

Электричество и магнетизм

Расчетно-графическая работа

Таблица вариантов

Вар.	Номера задач															
	301	311	321	331	341	351	361	371	401	411	421	431	441	451	461	471
1	301	311	321	331	341	351	361	371	401	411	421	431	441	451	461	471
2	302	312	322	332	342	352	362	372	402	412	422	432	442	452	462	472
3	303	313	323	333	343	353	363	373	403	413	423	433	443	453	463	473
4	304	314	324	334	344	354	364	374	404	414	424	434	444	454	464	474
5	305	315	325	335	345	355	365	375	405	415	425	435	445	455	465	475
6	306	316	326	336	346	356	366	376	406	416	426	436	446	456	466	476
7	307	317	327	337	347	357	367	377	407	417	427	437	447	457	467	477
8	308	318	328	338	348	358	368	378	408	418	428	438	448	458	468	478
9	309	319	329	339	349	359	369	379	409	419	429	439	449	459	469	379
10	310	320	330	340	350	360	370	380	410	420	430	440	450	460	470	480

301. Точечные заряды $Q_1 = 20$ мкКл, $Q_2 = -10$ мкКл находятся на расстоянии $d = 5$ см друг от друга. Определить напряженность поля в точке, удаленной на $r_1 = 3$ см от первого и на $r_2 = 4$ см от второго заряда. Определить также силу F , действующую в этой точке на точечный заряд $Q = 1$ мкКл.

302. Три одинаковых точечных заряда $Q_1 = Q_2 = Q_3 = 2$ нКл находятся в вершинах равностороннего треугольника со сторонами $a = 10$ см. Определить модуль и направление силы F , действующей на один из зарядов со стороны двух других.

303. Два положительных точечных заряда Q и $9Q$ закреплены на расстоянии $d = 100$ см друг от друга. Определить, в какой точке на прямой, проходящей через заряды, следует поместить третий заряд так, чтобы он находился в равновесии. Указать, какой знак должен иметь этот заряд для того, чтобы равновесие было устойчивым, если перемещения зарядов возможны только вдоль прямой, проходящей через закрепленные заряды.

304. Два одинаково заряженных шарика подвешены в одной точке на нитях одинаковой длины. При этом нити разошлись на угол α . Шарик погружают в масло. Какова плотность ρ масла, если угол расхождения нитей при погружении в масло остается неизменным? Плотность материала шариков $\rho_0 = 1,5 \cdot 10^3$ кг/м³, диэлектрическая проницаемость масла $\epsilon = 2,2$.

305. Четыре одинаковых заряда $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = 40$ нКл закреплены в вершинах квадрата со стороной $a = 10$ см. Найти силу F , действующую на один из этих зарядов со стороны трех остальных.

306. Точечные заряды $Q_1 = 30$ мкКл и $Q_2 = -20$ мкКл находятся на расстоянии $d = 20$ см друг от друга. Определить напряженность электрического поля E в точке, удаленной от первого заряда на расстояние $r_1 = 30$ см, а второго — на $r_2 = 15$ см.

307. В вершинах правильного треугольника со стороной $a = 10$ см находятся заряды $Q_1 = 10$ мкКл, $Q_2 = 20$ мкКл и $Q_3 = 30$ мкКл. Определить силу F , действующую на заряд Q_1 со стороны двух других зарядов.

308. В вершинах квадрата находятся одинаковые заряды $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = 8 \cdot 10^{-10}$ Кл. Какой отрицательный заряд Q нужно поместить в центре квадрата, чтобы сила взаимного отталкивания положительных зарядов была уравновешена силой притяжения отрицательного заряда?

309. На расстоянии $d = 20$ см находятся два точечных заряда: $Q_1 = -50$ нКл и $Q_2 = 100$ нКл. Определить силу F , действующую на заряд $Q_3 = -10$ нКл, удаленный от обоих зарядов на одинаковое расстояние, равное d .

310. Расстояние d между двумя точечными зарядами $Q_1 = 2$ нКл и $Q_2 = 4$ нКл равно 60 см. Определить точку, в которую нужно поместить третий заряд Q_3 так, чтобы система зарядов находилась в равновесии. Определить заряд Q_3 и его знак. Устойчивое или неустойчивое будет равновесие?

311. Тонкий стержень длиной $l = 20$ см несет равномерно распределенный заряд $\tau = 0,1$ мкКл. Определить напряженность E электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке A , лежащей на оси стержня на расстоянии $a = 20$ см от его конца.

312. По тонкому полукольцу радиуса $R = 10$ см равномерно распределен заряд с линейной плотностью $\tau = 1$ мкКл/м. Определить напряженность E электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке O , совпадающей с центром кольца.

313. Тонкое кольцо несет распределенный заряд $Q = 0,2$ мкКл. Определить напряженность E электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке A , равноудаленной от всех точек кольца на расстояние $r = 20$ см. Радиус кольца $R = 10$ см.

314. Треть тонкого кольца радиуса $R = 10$ см несет распределенный заряд $Q = 50$ нКл. Определить напряженность E электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке O , совпадающей с центром кольца.

315. Бесконечный тонкий стержень, ограниченный с одной стороны, несет равномерно распределенный заряд с линейной плотностью $\tau = 0,5$ мкКл/м. Определить напряженность E электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке A , лежащей на оси стержня на расстоянии $a = 20$ см от его начала.

316. По тонкому кольцу радиусом $R = 20$ см равномерно распределен с линейной плотностью $\tau = 0,2$ мкКл/м заряд. Определить напряженность E электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке A , находящейся на оси кольца на расстоянии $h = 2R$ от его центра.

317. По тонкому полукольцу равномерно распределен заряд $Q = 20$ мкКл с линейной плотностью $\tau = 0,1$ мкКл/м. Определить напряженность E электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке O , совпадающей с центром кольца.

318. Четверть тонкого кольца радиусом $R = 10$ см несет равномерно распределенный заряд $Q = 0,05$ мкКл. Определить напряженность E электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке O , совпадающей с центром кольца.

319. По тонкому кольцу равномерно распределен заряд $Q = 10$ нКл с линейной плотностью $\tau = 0,01$ мкКл/м. Определить напряженность E электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке A , лежащей на оси кольца и удаленной от его центра на расстояние, равное радиусу кольца.

320. Две трети тонкого кольца радиусом $R = 10$ см несут равномерно распределенный с линейной плотностью $\tau = 0,2$ мкКл/м заряд. Определить напряженность E электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке O , совпадающей с центром кольца.

321. На двух концентрических сферах радиусом R_1 и R_2 равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями σ_1 и σ_2 (рис. 24). Требуется: 1) используя теорему Остроградского—Гаусса, найти зависимость $E(r)$ напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I, II и III. Принять $\sigma_1 = 4\sigma$, $\sigma_2 = \sigma$; 2) вычислить напряженность E в точке, удаленной от центра на расстояние r , и указать направление вектора E . Принять $\sigma = 30$ нКл/м², $r = 1,5R$; 3) построить график $E(r)$.

322. См. условие задачи 321. В п. 1 принять $\sigma_1 = \sigma$, $\sigma_2 = -\sigma$. В п. 2: $\sigma = 0,1$ мкКл/м², $r = 3R$.

323. См. условие задачи 321. В п. 1 принять $\sigma_1 = -4\sigma$, $\sigma_2 = \sigma$. В п. 2: $\sigma = 50$ нКл/м², $r = 1,5R$.

324. См. условие задачи 321. В п. 1 принять $\sigma_1 = -2\sigma$, $\sigma_2 = \sigma$. В п. 2: $\sigma = 0,1$ мкКл/м², $r = 3R$.

325. На двух бесконечных параллельных плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями σ_1 и σ_2 (рис. 25). Требуется: 1) используя теорему Остроградского - Гаусса и принцип суперпозиции электрических полей, найти выражение $E(x)$ напряженности электрического поля в трех областях: I, II и III. Принять $\sigma_1 = 2\sigma$, $\sigma_2 = \sigma$; 2) вычислить напряженность E поля в точке, расположенной слева от плоскостей, и указать направление вектора E ; 3) построить график $E(x)$.

326. См. условие задачи 325. В п. 1 принять $\sigma_1 = -4\sigma$, $\sigma_2 = 2\sigma$. В п. 2 принять $\sigma = 40$ нКл/м² и точку расположить между плоскостями.

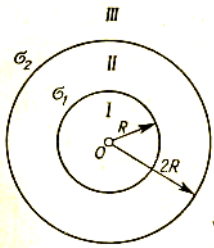


Рис. 24

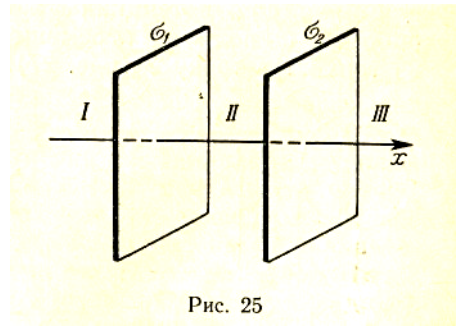


Рис. 25

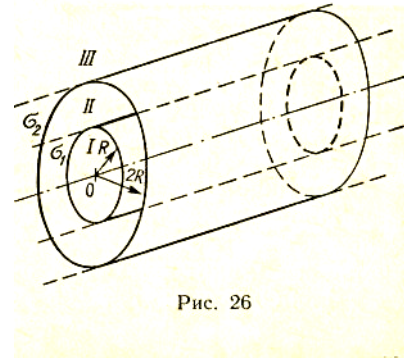


Рис. 26

327. См. условие задачи 325. В п. 1 принять $\sigma_1 = \sigma$, $\sigma_2 = -2\sigma$. В п. 2 принять $\sigma = 20$ нКл/м² и точку расположить справа от плоскостей.

328. На двух коаксиальных бесконечных цилиндрах радиусами R и $2R$ равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями σ_1 и σ_2 (рис. 26). Требуется: 1) используя теорему Остроградского - Гаусса: найти зависимость $E(r)$ напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I, II и III. Принять $\sigma_1 = -2\sigma$, $\sigma_2 = -\sigma$; 2) вычислить напряженность E в точке, удаленной от оси цилиндров на расстояние r , и указать направление вектора E . Принять $\sigma = 50$ нКл/м², $r = 1,5R$; 3) построить график $E(r)$.

329. См. условие задачи 328. В п. 1 принять $\sigma_1 = \sigma$, $\sigma_2 = -\sigma$. В п. 2: $\sigma = 60$ нКл/м², $r = 3R$.

330. См. условие задачи 328. В п. 1 принять $\sigma_1 = -\sigma$, $\sigma_2 = 4\sigma$. В п. 2: $\sigma = 30$ нКл/м², $r = 4R$.

331. Два точечных заряда $Q_1 = 6$ нКл и $Q_2 = 3$ нКл находятся на расстоянии $d = 60$ см друг от друга. Какую работу необходимо совершить внешним силам, чтобы уменьшить расстояние между зарядами вдвое?

332. Электрическое поле создано заряженным проводящим шаром, потенциал ϕ которого 300 В. Определить работу сил поля по перемещению заряда ($Q = 0,2$ мкКл) из точки 1 в точку 2 (рис. 27).

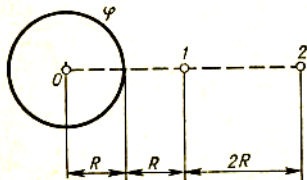


Рис. 27

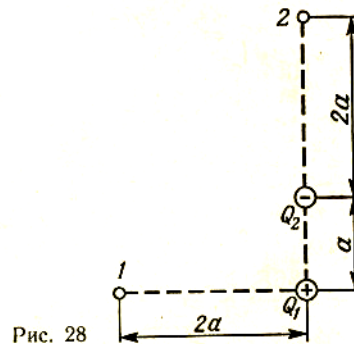


Рис. 28

333. Электрическое поле создано зарядами $Q_1 = 2$ мкКл и $Q_2 = -2$ мкКл, находящимися на расстоянии $a = 10$ см друг от друга. Определить работу сил поля, совершаемую при перемещении заряда $Q = 0,5$ мкКл из точки 1 в точку 2 (рис. 28).

334. Две параллельные заряженные плоскости, поверхностные плотности заряда которых $\sigma_1 = 2$ мкКл/м² и $\sigma_2 = -0,8$ мкКл/м², находятся на расстоянии $d = 0,6$ см друг от друга. Определить разность потенциалов U между плоскостями.

335. Диполь с электрическим моментом $p = 100$ пКл·м свободно установился в однородном электрическом поле напряженностью $E = 200$ кВ/м. Определить работу внешних сил, которую необходимо совершить для поворота диполя на угол $\alpha = 180^\circ$.

336. Четыре одинаковых капли ртути, заряженных до потенциала $\phi = 10$ В, сливаются в одну. Каков потенциал ϕ_1 образовавшейся капли?

337. Тонкий стержень согнут в кольцо радиусом $R = 10$ см. Он равномерно заряжен с линейной плотностью заряда $\tau = 800$ нКл/м. Определить потенциал ϕ в точке, расположенной на оси кольца на расстоянии $h = 10$ см от его центра.

338. Поле образовано точечным диполем с электрическим моментом $p = 200$ пКл · м. Определить разность потенциалов U двух точек поля, расположенных симметрично относительно диполя на его оси на расстоянии $r = 40$ см от центра диполя.

339. Электрическое поле образовано бесконечно длинной заряженной нитью, линейная плотность заряда которой $\tau = 20$ пКл/м. Определить разность потенциалов U двух точек поля, отстоящих от нити на расстоянии $r_1 = 8$ см и $r_2 = 12$ см.

340. Тонкая квадратная рамка равномерно заряжена с линейной плотностью заряда $\tau = 200$ пКл/м. Определить потенциал φ поля в точке пересечения диагоналей.

341. Пылинка массой $m = 200$ мкг, несущая на себе заряд $Q = 40$ нКл, влетела в электрическое поле в направлении силовых линий. После прохождения разности потенциалов $U = 200$ В пылинка имела скорость $v = 10$ м/с. Определить скорость v_0 пылинки до того, как она влетела в поле.

342. Электрон, обладавший кинетической энергией $T = 10$ эВ, влетел в однородное электрическое поле в направлении силовых линий поля. Какой скоростью будет обладать электрон, пройдя в этом поле разность потенциалов $U = 8$ В?

343. Найти отношение скоростей ионов Cu^{++} и K^+ , прошедших одинаковую ускоряющую разность потенциалов.

344. Электрон с энергией $T = 400$ эВ (в бесконечности) движется вдоль силовой линии по направлению к поверхности металлической заряженной сферы радиусом $R = 10$ см. Определить минимальное расстояние a , на которое приблизится электрон к поверхности сферы, если заряд ее $q = -10$ нКл.

345. Электрон, пройдя в плоском конденсаторе путь от одной пластины до другой, приобрел скорость $v = 10^5$ м/с. Расстояние между пластинами $d = 8$ мм. Найти: 1) разность потенциалов U между пластинами; 2) поверхностную плотность заряда σ на пластинах.

346. Пылинка массой $m = 5$ нг, несущая на себе $N = -10$ электронов, прошла в вакууме ускоряющую разность потенциалов $U = 1$ МВ. Какова кинетическая энергия T пылинки? Какую скорость v приобрела пылинка?

347. Какой минимальной скоростью v_{\min} должен обладать протон, чтобы он мог достигнуть поверхности заряженного до потенциала $\varphi = 400$ В металлического шара (рис.29)?

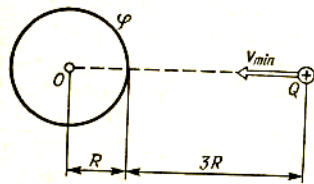


Рис. 29

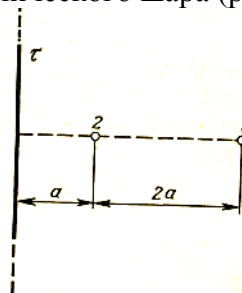


Рис. 30

348. В однородное электрическое поле напряженностью $E = 200$ В/м влетает вдоль силовой линии электрон со скоростью $v_0 = 2$ Мм/с. Определить расстояние l , которое пройдет электрон до точки, в которой его скорость будет равна половине начальной.

349. Электрическое поле создано бесконечной заряженной прямой линией с равномерно распределенным зарядом ($\tau = 10$ нКл/м). Определить кинетическую энергию T_2 электрона в точке 2, если в точке 1 его кинетическая энергия $T_1 = 200$ эВ (рис. 30).

350. Электрон движется вдоль силовой линии однородного электрического поля. В некоторой точке поля с потенциалом φ_1 электрон имел скорость $v_1 = 6$ Мм/с. Определить потенциал φ_2 точки поля, дойдя до которой электрон потеряет половину своей скорости.

351. Конденсаторы емкостью $C_1 = 5$ мкФ и $C_2 = 10$ мкФ заряжены до напряжений $U_1 = 60$ В и $U_2 = 100$ В соответственно. Определить напряжение на обкладках конденсаторов после их соединения обкладками имеющими одноименные заряды.

352. Конденсатор емкостью $C_1 = 10$ мкФ заряжен до напряжения $U = 10$ В. Определить заряд на обкладках этого конденсатора после того, как параллельно ему был подключен другой, незаряженный, конденсатор емкостью $C_2 = 20$ мкФ.

353. Конденсаторы емкостями $C_1 = 2$ мкФ, $C_2 = 5$ мкФ и $C_3 = 10$ мкФ соединены последовательно и находятся под напряжением $U = 850$ В. Определить напряжение и заряд на каждом из конденсаторов.

354. Два конденсатора емкостями $C_1 = 2$ мкФ и $C_2 = 5$ мкФ заряжены до напряжений $U_1 = 100$ В и $U_2 = 150$ В соответственно. Определить напряжение на обкладках конденсаторов после их соединения обкладками, имеющими разноименные заряды.

355. Два одинаковых плоских воздушных конденсатора емкостью $C = 100$ пФ каждый соединены в батарею последовательно. Определить, на сколько изменится емкость C батареи, если пространство между пластинами одного из конденсаторов заполнить парафином.

356. Два конденсатора емкостями $C_1 = 5$ мкФ и $C_2 = 8$ мкФ соединены последовательно и присоединены к батарее с ЭДС $\mathcal{E} = 80$ В. Определить заряды Q_1 и Q_2 конденсаторов и разности потенциалов U_1 и U_2 между их обкладками.

357. Плоский конденсатор состоит из двух круглых пластин радиусом $R = 10$ см каждая. Расстояние между пластинами $d = 2$ мм. Конденсатор присоединен к источнику напряжения $U = 80$ В. Определить заряд Q и напряженность E поля конденсатора в двух случаях: а) диэлектрик — воздух; б) диэлектрик — стекло.

358. Два металлических шарика радиусами $R_1 = 5$ см и $R_2 = 10$ см имеют заряды $Q_1 = 40$ нКл и $Q_2 = -20$ нКл соответственно. Найти энергию W , которая выделится при разряде, если шары соединить проводником.

359. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено двумя слоями диэлектрика: стекла толщиной $d_1 = 0,2$ см и слоем парафина толщиной $d_2 = 0,3$ см. Разность потенциалов между обкладками $U = 300$ В. Определить напряженность E поля и падение потенциала в каждом из слоев.

360. Плоский конденсатор с площадью пластин $S = 200$ см² каждая заряжен до разности потенциалов $U = 2$ кВ. Расстояние между пластинами $d = 2$ см. Диэлектрик — стекло. Определить энергию W поля конденсатора и плотность энергии w поля.

361. Катушка и амперметр соединены последовательно и подключены к источнику тока. К клеммам катушки присоединен вольтметр с сопротивлением $r = 4$ кОм. Амперметр показывает силу тока $I = 0,3$ А, вольтметр — напряжение $U = 120$ В. Определить сопротивление R катушки. Определить относительную погрешность δ , которая будет допущена при измерении сопротивления, если пренебречь силой тока, текущего через вольтметр.

362. ЭДС батареи $\mathcal{E} = 80$ В, внутреннее сопротивление $r = 5$ Ом. Внешняя цепь потребляет мощность $P = 100$ Вт. Определить силу тока I в цепи, напряжение U , под которым находится внешняя цепь, и ее сопротивление R .

363. От батареи, ЭДС которой $\mathcal{E} = 600$ В, требуется передать энергию на расстояние $l = 1$ км. Потребляемая мощность $P = 5$ кВт. Найти минимальные потери мощности в сети, если диаметр медных подводных проводов $d = 0,5$ см.

364. При внешнем сопротивлении $R_1 = 8$ Ом сила тока в цепи $I_1 = 0,8$ А, при сопротивлении $R_2 = 15$ Ом сила тока $I_2 = 0,5$ А. Определить силу тока $I_{к.з}$ короткого замыкания источника ЭДС.

365. ЭДС батареи $\mathcal{E} = 24$ В. Наибольшая сила тока, которую может дать батарея, $I_{\max} = 10$ А. Определить максимальную мощность P_{\max} , которая может выделяться во внешней цепи.

366. Аккумулятор с ЭДС $\mathcal{E} = 12$ В заряжается от сети постоянного тока с напряжением $U = 15$ В. Определить напряжение на клеммах аккумулятора, если его внутреннее сопротивление $r = 10$ Ом.

367. От источника с напряжением $U = 800$ В необходимо передать потребителю мощность $P = 10$ кВт на некоторое расстояние. Какое наибольшее сопротивление может иметь линия передачи, чтобы потери энергии в ней не превышали 10% от передаваемой мощности?

368. При включений электромотора в сеть с напряжением $U = 220$ В он потребляет ток $I = 5$ А. Определить мощность, потребляемую мотором, и его КПД, если сопротивление R обмотки мотора равно 6 Ом.

369. В сеть с напряжением $U = 100$ В подключили катушку с сопротивлением $R_1 = 2$ кОм и вольтметр, соединенные последовательно. Показание вольтметра $U_1 = 80$ В. Когда катушку заменили другой, вольтметр показал $U_2 = 60$ В. Определить сопротивление R_2 другой катушки.

370. ЭДС батареи $\mathcal{E} = 12$ В. При силе тока $I = 4$ А, КПД батареи $\eta = 0,6$. Определить внутреннее сопротивление R батареи.

371. За время $t = 20$ с при равномерно возрастающей силе тока от нуля до некоторого максимума в проводнике сопротивлением $R = 5$ Ом выделилось количество теплоты $Q = 4$ кДж. Определить скорость нарастания силы тока.

372. Сила тока в проводнике изменяется со временем по закону $I = I_0 e^{-\alpha t}$, где $I_0 = 20$ А, $\alpha = 10^2$ с⁻¹. Определить количество теплоты, выделившееся в проводнике за время $t = 10^{-2}$ с.

373. Сила тока в проводнике сопротивлением $R = 10$ Ом за время $t = 50$ с равномерно нарастает от $I_1 = 5$ А до $I_2 = 10$ А. Определить количество теплоты, выделившееся за это время в проводнике.

374. В проводнике за время $t = 10$ с при равномерном возрастании силы тока от $I_1 = 1$ А до $I_2 = 2$ А выделилось количество $Q = 5$ кДж. Найти сопротивление R проводника.

375. Сила тока в проводнике изменяется со временем по закону $I = I_0 \sin(\omega t)$. Найти заряд Q , проходящий через поперечное сечение проводника за время t , равное половине периода T , если начальная сила тока $I_0 = 10$ А, циклическая частота $\omega = 50 \pi$ с⁻¹.

376. За время $t = 10$ с при равномерно возрастающей силе тока от нуля до некоторого максимума в проводнике выделилось количество теплоты $Q = 40$ кДж. Определить среднюю силу тока $\langle I \rangle$ в проводнике, если его сопротивление $R = 25$ Ом.

377. За время $t = 8$ с при равномерно возрастающей силе тока в проводнике сопротивлением $R = 8$ Ом выделилось количество теплоты $Q = 500$ Дж. Определить заряд q , проходящий в проводнике, если сила тока в начальный момент времени равна нулю.

378. Определить количество теплоты Q , выделившееся за время $t = 10$ с в проводнике сопротивлением $R = 10$ Ом, если сила тока в нем, равномерно уменьшаясь, изменилась от $I_1 = 10$ А до $I_2 = 0$.

379. Сила тока в цепи изменяется по закону $I = I_0 \sin(\omega t)$. Определить количество теплоты, которое выделится в проводнике сопротивлением $R = 10$ Ом за время, равное четверти периода (от $t_1 = 0$ до $t_2 = T/4$, где $T = 10$ с).

380. Сила тока в цепи изменяется со временем по закону $I = I_0 e^{-\alpha t}$. Определить количество теплоты, которое выделится в проводнике сопротивлением $R = 20$ Ом за время, в течение которого ток уменьшится в e раз. Коэффициент α принять равным $2 \cdot 10^{-2}$ с⁻¹.

401. Бесконечно длинный провод с током $I = 100$ А изогнут так, как это показано на рис. 49. Определить магнитную индукцию \mathbf{B} в точке O . Радиус дуги $R = 10$ см.

402. Магнитный момент p_m тонкого проводящего кольца $p_m = 5 \text{ А} \cdot \text{м}^2$. Определить магнитную индукцию \mathbf{B} в точке A , находящейся на оси кольца и удаленной от точек кольца на расстояние $r = 20$ см (рис. 50).

403. По двум скрещенным под прямым углом бесконечно длинным проводам текут токи I и $2I$ ($I = 100$ А). Определить магнитную индукцию \mathbf{B} в точке A (рис. 51). Расстояние $d = 10$ см.

404. По бесконечно длинному проводу, изогнутому так, как это показано на рис. 52, течет ток $I = 200$ А. Определить магнитную индукцию \mathbf{B} в точке O . Радиус дуги $R = 10$ см.

405. По тонкому кольцу радиусом $R = 20$ см течет ток $I = 100$ А. Определить магнитную индукцию \mathbf{B} на оси кольца в точке A (рис. 53). Угол $\varphi = \pi/3$.

406. По двум бесконечно длинным проводам, скрещенным под прямым углом, текут токи I_1 и $I_2 = 2I_1$ ($I_1 = 100$ А). Определить магнитную индукцию \mathbf{B} в точке A , равноудаленной от проводов на расстояние $d = 10$ см (рис. 54).

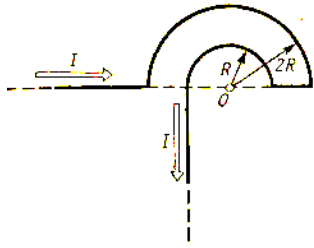


Рис. 49

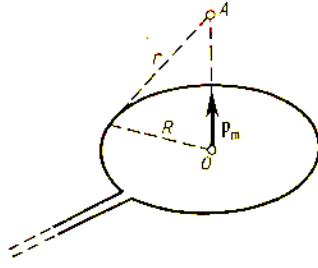


Рис. 50

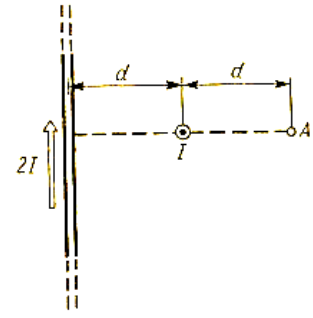


Рис. 51

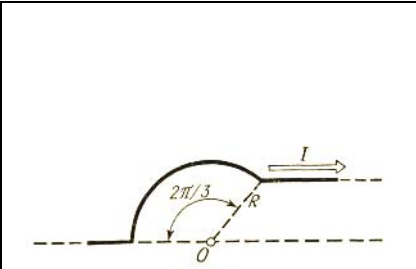


Рис. 52

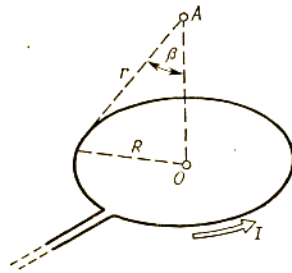


Рис. 53

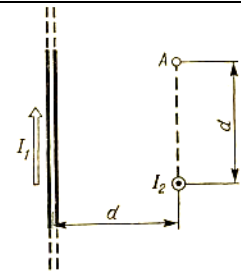


Рис. 54

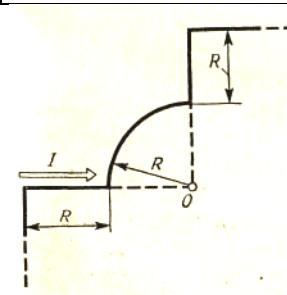


Рис. 55

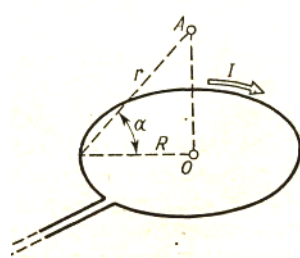


Рис. 56

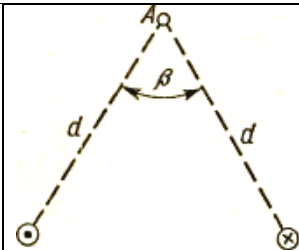


Рис. 57

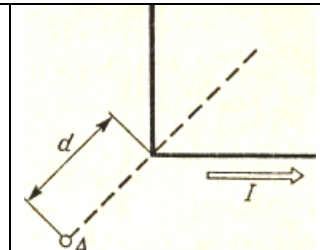


Рис. 58

407. По бесконечно длинному проводу, изогнутому так, как это показано на рис. 55, течет ток $I = 200$ А, Определить магнитную индукцию \mathbf{B} в точке O. Радиус дуги $R = 10$ см.

408. По тонкому кольцу течет ток $I = 80$ А. Определить магнитную индукцию \mathbf{B} в точке A, равноудаленной от точек кольца на расстояние $r = 10$ см (рис. 56). Угол $\alpha = \pi/6$.

409. По двум бесконечно длинным, прямым параллельным проводам текут одинаковые токи $I = 60$ А. Определить магнитную индукцию \mathbf{B} в точке A (рис. 57), равноудаленной от проводов на расстояние $d = 10$ см. Угол $\beta = \pi/3$.

410. Бесконечно длинный провод с током $I = 50$ А изогнут так, как это показано на рис. 58. Определить магнитную индукцию \mathbf{B} в точке A, лежащей на биссектрисе прямого угла на расстоянии $d = 10$ см от его вершины.

411. По двум параллельным проводам длиной $l = 3$ м каждый текут одинаковые токи $I = 500$ А. Расстояние d между проводами равно 10 см. Определить силу \mathbf{F} взаимодействия проводов.

412. По трем параллельным прямым проводам, находящимся на одинаковом расстоянии $y = 20$ см друг от друга, текут одинаковые токи $I = 400$ А. В двух проводах направления токов совпадают. Вычислить для каждого из проводов отношение силы, действующей на него, к его длине.

413. Квадратная проволочная рамка расположена в одной плоскости с длинным прямым проводом так, что две ее стороны параллельны проводу. По рамке и проводу текут одинаковые токи $I = 200$ А. Определить силу \mathbf{F} , действующую на рамку, если ближайшая к проводу сторона рамки находится от него на расстоянии, равном ее длине.

414. Короткая катушка площадью поперечного сечения $S = 250 \text{ см}^2$, содержащая $N = 500$ витков провода, по которому течет ток $I = 5$ А, помещена в однородное магнитное поле напряженностью $H = 1000$ А/м. Найти: 1) магнитный момент p_m катушки; 2) вращающий момент M , действующий на катушку, если ось катушки составляет угол $\varphi = 30^\circ$ с линиями поля.

415. Тонкий провод длиной $l = 20$ см изогнут в виде полукольца и помещен в магнитное поле ($B=10$ мТл) так, что площадь полукольца перпендикулярна линиям магнитной индукции. По проводу пропустили ток $I=50$ А. Определить силу F , действующую на провод. Подводящие провода направлены вдоль линий магнитной индукции.

416. Шины генератора длиной $l = 4$ м находятся на расстоянии $d = 10$ см друг от друга. Найти силу взаимного отталкивания шин при коротком замыкании, если ток $I_{к.з}$ короткого замыкания равен 5 кА.

417. Квадратный контур со стороной $a = 10$ см, по которому течет ток $I = 50$ А, свободно установился в однородном магнитном поле ($B = 10$ мТл). Определить изменение $\Delta\Pi$ потенциальной энергии контура при повороте вокруг оси, лежащей в плоскости контура, на угол $\theta = 180^\circ$.

418. Тонкое проводящее кольцо с током $I = 40$ А помещено в однородное магнитное поле ($B = 80$ мТл). Плоскость кольца перпендикулярна линиям магнитной индукции. Радиус R кольца равен 20 см. Найти силу F , растягивающую кольцо.

419. Квадратная рамка из тонкого провода может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, совпадающей с одной из сторон. Масса m рамки равна 20 г. Рамку поместили в однородное магнитное поле ($B = 0,1$ Тл), направленное вертикально вверх. Определить угол α , на который отклонилась рамка от вертикали, когда по ней пропустили ток $I = 10$ А.

420. По круговому витку радиусом $R = 5$ см течет ток $I = 20$ А. Виток расположен в однородном магнитном поле ($B = 40$ мТл) так, что нормаль к плоскости контура составляет угол $\theta = \pi/6$ с вектором \mathbf{B} . Определить изменение $\Delta\Pi$ потенциальной энергии контура при его повороте на угол $\theta = \pi/2$ в направлении увеличения угла θ .

421. По тонкому кольцу радиусом $R = 10$ см равномерно распределен заряд с линейной плотностью $\tau = 50$ нКл/м. Кольцо вращается относительно оси, перпендикулярной плоскости кольца и проходящей через его центр, с частотой $n = 10$ с⁻¹. Определить магнитный момент p_m , обусловленный вращением кольца.

422. Диск радиусом $R = 8$ см несет равномерно распределенный по поверхности заряд ($\sigma = 100$ нКл/м²). Определить магнитный момент p_m , обусловленный вращением диска, относительно оси, проходящей через его центр и перпендикулярной плоскости диска. Угловая скорость вращения диска $\omega = 60$ рад/с.

423. Стержень длиной $l = 20$ см заряжен равномерно распределенным зарядом с линейной плотностью $\tau = 0,2$ мкКл/м. Стержень вращается с частотой $n = 10$ с⁻¹ относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через его конец. Определить магнитный момент p_m , обусловленный вращением стержня.

424. Протон движется по окружности радиусом $R = 0,5$ см с линейной скоростью $v = 10^6$ м/с. Определить магнитный момент p_m , создаваемый эквивалентным круговым током.

425. Тонкое кольцо радиусом $R = 10$ см несет равномерно распределенный заряд $Q = 80$ нКл. Кольцо вращается с угловой скоростью $\omega = 50$ рад/с относительно оси, совпадающей с одним из диаметров кольца. Найти магнитный момент p_m , обусловленный вращением кольца.

426. Заряд $Q = 0,1$ мкКл равномерно распределен по стержню длиной $l = 50$ см. Стержень вращается с угловой скоростью $\omega = 20$ рад/с относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через его середину. Найти магнитный момент p_m , обусловленный вращением стержня.

427. Электрон в атоме водорода движется вокруг ядра (протона) по окружности радиусом $R = 53$ пм. Определить магнитный момент p_m эквивалентного кругового тока.

428. Сплошной цилиндр радиусом $R = 4$ см и высотой $h = 15$ см несет равномерно распределенный по объему заряд ($q=0,1$ мкКл/м³). Цилиндр вращается с частотой $n = 10$ с⁻¹ относительно оси, совпадающей с его геометрической осью. Найти магнитный момент p_m цилиндра, обусловленный его вращением.

429. По поверхности диска радиусом $R = 15$ см равномерно распределен заряд ($Q = 0,2$ мкКл). Диск вращается с угловой скоростью $\omega = 30$ рад/с относительно оси, перпендикулярной плоскости диска и проходящей через его центр. Определить магнитный момент p_m , обусловленный вращением диска.

430. По тонкому стержню длиной $l = 40$ см равномерно распределен заряд $Q = 60$ нКл. Стержень вращается с частотой $n = 12$ с⁻¹ относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через стержень на расстоянии $a = l/3$ от одного из его концов. Определить магнитный момент p_m , обусловленный вращением, стержня.

431. Два иона разных масс с одинаковыми зарядами влетели в однородное магнитное поле, стали двигаться по окружностям радиусами $R_1 = 3$ см и $R_2 = 1,73$ см. Определить отношение масс ионов, если они прошли одинаковую ускоряющую разность потенциалов.

432. Однозарядный ион натрия прошел ускоряющую разность потенциалов ($U = 1$ кВ) и влетел перпендикулярно линиям магнитной индукции в однородное поле ($B = 0,5$ Тл). Определить относительную атомную массу A иона, если он описал окружность радиусом $R = 4,37$ см.

433. Электрон прошел ускоряющую разность потенциалов ($U = 800$ В) и влетел в однородное магнитное поле $B = 47$ мТл, стал двигаться по винтовой линии с шагом $h = 6$ см. Определить радиус R винтовой линии.

434. Альфа-частица прошла ускоряющую разность потенциалов ($U = 300$ В) и, попав в однородное магнитное поле, стала двигаться по винтовой линии радиусом $R = 1$ см и шагом $h = 4$ см. Определить магнитную индукцию B поля.

435. Заряженная частица прошла ускоряющую разность потенциалов ($U = 100$ В) и влетел в однородное магнитное поле ($B = 0,1$ Тл), стала двигаться по винтовой линии с шагом $h = 6,5$ см и радиусом $R = 1$ см. Определить отношение заряда частицы к ее массе.

436. Электрон влетел в однородное магнитное поле ($B = 200$ мТл) перпендикулярно линиям магнитной индукции. Определить силу эквивалентного кругового тока $I_{\text{экв}}$, создаваемого движением электрона в магнитном поле.

437. Протон прошел ускоряющую разность потенциалов $U = 300$ В и влетел в однородное магнитное поле ($B = 20$ мТл) под углом $\alpha = 30^\circ$ к линиям магнитной индукции. Определить шаг h и радиус R винтовой линии, по которой будет двигаться протон в магнитном поле.

438. Альфа-частица, пройдя ускоряющую разность потенциалов U , стала двигаться в однородном магнитном поле ($B = 50$ мТл) по винтовой линии с шагом $h = 5$ см и радиусом $R = 1$ см. Определить ускоряющую разность потенциалов, которую прошла альфа-частица.

439. Ион с кинетической энергией $T = 1$ кэВ попал в однородное магнитное поле ($B = 21$ мТл) и стал двигаться по окружности. Определить магнитный момент p_m эквивалентного кругового тока.

440. Ион, попав в магнитное поле ($B = 0,01$ Тл), стал двигаться по окружности. Определить кинетическую энергию T (в эВ) иона, если магнитный момент p_m эквивалентного кругового тока равен $1,6 \cdot 10^{-14}$ А·м².

441. Протон влетел в скрещенные под углом $\alpha = 120^\circ$ магнитное ($B = 50$ мТл) и электрическое ($E = 20$ кВ/м) поля. Определить ускорение a протона в момент вхождения в область пространства, где локализованы однородные магнитное и электрическое поля, если его скорость v ($|v| = 4 \cdot 10^5$ м/с) перпендикулярна векторам \mathbf{E} и \mathbf{B} .

442. Ион, пройдя ускоряющую разность потенциалов ($U = 645$ В), влетел в скрещенные под прямым углом однородные магнитное ($B = 1,5$ мТл) и электрическое ($E = 200$ В/м) поля. Определить отношение заряда иона к его массе, если ион в этих полях движется прямолинейно.

443. Альфа-частица влетела в скрещенные под прямым углом магнитное ($B = 5$ мТл) и электрическое ($E = 30$ кВ/м) поля. Определить ускорение a альфа-частицы в момент вхождения в область пространства, где локализованы однородные магнитное и электрическое поля, если ее скорость v ($|v| = 2 \cdot 10^6$ м/с) перпендикулярна векторам \mathbf{B} и \mathbf{E} , причем силы, действующие со стороны этих полей, противоположны.

444. Электрон, пройдя ускоряющую разность потенциалов $U = 1,2$ кВ, попал в скрещенные под прямым углом однородные магнитное и электрическое поля. Определить напряженность E электрического поля, если магнитная индукция B поля равна 6 мТл.

445. Однородные магнитное ($B = 2,5$ мТл) и электрическое ($E = 10$ кВ/м) поля скрещены под прямым углом. Электрон, скорость v которого равна $4 \cdot 10^6$ м/с, влетает в эти поля так, что силы, действующие на него со стороны магнитного и электрического полей, сонаправлены. Определить ускорение a электрона в момент вхождения в область пространства, где локализованы однородные магнитное и электрическое поля.

446. Однозарядный ион лития массой $m = 7$ а.е.м. прошел ускоряющую разность потенциалов $U = 300$ В и влетел в скрещенные под прямым углом однородные магнитное и электрическое поля. Определить магнитную индукцию B поля, если траектория иона в скрещенных полях прямолинейна. Напряженность E электрического поля равна 2 кВ/м.

447. Альфа-частица, имеющая скорость $v = 2$ Мм/с, влетает под углом $\alpha = 30^\circ$ к сонаправленному магнитному ($B = 1$ мТл) и электрическому ($E = 1$ кВ/м) полям. Определить ускорение a альфа-частицы в момент вхождения в область пространства, где локализованы однородные магнитное и электрическое поля.

448. Протон прошел некоторую ускоряющую разность потенциалов U и влетел в скрещенные под прямым углом однородные поля: магнитное ($B = 5$ мТл) и электрическое ($E = 20$ кВ/м). Определить разность потенциалов U , если протон в скрещенных полях движется прямолинейно.

449. Магнитное ($B = 2$ мТл) и электрическое ($E = 1,6$ кВ/м) поля сонаправлены. Перпендикулярно векторам B и E влетает электрон со скоростью $v = 0,8$ Мм/с. Определить ускорение a электрона в момент вхождения в область пространства, где локализованы однородные магнитное и электрическое поля.

450. В скрещенные под прямым углом однородные магнитное $H = 1$ МА/м) и электрическое ($E = 50$ кВ/м) поля влетел ион. При какой скорости v иона (по модулю и направлению) он будет двигаться в скрещенных полях прямолинейно?

451. Плоский контур площадью $S = 20$ см² находится в однородном магнитном поле ($B = 0,03$ Тл). Определить магнитный поток Φ , пронизывающий контур, если плоскость его составляет угол $\varphi = 60^\circ$ с направлением линий индукции.

452. Магнитный поток Φ сквозь сечение соленоида равен 50 мкВб. Длина соленоида $l = 50$ см. Найти магнитный момент p_m соленоида, если его витки плотно прилегают друг к другу.

453. В средней части соленоида, содержащего $n = 8$ витков/см, помещен круговой виток диаметром $d = 4$ см. Плоскость витка расположена под углом $\varphi = 60^\circ$ к оси соленоида. Определить магнитный поток Φ , пронизывающий виток, если по обмотке соленоида течет ток $I = 1$ А.

454. На длинный картонный каркас диаметром $D = 5$ см уложена однослойная обмотка (виток к витку) из проволоки диаметром $d = 0,2$ мм. Определить магнитный поток Φ , создаваемый таким соленоидом при силе тока $I = 0,5$ А.

455. Квадратный контур со стороной $a = 10$ см, в котором течет ток $I = 6$ А, находится в магнитном поле ($B = 0,8$ Тл) под углом $\alpha = 50^\circ$ к линиям индукции. Какую работу A нужно совершить, чтобы при неизменной силе тока в контуре изменить его форму на окружность?

456. Плоский контур с током $I = 5$ А свободно установился в однородном магнитном поле ($B = 0,4$ Тл). Площадь контура $S = 200$ см². Поддерживая ток в контуре неизменным, его повернули относительно оси, лежащей в плоскости контура, на угол $\alpha = 40^\circ$. Определить совершенную при этом работу A .

457. Виток, в котором поддерживается постоянная сила тока $I = 60$ А, свободно установился в однородном магнитном поле ($B = 20$ мТл). Диаметр витка $d = 10$ см. Какую работу A нужно совершить для того, чтобы повернуть виток относительно оси, совпадающей с диаметром, на угол $\alpha = \pi/3$?

458. В однородном магнитном поле перпендикулярно линиям индукции расположен плоский контур площадью $S = 100 \text{ см}^2$. Поддерживая в контуре постоянную силу тока $I = 50 \text{ А}$, его переместили из поля в область пространства, где поле отсутствует. Определить магнитную индукцию B поля, если при перемещении контура была совершена работа $A = 0,4 \text{ Дж}$.

459. Плоский контур с током $I = 50 \text{ А}$ расположен в однородном магнитном поле ($B = 0,6 \text{ Тл}$) так, что нормаль к контуру перпендикулярна линиям магнитной индукции. Определить работу, совершаемую силами поля при медленном повороте контура около оси, лежащей в плоскости контура, на угол $\alpha = 30^\circ$.

460. Определить магнитный поток Φ , пронизывающий соленоид, если его длина $l = 50 \text{ см}$ и магнитный момент $p_m = 0,4 \text{ Вб}$.

461. В однородном магнитном поле ($B = 0,1 \text{ Тл}$) равномерно с частотой $n = 5 \text{ с}^{-1}$ вращается стержень длиной $l = 50 \text{ см}$ так, что плоскость его вращения перпендикулярна линиям напряженности, а ось вращения проходит через один из его концов. Определить индуцируемую на концах стержня разность потенциалов U .

462. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,5 \text{ Тл}$ вращается с частотой $n = 10 \text{ с}^{-1}$ стержень длиной $l = 20 \text{ см}$. Ось вращения параллельна линиям индукции и проходит через один из концов стержня перпендикулярно его оси. Определить разность потенциалов U на концах стержня.

463. В проволочное кольцо, присоединенное к баллистическому гальванометру, вставили прямой магнит. При этом по цепи прошел заряд $Q = 50 \text{ мкКл}$. Определить изменение магнитного потока $\Delta\Phi$ через кольцо; если сопротивление цепи гальванометра $R = 10 \text{ Ом}$.

464. Тонкий медный провод массой $m = 5 \text{ г}$ согнут в виде квадрата, и концы его замкнуты. Квадрат помещен в однородное магнитное поле ($B = 0,2 \text{ Тл}$) так, что его плоскость перпендикулярна линиям поля. Определить заряд Q , который потечет по проводнику, если квадрат, потянув за противоположные вершины, вытянуть в линию.

465. Рамка из провода сопротивлением $R = 0,04 \text{ Ом}$ равномерно вращается в однородном магнитном поле ($B = 0,6 \text{ Тл}$). Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции. Площадь рамки $S = 200 \text{ см}^2$. Определить заряд Q , который потечет по рамке при изменении угла между нормалью к рамке и линиями индукции: 1) от 0 до 45° ; 2) от 45 до 90° .

466. Проволочный виток диаметром $D = 5 \text{ см}$ и сопротивлением $R = 0,02 \text{ Ом}$ находится в однородном магнитном поле ($B = 0,3 \text{ Тл}$). Плоскость витка составляет угол $\varphi = 40^\circ$ с линиями индукции. Какой заряд Q протечет по витку при выключении магнитного поля?

467. Рамка, содержащая $N = 200$ витков тонкого провода, может свободно вращаться относительно оси, лежащей в плоскости рамки. Площадь рамки $S = 50 \text{ см}^2$. Ось рамки перпендикулярна линиям индукции однородного магнитного поля ($B = 0,05 \text{ Тл}$). Определить максимальную ЭДС \mathcal{E}_{max} , которая индуцируется в рамке при ее вращении с частотой $n = 40 \text{ с}^{-1}$.

468. Прямой проводящий стержень длиной $l = 40 \text{ см}$ находится в однородном магнитном поле ($B = 0,1 \text{ Тл}$). Концы стержня замкнуты гибким проводом, находящимся вне поля. Сопротивление всей цепи $R = 0,5 \text{ Ом}$. Какая мощность P потребуется для равномерного перемещения стержня перпендикулярно линиям магнитной индукции со скоростью $v = 10 \text{ м/с}$?

469. Проволочный контур площадью $S = 500 \text{ см}^2$ и со сопротивлением $R = 0,1 \text{ Ом}$ равномерно вращается в однородном магнитном поле ($B = 0,5 \text{ Тл}$). Ось вращения лежит в плоскости кольца и перпендикулярна линиям магнитной индукции. Определить максимальную мощность P_{max} , необходимую для вращения контура с угловой скоростью $\omega = 50 \text{ рад/с}$.

470. Кольцо из медного провода массой $m = 10 \text{ г}$ помещено в однородное магнитное поле ($B = 0,5 \text{ Тл}$) так, что плоскость кольца составляет угол $\varphi = 60^\circ$ с линиями магнитной индукции. Определить заряд Q , который пройдет по кольцу, если снять магнитное поле.

471. Соленоид сечением $S = 10 \text{ см}^2$ содержит $N = 10^3$ витков. При силе тока $I = 5 \text{ А}$ магнитная индукция B поля внутри соленоида равна $0,05 \text{ Тл}$. Определить индуктивность L соленоида.

472. На картонный каркас длиной $l = 0,8$ м и диаметром $D = 4$ см намотан в один слой провод диаметром $d = 0,25$ мм так, что витки плотно прилегают друг к другу. Вычислить индуктивность L получившегося соленоида.

473. Катушка, намотанная на магнитный цилиндрический каркас, имеет $N = 250$ витков и индуктивность $L_1 = 36$ мГн. Чтобы увеличить индуктивность катушки до $L_2 = 100$ мГн, обмотку катушки сняли и заменили обмоткой из более тонкой проволоки с таким расчетом, чтобы длина катушки осталась прежней. Сколько витков оказалось в катушке после перемотки?

474. Индуктивность L соленоида, намотанного в один слой на немагнитный каркас, равна $0,5$ мГн. Длина l соленоида равна $0,6$ м, диаметр $D = 2$ см. Определить отношение n числа витков соленоида к его длине.

475. Соленоид содержит $N = 800$ витков. Сечение сердечника (из немагнитного материала) $S = 10$ см². По обмотке течет ток, создающий поле с индукцией $B = 8$ мТл. Определить среднее значение ЭДС самоиндукции, которая возникает на зажимах соленоида, если сила тока уменьшается практически до нуля за время $\Delta t = 0,8$ мс.

476. По катушке индуктивностью $L = 8$ мкГн течет ток $I = 6$ А. Определить среднее значение ЭДС самоиндукции, возникающей в контуре, если сила тока изменится практически до нуля за время $\Delta t = 5$ мс.

477. В электрической цепи, содержащей резистор сопротивлением $R = 20$ Ом и катушку индуктивностью $L = 0,06$ Гн, течет ток $I = 20$ А. Определить силу тока I в цепи через $\Delta t = 0,2$ мс после ее размыкания.

478. Цепь состоит из катушки индуктивностью $L = 0,1$ Гн и источника тока. Источник тока отключили, не разрывая цепи. Время, через которое сила тока уменьшится до $0,001$ первоначального значения, равно $t = 0,07$ с. Определить сопротивление катушки.

479. Источник тока замкнули на катушку сопротивлением $R = 10$ Ом и индуктивностью $L = 0,2$ Гн. Через какое время сила тока в цепи достигнет 50% максимального значения?

480. Источник тока замкнули на катушку сопротивлением $R = 20$ Ом. Через время $t = 0,1$ с тока I в катушке достигла $0,95$ предельного значения. Определить индуктивность L катушки.