КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №2

Студент должен решить шесть задач того варианта, номер которого совпадает с последней цифрой его шифра (номера студенческого билета). Решение задач, отмеченных звёздочкой, обязательно сопровождать рисунками.

|  |  |
| --- | --- |
| вариант | Номера задач |
| 1 | 201 | 211 | 221 | 231\* | 241\* | 251\* |
| 2 | 202\* | 212 | 222 | 232\* | 242 | 252\* |
| 3 | 203 | 213\* | 223 | 233\* | 243 | 253\* |
| 4 | 204\* | 214 | 224 | 234\* | 244\* | 254\* |
| 5 . | 205 | 215 | 225 | 235\* | 245\* | 255\* |
| 6 | 206\* | 216 | 226 | 236\* | 246 | 256\* |
| 7 | 207\* | 217\* | 227 | 237\* | 247 | 257\* |
| 8 | 208 | 218 | 228 | 238\* | 248 | 258\* |
| 9 | 209\* | 219 | 229 | 239\* | 249 | 259\* |
| 10 | 210 | 220 | 230 | 240\* | 250 | 260\* |

201. Тело массой m=48 г совершает затухающие колебания на пружине, погруженной в вязкую жидкость. Найти коэффициент сопротивления среды r, если за 2,5 *с* колебательная система теряет 80% своей энергии. Определить, через какое время амплитуда смещения тела уменьшается в *е* = 2,718 раз.

202\*. Груз массой 360 г колеблется в масле на пружине с жёсткостью

k= 0,568 Н/см. Сила сопротивления пропорциональна и противоположна по направлению скорости груза. Считая, что коэффициент пропорциональности r =1.44 $^{Hc}/\_{м}$, составить на основе 2-го закона Ньютона дифференциальное уравнение колебаний груза, записать его решение в общем виде и с числовыми коэффициентами. Найти циклическую частоту и период затухающих колебаний.

203. Добротность Θ последовательного L-R-С контура составляет 26,17. Через сколько полных колебаний амплитуда напряжения уменьшится в 11 раз? Считая, что период затухающих колебаний $Т\_{0}$= 5мс, записать закон убыли ампли­туды в общем виде, используя упомянутые параметры.

204\*. Колебательный контур с сопротивлением R=40 Ом и индуктивностью 0,001 Гн содержит батарею из 10 последовательно соединённых конденсаторов, ёмкость каждого из которых 0,8 мкФ. Определить период и логарифмический декремент затухающих колебаний в контуре. Найти значение критического сопротивления, при котором процесс станет апериодическим.

205\*. Полная энергия электрического колебательного контура, содержащего последовательно соединённые катушку с индуктивностью 1,8 мГн, конде­нсатор и активное сопротивление, за t = 0,2 мс уменьшилась в 80 раз. Найти активное сопротивление этого контура. Во сколько раз изменится амплитуда колебаний напряжения в таком контуре за вдвое меньшее время?

206. За 100 *с* система успевает совершить 100 колебаний. За то же время амплитуда колебаний уменьшается в 2,718 раз. Чему равна относительная убыль энергии системы ΔЕ/E за период колебаний? Какова добротность колебательной системы?

207\*. Последовательный электрический контур содержит две катушки индуктивности L1=0,05 Гн и L2=0,075 Гн, разделённых ёмкостью С=0,02 мкФ и сопротивлением R=800 Ом, также соединённых последовательно. Исходя из 2- го закона Кирхгофа, составить дифференциальное уравнение колебаний элек­трического заряда, записать его решение и определить циклическую частоту и период затухающих колебаний. Определить время, за которое энергия электрического поля конденсатора уменьшится в 7,34 раза.

208. Найти добротность маятника, представляющего собой маленький шарик, подвешенный на длинной нити *l* = 0,5 м, если за время наблюдения t=1,5 *мин* его полная механическая энергия уменьшилась в n=36 раз. Различием частот собственных и затухающих колебаний пренебречь.

209\*. Пользуясь условием задачи № 220 и считая, что момент сил сопро-

тивления Мс = -r$\dot{φ}$, где г = 3 · 10-7  $\frac{кгм^{2}}{с}$ коэффициент пропорциональности,

$\dot{φ}$ = $\frac{dφ}{dt}$ - угловая скорость колебаний ωкол, масса грузика 10г, составить дифференциальное уравнение колебаний математического маятника, записать его решение, найти период затухающих колебаний, циклическую частоту и постоянную времени релаксации процесса.

210\*. Номинальные значения параметров последовательного электрического L-R-C контура таковы: L=0,04 Гн, R=250 Ом. Добротность контура Θ=80. Найти время релаксации колебаний в системе и значение сопротивления, при котором наступает критический режим колебаний.

211.Амплитуды и периоды двух одинаково направленных гармонических колебаний равны, фазы же различаются на 2π/3. Уравнение результирующего колебания в единицах СИ имеет вид *x*= 0,2cos(π·t+ π ). Определить уравнение слагаемых колебаний.

212. В последовательном R-L-C контуре действует периодическая ЭДС - ε(t)=ε0·cos(ωt). Значение параметров элементов системы: L=1,25·10-2Гн, С=2·10-7Ф, R=25 Ом. Определить максимальную величину амплитуды напряжения на конденсаторе и её значение при частоте ω = 0,8 ωрез, если амплитуда ЭДС εо=12 В.

213\*. На подвешенный к пружине груз массой 0.1 кг действует вынуждающая сила с амплитудой 0,4 Н. Коэффициент сил сопротивления среды равен 0,3 кг/с, коэффициент упругости пружины 4 Н/м. Найти частоту колебаний вынуждающей силы, при которой в системе наступает резонанс, и величину амплитуды при резонансе. Записать дифференциальное уравнение колебаний груза и его решение в установившемся режиме.

214. Вынуждающее напряжение, действующее в колебательном контуре (в единицах СИ), имеет вид U(t) = 40cos(104 π·t). Индуктивность контура 10-5 Гн, емкость 10-5 Ф, сопротивление 0,2 Ом. Определить уравнение установившихся колебаний заряда на обкладках конденсатора с числовыми коэффициентами и записать дифференциальное уравнение, описывающее указанные колебания.

215\*. Материальная точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, уравнения которых в единицах СИ имеют вид x = 0,4cos π·t и y= 0,2 cos π(t - 0,5). Определить траекторию движения точки и начертить её с соблюдением масштаба. Рассчитать и указать на чертеже скорость и ускорение точки в начальный момент времени и указать направление её движения по кривой. Если траектория не замкнутая, то указать пределы движения.

216\*. Материальная точка участвует одновременно в двух гармонических колебаниях, происходящих вдоль одной прямой. В единицах СИ уравнения слагаемых колебаний записываются в виде x1 =0,1cosπ(t + 1/6) и

х2 = 0,05cosπ(t + 1/2). Определить уравнение результирующих колебаний.

217\*. Определить добротность L-R-C последовательного электрического контура, содержащего периодическую эдс, если индуктивность катушки

L =2,5 Гн, активное сопротивление контура R = 12,5 Ом, а максимальное значение напряжения на резисторе Um = 50 В достигается при частоте ν= 9,28 Гц. Считать затухание малым. Определить резонансную амплитуду колебаний силы тока. Записать дифференциальное уравнение колебаний заряда на обкладках конденсатора и его решение в установившемся режиме.

218\*. Пользуясь условием задачи № 215, получить ответы, считая, что уравнения движения материальной точки имеют вид: x1=0,lcosπ·t/2 и х2 = 0,12cosπ(t +1)/2.

 219. Вынуждающая сила, заданная в единицах СИ уравнением F(t) = l,5sin 20t, действует на груз массой 0,3 кг, подвешенный на пружине. Коэффициент сопротивления среды 0,18 кг/с, коэффициент упругости пру­жины 2,5 Н/см. Записать уравнение установившихся вынужденных колебаний с числовыми коэффициентами и указать, решением какого дифференциального уравнения оно является.

 220. Математический маятник длиной 80 см в начальный момент имеет максимальную скорость, равную 28 см/с. Определить уравнение гармонических колебаний маятника. Записать дифференциальные уравнения колебаний для углового смещения.

221\*. Плоская электромагнитная волна, имеющая максимальную напря­женность электрического поля 20 в/м и частоту 106 Гц, распространяется в вакууме. Определить уравнения электромагнитной волны с числовыми коэф­фициентами, выбрав произвольно начальные условия. Найти интенсивность волны. Привести снимок и осциллограмму подобной волны.

 222. От источника колебаний с частотой 100 Гц вдоль прямой распростра­няется волна со скоростью 330 м/с и амплитудой 0,50 мкм. Определить длину волны, фазу и ускорение колебаний точки, удаленной на 0,33 м от источника колебаний в тот момент, когда от начала колебаний источника прошло 0,004 с. Колебания происходят по закону синуса; начальная фаза колебаний источника равна нулю.

 223. Плоская электромагнитная волна, имеющая амплитуду напряженности электромагнитного поля 0,150 В/м, распространяется в вакууме. Определить энергию, проносимую волной за 2 с сквозь расположенную перпендикулярно к направлению распространения волны площадку 10 см2. При решении задачи следует учесть, что среднее значение квадрата синуса (либо косинуса) за период равно 0,5.

224. Вдоль стального стержня, плотность которого 7,8 г/см, распространяется продольная упругая волна со скоростью 5·103м/с. Амплитуда колебаний равна 1 мкм, длина волны 5м. Определить максимальное значение плотности потока энергии.

225. Излучаемая точечным источником сферическая электромагнитная волна, уравнение которой в системе СИ имеет вид :

E(r, t) = $\frac{1.4·10^{4}}{r}sin⁡(6·10^{6}π·t-0.02π·r)$

H(r,t) = $\frac{37}{r}$sin(6· 106π· t- 0,02π·r) ,

распространяется в вакууме. Определить среднюю мощность источника электромагнитной волны. При решении задачи следует учесть, что среднее значение квадрата синуса за период равно 0,5.

 226. Плоская электромагнитная волна, уравнения которой в единицах СИ

имеют вид: Е(x,t) =140 · sin(6 ·106·t — 0,02π · х),

 Н (х, t) = 0,37 · sin(6 ·106π·t — 0,02π · х),

 распространяется в вакууме. Определить среднюю мощность, проходящую сквозь перпендикулярно расположенную к направлению распространения волны площадку 10 $см^{2}$ . При решении задачи следует учесть, что среднее значение квадрата синуса за период равно 0,5.

 227. Плоская звуковая волна, уравнение которой в единицах СИ имеет вид:

y(x,t)=2.5·$10^{-6}·cos10^{3}π(t-\frac{x}{330})$ распространяется в воздухе, плотность которого 0,0012 г/см . Определить энергию, проносимую волной за одну минуту сквозь площадку 12 см2, перпендикулярно распространению волны. При решении задачи следует учесть, что среднее значение квадрата синуса за период равно 0,5.

228. Плоская электромагнитная волна, интенсивность которой равна 12 Вт/м2, распространяется в вакууме. Частота колебаний волны 2·106 Гц. Определить уравнения электромагнитной волны с числовыми коэффициентами, произвольно выбрав начальные условия. При решении задачи следует учесть, что среднее значение квадрата синуса (либо косинуса) за период равно 0,5.

229. Плоская электромагнитная волна, имеющая амплитуду напряженности электрического поля 0,12B/м, распространяется в среде, диэлектрическая проницаемость которой ε = 2 и магнитная проницаемость μ=1. Определить уравнения электромагнитной волны с числовыми коэффициентами, произ­вольно выбрав начальные условия. Частота волны равна 105 Гц. Определить среднее значение вектора Пойнтинга.

230. Плоская звуковая волна, частота которой 100 Гц и амплитуда 5 мкм, распространяется со скоростью 300 м/с в воздухе, плотность которого равна

1,2 кг/м3 . Определить интенсивность волны. При решении задачи следует учесть, что среднее значение квадрата синуса (либо косинуса) за период равно 0,5.

231\*. На сколько изменится расстояние между максимумами яркости смежных интерференционных полос на экране наблюдения интерферен­ционной картины в опыте Юнга, составляющее 1,2 мм, если фиолетовый светофильтр (λ = 0,44мкм) заменить красным (λ = 0,66мкм) ?

232\*. На грань кристалла каменной соли падает параллельный пучок рентгеновских лучей с длиной волны λ= 147 *пм*. Расстояние между атомными плоскостями кристалла d = 280 *пм*. Под каким углом φ к плоскости грани наблюдается дифракционный максимум второго порядка?

233\*. На дифракционную решетку, постоянная которой d = 2,4 мкм, падает нормально параллельный пучок белого света. Спектры второго и третьего порядка частично накладываются друг на друга. На какую длину волны в спектре второго накладывается фиолетовая граница (λ = 400нм) спектра третьего порядка? Под каким углом к оптической оси прибора это наблюдается?

234\*. На непрозрачную пластинку с круглым отверстием диаметром d= 1,0 *мм* падает нормально плоская волна монохроматического света. На пути лучей, прошедших через отверстие, помещают экран. Максимальное расстояние от пластинки до экрана, при котором в центре дифракционной картины ещё наблюдается темное пятно Lmax = 25 см. Найти длину волны падающего света.

235\*. Определить расстояние между третьей и шестой соседними интерференционными полосами (минимумами) в опыте Юнга, если узкие щели, расстояние между которыми 0,8 мм, освещаются монохроматическим светом с длиной волны 480 нм, а расстояние до экрана наблюдения равно 1,6м.

236\*. Светло или темно будет в точке экрана наблюдения дифракционной картины для лучей, отклоняющихся под углом 30° при нормальном падении света с длиной волны 0,6 мкм на узкую щель шириной 3 мкм? Сколько зон Френеля возникает в данном случае?

237\*. Определить показатель преломления тонкого прозрачного клина, освещаемого монохроматическим светом с длиной волны 0,48 мкм, падающим нормально на его поверхность, если расстояние b между смежными интерференционными максимумами в отраженном свете равно 0,32 мм, а угол клина α = 5·10-4 рад.

238\*. Тёмной или светлой будет в отраженном монохроматическом свете

мыльная пленка (n = 4/3) толщиной d = 3$, 375$мкм при нормальном падении лучей с длиной волны 600 нм ?

239\*. Определить радиус кривизны линзы, если радиус 13 светлого кольца Ньютона, наблюдаемыми в отраженном свете с длиной волны 648 нм при нормальном её падении, равно 3,6 мм.

240\*. Дифракционная решетка содержит N = 200 штрихов на каждый миллиметр ее длины. На решетку падает нормально свет с длиной волны λ= 0,56мкм. Под какими углами к оптической оси прибора могут наблюдаться два первых главных максимума? Найти наибольшее значение m порядка главных максимумов.

241\*. Электрон находится в потенциальном ящике шириной 0,2 *нм*. Определить в электрон-вольтах наименьшую разность энергетических уровней электрона.

242. Излучение возбужденного атома происходит в течение времени $τ=10 нс$, длина волны излучения $λ=663 нм$. Определить, с какой наибольшей точностью $(ΔE)/E$ может быть найдена энергия *E* излучения.

243. Атом испустил фотон с длиной волны $λ=600 нм$. Продолжительность излучения $τ=50 нс$. Определить наибольшую точность $Δλ$, с которой может быть измерена длина волны излучения.

244\*. Сколько целых волн де Бройля уложится на длине пятой орбиты возбужденного электрона в атоме водорода?

245\*. Энергия возбужденного электрона, находящегося в потенциальном квантовом ящике на четвертом энергетическом уровне, равна 0,86 *эВ*. С какой неопределенностью может быть установлена скорость электрона?

246. Используя соотношение неопределенностей, оценить наименьшие ошибки $Δv$ в определении скорости электрона и протона, если координаты центра масс этих частиц могут быть установлены с неопределенностью $Δx=1 мкм$.

247. Протон находится в одномерном потенциальном ящике. Используя соотношение неопределенностей, оценить ширину $l$ ящика, если известно, что минимальная энергия $E\_{min}$ протона равна 20 *МэВ*.

248. Найти отношение длин волн де Бройля электрона и протона, прошедших одинаковую ускоряющую разность потенциалов $U=90 В$.

249. Пользуясь соотношением неопределенностей, оцените размеры атома, если электрон в нем движется со скоростью, отвечающей прохождению ускоряющего потенциала $U=1,38⋅10^{5} В$.

250. Используя соотношение неопределенностей, оценить ширину $l$ одномерного потенциального ящика, в котором минимальная энергия $E\_{min}$ электрона равна 1 *эВ.*

251\*.Частица находится в потенциальном ящике. Найти соотношение разности соседних энергетических уровней $ΔE\_{n,n+1}$ к энергии $E\_{n}$ частицы в случаях: 1) *n*=2, 2) *n*=10.

252\*. Определить максимальную энергию $E\_{max}$ фотона серии Пашена в спектре излучения атомарного водорода. Найти наибольшую $λ\_{max}$ и наименьшую $λ\_{min}$ длины волн в спектре излучения.

253\*. Частица в потенциальном ящике шириной $l$ находится в возбужденном состоянии $(n=2)$. Определить, в каких точках интервала $(0<x<l)$ плотность вероятности нахождения частицы имеет максимальное и минимальное значение.

254\*. Квант энергии $(λ=108 нм)$ выбивает электрон из атома водорода, находящегося в третьем энергетическом состоянии. Определить кинетическую энергию (в электрон-вольтах) выбитого электрона.

255\*. В однозарядном ионе гелия электрон перешел со второго энергетического уровня на первый. Определить длину волны $λ$ излучения исходя и теории Бора.

256\*. Из атома водорода, находящегося во втором энергетическом состоянии, в результате поглощения фотона вылетает электрон, кинетическая энергия которого вдали от ядра равна 10 *эВ*. Определить энергию фотона (в электрон-вольтах).

257\*. Исходя из полуклассической теории атома Бора, определить первый потенциал $U\_{1}$ возбуждения и энергию ионизации $E\_{i}$ иона $He^{+}$, находящегося в основном состоянии.

258\*.Электрон находится в потенциальном ящике шириной $l$. В каких точках в интервале $(0<x<l)$ плотность вероятности нахождения электрона на первом и втором энергетическом уровнях одинакова? Вычислить значение плотности вероятности для этих точек. Решение пояснить графиком.

259\*. Электрон находится в потенциальном ящике с бесконечно высокими стенками (металл), размеры которого около 1 *см*. Какую минимальную энергию нужно сообщить электрону для перехода из основного состояния на второй (возбужденный электрон) энергетический уровень $(m\_{e}=9,1⋅10^{-31} кг)$.

260\*. Частица в потенциальном ящике находится в основном состоянии. Какова вероятность *W* обнаружить частицу в средней трети ящика?