

ЗАДАЧИ

для односеместрового курса физики по направлению подготовки 230700

1. Точка движется так, что ее координаты меняются со временем по законам $x = 2 + 4t$, $y = 2t^2$ (м). Определить перемещение точки за время от $t_1 = 1$ с до $t_2 = 3$ с, уравнение траектории, а также скорость точки в момент времени $t_1 = 1$ с.

$$\Delta r = 19,7 \text{ м}, v = 5,66 \text{ м/с}, y = \frac{(x-2)^2}{8}.$$

2. Движение точки по прямой задано уравнением $x = At + Bt^2$, где $A = 2$ м/с, $B = -0,5$ м/с². Определить среднюю путевую скорость $\langle v \rangle$ движения точки в интервале времени от $t_1 = 1$ с до $t_2 = 3$ с.

$$\langle v \rangle = 0,5 \text{ м/с}$$

3. Точка движется по окружности радиусом $R = 2$ м согласно уравнению $s = At^3$, где $A = 2$ м/с³. В какой момент времени t нормальное ускорение a_n точки будет равно тангенциальному a_τ ? Определить полное ускорение a в этот момент времени.

$$t = 0,872 \text{ с}; a = 14,8 \text{ м/с}^2$$

4. Материальная точка массой $m = 2$ кг движется под действием некоторой силы F согласно уравнению $x = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$, где $C = 1$ м/с², $D = -0,2$ м/с³. Найти значения этой силы в моменты времени $t_1 = 2$ с и $t_2 = 5$ с. В какой момент времени сила равна нулю?

$$F_1 = -0,8 \text{ Н}; F_2 = -8 \text{ Н}; F = 0 \text{ при } t = 1,67 \text{ с}$$

5. На платформе, движущейся со скоростью $v = 3$ м/с, укреплено орудие, ствол которого составляет угол $\alpha = 60^\circ$ с направлением движения. После выстрела скорость платформы с орудием уменьшилась в $k = 5$ раз. Найти скорость снаряда относительно орудия при вылете из ствола. Масса снаряда m , масса платформы с орудием $M = 99 m$.

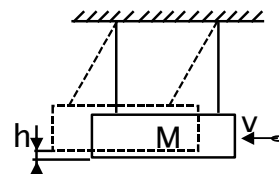
$$v_{\text{отн}} = \frac{4(M+m)v}{5m \cos \alpha} = 480 \text{ м/с}$$

6. Шар массой $m_1 = 10$ кг, движущийся со скоростью $v_1 = 4$ м/с, сталкивается с шаром массой $m_2 = 4$ кг, скорость которого $v_2 = 12$ м/с. Считая удар прямым, неупругим, найти скорость u шаров после удара в двух случаях: а) малый шар нагоняет большой шар, движущийся в том же направлении; б) шары движутся навстречу друг другу.

$$\text{а) } u = 6,3 \text{ м/с}; \text{ б) } u = -0,57 \text{ м/с}$$

7. Пуля массой $m = 10$ г, летевшая со скоростью $v = 600$ м/с, попала в баллистический маятник массой $M = 5$ кг и застряла в нем. На какую высоту h , откатнувшись после удара, поднялся маятник?

$$h = \frac{m^2 v^2}{2g(M+m)^2} = 7,31 \text{ см}$$



8. Шар массой $m_1 = 200$ г, движущийся со скоростью $v_1 = 10$ м/с, ударяет неподвижный шар массой $m_2 = 800$ г. Удар прямой, абсолютно упругий. Каковы будут скорости u_1 и u_2 шаров после удара?

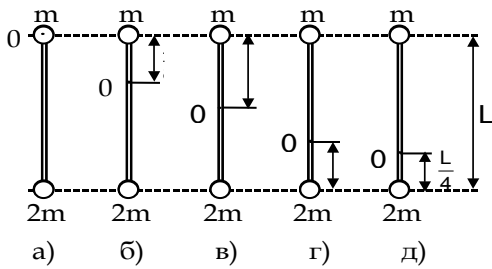
$$u_1 = -6 \text{ м/с}, u_2 = 4 \text{ м/с}$$

9. Материальная точка массой $m = 2$ кг двигалась под действием некоторой силы, направленной вдоль оси Ox согласно уравнению $x = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$, где $B = -2$ м/с, $C = 1$ м/с², $D = -0,2$ м/с³. Найти мощность N , развиваемую силой в моменты времени $t_1 = 2$ с и $t_2 = 5$ с.

$$N_1 = 0,32 \text{ Вт}; N_2 = 56 \text{ Вт}$$

10. Определить максимальную часть w кинетической энергии, которую может передать частица массой $m_1 = 2 \cdot 10^{-22}$ г, сталкиваясь упруго с частицей массой $m_2 = 6 \cdot 10^{-22}$ г, которая до столкновения покоилась.

$$w = \frac{4m_1 m_2}{(m_1 + m_2)^2} = 0,75$$



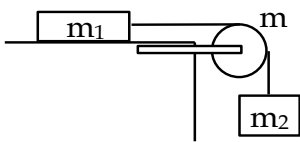
11. На концах тонкого однородного стержня длиной L и массой $3m$ прикреплены маленькие шарики массами m и $2m$. Определить момент инерции J такой системы относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через точку O , лежащую на оси стержня. Вычисления выполнить для случаев а), б), в), г), д), изображенных на рисунке. При расчетах принять $L = 1$ м, $m = 0,1$ кг. Шарики рассматривать как материальные точки.

$$\text{а) } J = 3mL^2 = 0,3 \text{ кг}\cdot\text{м}^2, \text{ б) } J = 4mL^2/3 = 0,133 \text{ кг}\cdot\text{м}^2,$$

$$\text{в) } J = mL^2 = 0,1 \text{ кг}\cdot\text{м}^2, \text{ г) } J = mL^2 = 0,1 \text{ кг}\cdot\text{м}^2, \text{ д) } J = 9mL^2/8 = 0,113 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$$

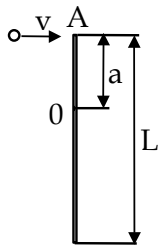
12. На горизонтальную ось насажены маховик и легкий шкив радиусом $R = 5$ см. На шкив намотан шнур, к которому привязан груз массой $m = 0,4$ кг. Опускаясь равноускоренно, груз прошел путь $S = 1,8$ м за время $t = 3$ с. Определить момент инерции J маховика. Массу шкива считать пренебрежимо малой. Маховик и шкив скреплены между собой.

$$J = mR^2 \left(\frac{gt^2}{2S} - 1 \right) = 0,0235 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$$



13. С каким ускорением движутся тела в установке, показанной на рисунке? Массы тел: $m_1 = 0,2$ кг и $m_2 = 0,1$ кг, масса блока $M = 0,15$ кг, коэффициент трения тела о поверхность стола $\mu = 0,2$. Массу блока считать равномерно распределенной по ободу.

$$a = \frac{(m_2 - \mu m_1)}{(m_1 + m_2 + m)} g = 1,27 \text{ м/с}^2$$



14. Однородный тонкий стержень массой $m_1 = 0,2$ кг и длиной $L = 1$ м может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через точку O расположенную на расстоянии $a = 0,3$ м от конца стержня. В точку A попадает пластилиновый шарик, летящий горизонтально со скоростью $v = 10$ м/с и прилипает к стержню. Масса шарика $m_2 = 10$ г. Определить угловую скорость ω стержня.

$$\omega = \frac{m_2 v a}{M[L^2/12 + (L/2 - a)^2] + m_2 a^2} = 1,17 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

15. Человек стоит на скамье Жуковского и ловит рукой мяч массой $m = 0,4$ кг, летящий в горизонтальном направлении со скоростью $v = 20$ м/с. Траектория мяча проходит на расстоянии $r = 0,8$ м от вертикальной оси вращения скамьи. С какой угловой скоростью ω начнет вращаться скамья Жуковского с человеком, поймавшим мяч, если суммарный момент инерции человека и скамьи $J = 6 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$?

$$\omega = mvr / (J + mr^2) = 1,02 \text{ рад/с}$$

16. Платформа в виде диска радиусом $R = 1$ м вращается по инерции с частотой $n_1 = 6 \text{ мин}^{-1}$. На краю платформы стоит человек, масса которого $m = 80$ кг. С какой частотой n_2 будет вращаться платформа, если человек перейдет в ее центр? Момент инерции платформы $J = 120 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$. Момент инерции человека рассчитывать как для материальной точки.

$$n_2 = \frac{(J + mR^2) \cdot n_1}{J} = 10 \text{ мин}^{-1}$$

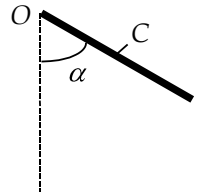
17. Сплошной цилиндр массой $m = 4$ кг катится без скольжения по горизонтальной поверхности. Линейная скорость оси цилиндра равна $v = 1$ м/с. Определить полную кинетическую энергию цилиндра.

$$K = 3mv^2/4 = 3 \text{ Дж}$$

18. Сплошные шар и цилиндр, двигаясь с одинаковой скоростью, вкатываются вверх по наклонной плоскости. Какое из тел поднимется выше? Найти отношение высот подъема тел.

$$h_{\text{ш}}/h_{\text{ц}} = 14/15, \text{ цилиндр поднимется выше}$$

19. Однородный тонкий стержень длиной $L = 1$ м может свободно вращаться относительно горизонтальной оси, проходящей вблизи его торца. Стержень отклонили от положения равновесия на угол $\alpha = \pi/3$ и отпустили. Определить угловую скорость стержня и скорость его центра масс C в момент прохождения им положения равновесия.



$$\omega = \sqrt{3g/2L} = 3,83 \text{ рад/с}, \quad v = \sqrt{3gL/8} = 1,92 \text{ м/с}$$

20. Карандаш длиной $L = 15$ см, поставленный вертикально, падает на стол. Какую угловую ω и линейную v скорости будет иметь в конце падения: а) середина карандаша, б) его верхний конец? Нижний конец карандаша не проскальзывает.

$$\text{а) } \omega = 14 \text{ рад/с}, \quad v = 1,05 \text{ м/с}; \quad \text{б) } \omega = 14 \text{ рад/с}, \quad v = 2,1 \text{ м/с}$$

21. Максимальная скорость точки, совершающей гармонические колебания, равна $v_{\max} = 10$ см/с, максимальное ускорение $a_{\max} = 100$ см/с². Найти угловую частоту ω колебаний, их период T_0 и амплитуду A . Написать уравнение колебаний, приняв начальную фазу равной нулю.

$$\omega = 10 \text{ с}^{-1}, \quad T_0 = 0,628 \text{ с}, \quad A = 1 \text{ см}, \quad x = \cos 10t \text{ (см)}$$

22. Материальная точка, совершающая гармонические колебания по синусоидальному закону, в некоторый момент времени сместилась на расстояние $x_1 = 5$ см от положения равновесия. Когда фаза колебаний увеличилась вдвое, смещение в этот момент стало $x_2 = 6$ см. Определить амплитуду гармонических колебаний точки.

$$A = \frac{2x_1^2}{\sqrt{4x_1^2 - x_2^2}} = 6,25 \text{ см}$$

23. На концах тонкого стержня длиной $L = 30$ см укреплены одинаковые грузики по одному на каждом конце. Стержень с грузиками колеблется около горизонтальной оси, проходящей через точку, удаленную на $d = 10$ см от одного из концов стержня. Определить приведенную длину $L_{\text{пр}}$ и период T малых колебаний такого физического маятника. Массой стержня пренебречь.

$$L_{\text{пр}} = \frac{L^2 - 2d(L-d)}{L-2d} = 50 \text{ см}, \quad T = 2\pi\sqrt{L_{\text{пр}}/g} = 1,42 \text{ с}$$

24. Однородный диск радиусом $R = 30$ см колеблется около горизонтальной оси, проходящей через одну из образующих цилиндрической поверхности диска. Каков период его малых колебаний?

$$T = \pi\sqrt{6R/g} = 1,35 \text{ с}$$

25. Логарифмический декремент колебаний маятника $\delta = 0,003$. Определить число полных колебаний, которые должен сделать маятник, чтобы амплитуда колебаний уменьшилась в два раза.

$$N = \ln 2 / \delta = 231$$

26. Амплитуда колебаний математического маятника длиной $L = 1$ м за время $t = 10$ мин уменьшилась в два раза. Определить логарифмический декремент колебаний δ .

$$\delta = \frac{2\pi}{t} \sqrt{\frac{L}{g}} \ln \frac{A_1}{A_2} = 2,31 \cdot 10^{-3}$$

27. Определить период T затухающих колебаний, если период собственных колебаний системы $T_0 = 1$ с и логарифмический декремент колебаний $\delta = 0,628$.

$$T = \frac{T_0}{2\pi} \sqrt{4\pi^2 + \delta^2} = 1,005 \text{ с}$$

28. Дифференциальное уравнение затухающих колебаний имеет вид $\ddot{x} + 0,6\dot{x} + 4x = 0$. Найти логарифмический декремент затухания.

$$\delta = 0,95$$

29. Уравнение плоской волны имеет вид: $x = 60 \cos(1800t - 5,3y)$, где x – в мкм, t – в секундах, y – в метрах. Найти: а) отношение амплитуды смещения частиц среды к длине волны; б) амплитуду колебаний скорости частиц.

$$a) A/\lambda = 5,06 \cdot 10^{-5}, \quad б) v_{\max} = 340 \text{ м/с}$$

30. Звуковые колебания, имеющие частоту $f = 0,5$ Гц и амплитуду $A = 0,25$ мм, распространяются в упругой среде. Длина волны $\lambda = 70$ см. Найти: а) скорость v распространения волн; б) максимальную скорость v_{\max} частиц среды.

$$a) v = 350 \text{ мм/с}, \quad б) v_{\max} = 0,79 \text{ мм/с}$$

31. Баллон вместимостью $V = 30$ л содержит смесь водорода и гелия при температуре $T = 300$ К и давлении $P = 828$ кПа. Масса смеси равна $m = 24$ г. Определить массу m_1 водорода и массу m_2 гелия. Молярные массы: водорода $\mu_{\text{вод}} = 2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, гелия $\mu_{\text{ге}} = 4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

$$m_1 = \frac{\mu_1}{\mu_2 - \mu_1} \left(\mu_2 \frac{PV}{RT} - m \right) = 16 \text{ г}; \quad m_2 = \frac{\mu_2}{\mu_2 - \mu_1} \left(m - \mu_1 \frac{PV}{RT} \right) = 8 \text{ г}$$

32. Вертикальный цилиндр с тяжелым поршнем наполнен кислородом, масса которого $m = 10$ г. После увеличения температуры на $\Delta T = 50$ К поршень площадью $S = 100 \text{ см}^2$ поднялся на высоту $h = 7$ см. Определить массу поршня M , если атмосферное давление $P_0 = 10^5$ Па. Молярная масса кислорода $\mu = 32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

$$M = \frac{mR\Delta T}{\mu gh} - \frac{P_0 S}{g} = 85 \text{ кг}$$

33. Температура некоторой массы m идеального газа с молярной массой μ меняется по закону $T = \alpha V^2$ (α – постоянная). Найдите графически и аналитически работу, совершенную газом при увеличении объема от V_0 в $\eta = 5$ раз.

$$A = 12mR\alpha V_0^2 / \mu$$

34. Баллон вместимостью $V = 20$ л содержит водород при температуре $T = 300$ К под давлением $P = 0,4$ МПа. Каковы будут температура T_1 и давление P_1 , если газу сообщить количество теплоты $Q = 6$ кДж?

$$T_1 = 390 \text{ К}, \quad P_1 = 520 \text{ кПа}$$

35. Расширяясь, водород совершил работу $A = 4$ кДж. Сколько теплоты было подведено к газу, если он расширялся а) изобарически; б) изотермически?

$$a) Q = 14 \text{ кДж}; \quad б) Q = 4 \text{ кДж}$$

36. Азот массой $m = 200$ г расширяется изотермически при температуре $T = 280$ К, причем объем газа увеличивается в два раза. Найти: а) изменение ΔU внутренней энергии газа; б) совершенную при расширении газа работу A ; в) количество теплоты Q , полученное газом. Молярная масса азота $\mu = 28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

$$a) \Delta U = 0; \quad б) A = 11,6 \text{ кДж}; \quad в) Q = 11,6 \text{ кДж}$$

37. Кислород массой $m = 1$ кг сжали адиабатически, при этом совершена работа $A = 100$ кДж. Какова конечная температура газа, если до сжатия кислород имел температуру $T_1 = 300$ К? Молярная масса кислорода $\mu = 32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

$$T_2 = 454 \text{ К}$$

38. При адиабатном расширении кислорода с начальной температурой $T_1 = 320$ К внутренняя энергия уменьшилась на $\Delta U = 8,4$ кДж, а его объем увеличился в $n = 10$ раз. Определить массу m кислорода. Молярная масса кислорода $\mu = 32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

$$m = \frac{\mu(\gamma - 1)n^{\gamma-1}\Delta U}{RT_1[n^{(\gamma-1)} - 1]} = 67,2 \text{ г}$$

39. В результате изохорного нагревания водорода массой $m = 1$ г давление P газа увеличилось в два раза. Определить изменение ΔS энтропии газа. Молярная масса водорода $\mu = 2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

$$\Delta S = 7,2 \text{ Дж/К}$$

40. Найти изменение ΔS энтропии при изобарном расширении азота массой $m = 4$ г от объема $V_1 = 5$ л до объема $V_2 = 9$ л. Молярная масса азота $\mu = 28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

$$\Delta S = 2,43 \text{ Дж/К}$$

41. Две концентрические металлические заряженные сферы радиусами $R_1 = 6$ см и $R_2 = 10$ см несут соответственно заряды $Q_1 = 1$ нКл и $Q_2 = -0,5$ нКл. Найти напряженность E поля в точках, отстоящих от центра сфер на расстояниях $r_1 = 5$ см, $r_2 = 9$ см, $r_3 = 15$ см.

$$E_1 = 0, E_2 = \frac{Q_1}{4\pi\epsilon_0 r_2^2} = 1,11 \text{ кВ/м}, E_3 = \frac{Q_1 - |Q_2|}{4\pi\epsilon_0 r_3^2} = 200 \text{ В/м}$$

42. Тонкий длинный стержень равномерно заряжен с линейной плотностью $\tau = 10$ мкКл/м. Какова сила F , действующая на точечный заряд $Q = 10$ нКл, находящийся на расстоянии $a = 20$ см от стержня, вблизи его середины?

$$F = \tau Q / 2\pi\epsilon_0 a = 9 \text{ мН}$$

43. Прямой бесконечный цилиндр радиусом $R = 1$ см равномерно заряжен с поверхностной плотностью $\sigma = 2$ мкКл/м². Определить силу, действующую на точечный заряд $Q = 25$ нКл, который расположен на расстоянии $r = 10$ см от оси цилиндра.

$$F = Q\sigma R / \epsilon_0 r = 565 \text{ мкН}$$

44. Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, равномерно заряженными с поверхностными плотностями $\sigma_1 = 2$ нКл/м² и $\sigma_2 = -5$ нКл/м². Определить напряженность E поля: а) между пластинами; б) вне пластин.

$$E_a = 396 \text{ В/м}, E_b = 170 \text{ В/м}$$

45. Параллельно бесконечной пластине, заряженной равномерно с поверхностной плотностью $\sigma = 20$ нКл/м², расположена тонкая нить с равномерно распределенным по длине зарядом плотностью $\tau = 0,4$ нКл/м. Определить силу F , действующую на отрезок нити длиной $L = 1$ м.

$$F = \sigma\tau L / 2\epsilon_0 = 452 \text{ нН}$$

46. По тонкому кольцу радиусом $R = 10$ см равномерно распределен заряд с линейной плотностью $\tau = 10$ нКл/м. Определить потенциал ϕ в точке, лежащей на оси кольца, на расстоянии $a = 5$ см от центра.

$$\phi = \frac{\tau R}{2\epsilon_0 \sqrt{a^2 + R^2}} = 505 \text{ В}$$

47. Две бесконечные параллельные плоскости находятся на расстоянии $d = 0,5$ см друг от друга. На плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями $\sigma_1 = 0,2$ мкКл/м² и $\sigma_2 = -0,3$ мкКл/м². Определить разность потенциалов u между плоскостями.

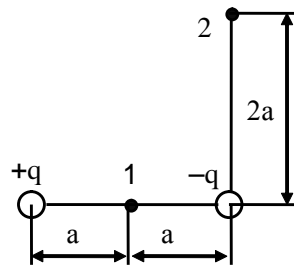
$$u = (\sigma_1 - \sigma_2)d / 2\epsilon_0 = 141 \text{ В}$$

48. Бесконечно длинная тонкая нить несет равномерно распределенный по длине нити заряд с линейной плотностью $\tau = 0,01$ мкКл/м. Определить разность потенциалов $\Delta\phi$ двух точек поля, удаленных от нити на $r_1 = 2$ см и $r_2 = 4$ см.

$$\Delta\phi = \frac{\tau}{2\pi\epsilon_0} \ln 2 = 124,7 \text{ В}$$

49. Определить работу A_{12} по перемещению заряда $Q = 50$ нКл из точки 1 в точку 2 в поле, созданном двумя точечными зарядами, модуль которых равен $|q| = 1$ мкКл и $a = 0,1$ м.

$$A_{12} = \frac{qQ}{8\pi\epsilon_0 a} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}} \right) = 659 \text{ мкДж}$$

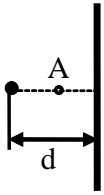


50. Тонкий стержень согнут в кольцо радиусом $R = 10$ см. Он заряжен с линейной плотностью $\tau = 300$ нКл/м. Какую работу A надо совершить, чтобы перенести заряд $Q = 5$ нКл из центра кольца в точку, расположенную на оси кольца на расстоянии $L = 20$ см от центра его?

$$A = \frac{Q\tau}{2\epsilon_0} \left(1 - \frac{R}{\sqrt{R^2 + L^2}} \right) = 47 \text{ мкДж}$$

51. Два параллельных провода находятся на расстоянии $r = 5$ см один от другого. По проводам текут в противоположных направлениях одинаковые токи $i = 10$ А каждый. Найти напряженность H магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии $r_1 = 2$ см от одного и $r_2 = 3$ см от другого провода.

$$H = 132 \text{ А/м}$$



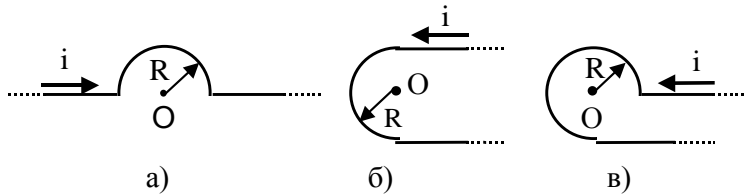
52. Два бесконечно длинных прямых провода скрещены под прямым углом. По проводам текут токи $i_1 = 80$ А и $i_2 = 60$ А. Расстояние между проводами $d = 10$ см. Определить магнитную индукцию B в точке А, одинаково удаленной от обоих проводников.

$$B = \frac{\mu_0}{\pi d} \sqrt{i_1^2 + i_2^2} = 400 \text{ мкТл}$$

53. Круглый виток радиусом $R = 3$ см с током $i = 2$ А согнули по диаметру под прямым углом. Найти индукцию и напряженность магнитного поля в центре витка.

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\sqrt{2}R} = 30 \text{ мкТл}, \quad H = \frac{i}{2\sqrt{2}R} = 23,6 \text{ А/м}$$

54. Бесконечно длинный тонкий проводник с током $i = 50$ А имеет изгиб (плоскую петлю) радиусом $R = 10$ см. Определить в точке О магнитную индукцию B поля, создаваемого этим током, в случаях а - в, изображенных на рисунке.



$$\text{а) } B = \frac{\mu_0 i}{4R} = 157 \text{ мкТл}, \quad \text{б) } B = \frac{\mu_0 i}{4\pi R} (\pi + 2) = 257 \text{ мкТл}, \quad \text{в) } B = \frac{\mu_0 i}{8\pi R} (3\pi + 2) = 286 \text{ мкТл}$$

55. По сечению проводника равномерно распределен ток плотностью $j = 2$ МА/м². Найти циркуляцию вектора напряженности вдоль окружности радиусом $R = 5$ мм, проходящей внутри проводника и ориентированной так, что ее плоскость составляет угол $\alpha = 30^\circ$ с вектором плотности тока.

$$\oint_L H_L dL = \pi r^2 j \sin \alpha = 78,6 \text{ А}$$

56. Определить индукцию B и напряженность H магнитного поля на средней линии тороида без сердечника, по обмотке которого, содержащей $N = 200$ витков, идет ток $i = 5$ А. Внутренний диаметр тороида $d_1 = 20$ см, внешний $d_2 = 30$ см.

$$B = \frac{2\mu_0 Ni}{\pi(d_1 + d_2)} = 1,6 \text{ мТл}, \quad H = 1,27 \text{ кА/м}$$

57. По прямой бесконечной полой медной трубе с внутренним радиусом $R_1 = 5$ см и внешним $R_2 = 10$ см идет постоянный ток, плотность которого $j = 10$ А/см². Определить напряженность магнитного поля в точке, отстоящей от оси трубы на расстояние $r = 8$ см.

$$H = \frac{j(r^2 - R_1^2)}{2r} = 2,44 \text{ кА/м}$$

58. Плоскость проволочного контура в виде квадрата со стороной $a = 0,5$ м составляет угол $\alpha = 30^\circ$ с линиями индукции однородного магнитного поля. Контур за время $\Delta t = 0,5$ с поворачивают так, что линии индукции оказываются параллельны его плоскости. При этом в контуре возникает ЭДС индукции $\mathcal{E} = 0,8$ В. Определить индукцию магнитного поля.

$$B = \frac{2\mathcal{E}\Delta t}{a^2} = 3,2 \text{ Тл}$$

59. Определить, во сколько раз отличаются магнитные потоки, пронизывающие рамку при двух ее положениях относительно прямого бесконечного проводника с током, показанных на рисунке.

$$\Phi_1/\Phi_2 = 3,81$$

60. Рамка площадью $S = 200 \text{ см}^2$ равномерно вращается с частотой $n = 10 \text{ 1/с}$ относительно оси, лежащей в плоскости рамки и перпендикулярной линиям индукции однородного магнитного поля ($B = 0,2 \text{ Тл}$). Каково среднее значение ЭДС индукции $\langle \varepsilon_i \rangle$ за время, в течение которого магнитный поток, пронизывающий рамку, изменится от нуля до максимального значения?

$$\langle \varepsilon_i \rangle = 4nBS = 0,16 \text{ В}$$

61. На экране наблюдается интерференционная картина от двух когерентных источников света с длиной волны $\lambda = 480 \text{ нм}$. Когда на пути одного из пучков поместили тонкую пластинку из плавленого кварца с показателем преломления $n = 1,46$, то интерференционная картина сместилась на $m = 69$ полос. Определить толщину d кварцевой пластинки.

$$d = m\lambda/(n-1) = 72 \text{ мкм}$$

62. На тонкий стеклянный клин ($n = 1,55$) падает нормально монохроматический свет. Двугранный угол между поверхностями клина $\alpha = 2'$. Определить длину световой волны λ , если расстояние между смежными интерференционными максимумами в отраженном свете $b = 0,3 \text{ мм}$.

$$\lambda = 2nb\theta = 541 \text{ нм}$$

63. Плосковыпуклая линза выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Определить толщину d слоя воздуха там, где в отраженном свете ($\lambda = 0,6 \text{ мкм}$) видно первое светлое кольцо Ньютона.

$$d = 0,15 \text{ мкм}$$

64. Плосковыпуклая линза выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Радиус восьмого темного кольца Ньютона при наблюдении в отраженном свете ($\lambda = 700 \text{ нм}$) равен $r_8 = 2 \text{ мм}$. Определить радиус кривизны выпуклой поверхности линзы.

$$R = \frac{r_8^2}{m\lambda} = 0,71 \text{ м}$$

65. Сколько штрихов на каждый миллиметр содержит дифракционная решетка, если при нормальном падении света с длиной волны $\lambda = 0,65 \text{ мкм}$ максимум пятого порядка отклонен на угол $\varphi = 30^\circ$? Сколько главных максимумов можно наблюдать в этой решетке?

$$n = 154 \text{ штр/мм}, k = 21$$

66. С помощью дифракционной решетки с периодом $d = 20 \text{ мкм}$ требуется разрешить дублет натрия ($\lambda_1 = 589,0 \text{ нм}$ и $\lambda_2 = 589,6 \text{ нм}$) в спектре второго порядка. При какой наименьшей длине L решетки это возможно?

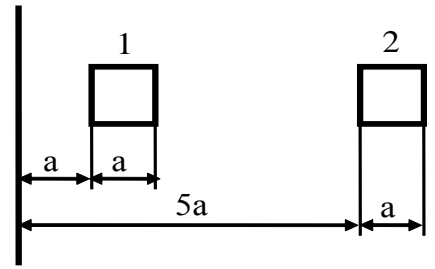
$$L = \frac{\lambda d}{k \cdot \delta\lambda} = 10 \text{ мм}$$

67. Определить угловую дисперсию D_φ дифракционной решетки для угла дифракции $\varphi = 30^\circ$ и длины волны $\lambda = 600 \text{ нм}$.

$$D_\varphi = \frac{\text{tg}\varphi}{\lambda} = 9,62 \cdot 10^5 \frac{\text{рад}}{\text{м}}$$

68. Угол Брюстера при падении света из воздуха на кристалл каменной соли $\alpha_{\text{Бр}} = 57^\circ$. Определить скорость света в этом кристалле. Скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

$$v_{\text{св}} = 194 \text{ Мм/с}$$



69. Анализатор в $k = 2$ раза уменьшает интенсивность света, проходящего к нему от поляризатора. Определить угол φ между плоскостями пропускания поляризатора и анализатора. Потерями интенсивности света в анализаторе пренебречь.

$$\varphi = 45^\circ$$

70. Во сколько раз ослабляется интенсивность света, проходящего через два николя, плоскости пропускания которых образуют угол $\varphi = 30^\circ$, если в каждом из николей в отдельности теряется $k = 10\%$ интенсивности падающего на него света?

$$\frac{J_{\text{ест}}}{J} = \frac{2}{\cos^2 \varphi (1-k)^2} = 3,3$$

71. Муфельная печь потребляет мощность $N = 1$ кВт. Температура ее внутренней поверхности $T = 1200$ К при открытом отверстии площадью $S = 25$ см². Считая, что печь излучает как черное тело, определить, какая часть мощности рассеивается стенками.

$$\eta = 1 - \frac{\sigma T^4 S}{N} = 0,71$$

72. Мощность излучения шара радиусом $R = 10$ см при некоторой постоянной температуре равна $N = 1$ кВт. Найти эту температуру, считая шар серым телом с поглощательной способностью $A_T = 0,25$.

$$T = \left(\frac{N}{4\pi A_T R^2 \sigma} \right)^{1/4} = 866 \text{ К}$$

73. Приняв, что Солнце излучает как абсолютно черное тело, найти мощность излучения Солнца, падающую на $S = 1$ м² поверхности, расположенной от Солнца на том же расстоянии, что и Земля $r = 1,5 \cdot 10^{11}$ м. Температура Солнца $T_c = 5800$ К, его радиус $R = 7 \cdot 10^8$ м.

$$N = \sigma T_c^4 (R/r)^2 = 1,4 \text{ кВт/м}^2$$

74. Вследствие изменения температуры черного тела максимум спектральной плотности энергетической светимости $(M_{\lambda,T})_{\text{max}}$ сместился с $\lambda_1 = 2,4$ мкм на $\lambda_2 = 0,8$ мкм. Как и во сколько раз изменились энергетическая светимость тела?

Увеличилась в 81 раз

75. Во сколько раз и как изменится длина волны, соответствующая максимуму излучения абсолютно черного тела, если площадь под графиком зависимости спектральной плотности энергетической светимости от длины волны увеличилась в 16 раз?

Уменьшится в 2 раза

76. Найти фототок насыщения при вылете электронов с катода фотоэлемента площадью $S = 50$ мм², когда на катод нормально падает пучок света с концентрацией фотонов $n = 10^{13}$ 1/м³. Считать, что на каждые 100 фотонов приходится один выбитый электрон. Заряд электрона $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, скорость света в вакууме $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

$$i_{\text{н}} = |e| n S c / 100 = 240 \text{ мкА.}$$

77. Определить, будет ли фотоэффект с поверхности вольфрама при облучении его светом с длиной волны $\lambda = 4,5 \cdot 10^{-7}$ м? Работа выхода электронов из вольфрама $A_{\text{вых}} = 4,5$ эВ.

Не будет

78. Какая доля энергии фотона израсходована на работу вырывания электрона, если красная граница фотоэффекта $\lambda_0 = 307$ нм и максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона равна $K_{\text{max}} = 1$ эВ?

$$A_{\text{вых}} / \varepsilon = 0,8$$

79. При фотоэффекте с платиновой поверхности электроны полностью задерживаются разностью потенциалов $u = 0,8$ В. Найти длину волны λ падающего излучения и предельную длину волны λ_0 , при которой еще возможен фотоэффект. Работа выхода для платины $A_{\text{вых}} = 6,3$ эВ. Заряд электрона $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

$$\lambda = \frac{hc}{A_{\text{вых}} + |e|u} = 175 \text{ нм}; \quad \lambda_0 = 197 \text{ нм}$$

80. Свет одного и того же источника падает на литий и вольфрам. Чтобы прекратить эмиссию электронов из лития надо приложить задерживающую разность потенциалов $u_{31} = 4,31$ В. Какую разность потенциалов надо приложить, чтобы прекратилась эмиссия электронов из вольфрама? Работа выхода электронов из лития $A_{\text{вых1}} = 2,39$ эВ, из вольфрама $A_{\text{вых2}} = 4,5$ эВ.

$$u_{32} = 2,2 \text{ В.}$$

81. Найти длину волны де Бройля λ электрона, прошедшего ускоряющую разность потенциалов $\Delta\phi = 30$ В. Масса электрона $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, заряд электрона $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2m_e|e|\Delta\phi}} = 0,22 \text{ нм}$$

82. Электрон движется по окружности радиусом $r = 0,5$ см в однородном магнитном поле с индукцией $B = 8$ мТл. Определить длину волны де Бройля электрона. Заряд электрона $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

$$\lambda = h/|e|rB = 0,1 \text{ нм}$$

83. Во сколько раз отличаются длины волн электрона и протона, прошедших одинаковую ускоряющую разность потенциалов? Масса электрона $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, протона $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ кг.

$$k = 43$$

84. Определить неточность Δx в определении координаты электрона, движущегося по орбите в атоме водорода, если допускаемая неточность Δv в определении скорости составляет 10% от ее величины. Масса электрона $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, заряд электрона $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

$$\Delta x = 20\varepsilon_0 h^2 / m_e e^2 = 3,3 \cdot 10^{-9} \text{ м}, \quad d = 0,106 \text{ нм}$$

85. Электрон с кинетической энергией $E_k = 15$ эВ находится в металлической пылинке диаметром $d = 1$ мкм. Оценить относительную неточность Δv , с которой может быть определена скорость электрона. Масса электрона $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{h}{d} \sqrt{\frac{2}{m_e E_k}} = 6,4 \cdot 10^{-4}$$

86. Поток моноэнергетических электронов падает нормально на диафрагму с узкой щелью шириной $a = 2,0$ мкм. Найти скорость электронов, если на экране, отстоящем от щели на $L = 50$ см, ширина центрального дифракционного максимума $\Delta l = 0,36$ мм. Масса электрона $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.

$$v = \frac{2hL}{am_e \Delta l} = 10^6 \text{ м/с}$$

87. Электрон в атоме находится в f – состоянии. Найти орбитальный момент импульса L электрона и максимальное значение проекции момента импульса L_z на направление внешнего магнитного поля.

$$L = 3,46\hbar, \quad L_z = 3\hbar$$

88. Вычислить полную энергию E и орбитальный момент импульса L электрона, находящегося в $2p$ –состоянии в атоме водорода. Масса электрона $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, заряд электрона $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

$$E = -3,4 \text{ эВ}, \quad L = 1,5 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$$

89. Заполненная оболочка характеризуется квантовым числом $n = 3$. Указать число N электронов, которые имеют одинаковые следующие квантовые числа: а) $m_s = 1/2$, б) $m = -2$, в) $m_s = -1/2$ и $m = 0$, г) $m_s = 1/2$ и $l = 2$.

$$\text{а) } N = 9, \text{ б) } N = 2, \text{ в) } N = 3, \text{ г) } N = 5$$

90. Найти число N электронов в атомах, у которых в основном состоянии заполнены: а) K и L оболочки, $3s$ подоболочка и наполовину $3p$ подоболочка; б) K , L и M оболочки и $4s$, $4p, 4d$ подоболочки.

$$\text{а) } N = 15, \text{ б) } N = 46$$

91. Какие частицы и в каком количестве содержатся в ядре урана U_{92}^{232} ? Определить заряд ядра и массу ядра в килограммах.

$$q = 1,47 \cdot 10^{-17} \text{ Кл}, m = 3,85 \cdot 10^{-25} \text{ кг}$$

92. Определить удельную энергию связи ядра углерода 1_6C . Масса атома углерода $m_c = 12,01115$ а.е.м., масса атома водорода $m_H = 1,00783$ а.е.м., масса нейтрона $m_n = 1,00867$ а.е.м.

$$\varepsilon_{\text{уд}} = 1,1 \cdot 10^{-12} \text{ Дж}$$

93. Определить число нейтронов в ядре 8O , дефект массы которого $\Delta m = 0,14154$ а.е.м. Масса данного атома $m = 16,99913$ а.е.м., масса атома водорода $m_{H^1} = 1,00783$ а.е.м., масса нейтрона $m_n = 1,00867$ а.е.м.

$$N = 9$$

94. Дефект массы изотопа лития 6_3Li равен $\Delta m_{Li^6} = 0,03340$ а.е.м., а изотопа 7_3Li - $\Delta m_{Li^7} = 0,04087$ а.е.м. Определить, какое из этих ядер более устойчиво.

$$\text{Изотоп } {}^7_3Li$$

95. В ядре изотопа кремния ${}^{27}_{14}Si$ один из протонов превратился в нейтрон (β^+ - распад). Какое ядро получилось в результате такого превращения?

$${}^{27}_{13}Al$$

96. За один год начальное количество радиоактивного изотопа уменьшилось в три раза. Во сколько раз оно уменьшится за два года?

$$\text{В } 9 \text{ раз}$$

97. За время $t = 8$ суток распалось $k = 3/4$ начального количества ядер радиоактивного изотопа. Определить период полураспада $T_{1/2}$.

$$T_{1/2} = 4 \text{ суток}$$

98. Активность A препарата уменьшилась в $k = 256$ раз. Скольким периодам полураспада $T_{1/2}$ равен протекший промежуток времени t ?

$$t = 8 T_{1/2}$$

99. Определить промежуток времени τ , в течение которого активность A изотопа стронция ${}^{90}Sr$ уменьшится в $k = 10$ раз. Период полураспада стронция $T_{1/2} = 28$ лет.

$$\tau = 93 \text{ года}$$

100. Определить активность A фосфора ${}^{32}P$ массой $m = 1$ мг. Период полураспада фосфора $T_{1/2} = 14,3$ сут.

$$A = 10,5 \cdot 10^{12} \text{ расп/с}$$