

ВАРИАНТ 1

1. Уравнение колебаний точки имеет вид $x = A \cos \omega (t+\tau)$, где $\omega = \pi \text{ с}^{-1}$, $\tau = 0,2 \text{ с}$. Определить период T и начальную фазу φ колебаний.
2. Два одинаково направленных гармонических колебания одного периода с амплитудами $A_1 = 10 \text{ см}$ и $A_2 = 6 \text{ см}$ складываются в одно колебание с амплитудой $A = 14 \text{ см}$. Найти разность фаз $\Delta\varphi$ складываемых колебаний.
3. Материальная точка массой $m = 50 \text{ г}$ совершает колебания, уравнение которых имеет вид $x = A \cos \omega t$, где $A = 10 \text{ см}$, $\omega = 5 \text{ с}^{-1}$. Найти силу F , действующую на точку, в двух случаях: 1) в момент, когда фаза $\omega t = \pi/3$; 2) в положении наибольшего смещения точки.
4. Амплитуда затухающих колебаний маятника за время $t_1 = 5 \text{ мин}$ уменьшилась в два раза. За какое время t_2 амплитуда уменьшится в восемь раз?
5. Задано уравнение плоской волны $\xi(x, t) = A \cos(\omega t - kx)$, $A = 0,5 \text{ см}$, $\omega = 628 \text{ с}^{-1}$, $k = 2 \text{ м}^{-1}$. Определить: 1) частоту колебаний ν и длину волны λ ; 2) фазовую скорость v ; 3) максимальные значения скорости ξ_{\max} и ускорения $\ddot{\xi}_{\max}$ колебаний частиц среды.
6. Во сколько раз увеличится расстояние между соседними интерференционными полосами на экране в опыте Юнга, если зеленый светофильтр ($\lambda_1 = 500 \text{ нм}$) заменить красным ($\lambda_2 = 650 \text{ нм}$)?
7. Найти наибольший порядок k спектра для желтой линии натрия ($\lambda = 589 \text{ нм}$), если постоянная дифракционной решетки $d = 2 \text{ мкм}$.
8. На мыльную пленку ($n = 1,3$), находящуюся в воздухе, падает нормально пучок лучей белого света. При какой наименьшей толщине d пленки отраженный свет с длиной волны $\lambda = 0,55 \text{ мкм}$ окажется максимально усиленным в результате интерференции?
9. На щель шириной $a = 2 \text{ мкм}$ падает нормально параллельный пучок монохроматического света ($\lambda = 589 \text{ нм}$). Под какими углами φ будут наблюдаться дифракционные минимумы света?
10. Можно условно принять, что земля излучает как серое тело, находящееся при температуре $T = 280 \text{ К}$. Определить коэффициент теплового излучения ε Земли, если энергетическая светимость M_e ее поверхности равна $325 \text{ кДж}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$.
11. Зачерненный шарик остывает от температуры $T_1 = 300 \text{ К}$ до $T_2 = 200 \text{ К}$. На сколько изменилась длина волны λ , соответствующая максимуму спектральной плотности энергетической светимости?
12. Определить длину волны де Бройля λ электрона, если его кинетическая энергия $T = 1 \text{ кэВ}$.
13. Какой изотоп образуется из ${}^8_3\text{Li}$ после одного β -распада и одного α -распада?
14. Определить промежуток времени τ , в течение которого активность A изотопа стронция ${}^{90}\text{Sr}$ уменьшится в $k_1 = 10$ раз? В $k_2 = 100$ раз?
15. Найти энергию Q ядерных реакций: 1) ${}^8\text{H} (p, \gamma) {}^4\text{He}$; 2) ${}^2\text{H} (d, \gamma) {}^4\text{He}$.

ВАРИАНТ 2

- 1.
2. Точка совершает колебания по закону $x = A \cos(\omega t + \varphi)$, где $A = 4$ см. Определить начальную фазу φ , если: $x(0) = 2$ см и $\dot{x}(0) < 0$.
3. Два одинаково направленных гармонических колебания одного периода с амплитудами $A_1 = 10$ см и $A_2 = 6$ см складываются в одно колебание с амплитудой $A = 14$ см. Найти разность фаз $\Delta\varphi$ складываемых колебаний.
4. Материальная точка массой $m = 50$ г совершает колебания, уравнение которых имеет вид $x = A \cos \omega t$, где $A = 10$ см, $\omega = 5 \text{ с}^{-1}$. Найти силу F , действующую на точку, в двух случаях: 1) в момент, когда фаза $\omega t = \pi/3$; 2) в положении наибольшего смещения точки.
5. За время $t = 8$ мин амплитуда затухающих колебаний маятника уменьшилась в три раза. Определить коэффициент затухания δ .
6. В опыте Юнга отверстия освещались монохроматическим светом ($\lambda = 600$ нм). Расстояние между отверстиями $d = 1$ мм, расстояние от отверстий до экрана $L = 3$ м. Найти положение трех первых светлых полос.
7. На дифракционную решетку нормально падает пучок монохроматического света. Максимум третьего порядка наблюдается под углом $\varphi = 36^\circ 48'$ к нормали. Найти постоянную d решетки, выраженную в длинах волн падающего света.
8. Пучок монохроматических ($\lambda = 0,6$ мкм) световых волн падает под углом $i = 30^\circ$ на находящуюся в воздухе мыльную пленку ($n = 1,3$). При какой наименьшей толщине d пленки отраженные световые волны будут максимально ослаблены интерференцией? При какой наименьшей толщине d пленки отраженные световые волны будут максимально усилены интерференцией?
9. Радиус r_4 четвертой зоны Френеля плоского волнового фронта равен 3 мм. Определить радиус r_6 шестой зоны Френеля.
10. Муфельная печь потребляет мощность $P = 1$ кВт. Температура T ее внутренней поверхности при открытом отверстии площадью $S = 25 \text{ см}^2$ равна 1,2 кК. Считая, что отверстие печи излучает как черное тело, определить, какая часть ω мощности рассеивается стенками.
11. Какую мощность N надо подводить к зачерненному металлическому шарикому радиусом $r = 2$ см, чтобы поддерживать его температуру на $\Delta T = 27$ К выше температуры окружающей среды? Температура окружающей среды $T = 293$ К. Считать, что тепло теряется только вследствие излучения.
12. Определить длину волны λ фотона, масса которого равна массе покоя: 1) электрона; 2) протона.
13. Найти длину волны де Бройля λ протона, прошедшего ускоряющую разность потенциалов U : 1) кВ; 2) 1 МВ.
14. Какой изотоп образуется из $^{133}_{51}\text{Sb}$ после четырех β -распадов?
15. При бомбардировке изотопа лития ^7_3Li протонами образуются две α -частицы. Энергия каждой α -частицы в момент их образования $W_2 = 9,15$ МэВ. Какова энергия W_1 бомбардирующих протонов?
16. Какой изотоп образуется из $^{238}_{92}\text{U}$ после трех α -распадов и двух β -распадов?

ВАРИАНТ 3

1. Точка совершает колебания по закону $x = A \sin (\omega t + \varphi)$, где $A = 4$ см. Определить начальную фазу φ , если: $x(0) = -2\sqrt{3}$ см и $\dot{x}(0) > 0$. Построить векторную диаграмму для момента $t = 0$.
2. Точка участвует в двух одинаково направленных колебаниях: $x_1 = A_1 \sin \omega t$ и $x_2 = A_2 \cos \omega t$, где $A_1 = 1$ см; $A_2 = 2$ см; $\omega = 1$ с⁻¹. Определить амплитуду A результирующего колебания, его частоту ν и начальную фазу φ . Найти уравнение этого движения.
3. Колебания материальной точки массой $m = 0,1$ г происходят согласно уравнению $x = A \cos \omega t$, где $A = 5$ см, $\omega = 20$ с⁻¹. Определить максимальные значения возвращающей силы F_{\max} и кинетической энергии T_{\max} .
4. Амплитуда затухающих колебаний маятника за время $t_1 = 5$ мин уменьшилась в два раза. За какое время t_2 амплитуда уменьшится в восемь раз?
5. Поезд проходит мимо станции со скоростью $u = 40$ м/с. Частота ν_0 тона гудка электровоза равен 300 Гц. Определить кажущуюся частоту ν тона для человека, стоящего на платформе, в двух случаях: 1) поезд приближается; 2) поезд удаляется.
6. На дифракционную решетку нормально падает пучок монохроматического света. Максимум третьего порядка наблюдается под углом $\varphi = 36^\circ 48'$ к нормали. Какое число максимумов k (не считая центрального) дает дифракционная решетка?
7. На диафрагму с круглым отверстием диаметром $d = 4$ мм падает нормально параллельный пучок лучей монохроматического света ($\lambda = 0,5$ мкм). Точка наблюдения находится на оси отверстия на расстоянии $b = 1$ м от него. Сколько зон Френеля укладывается в отверстии? Темное или светлое пятно получится в центре дифракционной картины, если в месте наблюдения поместить экран?
8. На щель шириной $a = 6\lambda$ падает нормально параллельный пучок монохроматического света с длиной волны λ . Под каким углом φ будет наблюдаться третий дифракционный минимум света?
9. С поверхности сажи площадью $S = 2$ см² при температуре $T = 400$ К за время $t = 5$ мин излучается энергия $W = 83$ Дж. Определить коэффициент теплового излучения ϵ сажи.
10. Поверхность тела нагрета до температуры $\Delta T = 1000$ К. Затем одна половина этой поверхности нагревается на $\Delta T = 100$ К, другая охлаждается на $\Delta T = 100$ К. Во сколько раз изменится энергетическая светимость R , поверхности тела?
11. Давление p монохроматического света ($\lambda = 600$ нм) на черную поверхность, расположенную перпендикулярно падающим лучам, равно 0,1 мкПа. Определить число N фотонов, падающих за время $t = 1$ с на поверхность площадью $S = 1$ см².
12. Найти длину волны де Бройля λ для электрона, движущегося по круговой орбите атома водорода, находящегося в основном состоянии.
13. Найти длину волны де Бройля λ , для электронов, прошедших разность потенциалов $U_1 = 1$ В и $U_2 = 100$ В.
14. Найти постоянную решетки d каменной соли, зная молярную массу $M = 0,058$ кг/моль каменной соли и ее плотность $\rho = 2,2 \cdot 10^3$ кг/м³. Кристаллы каменной соли обладают простой кубической структурой.
15. Определить активность A фосфора ^{32}P массой $m = 1$ мг.

ВАРИАНТ 4

1. Точка совершает колебания по закону $x = A \sin(\omega t + \varphi)$, где $A = 4$ см. Определить начальную фазу φ , если: $x(0) = -2\sqrt{3}$ см и $\dot{x}(0) > 0$. Построить векторную диаграмму для момента $t = 0$.
2. Определить амплитуду A и начальную фазу φ результирующего колебания, возникающего при сложении двух колебаний одинаковых направления и периода: $x_1 = A_1 \sin \omega t$ и $x_2 = A_2 \sin \omega(t + \tau)$, где $A_1 = A_2 = 1$ см; $\omega = \pi \text{ с}^{-1}$, $\tau = 0,5$ с. Найти уравнение результирующего колебания.
3. Найти возвращающую силу F в момент $t = 1$ с и полную энергию E материальной точки, совершающей колебания по закону $x = A \cos \omega t$, где $A = 20$ см, $\omega = 2\pi/3 \text{ с}^{-1}$. Масса m материальной точки равна 10 г.
4. Амплитуда колебаний магнитного маятника длиной $\ell = 1$ м за время $t = 10$ мин уменьшилась в два раза. Определить логарифмический декремент колебаний θ .
5. Плоская звуковая волна имеет период $T = 3$ мс, амплитуду $A = 0,2$ мм и длину волны $\lambda = 1,2$ м. Для точек среды, удаленных от источника колебаний на расстояние $x = 2$ м, найти: а) смещение $\xi(x, t)$ в момент $t = 7$ мс; б) скорость $\dot{\xi}$ и ускорение $\ddot{\xi}$ для того же момента времени. Начальную фазу колебаний принять равной нулю.
6. Зрительная труба гониометра с дифракционной решеткой поставлена под углом $\varphi = 20^\circ$ к оси коллиматора. При этом в поле зрения трубы видна красная линия спектра гелия ($\lambda_{кр} = 668$ нм). Какова постоянная d дифракционной решетки, если под тем же углом видна и синяя линия ($\lambda_c = 447$ нм) более высокого порядка? Наибольший порядок спектра, который можно наблюдать при помощи решетки, $k = 5$. Свет падает на решетку нормально.
7. Плоская световая волна ($\lambda = 0,5$ мкм) падает нормально на диафрагму с круглым отверстием диаметром $d = 1$ см. На каком расстоянии b от отверстия должна находиться точка наблюдения, чтобы отверстие открывало: 1) одну зону Френеля? 2) две зоны Френеля?
8. На дифракционную решетку падает нормально параллельный пучок монохроматического света. Для того чтобы увидеть красную линию ($\lambda = 700$ нм) в спектре третьего порядка, зрительную трубу пришлось установить под углом $\varphi = 30^\circ$ к оси коллиматора. Найти постоянную d дифракционной решетки. Какое число штрихов N_0 нанесено на единицу длины этой решетки?
9. Принимая коэффициент теплового излучения ϵ угля при температуре $T = 600\text{К}$ равным 0,8, определить: 1) энергетическую светимость M_e угля; 2) энергию W , излучаемую с поверхности угля с площадью $S = 5 \text{ см}^2$ за время $t = 10$ мин.
10. Абсолютно черное тело имеет температуру $T_1 = 2900$ К. В результате остывания тела длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости, изменилась на $\Delta\lambda = 9$ мкм. До какой температуры T_2 охладилось тело?
11. Монохроматическое излучение с длиной волны $\lambda = 500$ нм падает нормально на плоскую зеркальную поверхность и давит на нее с силой $F = 10$ нН. Определить число n_1 фотонов, ежесекундно падающих на эту поверхность.
12. Определить длину волны де Бройля λ электрона, находящегося на второй орбите атома водорода.
13. Найти число протонов и нейтронов, входящих в состав ядер трех изотопов магния: а) ${}^{24}_{12}\text{Mg}$; б) ${}^{25}_{12}\text{Mg}$; в) ${}^{26}_{12}\text{Mg}$.
14. Найти наименьшую энергию γ -кванта, достаточную для осуществления реакции ${}^{24}_{12}\text{Mg}(\gamma, n)$.
15. Вычислить удельную активность a кобальта ${}^{60}\text{Co}$.
16. Какой изотоп образуется из ${}^8_3\text{Li}$ после одного β -распада и одного α -распада?

ВАРИАНТ 5

1. Определить период T , частоту ν и начальную фазу φ колебаний, заданных уравнением $x = A \sin \omega (t + \tau)$, где $\omega = 2,5\pi \text{ с}^{-1}$, $\tau = 0,4 \text{ с}$.
2. Складываются два гармонических колебания одного направления с одинаковыми периодами $T_1 = T_2 = 1,5 \text{ с}$ и амплитудами $A_1 = A_2 = 2 \text{ см}$. Начальные фазы колебаний $\varphi_1 = \pi/2$ и $\varphi_2 = \pi/3$. Определить амплитуду A и начальную фазу φ результирующего колебания. Найти его уравнение и построить с соблюдением масштаба векторную диаграмму сложения амплитуд.
3. Колебания материальной точки происходят согласно уравнению $x = A \cos \omega t$, где $A = 8 \text{ см}$, $\omega = \pi/6 \text{ с}^{-1}$. В момент, когда возвращающая сила F в первый раз достигла значения -5 мН , потенциальная энергия Π точки стала равной 100 мкДж . Найти этот момент времени t и соответствующую ему фазу ωt .
4. Логарифмический декремент колебаний θ маятника равен $0,003$. Определить число N полных колебаний, которые должен сделать маятник, чтобы амплитуда уменьшилась в два раза.
5. От источника колебаний распространяется волна вдоль прямой линии. Амплитуда A колебаний равна 10 см . Как велико смещение точки, удаленной от источника на $x = 3/4 \lambda$, в момент, когда от начала колебаний прошло время $t = 0,9 T$.
6. На мыльную пленку падает белый свет под углом $i = 45^\circ$ к поверхности планки. При какой наименьшей толщине h пленки отраженные лучи будут окрашены в желтый цвет ($\lambda = 600 \text{ нм}$)? Показатель преломления мыльной воды $n = 1,33$.
7. Какова должна быть постоянная d дифракционной решетки, чтобы в первом порядке были разрешены линии спектра калия $\lambda_1 = 404,4 \text{ нм}$ и $\lambda_2 = 404,7 \text{ нм}$? Ширина решетки $a = 3 \text{ см}$.
8. Какое число штрихов N_0 на единицу длины имеет дифракционная решетка, если зеленая линия ртути ($\lambda = 546,1 \text{ нм}$) в спектре первого порядка наблюдается под углом $\varphi = 19^\circ 8'$?
9. Во сколько раз надо увеличить термодинамическую температуру черного тела, чтобы его энергетическая светимость $R_{\nu, T}$ возросла в два раза?
10. Температура T абсолютно черного тела изменилась при нагревании от 1000 до 3000 К . Во сколько раз увеличилась при этом его энергетическая светимость R_ν ? На сколько изменилась длина волны λ , на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости λ_r ?
11. Найти энергию связи W ядра изотопа лития ${}^7_3\text{Li}$.
12. Какую энергию W (в киловатт-часах) можно получить от деления массы $m = 1 \text{ г}$ урана ${}^{235}_{92}\text{U}$, если при каждом акте распада выделяется энергия $Q = 200 \text{ МэВ}$?
13. Найти отношение массовой активности a_1 стронция ${}^{90}\text{Sr}$ к массовой активности a_2 радия ${}^{226}\text{Ra}$.
14. Какой изотоп образуется из ${}^{133}_{51}\text{Sb}$ после четырех β -распадов.?
15. Найти массу m_1 урана ${}^{238}\text{U}$, имеющего такую же активность A , как стронций ${}^{90}\text{Sr}$ массой $m_2 = 1 \text{ мг}$.
16. Используя известные значения масс нейтральных атомов ${}^1_1\text{H}$, ${}^2_1\text{H}$, ${}^{12}_6\text{C}$ и электрона, определить массы m_p протона, m_d дейтона, m_α ядра ${}^{12}_6\text{C}$.

ВАРИАНТ 6

1. Точка совершает колебания по закону $x = A \cos(\omega t + \varphi)$, где $A = 2$ см; $\omega = \pi \text{ с}^{-1}$, $\varphi = \pi/4$ рад. Построить графики зависимости от времени: смещения $x(t)$; скорости $\dot{x}(t)$; ускорения $\ddot{x}(t)$
2. Два гармонических колебания, направленных по одной прямой и имеющих одинаковые амплитуды и периоды, складываются в одно колебание той же амплитуды. Найти разность фаз $\Delta\varphi$ складываемых колебаний
3. Грузик массой $m = 250$ г, подвешенный к пружине, колеблется по вертикали с периодом $T = 1$ с. Определить жесткость k пружины.
4. Звуковые колебания, имеющие частоту $\nu = 0,5$ кГц и амплитуду $A = 0,25$ мм, распространяются в упругой среде. Длина волны $\lambda = 70$ см. Найти: 1) скорость v распространения волн; 2) максимальную скорость ξ_{\max} частиц среды.
5. Какова должна быть постоянная d дифракционной решетки, чтобы в первом порядке был разрешен дублет натрия $\lambda_1 = 589,0$ нм и $\lambda_2 = 589,6$ нм? Ширина решетки $a = 2,5$ см.
6. Плоская световая волна ($\lambda = 0,7$ мкм) падает нормально на диафрагму с круглым отверстием радиусом $r = 1,4$ мм. Определить расстояния b_1, b_2, b_3 от диафрагмы до трех наиболее удаленных от нее точек, в которых наблюдаются минимумы интенсивности.
7. На дифракционную решетку нормально падает пучок света. Натриевая линия ($\lambda_1 = 589$ нм) дает в спектре первого порядка угол дифракции $\varphi = 17^\circ 8'$. Некоторая линия дает в спектре второго порядка угол дифракции $\varphi = 24^\circ 12'$. Найти длину волны λ_2 этой линии и число штрихов N_0 на единицу длины решетки.
8. Определить относительное увеличение $\Delta M_e / M_e$ энергетической светимости черного тела при увеличении его температуры на 1%.
9. На какую длину волны λ приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела, имеющего температуру, равную температуре $t = 37^\circ\text{C}$ человеческого тела, т.е. $T = 310$ К?
10. Найти массу m фотона: а) красных лучей света ($\lambda = 700$ нм); б) рентгеновских лучей ($\lambda = 25 \cdot 10^{-12}$ м); в) гамма-лучей
11. Определить длину волны де Бройля λ электронов, бомбардирующих антикатод рентгеновской трубки, если граница сплошного рентгеновского спектра приходится на длину волны $\lambda = 3$ нм.
12. Сколько атомов из $N = 10^6$ атомов полония распадается за время $t = 1$ сут?
13. Найти энергию связи W ядра атома гелия ${}^4_2\text{He}$.
14. Найти массу m_1 урана ${}^{238}\text{U}$, имеющего такую же активность A , как стронций ${}^{90}\text{Sr}$ массой $m_2 = 1$ мг.
15. Используя известные значения масс нейтральных атомов ${}^1_1\text{H}$, ${}^2_1\text{H}$, ${}^{12}_6\text{C}$ и электрона, определить массы m_p протона, m_d дейтона, m_α ядра ${}^{12}_6\text{C}$.

ВАРИАНТ 7

1. Точка совершает колебания с амплитудой $A = 4$ см и периодом $T = 2$ с. Написать уравнение этих колебаний, считая, что в момент $t = 0$ смещения $x(0) = 0$ и $\dot{x}(0) < 0$. Определить фазу ($\omega t + \varphi$) для двух моментов времени: 1) когда смещение $x = 1$ см и $\dot{x} > 0$; 2) когда скорость $\dot{x} = -6$ см/с и $x < 0$.
2. Складываются два взаимно перпендикулярных колебания, выражаемых уравнениями $x = A_1 \sin \omega t$ и $y = A_2 \cos \omega (t + \tau)$, где $A_1 = 2$ см, $A_2 = 1$ см, $\omega = \pi \text{ с}^{-1}$, $\tau = 0,5$ с. Найти уравнение траектории и построить ее, показав направление движения точки.
3. Гири, подвешенная к пружине, колеблется по вертикали с амплитудой $A = 4$ см. Определить полную энергию E колебаний гири, если жесткость k пружины равна 1 кН/м .
4. Две точки находятся на расстоянии $\Delta x = 50$ см друг от друга прямой, вдоль которой распространяется волна со скоростью $v = 50$ м/с. Период T колебаний равен $0,05$ с. Найти разность фаз $\Delta \varphi$ колебаний в этих точках.
5. Постоянная дифракционной решетки $d = 2$ мкм. Какую разность длин волн $\Delta \lambda$ может разрешить эта решетка в области желтых лучей ($\lambda = 600$ нм) в спектре второго порядка? Ширина решетки $a = 2,5$ см.
6. Две плоскопараллельные стеклянные пластинки приложены одна к другой так, что между ними образовался воздушный клин с углом α , равным $30''$. На одну из пластинок нормально монохроматический свет ($\lambda = 0,6$ мкм). На каких расстояниях l_1 и l_2 от линии соприкосновения пластинок будут наблюдаться в отраженном свете первая и вторая светлые полосы (интерференционные максимумы)?
7. На дифракционную решетку нормально падает пучок света от разрядной трубки. Какова должна быть постоянная d дифракционной решетки, чтобы в направлении $\varphi = 41^\circ$ совпадали максимумы линий $\lambda_1 = 656,3$ нм и $\lambda_2 = 410,2$ нм?
8. Температура T верхних слоев звезды Сириус равна 10 кК . Определить поток энергии Φ_e , излучаемый с поверхности площадью $S = 1 \text{ км}^2$ этой звезды.
9. При нагревании абсолютно черного тела длина волны λ , на которую приходится максимум спектральной плотности светимости, изменилась от 690 до 500 нм. Во сколько раз увеличилась при этом энергетическая светимость тела?
10. Найти энергию ε , массу m и импульс p фотона, если соответствующая ему длина волны $\lambda = 1,6$ пм.
11. Электрон движется по окружности радиусом $r = 0,5$ см в однородном магнитном поле с индукцией $B = 8$ мТл. Определить длину волны де Бройля λ электрона
12. Сколько атомов из $N = 10^6$ атомов радона распадается за время $t = 1$ сут?
13. Найти энергию связи W ядра атома алюминия ${}_{13}^{27}\text{Al}$.
14. При взрыве водородной бомбы протекает термоядерная реакция образования гелия из дейтерия и трития. Написать уравнение реакции. Найти энергию Q , выделяющуюся при этой реакции. Какую энергию W можно получить при образовании массы $m = 1$ г гелия?
15. Определить массу m_2 радона ${}^{222}\text{Rn}$, находящегося в радиоактивном равновесии с радием ${}^{226}\text{Ra}$ массой $m_1 = 1$ г.
16. Масса m_α альфа частицы (ядро гелия ${}^4_2\text{He}$) равна $4,00150$ а.е.м. Определить массу m_a нейтрального атома гелия.

ВАРИАНТ 8

1. Точка равномерно движется по окружности против часовой стрелки с периодом $T = 6$ с. Диаметр d окружности равен 20 см. Написать уравнение движения проекции точки на ось x , проходящую через центр окружности, если в момент времени, принятый за начальный, проекция на ось x равна нулю. Найти смещение x , скорость \dot{x} и ускорение \ddot{x} проекции точки в момент $t = 1$ с.
2. Два камертона звучат одновременно. Частоты ν_1 и ν_2 их колебаний соответственно равны 440 и 440,5 Гц. Определить период T биений.
3. К спиральной пружине подвесили грузик, в результате чего пружина растянулась на $x = 9$ см. Каков будет период T колебаний грузика, если его немного оттянуть вниз и затем отпустить?
4. Тело совершает вынужденные колебания в среде с коэффициентом сопротивления $r = 1$ г/с. Считая затухание малым, определить амплитудное значение вынуждающей силы, если резонансная амплитуда $A_{\text{рез.}} = 0,5$ см и частота ν_0 собственных колебаний равна 10 Гц.
5. Волна с периодом $T = 1,2$ с и амплитудой колебаний $A = 2$ см распространяется со скоростью $v = 15$ м/с. Чему равно смещение $\xi(x, t)$ точки, находящейся на расстоянии $x = 45$ м от источника волн, в тот момент, когда от начала колебаний источника прошло время $t = 4$ с?
6. Постоянная дифракционной решетки $d = 2,5$ мкм. Найти угловую дисперсию $d\varphi/d\lambda$ решетки для $\lambda = 589$ нм в спектре первого порядка.
7. Расстояние d между двумя щелями в опыте Юнга равно 1 мм, расстояние от щелей до экрана равно 3 м. Определить длину волны λ , испускаемой источником монохроматического света, если ширина b полюс интерференции на экране равна 1,5 мм.
8. На дифракционную решетку нормально падает пучок света. При повороте трубы гониометра на угол φ в поле зрения видна линия $\lambda_1 = 440$ нм в спектре третьего порядка. Будут ли видны под этим же углом φ другие спектральные линии λ_2 , соответствующие длинам волн в пределах видимого спектра (от 400 до 700 нм)?
9. Определить энергию W , излучаемую за время $t = 1$ мин из смотрового окошка площадью $S = 8$ см² плавильной печи, если ее температура $T = 1,2$ кК.
10. В каких областях спектра лежат длины волн, соответствующие максимуму спектральной плотности энергетической светимости, если источником света служит: а) спираль электрической лампочки ($T = 3000$ К); б) поверхность Солнца ($T = 6000$ К); в) атомная бомба, в которой в момент взрыва развивается температура $T \approx 10^7$ К?
11. С какой скоростью v должен двигаться электрон, чтобы его кинетическая энергия была равна энергии фотона с длиной волны $\lambda = 520$ нм?
12. Найти активность, a массы $m = 1$ г радия.
13. Найти энергию связи W ядер: а) ${}^3_1\text{H}$; б) ${}^3_2\text{He}$. Какое из этих ядер более устойчиво?
14. Зная постоянную Авогадро N_A , определить массу m_a нейтрального атома углерода ${}^{12}\text{C}$ и массу m , соответствующую углеродной единице массы.
15. Определить период полураспада $T_{1/2}$ урана ${}^{234}\text{U}$, если его массовая доля ω в естественном уране ${}^{238}\text{U}$ равна $6 \cdot 10^{-5}$.
16. Зная массу m_a нейтрального атома изотопа лития ${}^7_3\text{Li}$, определить массы m_1 , m_2 и m_3 ионов лития: однозарядного $({}^7_3\text{Li})^+$ двухзарядного $({}^7_3\text{Li})^{++}$ и трехзарядного $({}^7_3\text{Li})^{+++}$.

ВАРИАНТ 9

1. Определить максимальные значения скорости \dot{x}_{\max} и ускорения \ddot{x}_{\max} точки, совершающей гармонические колебания с амплитудой $A = 3$ см и угловой частотой $\omega = \pi/2$ с⁻¹.
2. Точка совершает одновременно два гармонических колебания, происходящих по взаимно перпендикулярным направлениям и выражаемых уравнениями $x = A_1 \cos \omega t$ и $y = A_2 \cos \omega (t + \tau)$, где $A_1 = 4$ см, $A_2 = 8$ см, $\omega = \pi$ с⁻¹, $\tau = 1$ с. Найти уравнение траектории точки и построить график ее движения.
3. Найти отношение длин двух математических маятников, если отношение периодов их колебаний равно 1,5.
4. Определить период T затухающих колебаний, если период T_0 собственных колебаний системы равен 1 с и логарифмический декремент колебаний $\theta = 0,628$.
5. Волна распространяется в упругой среде со скоростью $v = 100$ м/с. Наименьшее расстояние Δx между точками среды, фазы колебаний которых противоположны, равно 1 м. Определить частоту ν колебаний.
6. Установка для получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом, падающим по нормали к поверхности пластинки. Наблюдение ведется в отраженном свете. Радиусы двух соседних темных колец равны $r_k = 4,0$ мм и $r_{k+1} = 4,38$ мм. Радиус кривизны линзы $R = 6,4$ м. Найти порядковые номера колец и длину волны λ падающего света.
7. Угловая дисперсия дифракционной решетки для $\lambda = 668$ им в спектре первого порядка $d\varphi/d\lambda = 2,02 \cdot 10^5$ рад/м. Найти период d дифракционной решетки.
8. Расстояние $\Delta r_{1,2}$ между вторым и первым темными кольцами Ньютона в отраженном свете равно 1 мм. Определить расстояние $\Delta r_{10,9}$ между девятым и десятым кольцами.
9. Свет от монохроматического источника ($\lambda = 600$ нм) падает нормально на диафрагму с диаметром отверстия $d = 6$ мм. За диафрагмой на расстоянии $l = 3$ м от нее находится экран. Какое число k зон Френеля укладывается в отверстии диафрагмы? Каким будет центр дифракционной картины на экране: темным или светлым?
10. Поток энергии Φ , излучаемый из смотрового окошка плавильной печи, равен 34 Вт. Определить температуру T , если площадь отверстия $S = 6$ см².
11. Мощность излучения абсолютно черного тела $N = 10$ кВт. Найти площадь S излучающей поверхности тела, если максимум спектральной плотности его энергетической светимости приходится на длину волны $\lambda = 700$ нм.
12. С какой скоростью v должен двигаться электрон, чтобы его кинетическая энергия была равна энергии фотона с длиной волны $\lambda = 520$ нм?
13. Найти массу m радона, активность которого $a = 3,7 \cdot 10^{10}$ Бк.
14. Найти энергию связи W_0 , приходящуюся на один нуклон в ядре атома кислорода ${}^{16}_8\text{O}$.

ВАРИАНТ 10

1. Точка совершает гармонические колебания. Наибольшее смещение x_{\max} точки равно 10 см, наибольшая скорость $v_{\max} = 20$ см/с. Найти угловую частоту ω колебаний и максимальное ускорение a_{\max} точки.
2. Точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, выражаемых уравнениями $x = A_1 \cos \omega t$ и $y = A_2 \sin \omega t$, где $A_1 = 2$ см, $A_2 = 1$ см. Найти уравнение траектории точки и построить ее, указав направление движения.
3. Груз, подвешенный к спиральной пружине, колеблется по вертикали с амплитудой $A = 6$ см. Определить полную энергию E колебаний груза, если жесткость k пружины составляет 500 Н / м
4. Определить разность фаз $\Delta\varphi$ колебаний источника волн, находящегося в упругой среде, и точки этой среды, отстоящей на $x = 2$ м от источника. Частота ν колебаний равна 5 Гц; волны распространяются со скоростью $v = 40$ м/с.
5. Установка для получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом, падающим по нормали к поверхности пластинки. Радиус кривизны линзы $R = 8,6$ м. Наблюдение ведется в отраженном свете. Радиус четвертого темного кольца (считая центральное темное пятно за нулевое) $r_4 = 4,5$ мм. Найти длину волны λ падающего света.
6. Угловая дисперсия дифракционной решетки для $\lambda = 668$ нм в спектре первого порядка $d\varphi/d\lambda = 2,02 \cdot 10^5$ рад/м. Найти линейную дисперсию D дифракционной решетки, если фокусное расстояние линзы, проецирующей спектр на экран, равно $F = 40$ см.
7. Плосковыпуклая линза выпуклой стороной лежит на стеклянной пластине. Определить толщину h слоя воздуха там, где в отраженном свете ($\lambda = 0,6$ мкм) видно первое светлое кольцо Ньютона.
8. Найти радиусы r_k первых пяти зон Френеля, если расстояние от источника света до волновой поверхности $a=1$ м, расстояние от волновой поверхности до точки наблюдения $b=1$ м. Длина волны света $\lambda=500$ нм.
9. Определить температуру T , при которой излучательность R_e абсолютно черного тела равна 10 кВт/м².
10. Какую энергетическую светимость R_s имеет абсолютно черное тело, если максимум спектральной плотности его энергетической светимости приходится на длину волны $\lambda = 484$ нм?
11. С какой скоростью v должен двигаться электрон, чтобы его импульс был равен импульсу фотона с длиной волны $\lambda = 520$ нм?
12. Найти длину волны де Бройля λ для электронов, прошедших разность потенциалов $U_1=1$ В и $U_2=100$ В.
13. Найти массу m полония ${}_{84}^{210}\text{Po}$, активность которого, $a = 3,7 \cdot 10^{10}$ Бк.
14. Найти энергию связи W ядра дейтерия ${}^2_1\text{H}$.
15. Определить энергию $E_{\text{св}}$, которая освободится при соединении одного протона и двух нейтронов в атомное ядро.