

Z 798

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ

ИНСТИТУТ ХОЛОДА И БИОТЕХНОЛОГИЙ



В.А. Самолетов

ФИЗИКА

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № С1

Учебно-методическое пособие



Санкт-Петербург

2012

ЗАДАЧИ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ № С1

Соударение тел

101. При горизонтальном полете со скоростью $v = 250$ м/с снаряд массой $m = 8,00$ кг разорвался на две части. Большая часть массой $m_1 = 6,00$ кг получила скорость $u_1 = 400$ м/с в направлении полета снаряда. Определить модуль и направление скорости \vec{u}_2 меньшей части снаряда.

102. Шар массой $m_1 = 1,00$ кг движется со скоростью $v_1 = 2,00$ м/с и сталкивается с шаром массой $m_2 = 2,00$ кг, движущимся ему навстречу со скоростью $v_2 = 3,00$ м/с. Каковы скорости u_1 и u_2 шаров после удара? Удар считать абсолютно упругим прямым центральным.

103. Снаряд, летевший со скоростью $v = 400$ м/с, разорвался на два осколка. Меньший осколок, масса которого составляет 40 % от массы снаряда, полетел в противоположном направлении со скоростью $u_1 = 150$ м/с. Определить скорость u_2 большего осколка.

104. Шар массой $m_1 = 5,00$ кг движется со скоростью $v_1 = 1,00$ м/с и сталкивается с покоящимся шаром массой $m_2 = 2,00$ кг. Найти скорости u_1 и u_2 шаров после удара. Удар абсолютно упругий прямой центральный.

105. В деревянный шар массой $m_1 = 8,00$ кг, подвешенный на нити длиной $\ell = 1,80$ м, попадает горизонтально летящая пуля массой $m_2 = 4,00$ г. С какой скоростью летела пуля, если нить с шаром и застрявшей в нем пулей отклонилась от вертикали на угол $\alpha = 3,00^\circ$?

106. Шар массой $m_1 = 1,00$ кг движется со скоростью $v_1 = 3,50$ м/с, догоняет шар массой $m_2 = 2,00$ кг, движущийся в том же направлении со скоростью $v_2 = 1,00$ м/с, и сталкивается с ним. Каковы скорости u_1 и u_2 шаров после удара? Удар считать абсолютно упругим прямым центральным.

107. Шар массой $m_1 = 3,00$ кг движется со скоростью $v_1 = 2,00$ м/с и сталкивается с покоящимся шаром массой

уменьшилась в 1,50 раза и оба шара двигались в одном направлении?

109. Шар массой $m_1 = 5,00$ кг ударяется о неподвижный шар массой $m_2 = 2,50$ кг, который после удара стал обладать кинетической энергией $E'_{к2} = 5,00$ Дж. Считая удар центральным и абсолютно упругим, найти для первого шара кинетическую энергию до удара $E_{к1}$ и после удара $E'_{к1}$.

110. Движущийся шар массой $m_1 = 200$ г ударяется о неподвижный шар массой $m_2 = 400$ г. Считать удар абсолютно упругим прямым центральным. Какую часть кинетической энергии $E_{к1}$ первый шар передает второму?

Вращение твердого тела

111. Тонкостенный цилиндр, масса которого $m = 12,0$ кг, а диаметр основания $d = 30,0$ см, вращается согласно уравнению $\varphi = A + Bt + Ct^3$, где $A = 4,00$ рад; $B = -2,00$ рад/с; $C = 0,20$ рад/с³. Определить действующий на цилиндр момент сил M в момент времени $t = 3,00$ с.

112. На обод маховика диаметром $d = 60,0$ см намотан невесомый и нерастяжимый шнур, к концу которого привязан груз массой $m = 2,00$ кг. Груз, опускаясь, раскручивает маховик. Определить момент инерции I маховика, если он, вращаясь равноускоренно, за время $t = 3,00$ с приобрел угловую скорость $\omega = 9,00$ рад/с.

113. Невесомая и нерастяжимая нить с привязанными к ее концам грузами массой $m_1 = 50,0$ г и $m_2 = 60,0$ г, соответственно, перекинута через блок диаметром $d = 4,00$ см. Определить момент инерции I блока, если он получил угловое ускорение $\varepsilon = 1,50$ рад/с².

114. Стержень вращается вокруг оси, проходящей через его середину, согласно уравнению $\varphi = At + Bt^3$, где $A = 2,00$ рад; $B = 0,200$ рад/с³. Определить вращающий момент M , действующий

на стержень через время $t = 2,00$ с после начала вращения, если момент инерции стержня $I = 0,048$ кг·м².

115. Определить момент силы M , который необходимо приложить к блоку, вращающемуся с частотой $n = 12,0$ с⁻¹, чтобы он остановился в течение времени $t = 8,00$ с. Диаметр блока $d = 30,0$ см. Массу блока $m = 6,00$ кг считать равномерно распределенной по ободу.

116. Блок массой $m = 0,400$ кг, имеющий форму сплошного диска, вращается под действием силы натяжения невесомой и нерастяжимой нити, к концам которой подвешены грузы массой $m_1 = 0,300$ кг и $m_2 = 0,700$ кг. Определить силы T_1 и T_2 натяжения нити по обе стороны блока.

117. Однородный стержень длиной $\ell = 2,00$ м и массой $m = 0,500$ кг вращается в вертикальной плоскости вокруг горизонтальной оси, проходящей через середину стержня. С каким угловым ускорением ε вращается стержень, если вращающий момент $M = 0,500$ Н·м, а момент силы трения $M_{\text{тр}} = 0,140$ Н·м?

118. Шар массой $m = 10,0$ кг и радиусом $R = 20,0$ см вращается вокруг оси, проходящей через его центр. Уравнение вращения шара имеет вид: $\varphi = A + Bt^2 + Ct^3$, где $A = 5,00$ рад; $B = 4,00$ рад/с²; $C = -0,100$ рад/с³. Написать закон изменения момента сил M от времени с числовыми коэффициентами. Какова величина момента сил M в момент времени $t = 2,00$ с?

119. Однородный стержень длиной $\ell = 3,00$ м и массой $m = 1,50$ кг вращается в вертикальной плоскости вокруг горизонтальной оси, проходящей через конец стержня. С каким угловым ускорением ε вращается стержень, если вращающий момент $M = 2,50$ Н·м? Силой трения пренебречь.

120. Однородный диск радиусом $R = 20,0$ см и массой $m = 5,00$ кг вращается вокруг оси, проходящей через его центр. Зависимость угловой скорости ω от времени задается уравнением $\omega = A + Bt$, где $A = 8,00$ рад/с, $B = 8,00$ рад/с². Найти величину касательной силы, приложенной к ободу диска, угловое ускорение ε и частоту вращения n диска через $t = 1,00$ с после начала движения.

$I_1 = 21,2 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ и $I_2 = 16,4 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$. После падения верхнего диска на нижний они начали вращаться как единое целое. Найти угловую скорость вращения дисков.

127. В центре вращающейся горизонтальной платформы массой $m = 80,0 \text{ кг}$ и радиусом $R = 1,00 \text{ м}$ стоит человек и держит в разведенных в стороны руках гири. Во сколько раз увеличится кинетическая энергия платформы с человеком, если человек, опустив руки, уменьшит свой момент инерции от $I_1 = 2,94$ до $I_2 = 0,980 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$? Считать платформу однородным диском.

128. На краю неподвижной платформы в виде диска диаметром $d = 2,00 \text{ м}$ и массой $m_1 = 150 \text{ кг}$ стоит человек массой $m_2 = 80,0 \text{ кг}$. С какой угловой скоростью ω начнет вращаться платформа, если человек толкнет стальной шар массой $m_3 = 5,00 \text{ кг}$? Траектория шара горизонтальна, перпендикулярна радиусу платформы и проходит на расстоянии $R = 1,30 \text{ м}$ от оси платформы. Скорость шара $v = 5,00 \text{ м/с}$. Момент инерции I человека рассчитывать как для материальной точки.

129. Горизонтальная платформа массой $m = 80,0 \text{ кг}$ и радиусом $R = 1,00 \text{ м}$ вращается с частотой $n_1 = 20,0 \text{ об/мин}$. В центре платформы стоит человек и держит в разведенных в стороны руках гири. С какой частотой n_2 будет вращаться платформа, если человек, опустив руки, уменьшит свой момент инерции от $I_1 = 2,94$ до $I_2 = 0,980 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$? Считать платформу однородным диском.

130. Два горизонтальных диска свободно вращаются вокруг вертикальной оси, проходящей через их центры. Диски вращаются в противоположных направлениях с угловыми скоростями $\omega_1 = 3,47 \text{ рад/с}$ и $\omega_2 = 6,15 \text{ рад/с}$. Моменты инерции дисков относительно данной оси $I_1 = 10,2 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ и $I_2 = 11,2 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$. После падения верхнего диска на нижний они начали вращаться как единое целое. Найти угловую скорость вращения дисков.

Напряженность электростатического поля

131. Расстояние между точечными зарядами $32,0$ и минус $32,0 \text{ мкКл}$ равно $12,0 \text{ см}$. Определить напряженность поля в точке, удаленной на $80,0 \text{ мм}$ как от первого, так и от второго заряда.

$I_1 = 21,2 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ и $I_2 = 16,4 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$. После падения верхнего диска на нижний они начали вращаться как единое целое. Найти угловую скорость вращения дисков.

127. В центре вращающейся горизонтальной платформы массой $m = 80,0 \text{ кг}$ и радиусом $R = 1,00 \text{ м}$ стоит человек и держит в разведенных в стороны руках гири. Во сколько раз увеличится кинетическая энергия платформы с человеком, если человек, опустив руки, уменьшит свой момент инерции от $I_1 = 2,94$ до $I_2 = 0,980 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$? Считать платформу однородным диском.

128. На краю неподвижной платформы в виде диска диаметром $d = 2,00 \text{ м}$ и массой $m_1 = 150 \text{ кг}$ стоит человек массой $m_2 = 80,0 \text{ кг}$. С какой угловой скоростью ω начнет вращаться платформа, если человек толкнет стальной шар массой $m_3 = 5,00 \text{ кг}$? Траектория шара горизонтальна, перпендикулярна радиусу платформы и проходит на расстоянии $R = 1,30 \text{ м}$ от оси платформы. Скорость шара $v = 5,00 \text{ м/с}$. Момент инерции I человека рассчитывать как для материальной точки.

129. Горизонтальная платформа массой $m = 80,0 \text{ кг}$ и радиусом $R = 1,00 \text{ м}$ вращается с частотой $n_1 = 20,0 \text{ об/мин}$. В центре платформы стоит человек и держит в разведенных в стороны руках гири. С какой частотой n_2 будет вращаться платформа, если человек, опустив руки, уменьшит свой момент инерции от $I_1 = 2,94$ до $I_2 = 0,980 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$? Считать платформу однородным диском.

130. Два горизонтальных диска свободно вращаются вокруг вертикальной оси, проходящей через их центры. Диски вращаются в противоположных направлениях с угловыми скоростями $\omega_1 = 3,47 \text{ рад/с}$ и $\omega_2 = 6,15 \text{ рад/с}$. Моменты инерции дисков относительно данной оси $I_1 = 10,2 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ и $I_2 = 11,2 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$. После падения верхнего диска на нижний они начали вращаться как единое целое. Найти угловую скорость вращения дисков.

Напряженность электростатического поля

131. Расстояние между точечными зарядами $32,0$ и минус $32,0 \text{ мкКл}$ равно $12,0 \text{ см}$. Определить напряженность поля в точке, удаленной на $80,0 \text{ мм}$ как от первого, так и от второго заряда.

в точке, удаленной на расстояние 80,0 мм от первого заряда и на 70,0 мм от второго заряда.

Закон Био–Савара–Лапласа

141. Треугольный проволочный контур составлен из двух сторон и диагонали квадрата. По контуру течёт ток $I = 5,00$ А. Найти индукцию магнитного поля \vec{B} в свободной вершине квадрата, если сторона квадрата $a = 60,0$ мм.

142. Проводящий контур составлен из дуги окружности с центральным углом $\varphi = 300^\circ$, концы которой соединены хордой (отрезком прямой). Найти индукцию магнитного поля \vec{B} в центре окружности, если ток в контуре $I = 10,0$ А, а радиус $R = 100$ мм.

143. Длинный провод с током $I = 10,0$ А согнут под прямым углом. Найти индукцию магнитного поля \vec{B} в точке, которая отстоит от плоскости проводника на $h = 350$ мм и находится на перпендикуляре, проходящем через точку изгиба.

144. Проводящий контур составлен из дуги окружности с центральным углом $\varphi = 90,0^\circ$, концы которой соединены хордой (сегмент круга). Найти индукцию магнитного поля \vec{B} в центре окружности, если ток в контуре $I = 7,00$ А, а радиус окружности $R = 50,0$ мм.

145. Два параллельных бесконечных провода лежат в одной плоскости на расстоянии $d = 100$ мм один от другого. По проводам текут токи силой $I_1 = 10,0$ А и $I_2 = 20,0$ А. Найти индукцию магнитного поля в точке, лежащей посередине между проводами, в двух случаях: 1) токи текут в одном направлении; 2) токи текут в противоположных направлениях.

146. Проводящий контур представляет собой трапецию, полученную из равностороннего треугольника отсечением верхней части средней линией треугольника. Найти индукцию магнитного поля \vec{B} в свободной (верхней) вершине треугольника, если сторона треугольника $a = 200$ мм, ток в контуре $I = 5,00$ А.

147. Три бесконечных параллельных прямых провода расположены таким образом, что в секущей плоскости, перпендикулярной проводам, они оказываются в трех вершинах квадрата со стороной

магнитный момент контура.

154. Проволочный квадратный контур висит и может вращаться вокруг одной из своих горизонтальных сторон. Контур помещен в вертикальное магнитное поле. Когда по контуру пропустили электрический ток силой $I = 23,2$ А, плоскость контура отклонилась от вертикали на угол $\alpha = 3,57^\circ$. Найти индукцию магнитного поля, если масса единицы длины провода $\rho = 30,0$ г/м.

155. Проволочная рамка в виде равностороннего треугольника может вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через вершину треугольника параллельно противоположной стороне. Ток в рамке $I = 1,44$ А, масса единицы длины проволоки $\rho = 37,9$ г/м. Рамка находится в однородном магнитном поле $B = 186$ мТл, направленном вертикально вверх. Найти угол отклонения плоскости рамки от вертикали.

156. Проволочная рамка в виде равностороннего треугольника, сторона которого $a = 120$ мм, может вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через вершину треугольника параллельно противоположной стороне. Сила тока, протекающего в рамке, $I = 2,88$ А. Рамка находится в однородном магнитном поле $B = 386$ мТл, направленном вертикально вверх. Угол отклонения плоскости рамки от вертикали $\alpha = 4,45^\circ$. Найти массу рамки.

157. Рамка гальванометра длиной $a = 44,2$ мм и шириной $b = 15,6$ мм, содержащая $N = 245$ витков тонкой проволоки, находится в магнитном поле с индукцией $B = 125$ мТл. Плоскость рамки параллельна линиям индукции. Найти вращающий момент, действующий на рамку, когда по ней течёт ток силой $I = 1,37$ мА, а также магнитный момент рамки.

158. Ось вращения квадратной рамки проходит через ее середину параллельно двум сторонам. Сторона рамки $a = 369$ мм, сила тока в рамке $I_p = 1,74$ А. Над плоскостью рамки параллельно оси расположен длинный провод с током силой $I = 5,06$ А. Две стороны рамки, параллельные проводу, отстоят от него на одинаковое рас-

169. Вблизи бесконечно прямого провода с током лежит прямоугольная проволочная рамка сопротивлением $R = 200$ мОм со сторонами $a = 200$ мм и $b = 400$ мм. Рамка и провод находятся в одной плоскости, причем стороны длиной b параллельны проводу и ближайшая из них отстоит от провода на расстоянии $\ell = 10,0$ мм. Ток в проводе меняется по закону $I = kt$, где $k = 10$ А/с. Найти индукционный ток в рамке.

170. В одной плоскости с прямым бесконечным проводником с током $I = 30,0$ А лежит квадратная проволочная рамка со стороной $a = 200$ мм. Две стороны рамки параллельны току, причем ближняя из них отстоит от проводника на расстоянии $b = 10,0$ мм. За время $\Delta t = 100$ мс рамку поворачивают на угол $\Delta\alpha = 90,0^\circ$ вокруг оси, перпендикулярной току и проходящей через середины двух сторон рамки. Найти среднее значение тока индукции в рамке за время поворота, если сопротивление рамки $R = 500$ мОм.