  $0,1$ . Найдите время, через которое обруч остановится после упругого удара о вертикальную стенку при скорости в момент удара  $5 \text{ м/с}$ .
40. На барабан намотан шнур, к концу которого привязан груз массой  $3 \text{ кг}$ . Масса барабана  $9 \text{ кг}$ . Найти ускорение груза, считая барабан сплошным однородным цилиндром. Трением пренебречь.
41. Найдите момент инерции маховика, если на его обод намотан шнур, к концу которого привязан груз массой  $10 \text{ кг}$ , опускающийся с ускорением  $2 \text{ м/с}^2$ . Радиус маховика  $0,5 \text{ м}$ .
42. Обруч и диск одинаковой массы катятся без проскальзывания по горизонтальной плоскости с одинаковой скоростью. Найдите кинетическую энергию диска, если кинетическая энергия обруча  $60 \text{ Дж}$ .
43. Шар скатывается без скольжения с наклонной плоскости, имеющей наклон к горизонту  $40^\circ$ . Определить ускорение центра тяжести.
44. Шар массой  $2 \text{ кг}$  катится без скольжения, ударяется о стенку и откатывается от нее. Скорость шара до удара  $10 \text{ см/с}$ , после удара  $8 \text{ см/с}$ . Определить количество тепла, выделившегося при ударе.
45. Маховик вращается по закону  $\varphi = 2 + 16t - 2t^2$  (рад). Момент инерции маховика  $50 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ . Найдите мощность, развиваемую силами, действующими на маховик в момент времени  $3 \text{ секунды}$ .
46. Верхний конец стальной проволоки диаметром  $0,6 \text{ мм}$  и длиной  $70 \text{ см}$  закреплен. К нижнему концу проволоки прикреплен шар массой  $2 \text{ кг}$  и диаметром  $10 \text{ см}$ . Если шар повернуть на некоторый угол вокруг вертикальной оси и отпустить, он будет совершать крутильные колебания. Найти период колебаний шара. Модуль Юнга для стали  $200 \text{ ГПа}$ .
47. Шар радиусом  $4 \text{ см}$  подвешен на нити длиной  $10 \text{ см}$ . Определить погрешность периода колебаний, которую мы допускаем, приняв его за математический маятник длиной  $15 \text{ см}$ .
48. Тонкая прямоугольная пластинка может качаться около горизонтальной оси, совпадающей с верхней стороной пластинки. Длина другой стороны, перпендикулярной этой оси,  $l$ . Найти период колебаний пластинки.
49. Маховик в виде однородного диска радиусом  $0,2 \text{ м}$  вращается под действием касательной силы  $100 \text{ Н}$ , приложенной к его ободу. При этом момент сил трения  $5 \text{ Н}\cdot\text{м}$ . Найдите массу маховика, если его угловое ускорение равно  $100 \text{ рад/с}^2$ .
50. Однородный стержень длиной  $l = 1,5 \text{ м}$  и массой  $m = 0,5 \text{ кг}$  вращается в вертикальной плоскости вокруг горизонтальной оси, проходящей через середину

стержня. С каким угловым ускорением  $s$  вращается стержень, если на него действует момент сил  $M = 98,1 \text{ мН} \cdot \text{м}$ ?

51. Маховик, момент инерции которого  $I = 63,6 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$  вращается с угловой скоростью  $\omega = 31,4 \text{ рад/с}$ . Найти момент сил торможения  $M$ , под действием которого маховик останавливается через время  $t = 20 \text{ с}$ . Маховик считать однородным диском.
52. Какую скорость приобретают сплошной и полый цилиндры, скатившись без скольжения с наклонной плоскости высотой  $1,5 \text{ м}$ ? Какую скорость имели бы эти цилиндры, соскальзывая с той же плоскости без трения?
53. Маховик радиусом  $R = 0,3 \text{ м}$  и массой  $m = 10 \text{ кг}$  соединен с мотором при помощи приводного ремня. Сила натяжения ремня, идущего без скольжения,  $T = 14,7 \text{ Н}$ . Какую частоту вращения  $\omega$  будет иметь маховик через время  $t = 10 \text{ с}$  после начала движения? Маховик считать однородным диском. Трением пренебречь.
54. Маховик в виде однородного диска массой  $5 \text{ кг}$  и радиусом  $0,2 \text{ м}$  вращается без трения с угловой скоростью  $\omega = 8t \text{ (рад/с)}$ . Найдите касательную силу, приложенную к ободу колеса.
55. Тело качается около горизонтальной оси с периодом  $0,75 \text{ с}$ . Если к нему прикрепить грузик массой  $40 \text{ г}$  на расстоянии  $10 \text{ см}$  ниже оси качания, то тело будет качаться с периодом  $0,6 \text{ с}$ . Найти момент инерции тела относительно оси качания.
56. Две гири с массами  $m_1 = 2 \text{ кг}$  и  $m_2 = 1 \text{ кг}$  соединены нитью, перекинутой через блок массой  $M = 1 \text{ кг}$ . Найти ускорение  $a$ , с которым движутся гири, и силы натяжения  $T_1$  и  $T_2$  нитей, к которым подвешены гири. Блок считать однородным диском. Трением пренебречь.
57. На барабан радиусом  $R = 15 \text{ см}$ , момент инерции которого  $I = 0,1 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ , намотан шнур, к концу которого привязан груз массой  $m = 0,5 \text{ кг}$ . До начала вращения барабана высота груза над полом  $h_0 = 1 \text{ м}$ . Через какое время  $t$  груз опустится до пола? Найти кинетическую энергию  $W_k$  груза в момент удара о пол и силу натяжения нити  $T$ . Трением пренебречь.
58. Обруч радиусом  $60 \text{ см}$  раскрутили до угловой скорости  $10 \text{ рад/с}$  и положили плашмя на горизонтальную поверхность. Найдите число оборотов обруча до полной остановки, если коэффициент трения обруча о поверхность  $0,05$ .
59. Шар диаметром  $D = 6 \text{ см}$  и массой  $m = 0,3 \text{ кг}$  катится без скольжения по горизонтальной плоскости с частотой вращения  $\nu = 4 \text{ об/с}$ . Найти кинетическую энергию  $W_k$  шара.
60. Шар массой  $m = 1,5 \text{ кг}$  катится без скольжения, ударяется о стенку и откатывается от нее. Скорость шара до удара о стенку  $V = 10 \text{ см/с}$ , после удара  $U = 8 \text{ см/с}$ . Найти количество теплоты  $Q$ , выделившееся при ударе шара о стенку.

61. Маховик в виде однородного диска, момент инерции которого  $63,6 \text{ кг м}^2$ , вращается с угловой скоростью  $31,4 \text{ рад/с}$ . Найдите момент сил торможения, действующих на маховик, если через  $20 \text{ с}$  после начала их действия маховик остановится.
62. Кинетическая энергия вала, вращающегося с частотой  $\nu = 10 \text{ об/с}$ ,  $W_k = 60 \text{ Дж}$ .  
Найти момент импульса  $L$  вала.
63. Мальчик катит обруч по горизонтальной дороге со скоростью  $V = 7,2 \text{ км/ч}$ . На какое расстояние  $S$  может вкатиться обруч на горку за счет его кинетической энергии? Уклон горки равен  $15 \text{ м}$  на каждые  $100 \text{ м}$  пути.
64. Диск массой  $10 \text{ кг}$  и радиусом  $50 \text{ см}$  имеет горизонтальную ось вращения. К цилиндрической поверхности диска прикреплена невесомая нерастяжимая нить с грузом  $3 \text{ кг}$  на конце. Найдите угловую скорость вращения диска, если груз свободно упал с высоты  $1,8 \text{ м}$ , натянул нить и привел диск во вращение.
65. Обруч катится по горизонтальной дороге со скоростью  $4 \text{ м/с}$ . На какое максимальное расстояние обруч может вкатиться на горку с уклоном  $15 \text{ м}$  на каждые  $100 \text{ м}$  пути?
66. Во сколько раз отличаются времена скатывания обруча и диска, имеющие одинаковую массу и радиус, с одной наклонной плоскости? Начальная скорость тел равна нулю.
67. Через неподвижный блок с моментом инерции  $0,1 \text{ кг м}^2$  и радиусом  $0,15 \text{ м}$  перекинута нить с грузами  $1,5 \text{ кг}$  и  $3 \text{ кг}$ . Найдите угловое ускорение грузов во время движения.
68. Однородный стержень длиной  $65 \text{ см}$  подвешен на горизонтальной оси, проходящей через верхний конец стержня. Какую минимальную скорость необходимо сообщить нижнему концу стержня, чтобы он сделал полный оборот вокруг оси?
69. На барабан массой  $m_0 = 9 \text{ кг}$  намотан шнур, к концу которого привязан груз массой  $m = 2 \text{ кг}$ . Найти ускорение груза. Барабан считать однородным цилиндром. Трением пренебречь.
70. Две гири с разными массами соединены нитью, перекинутой через блок, момент инерции которого  $I = 50 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$  и радиус  $R = 15 \text{ см}$ . Момент сил трения вращающегося блока  $M_{\text{тр}} = 98,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$ . Найти разность сил натяжения нити  $T_1 - T_2$  по обе стороны блока, если известно, что блок вращается с угловым ускорением  $\varepsilon = 2,36 \text{ рад/с}^2$ . Блок считать однородным диском.