

МЕХАНИКА

Основы кинематики

1. **Равномерное движение:** $x(t) = x_0 + v_x \cdot t$, $s_x(t) = v_x \cdot t$, $v_x(t) = \frac{s_x}{t}$
2. **Неравномерное движение:** $x(t) = x_0 + v_{0x} \cdot t \pm \frac{a_x \cdot t^2}{2}$, $s_x(t) = v_{0x} \cdot t \pm \frac{a_x \cdot t^2}{2}$,
 $v_x(t) = v_{0x} \pm a_x \cdot t$, $a = \frac{v-v_0}{t}$, $s = \frac{v^2-v_0^2}{\pm 2 \cdot a}$
3. **Движение по вертикали:** $x(t) = x_0 + v_{0x} \cdot t \pm \frac{g_x \cdot t^2}{2}$, $s_x(t) = v_{0x} \cdot t \pm \frac{g_x \cdot t^2}{2}$,
 $v_x(t) = v_{0x} \pm g_x \cdot t$
4. **Движение по окружности:** $\omega = \frac{\varphi}{t}$, $\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T}$, $v = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{T}$, $v = 2 \cdot \pi \cdot \nu \cdot R$, $v = \omega \cdot R$
 $a_{ц} = \frac{v^2}{R}$, $a_{ц} = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot R}{T^2}$, $a_{ц} = 4 \cdot \pi^2 \cdot \nu^2 \cdot R$, $a_{ц} = \omega^2 \cdot R$
 $\nu = \frac{N}{t}$, $\nu = \frac{1}{T}$

При равномерном движении $\omega = \text{const}$ (φ – угол поворота).

Основы динамики

1. **R – равнодействующая сила:** $R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos \alpha}$, где $\alpha = (\vec{F}_1, \vec{F}_2)$
2. **I закон Ньютона:** существуют такие инерциальные системы отсчёта, относительно которых поступательно движущееся тело сохраняет свою скорость постоянной (или покоится), если на него не действуют другие тела (или действие других тел компенсируется)
 [т.е. $\vec{F} = \vec{0}$, $\vec{R} = \vec{0}$, $\implies \vec{v} = \vec{0}$ или $\vec{v} = \text{const}$ ($\vec{a} = \vec{0}$)].
II закон Ньютона: $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$
III закон Ньютона: $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$
3. **Основной закон динамики:** $\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$, где $\Delta \vec{p}$ – изменение импульса тела.
4. **Ускорение свободного падения:** $g = G \cdot \frac{M}{R^2}$
5. **I-ая космическая скорость:** $v_I = \sqrt{G \cdot \frac{M_3}{R_3}}$, $v_I = \sqrt{g \cdot R_3}$

Силы в природе

1. $N = \underline{P} = m \cdot g$, где \underline{P} – вес тела (т.е. сила, с которой тело действует на горизонтальную опору или вертикальный подвес, вследствие притяжения к земле), N – сила реакции опоры.

Тело движется вверх (+) или вниз (-) вместе с опорой: $\underline{P} = N = m \cdot (g \pm a)$

Невесомость – состояние, при котором тело движется под действием силы тяжести ($a = g$).

2. Силы:

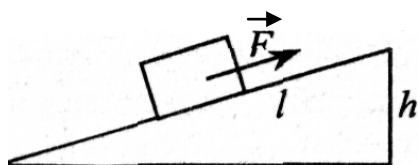
- закон Гука, $F_{\text{упр.}} = k \cdot |x|$, где k – коэффициент жёсткости, x – удлинение
- трения, $F_{\text{тр}} = \mu \cdot N$, где μ – коэффициент трения
- тяжести, $F_T = m \cdot g$
- закон всемирного тяготения, $F = G \cdot \frac{m \cdot M_3}{R_3^2}$, где

$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$ – гравитационная постоянная

- архимедова сила, $F_{\text{Арх.}} = \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot V_T$, $F_{\text{Арх.}} = \underline{P} = m \cdot g$ – закон Архимеда.

3. Алгоритм решения задач на II закон Ньютона:

$$\vec{F} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{N} + \vec{F}_T = m \cdot \vec{a}$$



ОХ: $F - F_{\text{тр}} + 0 \pm F_T \cdot \sin \alpha = \pm m \cdot a$,

(«±» в зависимости от вида движения)

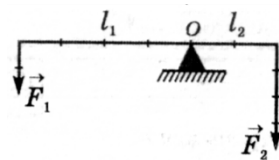
ОУ: $0 + 0 + N - F_T \cdot \cos \alpha = 0$, где $F_T = m \cdot g$, $F_{\text{тр}} = \mu \cdot N$.

Законы сохранения в механике

1. Импульс силы: $\vec{F} \cdot t = \Delta \vec{p}$, $\vec{F} \cdot t = m \cdot \vec{v} - m \cdot \vec{v}_0$
2. Импульс тела: $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$
3. Закон сохранения импульса: $\sum \vec{p}_{до} = \sum \vec{p}_{после}$, $m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 = m_1 \cdot \vec{v}'_1 + m_2 \cdot \vec{v}'_2$
4. Механическая работа: $A = \vec{F} \cdot \vec{s}$, $A = F \cdot s \cdot \cos \alpha$, где $\alpha = (\vec{F}, \vec{s})$
 - работа силы тяжести, $A = \pm m \cdot g \cdot s$, $A > 0$ – вниз, $A < 0$ – вверх.
 - работа силы трения, $A = -\mu \cdot N \cdot s$.
 - работа силы упругости, $A = \frac{k \cdot x^2}{2}$
5. Механическая энергия: $E = E_k + E_p$, где E – полная механическая энергия
 - кинетическая энергия, $E_k = \frac{m \cdot v^2}{2}$
 - потенциальная энергия, $E_p = m \cdot g \cdot h$
 - потенциальная энергия упруго деформированного тела, $E_p = \frac{k \cdot x^2}{2}$
6. Теорема о кинетической энергии: $A = E_{k2} - E_{k1}$, $A = \Delta E_k$.
7. Теорема о потенциальной энергии: $A = -(E_{p2} - E_{p1})$, $A = -\Delta E_p$.
8. Закон сохранения энергии: $E_{k1} + E_{p1} = E_{k2} + E_{p2}$.
9. Мощность: $N = \frac{A}{t}$, $N = F \cdot v$ (р/м движение).

Статика

1. Момент сил, $M = F \cdot \ell$, где ℓ – плечо силы (т.е. кратчайшее расстояние от линии, вдоль которой действует сила, до оси вращения рычага)
2. Правило моментов, $\vec{F}_1 \cdot \ell_1 = \vec{F}_2 \cdot \ell_2$, $\sum \vec{M} = \vec{0}$
3. Условие равновесия рычага, $\sum \vec{F} = \vec{0}$



Гидростатика

1. Давление: $P = \frac{F}{S}$, $\vec{F} \perp S$, где S – площадь поверхности
2. Давление в жидкостях и газах: $P = \rho \cdot g \cdot h$.
3. Условия плавания тел:
 - $F_{Арх.} > F_T$ – тело всплывает.
 - $F_{Арх.} < F_T$ – тело тонет.
 - $F_{Арх.} = F_T$ – тело внутри жидкости.

Механические колебания и волны

1. Уравнение колебательного движения (зависимость координаты от времени),
 $x(t) = A \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0)$ или $x(t) = X_m \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0)$, где
 φ_0 – начальная фаза, A (или X_m) – амплитуда колебаний координаты.
2. Уравнение зависимости скорости от времени при колебательном движении,
 $v(t) = v_m \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0)$ или $v(t) = v_m \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0)$, где
 $v_m = X_m \cdot \omega$ – амплитуда колебаний скорости.
3. Уравнение зависимости ускорения от времени при колебательном движении,
 $a(t) = a_m \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi_0)$ или $a(t) = a_m \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi_0)$, где
 $a_m = X_m \cdot \omega^2$ – амплитуда колебаний ускорения
4. Собственная частота колебаний, $\nu = \frac{N}{t}$, $\nu = \frac{1}{T}$
5. Циклическая частота, $\omega = 2 \cdot \pi \cdot \nu$.
6. Период колебаний, $T = \frac{t}{N}$, где N – число колебаний
7. Период колебаний пружинного маятника, $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$
8. Период колебаний математического маятника, $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{\ell}{g}}$
9. Длина волны: $\lambda = v \cdot T$, $\lambda = \frac{v}{\nu}$

ОСНОВЫ МКТ

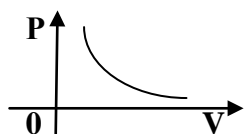
1. Молярная масса, $\mu = m_0 \cdot N_A$, $\mu = M_r \cdot 10^{-3}$ кг/моль.
2. Количество вещества, $\nu = \frac{m}{\mu}$, $\nu = \frac{N}{N_A}$, где $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹ – постоянная Авогадро
3. Число молекул, $N = \frac{m}{\mu} \cdot N_A$
4. Концентрация молекул, $n = \frac{N}{V}$
5. Основное уравнение МКТ, $P = \frac{1}{3} \cdot m_0 \cdot n \cdot \bar{v}^2$, $P = \frac{2}{3} \cdot n \cdot \bar{E}_k$, $P = n \cdot k \cdot T$
6. Средняя квадратичная скорость, $\bar{v} = \sqrt{\frac{3 \cdot k \cdot T}{m_0}}$, $\bar{v} = \sqrt{\frac{3 \cdot R \cdot T}{\mu}}$
7. Средняя кинетическая энергия молекул, $\bar{E}_k = \frac{3}{2} \cdot k \cdot T$, где $T = (t^0 + 273)$ К.
8. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева – Клапейрона),

$$P \cdot V = \frac{m}{\mu} \cdot R \cdot T$$
9. Уравнение Клапейрона, $\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$

Газовые законы

T = const
 $P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$

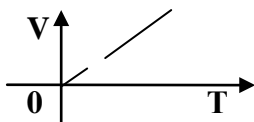
Закон Бойля – Мариотта



изоТермический

P = const
 $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

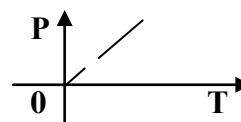
Закон Гей-Люссака



изоБарный

V = const
 $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$

Закон Шарля



изоХорный

ОСНОВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ

1. **Нагревание (охлаждение)**, $Q = c \cdot m \cdot \Delta t^\circ$, где c – удельная теплоёмкость .
2. **Плавление (кристаллизация)**, $Q = \pm \lambda \cdot m$, где λ – удельная теплота плавления .
3. **Парообразование (конденсация)**, $Q = \pm r \cdot m$, где r – удельная теплота парообразования .
4. **Сгорание**, $Q = q \cdot m$, где q – удельная теплота сгорания .

При плавлении (кристаллизации), парообразовании (конденсации) $t^0 = \text{const} !!!$

5. **Относительная влажность воздуха:** $\varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100 \%$, $\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot 100 \%$
6. **Внутренняя энергия,** $U = \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{\mu} \cdot R \cdot T$, $U = \frac{3}{2} \cdot P \cdot V$
7. **Работа газа,** $A' = -A$
8. **Работа внешних сил,** $A' = P \cdot \Delta V$, где $\Delta V = (V_2 - V_1)$ – изменение объёма ,
 $A' = \frac{m}{\mu} \cdot R \cdot \Delta T$, где $\Delta T = (T_2 - T_1)$ – изменение температуры .
9. **Уравнение теплового баланса:** $Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = 0$.
10. **I начало термодинамики:** $\Delta U = A + Q$, $\Delta U = Q - A'$.
11. **Применение I начала термодинамики для изопроцессов:**
 - 1) **T = const:** $\Delta U = 0$ Дж, $\implies A' = Q$.
 - 2) **P = const:** $\Delta U = A + Q$, $\Delta U = Q - A'$.
 - 3) **V = const:** $A' = P \cdot \Delta V$, $A' = 0$, $\implies \Delta U = Q$.
 - 4) **адиабатный:** $Q = 0$ Дж, $\implies \Delta U = A$.

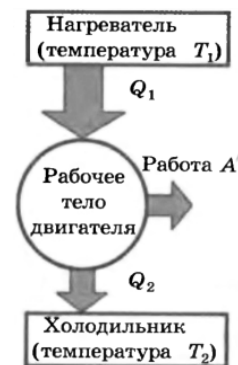
Тепловые машины

КПД тепловой машины: $\eta = \frac{A'}{|Q_1|} \cdot 100\%$,
 $\eta = \frac{|Q_1 - Q_2|}{|Q_1|} \cdot 100\%$, $\eta = \left(1 - \frac{|Q_2|}{|Q_1|}\right) \cdot 100\%$
 $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot 100\%$, $\eta = \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right) \cdot 100\%$

Q_1 – количество теплоты, полученное от нагревателя,

Q_2 – количество теплоты, отданное холодильнику,

$A' = (Q_1 - Q_2)$ – работа, совершённая рабочим телом (газом) .



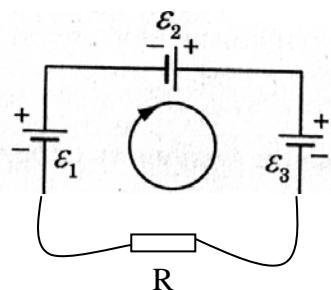
ЭЛЕКТРОСТАТИКА

- Закон Кулона:** $F_k = k \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{\varepsilon \cdot r^2}$, где ε – диэлектрическая проницаемость среды ,
 $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
- Напряжённость электрического поля:** $E = \frac{F_k}{q}$, $E = k \cdot \frac{|q_0|}{\varepsilon \cdot r^2}$
- Напряжённость электрического поля плоского конденсатора:** $E = \frac{\sigma}{\varepsilon \cdot \varepsilon_0}$, где
 $\sigma = \frac{|q|}{S}$ – плотность заряда ,
 $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$ – электрическая постоянная
- Напряжённость электрического поля тонкой проволоки:** $E = \frac{\tau}{2 \cdot \pi \cdot \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot r}$, где
 $\tau = \frac{|q|}{\ell}$ – линейная плотность заряда.
- Напряжённость электрического поля сферы:** $E = \frac{|q_0|}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot r^2}$
- Потенциал:** $\varphi = \frac{W_p}{q}$
- Потенциал сферы:** $\varphi = \frac{|q|}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot r}$, $\varphi = k \cdot \frac{|q|}{r}$
- Напряжение (разность потенциалов):** $U = \varphi_1 - \varphi_2$, $U = \frac{A}{q}$
- Связь между напряжённостью и напряжением:** $U = E \cdot d$.
- Ёмкость плоского конденсатора:** $C = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot S}{d}$, $C = \frac{q}{U}$
- Энергия электрического поля конденсатора:** $W_э = \frac{C \cdot U^2}{2}$, $W_э = \frac{q^2}{2 \cdot C}$, $W_э = \frac{q \cdot U}{2}$

ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

1. **Сила тока**, $I = \frac{q}{t}$, $I = |q| \cdot n \cdot S \cdot v$.
2. **Сопротивление проводника**, $R = \frac{\rho \cdot \ell}{S}$, где ρ – удельное сопротивление проводника,
 ℓ – длина проводника,
 S – площадь поперечного сечения.
3. **Закон Ома для участка цепи**, $I = \frac{U}{R}$

Последовательное соединение:	Параллельное соединение:
1) $I_{\text{общ}} = I_1 = I_2$	1) $I_{\text{общ}} = I_1 + I_2$
2) $U_{\text{общ}} = U_1 + U_2$	2) $U_{\text{общ}} = U_1 = U_2$
3) $R_{\text{общ}} = R_1 + R_2$ $R_{\text{общ}} = R_1 \cdot n$	3) $\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ $R_{\text{общ}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$
4) $\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$	$R_{\text{общ}} = \frac{R_1}{n}$
5) $\frac{1}{C_{\text{общ}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$	4) $\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$
	5) $C_{\text{общ}} = C_1 + C_2$



$$\varepsilon_{\text{общ}} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 - \varepsilon_3$$

$$R_{\text{общ}} = R + r_1 + r_2 + r_3$$

4. **Закон Джоуля – Ленца**, $Q = I^2 \cdot R \cdot \Delta t$.
5. **ЭДС источника тока**, $\varepsilon = I \cdot R + I \cdot r$.
6. **Закон Ома для полной цепи**, $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$, где r – внутреннее сопротивление,
 R – внешнее сопротивление
7. **Мощность тока**, $P = I \cdot U$.
8. **Закон электролиза (закон Фарадея)**, $m = k \cdot I \cdot t$, где k – электрохимический эквивалент

**МАГНИТНОЕ ПОЛЕ.
ЯВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ**

1. **Магнитная индукция внутри соленоида**, $B = \mu_0 \cdot n \cdot I$, где
 $n = \frac{N}{\ell}$ – число витков соленоида на единицу длины
2. **Индуктивность соленоида**, $L = \mu_0 \cdot n^2 \cdot V$, где V – объём соленоида
3. **Сила Ампера**, $F_A = I \cdot B \cdot \ell \cdot \sin \alpha$, где $\alpha = \widehat{(\vec{B}, I)}$.
4. **Сила Лоренца**, $F_L = |q_0| \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha$, где $\alpha = \widehat{(\vec{B}, \vec{v})}$.

Направление \vec{F}_a и \vec{F}_L определяется по правилу левой руки!!!

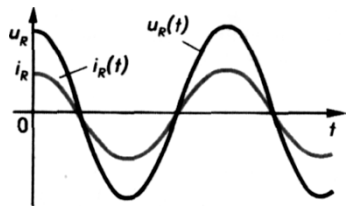
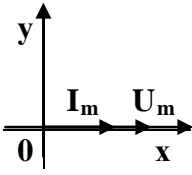
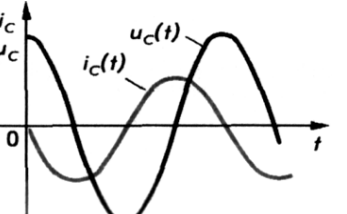
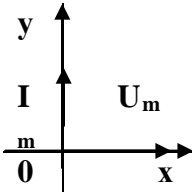
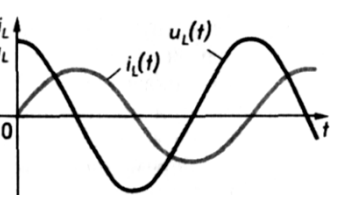
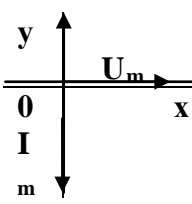
Направление I (или \vec{B}) определяется по правилу буравчика (правило правой руки)!!!

5. **Магнитный поток**, $\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha$, где $\alpha = \widehat{(\vec{B}, \vec{n})}$
 $\Phi = L \cdot I$, где L – индуктивность.
6. **Закон электромагнитной индукции**, $\varepsilon_i = -N \cdot \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$, где N – число витков (контуров).
7. **ЭДС индукции в движущемся проводнике**, $\varepsilon_i = \ell \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha$, где $\alpha = \widehat{(\vec{B}, \vec{v})}$.
8. **Закон самоиндукции**, $\varepsilon_{si} = -L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$
9. **Энергия магнитного поля**, $W_M = \frac{L \cdot I^2}{2}$.

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Переменный ток

1. Мгновенное значение заряда, $q(t) = Q_m \cdot \cos(\omega \cdot t)$
2. Действующее значение силы тока: $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$
3. Действующее значение напряжения: $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$

Сопротивление	Формулы	Графики $i(t)$, $u(t)$	Диаграмма
Активное R	$u(t) = U_m \cdot \cos(\omega \cdot t)$ $i(t) = I_m \cdot \cos(\omega \cdot t)$ $I_m = \frac{U_m}{R}$ $I_m = Q_m \cdot \omega$ $\Delta\phi = 0 \text{ – сдвиг фаз}$		
Емкостное X_C	$u(t) = U_m \cdot \cos(\omega \cdot t)$ $i(t) = I_m \cdot \cos(\omega \cdot t + \frac{\pi}{2})$ $I_m = \frac{U_m}{X_C}$ $X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$ $\Delta\phi = \frac{\pi}{2} \text{ – сдвиг фаз}$		
Индуктивное X_L	$u(t) = U_m \cdot \sin(\omega \cdot t + \frac{\pi}{2})$ $i(t) = I_m \cdot \sin(\omega \cdot t)$ $I_m = \frac{U_m}{X_L}$ $X_L = \omega \cdot L$ $\Delta\phi = -\frac{\pi}{2} \text{ – сдвиг фаз}$		

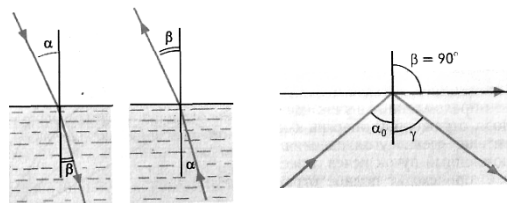
Электромагнитные колебания и волны

1. Формула Томсона, $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}$.
2. Циклическая частота, $\omega = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}}$
3. Условие резонанса, $\omega = \omega_0$.
4. Скорость распространения волн, $v = \lambda \cdot \nu$.
5. Расстояние до объекта (радиолокация), $\ell = \frac{c \cdot t}{2}$, где $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

ОПТИКА

Геометрическая оптика

1. Закон отражения, $\alpha = \gamma$.
2. Закон преломления, $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$, $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2}$,
 $n = \frac{n_2}{n_1}$
3. Полное отражение, $\sin \alpha_0 = \frac{1}{n}$, где $\beta = 90^\circ$.
4. Абсолютный показатель преломления среды, $n = \frac{c}{v}$



Расстояние от предмета до зеркала равно расстоянию от зеркала до изображения!!!

5. Оптическая сила линзы, $D = \frac{1}{\pm F}$, где F – фокусное расстояние.
6. Формула тонкой линзы, $\frac{1}{\pm F} = \frac{1}{d} \pm \frac{1}{f}$, где d – расстояние от предмета до линзы,
f – расстояние от линзы до изображения.
f < 0 – мнимое изображение !!!
F < 0 – рассеивающая линза !!!
7. Увеличение линзы, $\Gamma = \frac{|f|}{|d|}$, $\Gamma = \frac{H}{h}$, где H – линейный размер изображения,
h – линейный размер предмета

Волновая оптика

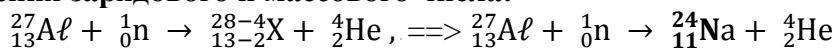
1. Условие максимума интерференционной картины, $\Delta d = k \cdot \lambda$, где k – порядок спектра
2. Условие минимума интерференционной картины, $\Delta d = (2 \cdot k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$
3. Условие максимума дифракционной картины, $d \cdot \sin \varphi = k \cdot \lambda$, где k – порядок спектра
4. Оптическая толщина плёнки, $\Delta d = 2 \cdot n \cdot h$, где h – толщина плёнки

ОСНОВЫ СТО:

1. Релятивистская длина, $\ell = \ell_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$
2. Релятивистское время, $\Delta t = \frac{\Delta t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
3. Релятивистская масса, $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$, где m_0 – масса покоя тела
4. Формула Эйнштейна, $E = m \cdot c^2$

АТОМНАЯ ФИЗИКА. ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА

1. Закон сохранения зарядового и массового числа:



2. Атомная физика: $A = Z + N$, где

A – массовое число (число нуклонов),

N – число нейтронов,

Z – число протонов (порядковый номер в ПСХЭ, число электронов на внешних энергетических оболочках)

3. Закон радиоактивного распада,

$$m = m_0 \cdot 2^{\frac{-t}{T}} \quad \text{или} \quad N = N_0 \cdot 2^{\frac{-t}{T}}, \quad \text{где}$$

N_0 – начальное число атомов,

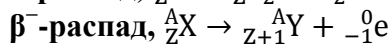
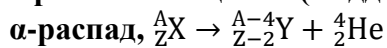
N – число не распавшихся атомов в любой момент времени t ,

T – период полураспада,

$\left(1 - \frac{N}{N_0}\right)$ – доля распавшихся атомов,

$\frac{N}{N_0}$ – активность (доля не распавшихся атомов)

4. Правила смещения (Содди):



5. Энергия связи атомных ядер,

$$E_{\text{св.}} = (Z \cdot m_p + N \cdot m_n - M_{\text{я}}) \cdot c^2 \quad [\text{Дж}] \quad \text{или} \quad E_{\text{св.}} = (Z \cdot m_p + N \cdot m_n - M_{\text{я}}) \cdot 931 \quad [\text{МэВ}], \quad \text{где}$$

$(Z \cdot m_p + N \cdot m_n - M_{\text{я}})$ – дефект масс.

6. Энергетический выход ядерной реакции,

$$\Delta E = \Delta m \cdot c^2 \quad [\text{Дж}] \quad \text{или} \quad \Delta E = \Delta m \cdot 931 \quad [\text{МэВ}], \quad \text{где}$$

$$\Delta m = (m_1 + m_2) - (m_3 + m_4) \quad \text{– изменение массы.}$$

$\Delta m > 0$ – энергия испускается,

$\Delta m < 0$ – энергия поглощается.

Квантовая физика

1. Квант энергии, $E = h \cdot \nu$, где h – постоянная Планка

2. Масса фотона, $m = \frac{h \cdot \nu}{c^2}$

3. Импульс фотона, $p = \frac{h}{\lambda}$

Явление фотоэффекта

1. Красная граница фотоэффекта, $\nu_{\text{min}} = \frac{c}{\lambda_{\text{max}}}$

2. Условие возникновения фотоэффекта, $\nu < \nu_{\text{min}}$

3. Работа выхода, $A_{\text{вых}} = h \cdot \nu_{\text{min}}$.

4. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, $h \cdot \nu = A_{\text{вых}} + E_{\text{к}}, \implies E_{\text{к}} \sim \nu$

5. Кинетическая энергия фотоэлектронов, $E_{\text{к}} = \frac{m_e \cdot v_{\text{max}}^2}{2}$, где m_e – масса электрона

$$E_{\text{к}} = e \cdot U_3$$

6. Частота излучения (по Бору), $\nu_{kn} = \frac{E_k - E_n}{h}$, где E_k и E_n – энергии на k -ом и n -ом уровнях

Например. В результате последовательной серии радиоактивных распадов протактиний ${}_{91}^{231}\text{Pa}$ превращается в радий ${}_{88}^{223}\text{Ra}$. Сколько α - и β^- -превращений он при этом испытывает?

Решение. Пусть k_1 – число α -распадов, k_2 – число β^- -распадов.

Закон сохранения массового числа:

$$231 = 4 \cdot k_1 + 223,$$

$$8 = 4 \cdot k_1,$$

$$k_1 = 2.$$

Закон сохранения зарядового числа:

$$91 = 88 + 2 \cdot k_1 - k_2,$$

$$3 = 4 - k_2,$$

$$k_2 = 1.$$

Ответ. 2 – α -распада, 1 – β^- -распад.