

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Полоцкий государственный университет
имени Евфросинии Полоцкой»

**ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ФИЗИКА
ДЛЯ СЛУШАТЕЛЕЙ
ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ
(на русском и иностранном языках)**

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
по естественно-научному образованию в качестве пособия
для слушателей подготовительных отделений*

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
имени Евфросинии Полоцкой
2023

УДК 53(075.8)

ББК 22.3я73

Э45

Одобрено и рекомендовано к изданию методической комиссией факультета компьютерных наук и электроники (протокол № 3 от 17.11.2022 г.)

Кафедра физики

АВТОРЫ:

С. А. Вабищевич, Н. В. Вабищевич, Е. М. Колесова, Е. Д. Семченко

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

канд. физ.-мат. наук, доц., зав. каф. физики

Брестского государственного технического университета Т. Л. КУШНЕР;

канд. физ.-мат. наук, доц., доц. каф. медицинской и биологической физики

Витебского государственного медицинского университета А. И. КОЗЛОВ

Элементарная физика для слушателей подготовительного отделения
Э45 (на русском и иностранном языках) / С. А. Вабищевич, Н. В. Вабищевич,
Е. М. Колесова [и др.]. – Новополоцк: Полоц. гос. ун-т им. Евфросинии Полоцкой,
2023. – 120 с.

ISBN 978-985-531-848-5.

Представленный учебный материал предназначен для организации образовательного процесса для слушателей подготовительного отделения учреждения образования «Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой» из числа иностранных граждан. В пособии в соответствии с учебной программой вступительных испытаний по учебному предмету «Физика» в краткой форме изложен учебный материал на русском, английском и французском языках. Пособие служит целям популяризации получения инженерно-технического образования в Республике Беларусь студентами из числа иностранных граждан.

Пособие может быть полезно для слушателей подготовительных курсов, так и для студентов первых курсов инженерных специальностей, изучающих учебные дисциплины по общей физике.

УДК 53(075.8)

ББК 22.3я73

ISBN 978-985-531-848-5

© Полоцкий государственный университет
имени Евфросинии Полоцкой, 2023

Содержание

Введение	4
Программа по учебной дисциплине «Физика»	5
1 Механика / Mechanics / Mécanique	24
2 Молекулярная физика и термодинамика / Molecular physics and Thermodynamics / Physique moléculaire et Thermodynamique	45
3 Электричество и магнетизм / Electricity and Magnetism / Électricité et Magnétisme	57
4 Колебания и волны / Vibrations and Waves / Vibrations et Ondes	82
5 Оптика. Атом и атомное ядро / Optics. Atom and Atomic nucleus / Optique. Atome et noyau atomique	94
Литература	118

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее учебное пособие разработано с целью повышения эффективности организации образовательного процесса для слушателей подготовительного отделения учреждения образования «Полоцкий государственный университет» из числа граждан иностранных государств.

В соответствии с графиком учебного процесса занятия по учебной дисциплине «Физика» начинаются у слушателей в условиях недостаточно уверенного владения русским языком, что создает для них дополнительные трудности в усвоении материала, вызывая нередко неуверенность в возможности освоения технической информации на русском языке, на котором они планируют продолжать обучение.

Представленный в настоящем учебном пособии на трех языках (русский, английский, французский) учебный материал по дисциплине «Физика» изложен в краткой форме. Внедрение настоящего пособия в учебный процесс будет способствовать реализации следующих целей и задач:

- повышение эффективности освоения учебной программы вступительных испытаний по учебному предмету «Физика», предназначенной для лиц, поступающих в учреждения высшего образования, ежегодно утверждаемой Министерством образования Республики Беларусь;
- снижение адаптационной нагрузки слушателей подготовительного отделения из числа граждан иностранных государств при изучении физики на русском языке;
- популяризация обучения специальностям инженерно-технического профиля в Республике Беларусь.

ПРОГРАММА ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «ФИЗИКА»

Раздел дисциплины	Содержание учебного материала
1 МЕХАНИКА MECHANICS MÉCANIQUE	
1.1 Основы кинематики Basics of kinematics Fondamentaux de la cinématique	<p>Механическое движение. Система отсчета. Материальная точка. Траектория. Путь и перемещение.</p> <p>Равномерное прямолинейное движение. Графики зависимости кинематических величин от времени при равномерном движении.</p> <p>Равноускоренное прямолинейное движение. Графики зависимости кинематических величин от времени при равноускоренном прямолинейном движении.</p> <p>Движение по окружности с постоянной по модулю скоростью. Линейная и угловая скорость. Период и частота вращения. Центробежное ускорение</p>
	<p>Mechanical movement. Reference system. Material point. Trajectory. Path and movement.</p> <p>Average speed. Instant speed. The law of addition of velocities in classical mechanics. Acceleration.</p> <p>Uniform rectilinear motion.</p> <p>Graphs of the dependence of the kinematic quantities of time with a uniform motion.</p> <p>Uniformly accelerated rectilinear motion.</p> <p>Graphs of the dependence of kinematic values of time with uniformly accelerated rectilinear motion.</p> <p>Circular movement at constant absolute speed in modulus. Linear and angular speed. Period and frequency of rotation. Centripetal acceleration</p>
	<p>Mouvement mécanique. Système de référence. Point matériel. Trajectoire. Chemin et déplacement</p>

	<p>Mouvement rectiligne uniforme. Graphiques de la dépendance des grandeurs cinématiques du temps avec un mouvement uniforme.</p> <p>Mouvement rectiligne uniformément accéléré. Graphiques de la dépendance des valeurs cinématiques du temps avec un mouvement rectiligne uniformément accéléré.</p> <p>Mouvement circulaire à vitesse absolue constante en module. Vitesse linéaire et angulaire. Période et fréquence de rotation. Accélération centripète</p>
<p style="text-align: center;">1.2 ОСНОВЫ динамики и статики</p> <p style="text-align: center;">Basics of dynamics and statics</p> <p style="text-align: center;">Fondamentaux de la dynamique et de la statique</p>	<p>Первый закон Ньютона. Инерциальная система отсчета. Принцип относительности Галилея.</p> <p>Масса. Сила. Сложение сил.</p> <p>Второй закон Ньютона. Центр масс.</p> <p>Третий закон Ньютона.</p> <p>Силы упругости. Упругие деформации. Закон Гука.</p> <p>Силы трения. Трение покоя. Трение скольжения. Коэффициент трения.</p> <p>Гравитационные силы. Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Движение тела под действием силы тяжести. Ускорение свободного падения.</p> <p>Вес тела. Невесомость.</p> <p>Движение искусственных спутников. Первая космическая скорость.</p> <p>Момент силы. Условия равновесия тел. Центр тяжести. Виды равновесия</p> <hr/> <p>Newton's first law. Inertial reference frame. Principle of Galilean relativity.</p> <p>Mass. Strength. Reduction of forces.</p> <p>Newton's second law. Center of masses.</p> <p>Newton's third law.</p> <p>Body weight. Imponderability Elastic forces. Elastic deformation. Hooke's law</p>

	<p>Frictional forces. Resting friction. Slippery friction. Coefficient of friction.</p> <p>Gravitational forces. The law of universal gravitation. Gravity. Movement of the body under the influence of gravity.</p> <p>Acceleration of free fall.</p> <p>The movement of artificial satellites. The first space speed.</p> <p>Moment of power. Conditions of body balance. The center of gravity. Types of balance</p> <hr/> <p>La première loi de Newton. Cadre de référence inertiel. Principe de la relativité galiléenne.</p> <p>Masse. Force. Réduction des forces.</p> <p>La deuxième loi de Newton. Centre des masses.</p> <p>La troisième loi de Newton.</p> <p>Forces élastiques. Déformation élastique. La loi de Hooke.</p> <p>Forces de friction. Friction de repos. Frottement glissant. Coefficient de friction.</p> <p>Forces gravitationnelles. La loi de la gravitation universelle. La gravité. Mouvement du corps sous l'influence de la gravité. Accélération de la chute libre.</p> <p>Poids du corps. Non-pesanteur.</p> <p>Mouvement des satellites artificiels. La première vitesse spatiale.</p> <p>Moment de puissance. Conditions d'équilibre des corps. Le centre de gravité. Types d'équilibre</p>
<p>1.3</p> <p>Законы сохранения в механике</p> <p>Conservation laws in mechanics</p> <p>Lois de conservation en mécanique</p>	<p>Импульс тела. Закон сохранения импульса. Реактивное движение.</p> <p>Механическая работа. Мощность. Кинетическая и потенциальная энергия. Закон сохранения энергии.</p> <p>Простые механизмы (наклонная плоскость, рычаг, блок), их применение. Равенство работ при использовании механизмов. Коэффициент полезного действия</p>

	<p>Body impulse. The law of conservation of momentum. Jet propulsion.</p> <p>Mechanical work. Power. Kinetic and potential energy. The law of conservation of energy.</p> <p>Simple mechanisms (inclined plane, lever, block), their application. Equality of work when using the mechanisms. Efficiency coefficient.</p> <p>Impulsion du corps. La loi de la conservation de l'impulsion. Mouvement réactif.</p> <p>Travail mécanique. Puissance. Energie cinétique et potentielle. La loi de conservation de l'énergie.</p> <p>Mécanismes simples (plan incliné, levier, bloc), leur application. Egalité de travail lors de l'utilisation des mécanismes. Coefficient d'efficacité</p>
<p>1.4 Гидростатика Hydrostatic Hydrostatique</p>	<p>Давление. Закон Паскаля для жидкостей и газов. Гидравлический пресс.</p> <p>Гидростатическое давление. Сообщающиеся сосуды.</p> <p>Атмосферное давление. Опыт Торричелли. Изменение атмосферного давления с высотой. Барометры и манометры.</p> <p>Архимедова сила для жидкостей и газов. Условия плавания тел.</p> <p><i>(Движение жидкостей в трубах. Зависимость давления жидкости от скорости течения.)</i></p> <p>Pressure. Pascal's law for liquids and gases. Hydraulic press.</p> <p>Hydrostatic pressure. Communicating vessels.</p> <p>Atmospheric pressure. The Torricelli Experience. Change in atmospheric pressure with altitude. Barometers and manometers.</p> <p>Archimedes' force for liquids and gases. Body swimming conditions.</p> <p><i>(The movement of liquids in pipes. The dependence of fluid pressure on flow velocity.)</i></p>

	<p>Pression. La loi de Pascal pour les liquides et les gaz. Pressoir hydraulique.</p> <p>Pression hydrostatique. Vases communicants.</p> <p>Pression atmosphérique. L'expérience Torricelli. Changement de pression atmosphérique avec l'altitude. Baromètres et manomètres.</p> <p>Force d'Archimède pour les liquides et les gaz. Conditions de natation du corps.</p> <p><i>(Le mouvement des liquides dans les tuyaux. La dépendance de la pression de fluide sur la vitesse d'écoulement.)</i></p>
<p>2 МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА MOLECULAR PHYSICS AND THERMODYNAMICS PHYSIQUE MOLÉCULAIRE ET THERMODYNAMIQUE</p>	
<p style="text-align: center;">2.1</p> <p>Молекулярная физика и термодинамика</p> <p>Molecular physics and thermodynamics</p> <p>Physique moléculaire et thermodynamique</p>	<p>Основные положения молекулярно-кинетической теории и их опытное обоснование. Молекулярное строение твердых тел, жидкостей и газов.</p> <p>Идеальный газ. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. Закон Дальтона.</p> <p>Температура. Связь температуры со скоростью движения молекул. <i>(Измерение скоростей молекул.)</i> Температурные шкалы. Измерение температуры.</p> <p>Уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева-Клапейрона). Изотермический, изохорный и изобарный процессы.</p> <p>Внутренняя энергия. Способы изменения внутренней энергии. Количество теплоты. Работа в термодинамике. Закон сохранения энергии в тепловых процессах (первый закон термодинамики). Применение первого закона термодинамики к изопроцессам. Адиабатный процесс. <i>(Необратимость тепловых процессов.)</i></p>

Принцип действия тепловых двигателей. КПД теплового двигателя. Пути повышения КПД тепловых двигателей

Испарение и конденсация. Кипение. (*Зависимость температуры кипения от давления.*) Насыщенные и ненасыщенные пары. Влажность воздуха. Способы измерения влажности.

(*Поверхностное натяжение жидкостей. Сила поверхностного натяжения. Смачивание. Капиллярные явления.*)

Кристаллические и аморфные тела. Плавление, кристаллизация, затвердевание. Механические свойства твердых тел: упругость, прочность, пластичность

The main principles of the theory of molecular kinetics and their experimental justification.

Molecular structure of solids, liquids and gases.

Perfect gas. The basic equation of the molecular kinetic theory of an ideal gas.

Dalton's law.

Temperature. The relationship of temperature with the speed of movement of molecules.

(*Measuring the speed of molecules.*)

Temperature scales. Temperature measurement.

The equation of state of an ideal gas (Mendeleev-Clapeyron equation).

Isothermal, isochoric and isobaric processes.

Internal energy. Methods of changing internal energy. The amount of heat. Work in thermodynamics. The law of conservation of energy in thermal processes (the first law of thermodynamics). Application of the first law of thermodynamics to isoprocesses. Adiabatic process. (*Irreversibility of thermal processes.*)

The principle of operation of heat engines. Efficiency of the heat engine. Means of improving the efficiency of heat engines.

Evaporation and condensation. Boiling (*Dependence on the boiling point of pressure.*) Saturated and unsaturated vapors. Air humidity. Moisture measurement methods

Surface tension of liquids. Surface tension force. Wetting. Capillary phenomena.

Crystalline and amorphous bodies. Fusion, crystallization, hardening. Mechanical properties of solids: elasticity, resistance, plasticity

Les principales dispositions de la théorie de la cinétique moléculaire et leur justification expérimentale. Structure moléculaire des solides, des liquides et des gaz.

Gaz parfait. L'équation de base de la théorie cinétique moléculaire d'un gaz idéal. La loi de Dalton.

Température. Rapport de la température avec la vitesse de déplacement des molécules. (*Mesure de la vitesse des molécules.*) Échelles de température. Mesure de la temperature.

L'équation d'état d'un gaz idéal (équation de Mendeleev-Clapeyron). Processus isothermiques, isochoriques et isobares.

Energie interne. Méthodes de changer l'énergie interne. Quantité de chaleur. Travail en thermodynamique. La loi de conservation de l'énergie dans les processus thermiques (la première loi de la thermodynamique). Application de la première loi de la thermodynamique aux isoprocédés. Processus adiabatique. (*Irréversibilité des processus thermiques.*)

Le principe de fonctionnement des moteurs thermiques. Le coefficient d'efficacité du moteur thermique. Moyens d'améliorer le coefficient d'efficacité des moteurs thermiques

	<p>Évaporation et condensation. Ébullition (<i>Dépendance du point d'ébullition de la pression.</i>) Vapeurs saturées et non saturées. Humidité de l'air. Méthodes de mesure de l'humidité.</p> <p><i>(Tension superficielle des liquides. Force de tension superficielle. Mouillage. Phénomènes capillaires.)</i></p> <p>Corps cristallins et amorphes. Fusion, cristallisation, durcissement. Propriétés mécaniques des solides: élasticité, résistance, plasticité</p>
<p>3 ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ ELECTRICITY AND MAGNETISM ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME</p>	
<p style="text-align: center;">3.1 Электростатика Electrostatics Électrostatique</p>	<p>Электрический заряд. Взаимодействие заряженных тел. Закон Кулона. Закон сохранения электрического заряда.</p> <p>Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции полей. Работа электрического поля при перемещении заряда. Потенциал. Разность потенциалов. Напряжение. (<i>Потенциал поля точечного заряда.</i>) Связь между напряжением и напряженностью для однородного поля.</p> <p>Проводники в электрическом поле. Электростатическая защита.</p> <p>Диэлектрики в электрическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества.</p> <p>Емкость. Конденсаторы. Емкость плоского конденсатора. Соединение конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора.</p> <p>Энергия электрического поля</p> <hr/> <p>Electrical charge. The interaction of charged bodies. Coulomb's law. The law of conservation of electric charge.</p> <p>Electric field. Electric field strength. The principle of superposition of fields. The work of the electric field when moving the charge</p>

	<p>Potential. Difference of potentials. Voltage. (<i>The point charge field potential.</i>) The relationship between voltage and current for a uniform field.</p> <p>Conductors in an electric field. Electrostatic protection.</p> <p>Dielectrics in an electric field. Dielectric constant of a substance.</p> <p>Electric capacity. Capacitors. Capacitance of a parallel plate capacitor. Connection of capacitors. Energy of a charged capacitor.</p> <p>Electric field energy</p> <hr/> <p>Charge électrique. L'interaction des corps chargés. La loi de Coulomb. La loi de conservation de la charge électrique.</p> <p>Champ électrique. Intensité du champ électrique. Le principe de superposition de champs.</p> <p>Le travail du champ électrique lors du déplacement de la charge. Potentiel. Différence de potentiels. Tension. (Le potentiel de champ de charge ponctuelle.) La relation entre la tension et l'intensité pour un champ uniforme.</p> <p>Conducteurs dans un champ électrique. Protection électrostatique.</p> <p>Diélectriques dans un champ électrique. Perméabilité diélectrique d'une substance.</p> <p>Capacité électrique. Condensateurs. Capacité d'un condensateur à plaques. Connexion des condensateurs. Énergie d'un condensateur chargé.</p> <p>Énergie du champ électrique</p>
<p style="text-align: center;">3.2</p> <p style="text-align: center;">Законы постоянного тока</p> <p style="text-align: center;">DC circuit rules</p> <p style="text-align: center;">Lois du courant continu</p>	<p>Электрический ток. Сила тока. Условия, необходимые для существования тока. Закон Ома для участка цепи. Электрическое сопротивление. Последовательное и параллельное соединение проводников.</p> <p>Работа и мощность тока. Количество теплоты, которое выделяется в проводнике с током. Электродвижущая сила. Закон Ома для полной цепи</p>

	<p>Electric power. Current intensity. Conditions necessary for the existence of the current. Ohm's law for a section of a circuit. Electrical resistance. Serial and parallel connection of conductors.</p> <p>Work and power of the current. Amount of heat that is released in a current conductor. Electromotive force. Ohm's law for a complete circuit</p> <p>Courant électrique. Intensité du courant. Conditions nécessaires à l'existence du courant. La loi d'Ohm pour une section de circuit. Résistance électrique. Connexion série et parallèle des conducteurs.</p> <p>Travail et puissance du courant. Quantité de chaleur qui est libérée dans un conducteur de courant. Force électromotrice. La loi d'Ohm pour un circuit complet.</p> <p>Электрический ток в металлах. Зависимость сопротивления металлических проводников от температуры. Сверхпроводимость.</p>
<p style="text-align: center;">3.3</p> <p style="text-align: center;">Электрический ток в различных средах</p> <p style="text-align: center;">Electric current in different environments</p> <p style="text-align: center;">Courant électrique dans les milieux différents</p>	<p>Полупроводники. Электропроводность полупроводников и ее зависимость от температуры. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Полупроводниковые приборы.</p> <p>Электрический ток в жидкостях. Электролиз. Закон электролиза.</p> <p>Ток в газах. Виды газового разряда и их применение. Понятие о плазме.</p> <p>Электрический ток в вакууме. Термоэлектронная эмиссия. Электронно-лучевая трубка</p> <p>Electric current in metals. Temperature dependence of the resistance of metal conductors. Superconductivity.</p> <p>Semiconductors. Semiconductor conductivity and its temperature dependence. Intrinsic conductivity and impurity conduction of semiconductors. Semiconductor device.</p> <p>Electric current in liquids. Electrolysis. Law of electrolysis</p>

	<p>Gas current. Types of gas discharge and their application. Plasma concept. Electric current in the vacuum. Thermionic emission. Electron beam tube.</p> <p>Courant électrique dans les métaux. Dépendance de la résistance des conducteurs métalliques à la température. Superconductibilité. Semi-conducteurs. Conductivité des semi-conducteurs et sa dépendance à la température. Conductivité intrinsèque et conduction par impuretés des semi-conducteurs. Dispositif semi-conducteur.</p> <p>Courant électrique dans les liquides. Électrolyse. Loi d'électrolyse. Courant dans le gaz. Types de décharge de gaz et leur application. Concept de plasma. Courant électrique dans le vacuum. Emission thermoïonique. Tube à faisceau électronique</p>
<p style="text-align: center;">3.4 Магнитное поле Magnetic field Champ magnétique</p>	<p>Магнитное взаимодействие токов. Магнитное поле. Индукция магнитного поля. Проводник с током в магнитном поле. Сила Ампера. Электродвигатель постоянного тока. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Сила Лоренца. Магнитные свойства вещества. Ферромагнетизм. Применение ферромагнетиков. Магнитный поток. Явление электромагнитной индукции. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Явление самоиндукции. Индуктивность. Энергия магнитного поля</p> <p>Magnetic interaction of currents. Magnetic field. Magnetic field induction. Conductor with current in a magnetic field. Ampère's force. DC motor. Influence of the magnetic field on a moving load. Lorentz force. Magnetic properties of matter. Ferromagnetism. Use of ferromagnets</p>

	<p>Magnetic flux. A phenomenon of electromagnetic induction. Law of electromagnetic induction. Lenz's law.</p> <p>The phenomenon of self-inductance. Inductance. Energy of the magnetic field</p> <p>Interaction magnétique des courants. Champ magnétique. Induction de champ magnétique. Conducteur avec courant dans un champ magnétique. Force d'Ampère. Moteur à courant continu.</p> <p>Influence du champ magnétique sur une charge mobile. Force de Lorentz.</p> <p>Propriétés magnétiques de la matière. Ferromagnétisme. Utilisation de ferromagnets.</p> <p>Flux magnétique. Phénomène de l'induction électromagnétique. La loi de l'induction électromagnétique. La règle de Lenz.</p> <p>Phénomène de l'auto-inductance. Inductance. Energie du champ magnétique</p>
<p>4 КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ VIBRATIONS AND WAVES VIBRATIONS ET ONDES</p>	
<p>4.1 Механические колебания и волны Mechanical oscillations and waves Oscillations mécaniques et ondes</p>	<p>Колебательное движение. Гармонические колебания. Уравнение гармонических колебаний.</p> <p>Математический маятник. Период колебаний математического маятника.</p> <p>Пружинный маятник. Период колебаний пружинного маятника.</p> <p>Преобразование энергии при колебательном движении.</p> <p>Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. (Понятие об автоколебаниях.)</p> <p>Распространение колебаний в упругих средах. Поперечные и продольные волны. Длина волны. Связь длины волны со скоростью ее распространения.</p> <p>Звуковые волны. Скорость звука. (Громкость звука и высота тона.) Ультразвук</p>

	<p>Oscillatory movement. Harmonic oscillations. Equation of harmonic oscillations.</p> <p>Mathematical pendulum. Period of oscillation of a mathematical pendulum.</p> <p>Spring pendulum. Period of oscillation of a spring pendulum.</p> <p>Energy conversion during oscillatory motion.</p> <p>Damped Oscillations. Forced oscillations. Resonance. (<i>Concept of self-induced oscillations.</i>)</p> <p>Propagation of oscillations in elastic media. Transverse and longitudinal waves. Wave length. Relationship between the wavelength and the speed of its propagation.</p> <p>Sound waves. Speed of sound. (<i>Sound intensity and pitch.</i>) Ultrasound</p>
	<p>Mouvement oscillatoire. Oscillations harmoniques. Equation des oscillations harmoniques.</p> <p>Pendule mathématique. Période d'oscillation d'un pendule mathématique.</p> <p>Pendule à ressort. Période d'oscillation d'un pendule à ressort.</p> <p>Conversion d'énergie pendant le mouvement oscillatoire.</p> <p>Oscillations décroissantes. Oscillations forcées. Résonance. (<i>Concept des oscillations auto-induites.</i>)</p> <p>Propagation des oscillations dans les milieux élastiques. Ondes transversales et longitudinales. Longueur d'onde. Relation entre la longueur d'onde et la vitesse de sa propagation.</p> <p>Ondes sonores. Vitesse du son. (<i>Intensité sonore et hauteur de son.</i>) Ultrason</p>
	<p>Свободные электромагнитные колебания в контуре. Превращение энергии в колебательном контуре. Собственная частота колебаний в контуре</p>

<p style="text-align: center;">4.2</p> <p style="text-align: center;">Электромагнитные колебания и волны</p> <p style="text-align: center;">Electromagnetic vibrations and waves</p> <p style="text-align: center;">Vibrations et ondes électromagnétiques</p>	<p><i>(Вынужденные электрические колебания.)</i> Переменный электрический ток. Действующие значения тока и напряжения. Генератор переменного тока. <i>(Активное, емкостное и индуктивное сопротивление. Резонанс в электрической цепи.)</i></p> <p>Трансформатор. Передача и использование электрической энергии.</p> <p>Электромагнитные волны. Скорость распространения электромагнитных волн. Свойства электромагнитных волн.</p> <p>Принципы радиотелефонной связи. <i>(Излучение и прием электромагнитных волн.)</i></p> <p>Простейший радиоприемник.</p> <p>Free electromagnetic oscillations in the circuit. Energy conversion in an oscillatory circuit. Natural frequency of oscillations in the circuit</p>
	<p><i>(Forced electric oscillations.)</i> Alternating electric current. RMS current and RMS voltage value. Alternating current generator. <i>(Dynamic resistance, capacitance resistance and inductive resistance. Resonance in an electrical circuit.)</i></p> <p>Transformer. Transmission and use of electrical energy.</p> <p>Electromagnetic waves. Speed of propagation of electromagnetic waves. Properties of electromagnetic waves.</p> <p>Principles of radiotelephone communication. <i>(Emission and reception of electromagnetic waves.)</i> Basic radio receiver</p>
	<p>Oscillations électromagnétiques libres dans le circuit. Conversion d'énergie dans un circuit oscillatoire. Fréquence naturelle des oscillations dans le circuit.</p> <p><i>(Oscillations électriques forcées.)</i> Courant électrique alternatif. Courant efficace et valeur efficace de tension. Génératrice à courant alternatif. <i>(Résistance dynamique, résistance de capacité et résistance inductive. Résonance dans un circuit électrique.)</i></p>

	<p>Transformateur. Transmission et utilisation de l'énergie électrique.</p> <p>Ondes électromagnétiques. Vitesse de propagation des ondes électromagnétiques. Propriétés des ondes électromagnétiques.</p> <p>Principes de la communication radiotéléphonique. (<i>Émission et réception d'ondes électromagnétiques.</i>) Récepteur radio élémentaire</p>
<p>5 ОПТИКА OPTICS OPTIQUE</p>	
<p>5.1 Оптика Optics Optique</p>	<p>Свет. Прямолинейное распространение света. (<i>Скорость света и ее опытное определение. Шкала электромагнитных волн.</i>)</p> <p>Законы отражения света. Построение изображений, которые дает плоское зеркало</p> <hr/> <p>Законы преломления света. Показатель преломления. Полное отражение.</p> <p>Дисперсия света.</p> <p>Линза. Фокусное расстояние линзы. Построение изображений, которые дает линза. Формула тонкой линзы.</p> <p>Оптические приборы: лупа, фотоаппарат, проекционный аппарат. Глаз, очки.</p> <p>Когерентность. Интерференции света и ее применение в технике.</p> <p>Дифракция света. Дифракционная решетка</p> <hr/> <p>Light. Rectilinear propagation of light. (<i>Speed of light and its experimental determination. Scale of electromagnetic waves.</i>)</p> <p>Laws of light reflection. Construction of images given by a flat mirror.</p> <p>Snell's laws. Refractive index. Full reflection.</p> <p>Light scattering.</p> <p>Lens. Lens focal length. Construction of images given by a lens. Thin lens formula.</p> <p>Optical devices: magnifying glass, camera, projection device. Eye, glasses</p>

	<p>Consistency. Light interference and its application in technology. Diffraction of light. Diffraction grating</p> <p>Lumière. Propagation rectiligne de la lumière. (<i>Vitesse de la lumière et sa détermination expérimentale. Échelle des ondes électromagnétiques.</i>) Les lois de réflexion de la lumière. Construction d'images données par un miroir plat. La lois de Snell. Indice de réfraction. Réflexion complète. Dispersion de lumière. Lentille. Distance focale de lentille. Construction d'images données par une lentille. Formule de lentille mince. Dispositifs optiques: loupe, caméra, appareil de projection. Oeil, lunettes. Cohérence. Interférence lumineuse et son application dans la technologie. Diffraction de la lumière. Réseau de diffraction</p>
<p>6 ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ FOUNDATIONS OF THE SPECIAL THEORY OF RELATIVITY ÉLÉMENTS DE LA THÉORIE DE LA RELATIVITÉ</p>	
<p>6.1 Элементы теории относительности</p> <p>Foundations of the special theory of relativity</p> <p>Éléments de la théorie de la relativité</p>	<p>Постулаты теории относительности. Основные выводы, которые вытекают из постулатов теории относительности. Закон взаимосвязи массы и энергии</p> <p>Postulates of the theory of relativity. Main conclusions that follow from the postulates of the theory of relativity. Law of the relation between mass and energy.</p> <p>Postulats de la théorie de la relativité</p> <p>Principales conclusions qui découlent des postulats de la théorie de la relativité. La loi de la relation entre la masse et l'énergie</p>

7 КВАНТОВАЯ ФИЗИКА FUNDAMENTALS OF QUANTUM PHYSICS PHYSIQUE QUANTIQUE	
7.1 Квантовые свойства света Quantum properties of light Propriétés quantiques de la lumière	<p>Фотоэффект и его законы. Кванты света. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Применение фотоэффекта</p> <p>Photoelectric effect and its laws. Photons of light. Einstein's equation for the photoelectric effect. Application of the photoelectric effect</p> <p>Effet photo-électrique et ses lois. Photons de lumière. L'équation d'Einstein pour l'effet photo-électrique. Application de l'effet photo-électrique</p>
8 АТОМ И АТОМНОЕ ЯДРО ATOM AND ATOMIC NUCLEUS ATOME ET NOYAU ATOMIQUE	
8.1 Атом и атомное ядро Atom and atomic nucleus Atome et noyau atomique	<p>Опыт Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Ядерная модель атома.</p> <p>Квантовые постулаты Бора. Испускание и поглощение света атомом.</p> <p>Непрерывный и линейчатый спектр. Спектральный анализ и его применение.</p> <p>Лазеры. Принцип действия лазеров. Применение лазеров.</p> <p>Состав ядра атома. Изотопы. Энергия связи атомных ядер. Ядерные реакции. Энергетический выход ядерной реакции.</p> <p>Радиоактивность. Альфа- и бета-частицы, гамма-излучение. Закон радиоактивного распада. Методы регистрации ионизирующих излучений.</p> <p>Поглощенная доза излучения. Биологическое действие ионизирующих излучений. Защита от излучений.</p> <p>Деление ядер урана. Цепные реакции. Ядерный реактор. Экологические аспекты ядерной энергетики. Термоядерная реакция.</p> <p>Элементарные частицы и их свойства</p>

	<p>Rutherford's experiment on the scattering of alpha particles. Nuclear model of the atom.</p> <p>Bohr's quantum postulates. Emission and absorption of light by an atom.</p> <p>Continuous and linear spectrum. Spectral analysis and its application.</p> <p>Lasers. Principle of operation of lasers. Use of lasers.</p> <p>Composition of the atomic nucleus. Isotopes. Binding energy of atomic nuclei. Nuclear reactions. Energy efficiency of a nuclear reaction.</p> <p>Radioactivity. Alpha and beta particles, gamma radiation. Law of radioactive decay. Methods of recording ionizing radiation.</p> <p>Radiation dose absorbed. Biological action of ionizing radiation. Radiation protection.</p> <p>Fission of uranium nuclei. Chain reactions. Nuclear reactor. Environmental aspects of nuclear energy. Thermonuclear reaction.</p> <p>Elementary particles and their properties</p>
	<p>L'expérience de Rutherford sur la diffusion des particules alpha. Modèle nucléaire de l'atome.</p> <p>Les postulats quantiques de Bohr. Émission et absorption de lumière par un atome.</p> <p>Spectre continu et linéaire. Analyse spectrale et son application.</p> <p>Lasers. Principe de fonctionnement des lasers. Utilisation des lasers.</p> <p>Composition du noyau de l'atome. Isotopes. Énergie de liaison des noyaux atomiques. Réactions nucléaires. Rendement énergétique d'une réaction nucléaire.</p> <p>Radioactivité. Particules alpha et bêta, rayonnement gamma. La loi de désintégration radioactive. Méthodes d'enregistrement des rayonnements ionisants</p>

	<p>Dose de rayonnement absorbée. Action biologique des rayonnements ionisants. Protection contre les radiations.</p> <p>Fission des noyaux d'uranium. Réactions en chaîne. Réacteur nucléaire. Aspects environnementaux de l'énergie nucléaire. Réaction thermonucléaire.</p> <p>Particules élémentaires et leurs propriétés</p>
--	--

1 МЕХАНИКА/ MECHANICS/ MECANIQUE

1.1 Основные формулы / Basic formulas / Formules de base

1.1.1 Основы кинематики

Basics of kinematics

Bases de la cinématique

1	$\Delta\vec{r} = \Delta\vec{x} + \Delta\vec{y} + \Delta\vec{z}$	Вектор перемещения $\Delta\vec{r}$ определяется суммой векторов перемещения вдоль координатных осей $\Delta\vec{x}, \Delta\vec{y}, \Delta\vec{z}$
		The displacement vector $\Delta\vec{r}$ is determined by the sum of the displacement vectors along the coordinate axes $\Delta\vec{x}, \Delta\vec{y}, \Delta\vec{z}$
		Le vecteur de déplacement $\Delta\vec{r}$ est déterminé par la somme des vecteurs de déplacement le long des axes de coordonnées $\Delta\vec{x}, \Delta\vec{y}, \Delta\vec{z}$
2	$ \Delta\vec{r} = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2 + (\Delta z)^2}$	Модуль перемещения $ \Delta\vec{r} $ в общем виде
		General view of the movement module $ \Delta\vec{r} $
		Le module de déplacement $ \Delta\vec{r} $ d'une manière générale
3	$S = \sum \Delta\vec{r} $	Путь S равен длине траектории или сумме модулей всех перемещений
		The path S is equal to the length of the path or the sum of the modules of all movements
		Le chemin S est égal à la longueur de la trajectoire ou à la somme des modules de tous les déplacements
4	$\bar{v} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$	Средняя скорость по перемещению \bar{v}
		Average speed \bar{v}
		Vitesse moyenne \bar{v} de déplacement
5	$\langle v \rangle = \frac{S}{\Delta t}$	Средняя путевая скорость $\langle v \rangle$
		Average ground speed $\langle v \rangle$
		Vitesse moyenne au sol $\langle v \rangle$
6	$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \vec{r}'$	Мгновенная скорость \vec{v} определяется производной от радиус-вектора \vec{r}
		The instantaneous speed \vec{v} is determined by the derivative of the vector radius \vec{r}
		La vitesse instantanée \vec{v} est déterminée par la dérivée du rayon vecteur \vec{r}

7	$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{u}$	Закон сложения скоростей в классической механике – скорость тела \vec{v} относительно неподвижной системы отсчета равна геометрической сумме скорости \vec{v}_0 тела относительно подвижной системы и скорости \vec{u} подвижной системы отсчета
		The law of velocity addition in classical mechanics – the velocity of a body \vec{v} relative to a fixed reference system is equal to the geometric sum of the velocity \vec{v}_0 of a body relative to a moving system and the velocity \vec{u} of a moving reference system
		La loi de l'addition de vitesse en mécanique classique – la vitesse d'un corps \vec{v} par rapport à un système de référence fixe est égale à la somme géométrique de la vitesse \vec{v}_0 d'un corps par rapport à un système en mouvement et de la vitesse \vec{u} d'un système de référence en mouvement
8	$\vec{v}_{omn} = \vec{v}_1 - \vec{v}_2$	Скорость первого тела по отношению ко второму телу (относительная скорость \vec{v}_{omn})
		The speed of the first body relative to the second body (Relative speed \vec{v}_{omn})
		La vitesse du premier corps par rapport au deuxième corps (Vitesse relative \vec{v}_{omn})
9	$\vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$	Среднее ускорение \vec{a}
		Average acceleration \vec{a}
		Accélération moyenne \vec{a}
10	$\vec{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{v}'$	Мгновенное ускорение \vec{a} определяется производной от скорости \vec{v}
		Instantaneous acceleration \vec{a} is determined by the derivative of the speed \vec{v}
		L'accélération instantanée \vec{a} est déterminée par la dérivée de la vitesse \vec{v}
11	$S = vt$	Путь S при равномерном движении равен модулю перемещения. Путь численно равен площади фигуры, ограниченной графиком $v(t)$
		Uniform motion path S is equal to displacement modulus. The path is numerically equal to the area of the figure delimited by the graph $v(t)$
		La trajectoire S à mouvement uniforme est égale au module de déplacement. Le chemin est numériquement égale à la surface de la figure délimitée par le graphique $v(t)$

12	$x = x_0 + vt$	Уравнение движения – зависимость координаты тела от времени при равномерном движении. x_0 и x – координаты точки в начальный момент времени и в момент времени t , v – проекция вектора скорости на выбранную ось координат. График зависимости $x(t)$ – прямая
		The equation of motion – the dependence of the body's coordinates on time with uniform motion. x_0 and x are the coordinates of the point at the initial moment of time and at the moment of time t , v – the projection of the velocity vector onto the selected coordinate axis. Dependency graph $x(t)$ – straight line
		L'équation du mouvement – la dépendance des coordonnées du corps du temps avec un mouvement uniforme. x_0 et x sont les coordonnées du point à l'instant initial et à l'instant du temps t , v est la projection du vecteur de vitesse sur l'axe de coordonnées sélectionné. Graphique de dépendance $x(t)$ – ligne droite
13	$x = x_0 + v_0t + \frac{at^2}{2}$	Зависимость координаты x от времени при равнопеременном движении. График зависимости $x(t)$ – парабола
		Time coordinate dependence x with uniform motion. Dependency graph $x(t)$ – parabola
		Dépendance de la coordonnée du temps x avec un mouvement uniforme. Graphique de dépendance $x(t)$ – parabole
14	$v = v_0 + at$	Зависимость скорости от времени v при равнопеременном движении. График зависимости $v(t)$ – прямая
		Velocity of time dependence v with uniform motion. Dependency graph $v(t)$ - the straight line
		Dépendance de la vitesse du temps v avec un mouvement uniforme. Graphique de dépendance $v(t)$ – la ligne droite
15	$S = x - x_0 = v_0t + \frac{at^2}{2}$	Путь при равнопеременном движении S (при условии, что направление скорости не изменится на противоположное). Величины x_0 , x , v , v_0 , a имеют смысл проекций на выбранную ось (может быть знак + или -)
		The trajectory with equal movement S (provided that the direction of speed does not change at the opposite sence). The quantities x_0 , x , v , v_0 , a have a direction of projections on the selected axis (can have a + or - sign)

15	$S = x - x_0 = v_0 t + \frac{at^2}{2}$	La trajectoire à mouvement égal S (à condition que le sens de la vitesse ne change pas au sens opposé). Les grandeurs x_0 , x , v , v_0 , a ont un sens de projections sur l'axe sélectionné (peut avoir un signe + ou -)
16	$S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$	Связь пути S с ускорением и скоростями в конце v и в начале v_0 участка пути
		Connection of the trajectory S with the acceleration and speeds at the end v and at the start v_0 of the trajectory
		Connexion de la trajectoire S avec l'accélération et les vitesses à la fin v et au début v_0 de la trajectoire
17	$T = \frac{t}{N}$	Период T обращения по окружности
		Circumferential period T
		Période T circonférentielle
18	$v = \frac{N}{t} = \frac{1}{T}$	Частота вращения v
		Rotation frequency v
		Fréquence v de rotation
19	$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$	Угловая скорость ω (циклическая частота, круговая частота) равна отношению угла поворота $\Delta\varphi$ ко времени
		Angular speed ω (cyclic frequency, angular frequency) is equal to the ratio of the angle of rotation $\Delta\varphi$ to time
		Vitesse angulaire ω (fréquence cyclique, fréquence angulaire) est égale au rapport de l'angle de rotation $\Delta\varphi$ au temps
20	$\omega = 2\pi v = \frac{2\pi}{T}$	Связь угловой скорости ω , частоты v и периода
		Relationship between angular velocity ω , frequency v and period T
		Relation entre la vitesse angulaire ω , la fréquence v et la période T
21	$\varphi = \varphi_0 + \omega t$	Зависимость угла поворота φ от времени при равномерном вращении
		Dependence on the angle of rotation φ of time with uniform rotation
		Dépendance de l'angle de rotation φ du temps avec une rotation uniforme
22	$v = \omega R$	Связь линейной v и угловой скорости ω
		Linear v and angular ω velocity relation
		Relation de vitesse linéaire v et angulaire ω

23	$a_u = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$	Центростремительное (нормальное) ускорение a_u
		Centripetal acceleration (normal) a_u
		Accélération centripète (normale) a_u
24	$a = \sqrt{a_u^2 + a_k^2}$	Полное ускорение a , где a_k – касательное (тангенциальное ускорение), a_u – центростремительное ускорение (нормальное)
		Full acceleration a , where a_k – tangential (tangential acceleration), a_u – centripetal acceleration (normal)
		Accélération complète a , où a_k – tangentielle (accélération tangentielle), a_u – accélération centripète (normale)

1.1.2 Основы динамики и статики

Basics of dynamics and statics

Principes fondamentaux de la dynamique et de la statique

1		Первый закон Ньютона гласит: всякое тело сохраняет состояние относительного покоя или равномерного прямолинейного движения до тех пор, пока внешнее воздействие не изменит этого состояния
		Newton's first law states that, if a body is at rest or moving at a constant speed in a straight line, it will remain at rest or keep moving in a straight line at constant speed unless it is acted upon by a force
		La première loi de Newton dit: chaque corps maintient un état de repos relatif ou d'un mouvement rectiligne uniforme jusqu'à ce qu'une influence externe modifie cet état
2	$\vec{F} = m\vec{a}$	Второй закон Ньютона устанавливает связь между динамическими и кинематическими величинами: ускорение \vec{a} , приобретаемое телом под действием силы \vec{F} , пропорционально этой силе, а направление совпадает с направлением силы
		Newton's second law of motion pertains to the behavior of objects for which all existing forces are not balanced. The second law states that the acceleration of an object is dependent upon two variables - the net force acting upon the object and the mass of the object. Newton's second law establishes a connection between dynamic and kinematic quantities: the acceleration \vec{a} acquired by a body under the action of a force \vec{F} is proportional to that force, and the direction coincides with the direction of the force

		La deuxième loi de Newton établit une connexion entre les grandeurs dynamiques et cinématiques: l'accélération \vec{a} acquise par un corps sous l'action d'une force \vec{F} est proportionnelle à cette force, et la direction coïncide avec la direction de la force
3	$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$	Третий закон Ньютона: тела взаимодействуют друг с другом с силами, направленными вдоль одной прямой, равными по модулю и противоположными по направлению Newton's Third Law: Bodies interact with each other with forces directed along a straight line, have the same modulus but in opposite direction La troisième loi de Newton: les corps interagissent les uns avec les autres avec des forces dirigées le long d'une ligne droite, ayant le même module mais de direction opposée
4	$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = \sum_i \vec{F}_i$	Если на тело действует несколько сил, то результирующая сила равна векторной сумме сил If several forces act on the body, the resulting force is equal to the vector sum of the forces Si plusieurs forces agissent sur le corps, la force résultante est égale à la somme vectorielle des forces
5	$\vec{F} = m\vec{a} = m \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{\Delta(m\vec{v})}{\Delta t} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}$	Второй закон Ньютона можно выразить через импульс $m\vec{v} = \vec{p}$ Newton's second law can be rewritten in terms of momentum $m\vec{v} = \vec{p}$ La deuxième loi de Newton peut être réécrite en termes d'élan $m\vec{v} = \vec{p}$
6	$\vec{F} = -k\vec{x}$	Сила упругости пропорциональна величине деформации – закон Гука, где k – коэффициент упругости или жесткость тела The elastic force is proportional to the amount of strain – Hooke's law, where k – is the coefficient of elasticity or stiffness of the body La force élastique est proportionnelle à la quantité de déformation – loi de Hooke, où k – est le coefficient d'élasticité ou la rigidité du corps
7		Трение между двумя соприкасающимися твердыми телами (сухое трение) подразделяется: на трение покоя – трение при отсутствии относительного перемещения тел; трение скольжения – трение при относительном движении соприкасающихся тел The friction between two solids in contact (dry friction) is divided into: static friction – friction in the absence of relative movement of the bodies; sliding friction (also called kinetic friction) – friction during the relative movement of the bodies in contact

		Le frottement entre deux solides en contact (frottement sec) est divisé en: frottement au repos – frottement en l'absence de mouvement relatif des corps; frottement de glissement – frottement pendant le mouvement relatif des corps en contact
8	$F = \mu F_{нд} = \mu N$	Сила трения скольжения пропорциональна силе нормального давления на опору N The sliding friction force is proportional to the force of the normal abutment pressure N La force de frottement de glissement est proportionnelle à la force de la pression normale de culée N
9	$F_c = -bv$	Сила сопротивления пропорциональна скорости Resistance is proportional to speed La force résistante est proportionnelle à la vitesse
10	$F = G \frac{Mm}{r^2}$	Закон всемирного тяготения: два тела взаимодействуют друг с другом с силами пропорциональными произведению их масс и обратно пропорциональными квадрату расстояния между ними Law of universal gravitation states that any particle of matter in the universe attracts any other with a force varying directly as the product of the masses and inversely as the square of the distance between them La loi de la gravitation universelle: deux corps interagissent avec des forces proportionnelles au produit de leurs masses et inversement proportionnelles au carré de la distance qui les sépare
11	$g = G \frac{M}{R_3^2} = 9,8 \text{ м/с}^2$	Ускорение свободного падения у поверхности Земли Free fall acceleration near the Earth's surface L'accélération de la chute libre près de la surface de la Terre
12	$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R_3}}$	Первая космическая скорость First space speed La première vitesse spatiale
13	$v = \sqrt{\frac{GM}{R_3 + h}}$	Скорость на круговой орбите на высоте h от поверхности Земли Speed in a circular orbit at a height h from the Earth's surface Vitesse sur une orbite circulaire à l'altitude h de la surface de la Terre
14	$\sum \vec{F}_i = 0.$ $\sum F_x = 0; \sum F_y = 0; \sum \vec{F}_z = 0$	Первое условие равновесия: тело находится в равновесии (движется с постоянной скоростью или покоится), если сумма сил, действующих на него равна нулю First Condition of Equilibrium requires that the sum of all external forces acting on the body is zero

		La 1 ^{ère} condition d'équilibre: le corps est en équilibre (se déplace à vitesse constante ou est au repos) si la somme des forces agissant sur lui est égale à zéro
15	$\sum \vec{M}_i = 0.$ Момент силы равен $M = Fd$ Moment de force est égal à	Второе условие равновесия: тело находится в равновесии (движется с постоянной угловой скоростью или покоится), если сумма моментов сил, действующих на него равна нулю
		Second condition of equilibrium requires that the sum of all external torques from external forces is zero
		La 2 ^{ème} condition d'équilibre: le corps est en équilibre (se déplace à vitesse angulaire constante ou est au repos) si la somme des moments de forces agissant sur lui est égale à zéro

1.1.3 Законы сохранения в механике

Conservation laws in mechanics

Lois de conservation en mécanique

1	$\vec{p} = m\vec{v}$	Импульс тела \vec{p}
		Body impulse \vec{p}
		Impulsion du corps
2	$m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2 = m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2$	Закон сохранения импульса: векторная сумма импульсов тел, образующих замкнутую систему, остаётся постоянной при любых взаимодействиях в системе между телами
		The law of conservation of momentum: the vectorial sum of the impulses of the bodies that form a closed system remains constant for all interactions in the system between bodies
		La loi de conservation de l'impulsion: la somme vectorielle des impulsions des corps qui forment un système fermé reste constante pour toutes les interactions dans le système entre les corps
3	$A = \vec{F} \cdot \Delta\vec{S} = \vec{F} \cdot \Delta\vec{r} \cos \alpha$	Работа A – это процесс, в котором под действием сил изменяется энергия системы. Работа A постоянной силы определяется как скалярное произведение вектора силы \vec{F} и перемещения $ \Delta\vec{r} $
		Work A is a process in which the energy of the system changes under the influence of forces. Work A is defined as the dot product of the force \vec{F} and displacement vector $ \Delta\vec{r} $
		Le travail A est un processus dans lequel l'énergie du système change sous l'influence des forces. Le travail A à force constante est défini comme le produit scalaire du vecteur de force \vec{F} et de déplacement $ \Delta\vec{r} $

4	$N_{cp} = \frac{\Delta A}{\Delta t}$	Средняя мощность N_{cp} Мощность – это величина, равная скорости выполнения работы
		Average power N_{cp} Power is a quantity equal to the working speed
		Puissance moyenne N_{cp} La puissance est une quantité égale à la vitesse de travail
5	$N_{mgn} = \frac{\Delta A}{\Delta t} = \frac{F\Delta r \cos \alpha}{\Delta t} = Fv \cos \alpha$	Мгновенная мощность N_{mgn}
		Instant power N_{mgn}
		Puissance instantanée N_{mgn}
6		Кинетическая энергия E_k – энергия, которой обладает тело благодаря движению
		Kinetic energy E_k is the energy which a body possesses by virtue of being in motion
		Énergie cinétique E_k – l'énergie que le corps possède en raison du mouvement
7	$E_k = \frac{mv^2}{2}$ $E_k = \frac{p^2}{2m}$	Связь кинетической энергии E_k со скоростью v и импульсом p в классической механике
		Relationship of kinetic energy E_k with speed v and momentum p in classical mechanics
		Relation de l'énergie cinétique E_k avec la vitesse v et l'impulsion p en mécanique classique
8		Потенциальная энергия E_n – энергия, которой обладает система тел благодаря взаимному положению
		Potential energy E_n is the energy possessed by a body by virtue of its position relative to others, stresses within itself, electric charge, and other factors
		Énergie potentielle E_n est l'énergie qu'un système de corps possède en raison de leur position mutuelle
9	$E_n = mgh$	Потенциальная энергия тела E_n , поднятого над Землей на небольшую высоту h
		Potential energy E_n of a body raised above the Earth to a small height h
		Énergie potentielle E_n d'un corps élevé au-dessus de la Terre à une petite hauteur h
		Потенциальная энергия гравитационного взаимодействия двух тел
		Potential energy of gravitational interaction of two bodies
		Energie potentielle d'interaction gravitationnelle de deux corps
		Потенциальная энергия упругой деформации
		Elastic strain potential energy
		Energie potentielle de déformation élastique

12	$\sum (E_k + E_n) = \text{const}$	Закон сохранения энергии: полная механическая энергия замкнутой системы тел остается постоянной при любых взаимодействиях тел системы между собой силами упругости и гравитационными силами
		Law of conservation of energy states that the total mechanical energy of a closed system of bodies remains constant for any interaction of the bodies of the system with each other by elastic forces and gravitational forces
		La loi de conservation de l'énergie: l'énergie mécanique totale d'un système fermé de corps reste constante pour toute interaction des corps du système entre eux par des forces élastiques et des forces gravitationnelles
13	$\Delta E_{MEX} = A$	Если происходит изменение полной механической энергии системы, то это изменение равно работе внешних сил
		If there is a change in the total mechanical energy of the system, then this change is equal to the work of external forces
		S'il y a un changement dans l'énergie mécanique totale du système, alors ce changement est égal au travail des forces externes
14	$\eta = \frac{A_{пол}}{A_{затр}}$	Коэффициент полезного действия η равен отношению полезной и затраченной работ (энергий, мощностей, теплот)
		Efficiency η is equal to the ratio of useful work to the work expended (energy, power, heat)
		Le coefficient d'efficacité η est égale au rapport entre le travail utile et le travail dépensé (énergie, puissance, chaleur)

1.1.4 Гидростатика Hydrostatic Hydrostatique

1	$p = \frac{\Delta F_n}{\Delta S}$	Давлением p называется скалярная величина, равная модулю силы F_n , действующей на единицу площади поверхности тела ΔS перпендикулярно к ней
		The pressure p is a scalar quantity equal to the modulus of the force F_n acting per unit area on the body surface ΔS which is perpendicular to it
		La pression p est une grandeur scalaire égale au module de la force F_n agissant par unité de surface ΔS sur la surface corporelle qui lui est perpendiculaire

2	$p = \frac{F_n}{S}$	<p>Если на поверхность площадью S действует перпендикулярно поверхности равномерно распределенная сила F_n, то давление равно</p> <p>If a uniformly distributed force F_n acts on a surface of area S perpendicular to the surface, then the pressure is constant</p> <p>Si une force uniformément répartie perpendiculaire à la surface F_n agit sur une surface de la zone S, alors la pression est égale</p>
3		<p>Закон Паскаля: давление, производимое на жидкость (газ) внешними силами передается по всем направлениям без изменения (одинаково)</p> <p>Pascal's Law says that the pressure exerted on a liquid (gas) by external forces is transmitted in all directions without change (the same)</p> <p>La loi de Pascal: la pression exercée sur un liquide (gaz) par des forces extérieures est transmise dans toutes les directions sans changer (de manière égale)</p>
4	$p = \frac{F_T}{S} = \frac{mg}{S} = \frac{\rho Vg}{S} = \frac{\rho hSg}{S} = \rho gh$	<p>Для случая реальной идеальной несжимаемой однородной жидкости гидростатическое давление p на глубине h определяется отношением силы тяжести выделенного объема жидкости к площади поверхности</p> <p>In the case of a real ideal incompressible homogeneous fluid, the hydrostatic pressure p at the depth h is determined by the ratio of the gravity of the volume of fluid selected to the surface</p> <p>Dans le cas d'un fluide homogène incompressible idéal réel, la pression hydrostatique p à la profondeur h est déterminée par le rapport de la gravité du volume de fluide sélectionné à la surface</p>
5	$p = p_0 + \rho gh$	<p>Для любых сосудов гидростатическое давление на одной глубине h одинаково. Если на уровне поверхности жидкости ($h = 0$) давление p_0 (внешнее давление), то давление p на произвольной глубине h будет равно (в соответствии с законом Паскаля)</p> <p>For all vessels, the hydrostatic pressure at a depth h is the same. If the pressure (external pressure) is at the level of the liquid surface ($h = 0$), then the pressure p_0 at an arbitrary depth h will be equal to (according to Pascal's law)</p> <p>Pour tous les vases, la pression hydrostatique à une profondeur h est la même. Si la pression (pression externe) est au niveau de la surface du liquide ($h = 0$), alors la pression p_0 à une profondeur arbitraire h sera égale à (selon la loi de Pascal)</p>

6	$p_A = p_B$	Жидкость (или жидкости) устанавливаются в сообщающихся сосудах так, что давления во всех точках, расположенных в одной горизонтальной плоскости внутри однородной жидкости, одинаковы
		The liquid (or liquids) are installed in communicating vessels so that the pressures at all points located in the same horizontal plane inside the homogeneous liquid are the same
		Le liquide (ou les liquides) sont installés dans des vases communicants de sorte que les pressions en tous les points situés dans le même plan horizontal à l'intérieur du liquide homogène soient les mêmes
7	$F_A = \rho g V$	По закону Архимеда, на тело, погруженное в жидкость или газ, действует выталкивающая сила F_A , равная весу вытесненного телом жидкости или газа
		Archimedes law states that any body completely or partially submerged in a fluid (gas or liquid) at rest is acted upon by an upward, or buoyant, force F_A , the magnitude of which is equal to the weight of the fluid
		Selon la loi d'Archimède, une force F_A de flottabilité égale au poids du liquide ou du gaz déplacé par le corps agit sur un corps plongé dans un liquide ou un gaz
8	$p + \rho gh + \frac{\rho v^2}{2} = \text{const}$	Формула Бернулли – связь давления в жидкости p со скоростью ее истечения v
		Bernoulli's formula is the relation between the pressure in a liquid p and its current speed v
		La formule de Bernoulli est une relation entre la pression dans un liquide p et sa vitesse du courant v

1.2 ТИПОВЫЕ ЗАДАЧИ

1.2.1 Кинематика

1. Эскалатор метро поднимает стоящего на нем пассажира в течение 1 мин. По неподвижному эскалатору пассажир поднимается за 3 мин. Сколько времени будет подниматься пассажир по движущемуся эскалатору? (45 с)

2. Зависимость координаты тела от времени задана уравнением $x = 3 + t^2 - 4t$. Какова его координата в момент остановки? Каковы путь и перемещение тела за это время? (-1 м; 4 м; -4 м)

3. Если мимо пассажира, стоящего на перроне, первый вагон поезда прошел за 10 с, то за сколько времени пройдет весь поезд, состоящий из 16 вагонов, если длина всех вагонов одинакова? Движение поезда считать равноускоренным с начальной скоростью, равной нулю. (40 с)

4. Тело движется из состояния покоя равноускоренно. Во сколько раз путь, пройденный этим телом за восьмую секунду, будет больше пути, пройденного за третью секунду? (3)

5. Мальчик съехал на санках с горы длиной 40 м за 10 с, а затем проехал по горизонтальному участку еще 20 м до остановки. Найдите скорость в конце горы, ускорение на каждом участке, общее время движения и среднюю скорость на всем пути. (8 м/с; 0,8 м/с²; -1,6 м/с²; 15 с; 4 м/с)

6. Тело, брошенное вертикально вверх, вернулось на землю через 3 с. Какова начальная скорость тела? На какую высоту оно поднялось? (15 м/с; 11,25 м)

7. Тело, свободно падая с некоторой высоты, последние 196 м пролетело за 4 с. Сколько времени падало тело? Чему равна начальная высота? (7 с; 245 м)

8. С вертолета, находящегося на высоте 30 м, упал камень. Если вертолет при этом опускался со скоростью 5 м/с, то через какое время камень достиг земли? (2,0 с)

9. Тело бросили горизонтально со скоростью 39,2 м/с с некоторой высоты. Через 3 с после начала движения чему будет равна его скорость и какой угол с горизонтом она будет составлять? (49 м/с)

10. Два тела бросают с высоты 20 м со скоростью 15 м/с каждое. С какими скоростями тела упадут на землю, если первое тело брошено вертикально вверх, а второе горизонтально? (25 м/с; 20,6 м/с)

11. Найти радиус маховика, если линейная скорость точек на его ободе 6 м/с, а точек, находящихся на 15 см ближе к оси вращения, 5,5 м/с. (1,8 м)

12. Колесо катится без проскальзывания по горизонтальной дороге со скоростью, модуль которой 12 м/с относительно Земли. Какова скорость верхней и нижней точек колеса относительно дороги? (24 м/с, 0)

13. Во сколько раз путь, пройденный концом часовой стрелки за 3 ч, больше его перемещения (принять $\pi = 3$)? (в $\frac{3}{2\sqrt{2}}$ раза)

14. Минутная стрелка часов в 3 раза длиннее секундной. Каково отношение линейных скоростей концов минутной и секундной стрелок? (1:20)

15. Найти линейную скорость и центростремительное ускорение точек на экваторе и на широте 60° , считая радиус Земли равным 6400 км. (465,2 м/с; 232,6 м/с; 0,034 м/с²; 0,017 м/с²)

1.2.2 Динамика

1. Если координата тела массы 1 кг, движущегося прямолинейно вдоль оси x , меняется со временем по закону $x = 7 + 5t(2 + t)$ м, то чему равен модуль силы, действующей на тело? (10 Н)

2. Рассчитать, с каким ускорением будет двигаться тело, на которое действуют две силы по 1 Н, направленные а) в одном направлении, б) противоположно друг другу, в) перпендикулярно друг другу, г) под углом 60° друг к другу. (2 Н, 0 Н, $\sqrt{2}$ Н, $\sqrt{5/2}$ Н)

3. Трамвай, трогаясь с места, движется с постоянным ускорением 0,5 м/с². Через 12 с после начала мотор трамвая выключается, и он продолжает двигаться равнозамедленно. Коэффициент трения на всем пути равен 0,01. Определить общее время движения и ускорение на втором участке пути, общий путь, пройденный телом, наибольшую скорость движения. (73 с; 0,098 м/с²; 218 м; 21,6 км/ч)

4. Стальная проволока выдерживает груз 4400 Н. С каким наибольшим ускорением можно поднимать груз в 3900 Н, подвешенный на этой проволоке, чтобы она при этом не разорвалась? (1,25 м/с²)

5. Три тела одинаковой массы 2 кг связаны нитями и движутся по горизонтальной поверхности с коэффициентом трения 0,1. Определить силы натяжения нитей, если на первое тело под углом 30° действует сила 10 Н.

6. Небольшое тело пустили по наклонной плоскости, составляющей угол 30° с горизонтом, с начальной скоростью 10 м/с. Коэффициент трения скольжения равен 0,1. Найти скорость тела при его возвращении в исходную точку; высоту поднятия тела; полное время движения.

7. Груз, привязанный к веревке длиной 0,5 м, равномерно вращается в вертикальной плоскости. Найти, при какой частоте вращения веревка разорвется, если известно, что она разрывается при натяжении, равном десятикратной силе тяжести груза.

8. Как нужно соединить четыре пружины жесткостью 100 Н/м каждая, чтобы получить систему с максимальной и минимальной жесткостью?

9. Мотоциклист совершает крутой поворот, двигаясь по дуге окружности радиусом 10 м со скоростью 10 м/с. Под каким углом α к горизонту он должен наклониться, чтобы сохранить равновесие? ($\alpha = 45^\circ$)

10. Каков вес человека массой 70 кг, спускающегося в лифте, который движется вертикально вниз с ускорением, модуль которого 3 см/с^2 ? (490 Н)

11. Спутник движется вокруг некоторой планеты по круговой орбите радиуса 500 Гм со скоростью 10 000 м/с. Какова средняя плотность планеты, если ее радиус 150 Мм? ($53 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$)

12. Масса некоторой планеты в 2 раза больше массы Земли, а радиус равен радиусу Земли. Определите модуль ускорения свободного падения на поверхности этой планеты. (20 м/с^2)

1.2.3 Законы сохранения в механике

1. Мальчик, масса которого 50 кг, бежит со скоростью 2 м/с, догоняет тележку, движущуюся в том же направлении со скоростью 0,5 м/с, и вскакивает на нее. С какой скоростью стала двигаться тележка с мальчиком? Масса тележки 100 кг. (1 м/с)

2. Человек, стоящий на коньках на гладком льду, бросает в горизонтальном направлении камень массой 1 кг со скоростью 5 м/с, в результате чего сам приобретает кинетическую энергию. Определить величину кинетической энергии, если масса конькобежца 50 кг. (0,25 Дж)

3. Камень брошен вертикально вверх со скоростью 10 м/с. На какой высоте кинетическая энергия камня будет в два раза меньше его потенциальной энергии? (3,33 м)

4. Два шара массой 1 кг и 0,5 кг движутся по одной прямой навстречу друг другу со скоростями 5 м/с и 4 м/с соответственно. После удара шары движутся как одно целое. Найти скорость после удара. (2 м/с)

5. Пуля ударяет со скоростью 400 м/с в центр шара, подвешенного на нити длиной 4 м, и упруго отскакивает от него. Определите угол, на который отклоняется нить, если масса пули 20 г и масса шара 5 кг. ($\arccos 0,87$)

6. Камень массой 0,5 кг бросили с высоты 30 м с начальной скоростью 25 м/с. Перед ударом о землю скорость камня составляла 30 м/с. Определите работу сил сопротивления воздуха при движении камня. (-81,25 Дж)

7. Какую работу необходимо совершить, чтобы увеличить скорость тела от 2 м/с до 6 м/с на пути 10 м? На всем пути действует постоянная сила трения, равна 2 Н. Масса тела 1 кг. (36 Дж)

8. Мяч массой 400 г, брошенный вертикально вверх со скоростью 20 м/с, упал в ту же точку со скоростью 15 м/с. Найти работу силы сопротивления воздуха. (35 Дж)

9. Лошадь тянет сани массой 1000 кг по горизонтальной снежной дороге со скоростью 3 м/с. Найти мощность, развиваемую лошадью, если коэффициент трения саней о снег равен 0,02. (600 Вт)

10. Двигатель насоса, развивая мощность 25 кВт, поднимает 100 м³ воды на высоту 6 м за 8 мин. Найти КПД установки. (50%)

1.2.4 Жидкости и газы

1. В открытый цилиндрический сосуд налиты ртуть и вода в равных по массе количествах. Общая высота двух слоев жидкостей 29,2 см. Определите давление на дно сосуда. ($54,3 \cdot 10^5$ Па)

2. Нефть хранится в баке высотой 8 м и диаметром 5 м. Определить среднюю силу, с которой нефть давит на боковую поверхность бака. Плотность нефти равна $0,76 \cdot 10^3$ кг/м³. ($3,74 \cdot 10^6$ Н)

3. Глыба льда плавает в воде. Объем надводной части глыбы 50 м³. Найти в полный объем глыбы. (500 м³)

4. Экскаватор переправляется через реку на понтоне, имеющем форму параллелепипеда с площадью горизонтальной грани 80 м². Под действием веса экскаватора осадка понтона увеличилась на 40 см. Найти в тоннах массу экскаватора. (32 т)

5. Медный шар с внутренней полостью весит в воздухе 2,59 Н, а в воде – 2,17 Н. Определить объем внутренней полости шара. Выталкивающую силу в воздухе не учитывать. ($13 \cdot 10^{-6}$ м³)

6. Однородный шарик массой 60 г лежит на дне пустого стакана. В стакан наливают жидкость так, что объем погруженной в жидкость части шарика оказывается в 6 раз меньше его общего объема. Плотность жидкости в 3 раза больше плотности материала шарика. Найти силу давления шарика на дно стакана. (0,3 Н)

7. Аэростат, объем шара которого $6 \cdot 10^3$ м³, начинает равноускоренно подниматься вертикально вверх. Общая масса оболочки шара, оборудования

и водорода, заполняющего шар, равна 500 кг. На какую высоту поднимется аэростат за 10 с движения? Плотность воздуха $0,15 \text{ кг/м}^3$. Сопротивлением воздуха пренебречь. (400 м)

8. В U-образную трубку постоянного сечения наливают ртуть. Затем в трубку наливается вода и неизвестная жидкость. Определить плотность этой жидкости, если уровень ртути в обоих коленах остался неизменным. Высота столба воды 0,2 м, а жидкости 0,18 м. (1111 кг/м^3)

9. Два одинаковых вертикальных сообщающихся сосуда заполнены водой и закрыты легкими поршнями. На какую высоту поднимется правый поршень после установления равновесия, если на левый поставить груз массой 3 кг? Площадь каждого поршня 200 см^2 . (7,5 см)

10. Малый поршень гидропресса за один ход опускается на расстояние 0,2 м, а большой поднимается на 0,01 м. С какой силой действует пресс на зажатое в нем тело, если на малый поршень действует сила 0,5 кН? КПД пресса считать близким к 1. (10000 Н)

1.3 ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Автомобиль прошел $\frac{3}{4}$ пути со скоростью 60 км/ч, а оставшуюся часть пути со скоростью 80 км/ч. Средняя скорость автомобиля на всем пути равна

- 1) 64 км/ч; 2) 68 км/ч; 3) 70 км/ч; 4) 72 км/ч; 5) 75 км/ч.

2. Скорость движения лодки относительно воды в n раз больше скорости течения реки. Во сколько раз больше времени займет поездка между двумя пунктами против течения, чем по течению?

- 1) $\frac{n-1}{n+1}$; 2) $2n$; 3) $\frac{n+1}{n-1}$; 4) $2n+1$; 5) $3n$.

3. Зависимость координаты тела от времени имеет вид
 $x = 10 + 2t^2 + 5t$ (м).

Средняя скорость тела за первые 5 с движения равна

- 1) 10 м/с; 2) 15 м/с; 3) 20 м/с; 4) 25 м/с; 5) 30 м/с.

4. Тело, двигаясь равноускоренно из состояния покоя, прошло за 4 с путь 4,8 м. Какой путь оно прошло за четвертую секунду?

- 1) 2,1 м; 2) 2,5 м; 3) 3,0 м; 4) 1,5 м; 5) 1,8 м.

5. Мяч брошен вертикально вверх из точки, находящейся на высоте h . Если известно, что за время движения мяч пролетел путь $3h$, то модуль его начальной скорости равен

- 1) $4\sqrt{2gh}$; 2) $2\sqrt{2gh}$; 3) $\sqrt{2gh}$; 4) $4\sqrt{gh}$; 5) $2\sqrt{gh}$.

6. Тело, брошенное горизонтально со скоростью v_0 , ударяется о землю под углом α к горизонту. Скорость тела в момент удара равна

- 1) $\frac{v_0}{\operatorname{tg}\alpha}$; 2) $v_0 \operatorname{tg}\alpha$; 3) $\frac{v_0}{\sin\alpha}$; 4) $v_0 \cos\alpha$; 5) $\frac{v_0}{\cos\alpha}$.

7. Во сколько раз центростремительное ускорение тела на экваторе больше, чем на широте 60° ?

- 1) $\frac{\sqrt{3}}{2}$; 2) $\sqrt{3}$; 3) 2; 4) $\sqrt{2}$; 5) 5.

8. На шероховатой горизонтальной поверхности лежит тело массой 1 кг. Коэффициент трения скольжения тела о поверхность равен 0,1. При действии на тело горизонтальной силы 0,5 Н сила трения между телом и поверхностью равна

- 1) 0,1 Н; 2) 0,5 Н; 3) 1 Н; 4) 1,5 Н; 5) 0 Н.

9. Если при действии тормозящей силы 150 кН тормозной путь поезда до полной остановки равен 50 м, то перед торможением поезд массы 150 т двигался со скоростью

- 1) 5 м/с; 2) 10 м/с; 3) 15 м/с; 4) 20 м/с; 5) 25 м/с.

10. Какую скорость должен иметь вагон, движущийся по закруглению радиуса 100 м, чтобы шар, подвешенный на нити к потолку вагона, отклонился от вертикали на угол 45° ?

- 1) 12,2 м/с; 2) 24,8 м/с; 3) 31,6 м/с; 4) 42,1 м/с; 5) 48,8 м/с.

11. Четыре одинаковых кубика, связанные невесомыми нитями, движутся по гладкому горизонтальному столу под действием горизонтальной силы F , приложенной к первому кубику. Чему равна сила натяжения нити, связывающей третий и четвертый кубики?

- 1) 0; 2) $\frac{F}{4}$; 3) $\frac{F}{2}$; 4) $\frac{3F}{4}$; 5) F .

12. Радиус Земли равен 6400 км. На каком расстоянии от поверхности Земли сила притяжения космического корабля к ней станет в 9 раз меньше, чем на поверхности Земли?

- 1) 6 400 км; 2) 9 600 км; 3) 12 800 км; 4) 19 200 км; 5) 57 600 км.

13. На горизонтально расположенном диске, вращающемся с частотой 60 об/мин, помещают небольшой предмет. Если максимальное расстояние от предмета до оси вращения, при котором предмет удерживается на диске, равно 5,1 см, то коэффициент трения между предметом и диском равен

- 1) 0,1; 2) 0,2; 3) 0,3; 4) 0,4; 5) 0,5.

14. При буксировке автомобиля массой 1 т результирующая сила сопротивления и трения в 50 раз меньше веса автомобиля. Чему равна жесткость буксирного троса, если при равномерном движении автомобиля трос удлинился на 2 см?

- 1) 10 Н/м; 2) 10^2 Н/м; 3) 10^3 Н/м; 4) 10^4 Н/м; 5) 10^5 Н/м.

15. Жесткость стального провода равна 10^4 Н/м. Если к концу троса, сплетенного из 10 таких проводов, подвесить груз массы 200 кг, то трос удлинится

- 1) на 2,5 см; 2) 2,0 см; 3) 1,5 см; 4) 1,0 см; 5) 0,5 см.

16. Через 2 с после броска кинетическая энергия тела массой 0,2 кг, брошенного вертикально вверх со скоростью 30 м/с, равна

- 1) 60 Дж; 2) 30 Дж; 3) 20 Дж; 4) 15 Дж; 5) 10 Дж.

17. Тело брошено вертикально вверх со скоростью 30 м/с. Если принять потенциальную энергию в точке бросания равной нулю, то кинетическая энергия тела будет равна половине его потенциальной энергии при подъеме на высоту

- 1) 50 м; 2) 30 м; 3) 20 м; 4) 15 м; 5) 10 м.

18. Тело массой 0,5 кг бросили вертикально вверх со скоростью 20 м/с. Если за все время полета сила сопротивления воздуха совершила работу, модуль которой равен 36 Дж, то тело упало обратно на землю со скоростью

- 1) 20 м/с; 2) 16 м/с; 3) 12 м/с; 4) 10 м/с; 5) 8 м/с.

19. Материальная точка массой 1 кг движется по окружности с постоянной скоростью 4 м/с. Изменение импульса точки после прохождения половины окружности составляет

- 1) 0; 2) 4 кг м/с; 3) 8 кг м/с; 4) 12 кг м/с; 5) 16 кг м/с.

20. Вагон массой 50 т, движущийся со скоростью 12 км/ч, налетает на стоящую на пути платформу массой 30 т. Если коэффициент трения равен 0,05, то какое расстояние пройдут платформа и вагон после сцепки?

- 1) 5,1 м; 2) 10 м; 3) 2,4 м; 4) 1,5 м; 5) 4,3 м.

21. Свободно падающий шарик массой 200 г ударился о пол со скоростью, модуль которой 5 м/с, и подпрыгнул на высоту 0,8 м. Чему равно изменение импульса шарика?

- 1) 0,2 кг м/с; 2) 4,3 кг м/с; 3) 1,8 кг м/с; 4) 1,2 кг м/с;
5) 1,6 кг м/с.

22. Тело плавает в воде так, что $\frac{3}{4}$ его объема находится над поверхностью. Плотность тела равна

- 1) 1250 кг/м³; 2) 250 кг/м³; 3) 550 кг/м³; 4) 750 кг/м³; 5) 800 кг/м³.

23. Плотность воды 1000 кг/м³, а плотность стекла 2500 кг/м³. Если стеклянный шарик массы 100 г погрузить в воде на глубину 50 см, то сила Архимеда совершит работу, равную

- 1) +0,5 Дж; 2) +0,2 Дж; 3) -0,5 Дж; 4) -0,2 Дж; 5) -500 Дж.

24. Два шара одинакового объема, полностью находящиеся в жидкости, соединены нитью и опускаются равномерно и вертикально один за другим. Пренебрегая силами сопротивления жидкости, определите силу натяжения нити, если массы шаров равны 1,6 и 2 кг.

- 1) 2,0 Н; 2) 2,5 Н; 3) 2,8 Н; 4) 3,0 Н; 5) 3,2 Н.

25. Единица давления Па в системе СИ может быть представлена как
1) $\text{кг}/\text{м}^2$; 2) $\text{кг}/\text{м}^3$; 3) $\text{кг}/\text{м}^2 \cdot \text{с}^2$; 4) $\text{кг}/\text{м} \cdot \text{с}^2$; 5) $\text{кг}/\text{с}^2$.

26. В стакане плавает кусок льда. Как изменится уровень воды в стакане, если лед растает

- 1) повысится;
- 2) понизится;
- 3) не изменится;
- 4) необходимо знать массу льда;
- 5) необходимо знать объем льда.

27. Чему равно давление на глубине 400 м в морской воде (плотность морской воды $1030 \text{ кг}/\text{м}^3$)?

- 1) 20 000 Па;
- 2) 20 600 Па;
- 3) 68 00 кПа;
- 4) 4 220 кПа;
- 5) 1130 кПа.

28. Полный шар, отлитый из чугуна, плавает в воде, погружившись ровно наполовину. Найти объем полости шара, если масса шара 5 кг. Плотность чугуна $7800 \text{ кг}/\text{м}^3$, воды – $1000 \text{ кг}/\text{м}^3$.

- 1) $0,007 \text{ м}^3$;
- 2) $0,008 \text{ м}^3$;
- 3) $0,009 \text{ м}^3$;
- 4) $0,010 \text{ м}^3$;
- 5) $0,011 \text{ м}^3$.

29. Два одинаковых вертикальных сообщающихся сосуда заполнены водой и закрыты легкими поршнями. На какую высоту поднимется правый поршень после установления равновесия, если на левый поставить груз массой 3 кг? Площадь каждого поршня 200 см. ($7,5 \text{ см}$)

- 1) 3,5 см;
- 2) 4,5 см;
- 3) 5,5 см;
- 4) 6,5 см;
- 5) 7,5 см.

30. Аквариум; имеющий форму прямоугольного параллелепипеда, заполнен водой. С какой силой вода давит на стенку аквариума, если ее длина 0,8 м, а высота 0,6 м? ($1,4 \cdot 10^3 \text{ Па}$)

- 1) 1400 Па;
- 2) 1500 Па;
- 3) 1600 Па;
- 4) 1700 Па;
- 5) 1000 Па.

**2 МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА /
MOLECULAR PHYSICS AND THERMODYNAMICS /
PHYSIQUE MOLÉCULAIRE ET THERMODYNAMIQUE**

2.1 Основные формулы / Basic formulas / Formules de base

1	$N_A = \frac{N}{\nu} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$	Число частиц в 1 моле – число Авогадро N_A
		Avogadro's number N_A , number of units N in one mole ν of any substance (defined as its molecular weight in grams)
		Nombre de particules N par mole ν – Nombre d'Avogadro N_A
2	$M = m_0 N_A$	Молярная масса M определяется массой частицы m_0 и числом Авогадро N_A
		Molar mass M is determined by the mass of the particle m_0 and the number of Avogadro N_A
		La masse molaire M est déterminée par la masse de la particule m_0 et le nombre d'Avogadro N_A
3	$\rho = \frac{m}{V}$	Плотность тела равна отношению массы к объему тела
		Density of a body is equal to the ratio of mass to volume of the body
		La densité d'un corps est égale au rapport de la masse au volume du corps
4	$n = \frac{N}{V}$	Концентрация частиц n равна отношению числа частиц N к объему V
		The concentration of particles n is equal to the ratio of the number of particles N to the volume V
		La concentration de particules n est égale au rapport du nombre de particules N au volume V
5	$p = \frac{1}{3} m_0 n \bar{v}^2$	Основное уравнение молекулярно-кинетической теории связывает давление p и среднее значение квадрата скорости \bar{v}^2
		The basic equation of molecular and kinetic theory relates the pressure p and the mean value of the square of the speed \bar{v}^2
		L'équation de base de la théorie moléculaire et cinétique relie la pression p et la valeur moyenne du carré de la vitesse \bar{v}^2
6	$p = p_1 + p_2 + p_3 + \dots p_N$	Закон Дальтона: если сосуд заполнили смесью газов, то давление смеси равно сумме парциальных давлений газов

		Dalton's law: the total pressure of a mixture of ideal gases is equal to the sum of the partial pressures of the component gases
		La loi de Dalton: si le vase est rempli d'un mélange de gaz, alors la pression du mélange est égale à la somme des pressions partielles des gaz
7	$\bar{E} = \frac{m_0 \bar{v}^2}{2},$ $\bar{E} = \frac{3}{2} kT$	Средняя энергия теплового движения частицы \bar{E}
		Average energy of the thermal motion of a particle \bar{E}
		Énergie moyenne du mouvement thermique d'une particule \bar{E}
8	$p = \frac{2}{3} n\bar{E},$ $p = nkT$	Связь давления p со средней энергией \bar{E} и температурой T
		The ratio of pressure p to average energy \bar{E} and temperature T
		Le rapport de la pression p à l'énergie moyenne \bar{E} et à la température T
9	$v_{\text{кв}} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} =$ $= \sqrt{\frac{3pV}{m}} = \sqrt{\frac{3p}{\rho}}$	Средняя квадратичная скорость $v_{\text{кв}}$ может быть определена на основании соотношений
		The root mean square velocity $v_{\text{кв}}$ can be determined based on the relations
		La vitesse quadratique moyenne $v_{\text{кв}}$ peut être déterminée sur la base des proportions
10	$pV = \frac{m}{M} RT$	Уравнение Менделеева-Клапейрона связывает основные параметры состояния идеального газа
		The Mendeleev-Clapeyron equation relates the main parameters of the state of an ideal gas
		L'équation Mendeleev-Clapeyron relie les principaux paramètres de l'état d'un gaz parfait
11	$\frac{pV}{T} = \text{const}$	Отношение данных параметров остается неизменным для любых состояний идеального газа
		The ratio of these parameters remains invariable for all ideal gas states
		Le rapport de ces paramètres reste invariable pour tous les états de gaz parfait
12	$pV = \text{const} \quad \text{или} \quad p_1V_1 = p_2V_2$	Связь параметров состояния газа при изотермическом процессе
		Relationship between the parameters of the state of the gas in an isothermal process
		Le rapport entre les paramètres de l'état du gaz dans un processus isothermique

13	$\frac{V}{T} = \text{const}$ или $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$	Связь параметров состояния газа при изобарном процессе
		Relationship between the parameters of the state of the gas in the isobaric process
		Le rapport entre les paramètres de l'état du gaz dans le processus isobare
14	$\frac{p}{T} = \text{const}$ или $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$	Связь параметров состояния газа при изохорном процессе
		Relationship between the parameters of the state of the gas in the isochoric process
		Le rapport entre les paramètres de l'état du gaz dans le processus isochore
15	$U = \bar{E} \cdot N = \frac{3}{2} kT \cdot \frac{m}{M} N_A = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT$	Внутренняя энергия U одноатомного газа определяется суммой энергий теплового движения всех частиц газа
		The internal energy U of a monoatomic gas is determined by the sum of the thermal motion energies of all the gas particles
		L'énergie interne U d'un gaz <i>monoatomique</i> est déterminée par la somme des énergies de mouvement thermique de toutes les particules de gaz
16	$U = \frac{3}{2} pV$	Внутренняя энергия U может быть связана и с давлением и объемом
		Internal energy U can be associated with pressure and volume
		L'énergie interne U peut être associée à la pression et au volume
17	$U = \frac{i}{2} \frac{m}{M} RT$	Внутренняя энергия U газа в общем случае. i – число степеней свободы частицы газа
		The internal energy U of gas in the general case. i – is the number of degrees of freedom of a gas particle
		L'énergie interne U du gaz dans le cas général. i – est le nombre de degrés de liberté d'une particule de gaz
18	$\Delta U = \frac{i}{2} \frac{m}{M} R \Delta T$	Изменение внутренней энергии ΔU определяется изменением температуры
		The change in internal energy ΔU is determined by the change in temperature
		Le changement d'énergie interne ΔU est déterminé par le changement de la température
19	$A = p \Delta V$	Работа A в термодинамике. Графически работа определяется площадью криволинейной трапеции под графиком процесса или площадью фигуры, ограниченной графиком кругового процесса в координатах $p(V)$

		<p>The work A of thermodynamics. Graphically, the work is determined by the area of a curved trapezoid under the process graph or the area of a figure bounded by the circular process graph in $p(V)$ coordinates</p> <p>Le travail A de la thermodynamique. Graphiquement, le travail est déterminé par la surface d'un trapèze courbe sous le graphique de processus ou la surface d'une figure limitée par le graphique de processus circulaire en coordonnées $p(V)$</p>
20	$\Delta Q = A + \Delta U$	<p>Первый закон термодинамики: количество теплоты ΔQ, сообщенной системе равно изменению внутренней энергии системы ΔU и работе A системы над внешними телами</p> <p>The First Law of Thermodynamics: the amount of heat ΔQ transmitted to the system is equal to the variation of the internal energy of the system ΔU and to the work of the system A on the external bodies</p> <p>La 1^{ère} loi de la thermodynamique: la quantité de chaleur ΔQ transmise au système est égale à la variation de l'énergie interne du système ΔU et au travail A du système sur les corps externes</p>
21	<p>Изотермический процесс Isothermal process Processus isothermique</p>	<p>При изотермическом процессе: $T = \text{const.}$ Тогда $\Delta U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} R \Delta T = 0$, следовательно $\Delta Q = A$. Все подводимое к системе количество теплоты идет на совершение системой работы</p> <p>In an isothermal process: $T = \text{const.}$ So $\Delta U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} R \Delta T = 0$ then $\Delta Q = A$ All the heat supplied to the system goes to the system to do the work</p> <p>Dans un processus isothermique: $T = \text{const.}$ Alors $\Delta U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} R \Delta T = 0$, donc $\Delta Q = A$. Toute la quantité de chaleur fournie au système va au système pour effectuer le travail</p>
22	<p>Изобарный процесс Isobaric process Processus isobarique</p>	<p>При изобарном процессе: $p = \text{const.}$ В этом случае $\Delta Q = \Delta U + A$</p> <p>In an isobaric process: $p = \text{const.}$ In that case $\Delta Q = \Delta U + A$</p> <p>Dans un processus isobarique: $p = \text{const.}$ Dans ce cas $\Delta Q = \Delta U + A$</p>
23	<p>Изохорный процесс Isochoric process Processus isochore</p>	<p>При изохорном процессе: $V = \text{const.}$ Тогда $A = p \Delta V = 0$. Следовательно, $\Delta Q = \Delta U$. Все подводимое к системе тепло расходуется на изменение внутренней энергии</p>

		<p>In an isochoric process: $V = \text{const.}$ So $A = p\Delta V = 0$ Therefore $\Delta Q = \Delta U$. All the heat supplied to the system is spent to change internal energy</p> <p>Dans un processus isochore: $V = \text{const.}$ Alors $A = p\Delta V = 0$. Par conséquent $\Delta Q = \Delta U$. Toute la chaleur fournie au système est dépensée pour changer l'énergie interne</p>
24	<p>Адиабатный процесс Adiabatic process Processus adiabatique</p>	<p>Процессы, происходящие в системе без теплообмена с окружающей средой, называются адиабатными. В этом случае $\Delta Q = 0$. И, следовательно, $\Delta U = -A$</p> <p>The processes occurring in a system without heat exchange with the environment are called adiabatic. In that case $\Delta Q = 0$. And therefore $\Delta U = -A$</p> <p>Les processus se produisant dans un système sans échange de chaleur avec l'environnement sont appelés adiabatiques. Dans ce cas $\Delta Q = 0$. Et, par conséquent $\Delta U = -A$</p>
25	$\eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$	<p>Коэффициент полезного действия η тепловой машины (цикла, процесса). A – работа, совершенная газом за цикл (процесс); Q_1 – количество теплоты, сообщенное газу за цикл (процесс); Q_2 – количество теплоты, отданное газом за цикл (процесс)</p> <p>The efficiency η of a heat engine (cycle, process). A – work done by gas per cycle (process); Q_1 – the amount of heat supplied to the gas per cycle (process); Q_2 – the amount of heat released by the gas per cycle (process)</p> <p>Le coefficient d'efficacité η d'un moteur thermique (cycle, processus). A – travail effectué par gaz par cycle (procédé); Q_1 – la quantité de chaleur fournie au gaz par cycle (processus); Q_2 – la quantité de chaleur dégagée par le gaz par cycle (processus)</p>
26	$\eta^* = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$	<p>КПД идеальной тепловой машины η^* (цикла Карно)</p> <p>Efficiency of an ideal heat engine η^* (Carnot cycle)</p> <p>Le coefficient d'efficacité d'un moteur thermique idéal η^* (cycle Carnot)</p>

27	$Q = rm$	Количество теплоты Q , необходимой для испарения жидкости
		The amount of heat Q needed to vaporize a liquid
		La quantité de chaleur Q nécessaire pour vaporiser un liquide
28	$\varphi = \frac{p}{p_0} \cdot 100\%$	Влажность воздуха φ определяется отношением давления p (плотности ρ) паров при данной температуре к давлению p_0 (плотности ρ_0) насыщенных паров
		The humidity of the air φ is determined by the ratio of the vapor pressure p (density ρ) at a given temperature to the pressure of saturated vapors p_0 (density ρ_0)
		L'humidité de l'air φ est déterminée par le rapport de la pression de vapeur p (densité ρ) à une température donnée à la pression des vapeurs saturées p_0 (densité ρ_0)
29	$\sigma = \frac{\Delta A}{\Delta S}$	Коэффициент поверхностного натяжения жидкости σ – отношение работы изменения поверхности жидкости ΔA к изменению площади поверхности ΔS
		The coefficient of surface tension of a liquid σ is the ratio of the work ΔA of changing the surface of a liquid to a change in the surface area ΔS
		Le coefficient de tension superficielle d'un liquide σ est le rapport du travail de changement de la surface d'un liquide ΔA à un changement de l'aire de surface ΔS
30	$p = \frac{2\sigma}{R}$	Давление p , создаваемое искривленной поверхностью (сферической, для круглого капилляра) жидкости (лапласово давление)
		The pressure p created by the curved surface (spherical, for a round capillary) of the liquid (Laplace pressure)
		La pression p créée par la surface courbe (sphérique, pour un capillaire rond) du liquide (pression de Laplace)
31	$p = \frac{\sigma}{R}$	Для искривленной цилиндрической поверхности (между двумя параллельными пластинами)
		For a curved cylindrical surface (between two parallel plates)
		Pour une surface cylindrique courbe (entre deux plaques parallèles)

32	$h = \frac{2\sigma}{\rho g R}$	Высота подъема (опускания) h жидкости в капилляре
		Height of rise (fall) h of liquid in a capillary
		La hauteur de montée (descente) h du liquide dans un capillaire
33	$Q = cm\Delta T$	Количество теплоты Q , необходимой для нагревания тела (твердого, жидкого, газообразного)
		The amount of heat Q needed to heat a body (solid, liquid, gas)
		La quantité de chaleur Q nécessaire pour chauffer un corps (solide, liquide, gazeux)
34	$Q = \lambda m$	Количество теплоты Q , необходимой для плавления тела
		The amount of heat Q needed to melt the body
		La quantité de chaleur Q nécessaire pour faire fondre le corps
35	$Q_{отдан} = Q_{получ}$	Уравнение теплового баланса
		Heat balance equation
		L'équation du bilan thermique
36	$\sigma = E\varepsilon$	Закон Гука, зависимость $\sigma(\varepsilon)$ – диаграмма растяжения; $\sigma = \frac{F}{S}$ – напряжение; $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$ – относительная деформация; E – модуль Юнга
		Hooke's law, dependence $\sigma(\varepsilon)$ – the extension curve; $\sigma = \frac{F}{S}$ – the tension; $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$ – the relative strain; E – Young's modulus
		La loi de Hooke, dépendance $\sigma(\varepsilon)$ – la courbe d'extension; $\sigma = \frac{F}{S}$ – la tension; $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$ – la déformation relative; E – module de Young

2.2 ТИПОВЫЕ ЗАДАЧИ

2.2.1 Молекулярно-кинетическая теория. Изопроцессы

1. Средняя квадратичная скорость молекул газа равна 400 м/с. Определите объем, который занимает 1 кг газа при давлении 10^5 Па. ($0,53 \text{ м}^3$)

2. 5 г водорода создают в баллоне давление 400 кПа. Неизвестный газ массой 10 г в таком же баллоне при той же температуре создает давление 100 кПа. Найти молярную массу неизвестного газа. ($16 \cdot 10^{-3}$ кг/моль)

3. Газ находится при нормальных условиях и занимает объем 4 м^3 . Определить объем газа после его нагревания при постоянном давлении до температуры 546 К. (8 м^3)

4. В баллоне находится азот под давлением 200 кПа. Температура газа 300 К. Чему равна плотность азота в этом баллоне? ($2,25 \text{ кг/м}^3$)

5. Цилиндрический сосуд длиной 1,7 м разделен на две части легкоподвижным поршнем. При каком положении поршня давление в обеих частях цилиндра будет одинаково, если одна часть цилиндра заполняется водородом, а вторая – такой же массой кислорода? Температура в обеих частях цилиндра одинакова. (1,6 м; 0,1 м)

6. В первом сосуде, объемом 7 л, газ находится под давлением 50 кПа, а во втором, объемом 15 л, – под давлением 100 кПа. Температура газа в сосудах одна и та же. Какое давление установится в сосудах после их соединения? (84,1 кПа)

7. Открытая с двух концов трубка длиной 0,76 м до половины погружена в ртуть. Сколько ртути останется в трубке, если, плотно закрыв верхнее отверстие, вынуть трубку из ртути? (30 см)

8. Если объем пузырька воздуха, всплывающего со дна озера увеличивается в 11 раз, то чему равна глубина озера? Атмосферное давление равно 100 кПа. (120 м)

9. При какой максимальной температуре взорвется баллон, содержащий 0,195 кг водорода, если он рассчитан на хранение 1 кг азота при температуре 293 К при десятикратном запасе прочности? (2103 К)

2.2.2. Термодинамика. Агрегатные переходы. Влажность

1. При изобарическом нагревании кислорода, находящегося в цилиндре с поршнем, его объем увеличился на $0,1 \text{ м}^3$. Определить приращение внутренней энергии кислорода, если ему сообщено 690 Дж теплоты. Давление кислорода внутри цилиндра равно 900 Па. (600 Дж)

2. Газ в цилиндре расширяется изотермически. Давление при этом уменьшается вдвое. Какая работа совершена газом при этом процессе и чему равен конечный объем, если газ получил от нагревателя 84 кДж теплоты? Начальный объем газа $0,1 \text{ м}^3$. (84 кДж; $0,2 \text{ м}^3$)

3. Температура воздуха, масса которого 29 кг, повышается на 100 К один раз при постоянном давлении, а другой – при постоянном объеме. Найти разницу затраченных количеств теплоты при этих процессах. ($1,246 \cdot 10^6 \text{ Дж}$)

4. Тепловой двигатель работает по Циклу Карно. Если КПД цикла 80%, а количество теплоты, отдаваемое за цикл холодильнику 2 Дж, то чему равна, совершаемая рабочим телом на участке изотермического расширения. (10 Дж)

5. Тепловой двигатель получает от нагревателя за цикл количество теплоты 500 Дж и совершает работу 200 Дж. Температура нагревателя 800 К, температура холодильника 320 К. Во сколько раз КПД данного теплового двигателя меньше, чем КПД идеального теплового двигателя, работающего с теми же нагревателем и холодильником. (1,5)

6. Алюминиевый сосуд массой 0.5 кг содержит 200 г воды при температуре 300 К. Кусок железа массой 300 г, нагретый до 350 К, опускают в сосуд. Определить температуру воды по установлению в сосуде теплового равновесия. (305 К)

7. Сколько теплоты выделиться при конденсации, последующем охлаждении, обращении в лед и понижении температуры льда до 253 К 10 кг водяного пара, температура которого 373 К? ($3,06 \cdot 10^7 \text{ Дж}$)

8. Сопротивление спирали нагревателя 20 Ом. За 5 мин нагреватель испаряет 100 г воды при температуре кипения. Удельная теплота парообразования воды 2,3 МДж/кг. КПД нагревателя 60%. Чему равна сила тока, текущего через спираль нагревателя?

9. Мотор имеет мощность 13,25 кВт и КПД 15%. На сколько километров пути хватит ему 20 л бензина при равномерном движении со скоростью 30 км/ч? (58,1 км)

10. Сколько воды выделится из 1 м^3 воздуха, если при 293 К его относительная влажность равна 90%, а температура воздуха понизилась до 288 К? (2,77 г)

11. При температуре воздуха 288 К относительная влажность 70%. Определить точку росы. ($8 \text{ }^\circ\text{C}$)

2.3 ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Как изменится температура идеального газа постоянного количества вещества, если его давление уменьшить в 2 раза, а объем увеличить в 3 раза?

- 1) уменьшится в 1,5 раза;
- 2) увеличится в 1,5 раза;
- 3) не изменится;
- 4) уменьшится в 6 раз;
- 5) увеличится в 6 раз.

2. Если концентрация молекул кислорода ($\mu = 32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль) в сосуде вместимостью 5 л равна $9,41 \cdot 10^{23}$ м³, то масса газа в сосуде равна

- 1) 0,25 г;
- 2) 0,36 г;
- 3) 0,82 г;
- 4) 1,25 г;
- 5) 2,16 г.

3. В комнате объемом 50 м³ температура увеличилась с 7 °С до 27 °С. Сколько воздуха необходимо удалить, чтобы давление оставалось неизменным 100 кПа?

- 1) 0,25 кг;
- 2) 1,6 кг;
- 3) 4,15 кг;
- 4) 12,25 кг;
- 5) 26 кг.

4. В сосуд объемом 1 л поместили 2060 мг кислорода и 4000 мг азота при температуре 273 К. Чему равно давление газов в сосуде?

- 1) 230 кПа;
- 2) 340 кПа;
- 3) 466 кПа;
- 4) 690 кПа;
- 5) 920 кПа.

5. Молярная масса водорода $\mu = 2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль. При нормальных условиях ($p = 10^5$ Па, $t = 0$ °С) плотность водорода равна

- 1) 0,02 кг/м³;
- 2) 0,04 кг/м³;
- 3) 0,09 кг/м³;
- 4) 0,86 кг/м³;
- 5) 1,26 кг/м³.

6. Если в сосуде вместимостью 1 м³ находится 1,2 кг идеального газа при давлении 10^5 Па, то средняя квадратичная скорость молекул газа равна

- 1) 200 м/с;
- 2) 300 м/с;
- 3) 400 м/с;
- 4) 500 м/с;
- 5) 600 м/с.

7. Если баллон, содержащий 12 л кислорода при давлении 1 МПа, соединить с пустым баллоном вместимости 3 л, то в процессе изотермического расширения газа в сосудах установится давление, равное

- 1) 4,0 МПа;
- 2) 0,8 МПа;
- 3) 0,6 МПа;
- 4) 0,4 МПа;
- 5) 0,2 МПа.

8. Сколько молекул ртути содержится в 1 см³ воздуха в помещении объемом 30 м³, в котором испарился 1 г ртути? Молярная масса ртути равна 0,201 кг/моль.

- 1) $1,0 \cdot 10^{14}$;
- 2) $1,5 \cdot 10^{13}$;
- 3) $3,0 \cdot 10^{12}$;
- 4) $5,5 \cdot 10^{11}$;
- 5) $1,0 \cdot 10^{10}$.

9. Один моль идеального газа перевели из состояния 1 в состояние 2 изохорически так, что его давление уменьшилось в 1,5 раза, а затем изоба-

рически нагрели до первоначальной температуры. При этом газ совершил работу 0,83 кДж. Определить первоначальную температуру газа.

- 1) 206 К; 2) 300К; 3) 386 К; 4) 415 К; 5) 455 К.

10. Одноатомный идеальный газ изотермически расширился из состояния с давлением 10^6 Па и объемом 1 л до состояния с вдвое большим объемом. Найдите внутреннюю энергию газа в конечном состоянии.

- 1) 100 Дж; 2) 300 Дж; 3) 1500 Дж; 4) 3000 Дж; 5) 3200 Дж.

11. Если идеальный тепловой двигатель, получив 4 кДж теплоты от нагревателя при температуре 127 °С, совершил работу 800 Дж, то температура холодильника равна

- 1) 25 °С; 2) 47 °С; 3) 38 °С; 4) 62 °С; 5) 78 °С.

12. Газ, совершающий цикл Карно, за счет каждой 2 кДж энергии, полученной от нагревателя, производит работу 600 Дж. Во сколько раз абсолютная температура нагревателя больше абсолютной температуры холодильника?

- 1) 1,3; 2) 1,4; 3) 1,5; 4) 1,6; 5) 1,7.

13. В идеальном тепловом двигателе температура нагревателя втрое больше абсолютной температуры холодильника. Если, не меняя температуры холодильника, температуру нагревателя повысить на 25%, то КПД этого двигателя станет равным

- 1) 0,3; 2) 0,4; 3) 0,5; 4) 0,6; 5) 0,7.

14. Какое количество теплоты получил одноатомный идеальный газ при изобарическом нагревании, если его внутренняя энергия увеличилась на 150 Дж?

- 1) 150 Дж; 2) 200 Дж; 3) 250 Дж; 4) 300 Дж; 5) 350 Дж.

15. Холодильник идеального теплового двигателя имеет температуру 27 °С. Как изменится КПД этого двигателя, если температуру нагревателя увеличить от 127 °С до 327 °С?

- 1) увеличится на 14%; 2) уменьшится на 14%;
3) увеличится на 25%; 4) уменьшится на 25%;
5) увеличится на 32%.

16. В идеальном тепловом двигателе абсолютная температура нагревателя в 4 раза выше абсолютной температуры холодильника. Нагреватель передал рабочему телу двигателя 40 кДж теплоты. Чему равна совершенная работа?

- 1) 15 кДж; 2) 20 кДж; 3) 51 кДж; 4) 33 кДж; 5) 30 кДж.

17. Свинцовая пуля, летящая со скоростью 310 м/с, пробивает доску и продолжает лететь со скоростью 190 м/с. На сколько градусов повысилась температура пули? Удельная теплоемкость свинца 100 Дж/кг·К.

1) 300 °С; 2) 200 °С; 3) 100 °С; 4) 800 °С; 5) 600 °С.

18. Реактивный самолет летит со скоростью 1800 м/с и развивает силу тяги 88 кН. КПД его двигателя равен 20%. Определите массу керосина, израсходованного за 1 ч полета самолета. Удельная теплота сгорания керосина равна 44 МДж/кг.

1) 20 т; ; 2) 18 т; 3) 16 т; 4) 14 т; 5) 12 т.

19. Найти относительную влажность воздуха в комнате при 18 °С, если точка росы 10 °С.

1) 24%; 2) 35%; 3) 48%; 4) 57%; 5) 61%.

20. Относительная влажность в комнате при 16 °С составляет 65%. Какой она станет при понижении температуры воздуха на 4 К, если плотность водяного пара останется прежней?

1) 55%; 2) 78%; 3) 83%; 4) 91%; 5) 98%.

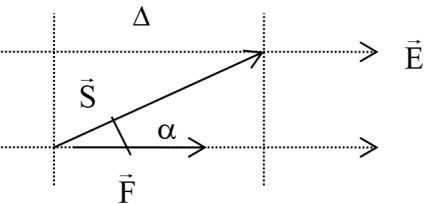
3 ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ
ELECTRICITY AND MAGNETISM
ÉLECTRICITÉ ET MAGNÉTISME

3.1 Основные формулы / Basic formulas / Formules de base

3.1.1 Электростатика
Electrostatics
Électrostatique

1	$\sum_{i=1}^N q_i = \text{const}$	<p>Закон сохранения заряда: в замкнутой изолированной системе алгебраическая сумма зарядов системы остается постоянной. q_i – величина отдельного точечного заряда</p> <p>Law of conservation of charge the net charge of an isolated system will always remain constant. q_i – single point charge magnitude</p> <p>La loi de conservation des charges : dans un système fermé isolé, la somme algébrique des charges du système fermé reste constante. q_i – valeur d'une charge ponctuelle particulière</p>
2	$q = \pm Ne$	<p>Дискретность заряда: любой заряд кратен элементарному заряду (заряду электрона) e. $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл; N – число элементарных зарядов, образующих заряд тела</p> <p>Discreteness of charge: any charge is a multiple of an elementary charge (electron charge) e. $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C; N – number of elementary charges that form the charge of the body</p> <p>La discrèteté d'une charge : Toute charge est un multiple de la charge élémentaire (charge de l'électron) e. $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C; N – nombre de charges élémentaires formant la charge du corps</p>
3	$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ м/Ф}$	<p>Согласно закону Кулона сила взаимодействия двух точечных зарядов F в вакууме пропорциональна произведению модулей их зарядов q_1 и q_2 и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними r. $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м – электрическая постоянная</p> <p>According to Coulomb's law the force F between two charged particles q_1 and q_2 is proportional to the inverse square of the distance between them r. $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ F/m – electrical constant</p>

		<p>Selon la loi de Coulomb, la force d'interaction de deux charges ponctuelles F dans le vide est proportionnelle au produit des modules de leurs charges q_1 et q_2 est inversement proportionnelle au carré de la distance entre elles r.</p> <p>$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ F/m – constant électrique</p>
4	$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$	<p>Напряженность электрического поля \vec{E} – векторная величина, равная отношению силы \vec{F}, действующей на заряд, к величине заряда q</p> <p>The electric field strength \vec{E} at a point equals the force \vec{F} per unit positive charge q.at that point</p> <p>L'intensité du champ électrique \vec{E} est une quantité vectorielle égale au rapport de la force \vec{F} agissant sur la charge à la valeur de la charge q</p>
5	$E = k \frac{q}{r^2}$	<p>Напряженность \vec{E} электрического поля точечного заряда q.</p> <p>r – расстояние от источника поля до точки, в которой определяется напряженность.</p> <p>Electric field strength of a point charge q.</p> <p>r – the distance from the field source to the point at which the intensity is determined</p> <p>L'intensité \vec{E} du champ électrique d'une charge ponctuelle q</p> <p>r – la distance entre la source de champ et le point où l'intensité est déterminée</p>
6	$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0 \epsilon}$	<p>Напряженность \vec{E} поля плоского конденсатора.</p> <p>ϵ_0 – электрическая постоянная;</p> <p>ϵ – диэлектрическая проницаемость;</p> <p>σ – поверхностная плотность заряда</p> <p>Field strength \vec{E} of a flat capacitor.</p> <p>ϵ_0 – electrical constant;</p> <p>ϵ – the dielectric constant;</p> <p>σ – surface charge density</p> <p>L'intensité \vec{E} de champ du condensateur à plaques.</p> <p>ϵ – constante électrique;</p> <p>ϵ – perméabilité diélectrique;</p> <p>σ – densité de couche chargée</p>
7	$\sigma = \frac{q}{S}$	<p>Поверхностная плотность заряда σ.</p> <p>q – заряд тела;</p> <p>S – площадь, по которой распределен заряд</p> <p>Surface charge density σ.</p> <p>q – charge on the surface;</p> <p>S – area of surface</p>

		<p>Densité de couche chargée d'une charge σ . q – charge du corps; S – zone sur laquelle la charge est répartie</p>
8	$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_i$	<p>Принцип суперпозиции: напряженность электрического поля системы зарядов \vec{E} равна векторной сумме напряженностей полей, создаваемых каждым зарядом в отдельности \vec{E}_i</p> <p>The electric potential of two or more charges is obtained by applying the superposition principle: the total electric potential at some point due to several point charges is the algebraic sum of the electric potentials due to the individual charges</p> <p>Le principe de superposition: L'intensité du champ électrique du système de charges \vec{E} est égale à la somme vectorielle des intensités des champs créées par chaque charge séparément \vec{E}_i</p>
9	$A = \vec{F} \cdot \Delta\vec{r} = F \cdot \Delta r \cdot \cos \alpha = qE\Delta d$ 	<p>Работа по перемещению заряда электрическим полем. При перемещении заряда q под углом α к вектору электростатической силы \vec{F} совершается работа A, равная скалярному произведению вектора силы и перемещения $\Delta\vec{r}$. Δd – расстояние между точками вдоль силовой линии; q – перемещаемый заряд; E – модуль напряженности электрического поля</p> <p>Work done by moving a charge. When the charge q moves at an angle α to the vector of electrostatic force \vec{F}, work A done equal to the scalar product of the force vector and displacement $\Delta\vec{r}$. Δd – distance between points along the line of force; q – charge; E – modulus of electric field strength</p> <p>Travaux sur le déplacement d'une charge par un champ électrique. Lorsque la charge q se déplace à un angle α par rapport au vecteur de force électrostatique \vec{F}, le travail A est effectué égal au produit scalaire du vecteur de la force et du déplacement $\Delta\vec{r}$. Δd – distance entre les points le long de la ligne de force; q – charge transférable; E – module d'intensité du champ électrique</p>
10	$W = qEd$	<p>Потенциальная энергия W заряда q в однородном электрическом поле напряженностью E . d – расстояние от заряда до источника поля</p>

		<p>Potential charge energy in a uniform electric field of strength E.</p> <p>d – distance from charge to field source</p>
		<p>L'énergie potentielle W d'une charge q dans un champ électrique uniforme d'intensité E.</p> <p>d - distance entre la charge et la source de champ</p>
11	$A = -(W_2 - W_1) = -\Delta W$	<p>Работа A по перемещению заряда электрическим полем.</p> <p>ΔW – изменение потенциальной энергии заряда в электростатическом поле</p>
		<p>The work A done in moving a charge in an electric field.</p> <p>ΔW – change in the potential energy of a charge in an electrostatic field</p>
		<p>Le travail A sur le déplacement d'une charge par un champ électrique.</p> <p>ΔW – changement d'énergie potentielle de charge dans un champ électrostatique</p>
12	$\varphi = \frac{W}{q}$	<p>Потенциал электростатического поля φ : отношение потенциальной энергии W заряда в поле к величине заряда q.</p>
		<p>The electric potential φ at a point in an electric field is numerically equal to the work done in moving a unit positive charge to that point from infinity</p>
		<p>Le potentiel du champ électrostatique φ : le rapport entre l'énergie potentielle W de la charge dans le champ et la valeur de la charge q</p>
13	$A = -q(\varphi_2 - \varphi_1) = -q\Delta\varphi$	<p>Работа электростатического поля по перемещению точечного заряда q определяется разностью потенциалов $\Delta\varphi$.</p> <p>φ_1 – потенциал электростатического поля в начальной точке;</p> <p>φ_2 – потенциал электростатического поля в конечной точке</p>
		<p>Work is related to the potential of the end point and the starting point.</p> <p>φ_1 – potential of the electrostatic field at the starting point;</p> <p>φ_2 – potential of the electrostatic field at the end point</p>
		<p>Le travail du champ électrostatique pour déplacer une charge ponctuelle q est déterminé par la différence de potentiels $\Delta\varphi$.</p> <p>φ_1 – potentiel de champ électrostatique au point de départ;</p> <p>φ_2 – potentiel de champ électrostatique au point final</p>

15	$\varphi = k \frac{q}{r}$	<p>Потенциал φ электростатического поля точечного заряда (сферы, шара) прямо пропорционален заряду тела q и обратно пропорционален расстоянию r от заряда до точки, в которой определяется потенциал</p> <p>Expression of the field potential of a point charge (sphere, ball). The potential φ of the electrostatic field of a point charge (sphere, ball) is directly proportional to the charge of the body and is inversely proportional to the distance from the charge to the point at which the potential is determined</p> <p>Le potentiel du champ électrostatique d'une charge ponctuelle (sphère, boule) est directement proportionnel à la charge du corps q et inversement proportionnel à la distance r de la charge au point où le potentiel est déterminé</p>
16	$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_N$	<p>Потенциал поля в данной точке электрического поля системы зарядов φ равен алгебраической сумме потенциалов φ_i полей, создаваемых каждым зарядом в отдельности</p> <p>The potential at a given point of the electric field of the charge system is equal to the algebraic sum of the potentials of the fields created by each charge separately</p> <p>Le potentiel de champ en un point donné du champ électrique du système de charges est égal à la somme algébrique des potentiels des champs créés par chaque charge séparément</p>
17	$E = -\frac{\Delta\varphi}{\Delta d}$	<p>Связь между силовой и энергетической характеристикой электрического поля. E – напряженность электростатического поля; $\Delta\varphi$ – разность потенциалов; Δd – расстояние между точками с соответствующей разностью потенциалов</p> <p>The relationship between the power and energy characteristics of an electric field. E – the intensity of the electrostatic field; $\Delta\varphi$ – potential difference; Δd – the distance between points with the corresponding potential difference</p> <p>Le rapport entre les caractéristiques de puissance et d'énergie d'un champ électrique. E – intensité du champ électrostatique; $\Delta\varphi$ – différence des potentiels; Δd – distance entre les points avec une différence de potentiel correspondante</p>

18	$W = \sum W_{ik}$	Энергия поля системы зарядов W равна сумме энергий взаимодействия различных пар зарядов W_{ik}
		The field energy of the charge system is equal to the sum of the interaction energies of different pairs of charges
		L'énergie de champ du système de charges W est égale à la somme des énergies d'interaction de différentes paires de charges W_{ik}
19	$C = \frac{\Delta q}{\Delta \phi}$	Емкость C уединенного проводника равна отношению заряда Δq , сообщенного проводнику к изменению его потенциала $\Delta \phi$
		The electrical capacity C of a solitary conductor is equal to the ratio of the charge Δq imparted to the conductor to the change in its potential $\Delta \phi$
		Capacité électrique C du conducteur isolé est égale au rapport de la charge Δq , conférée au conducteur à la variation de son potentiel $\Delta \phi$
20	$C = \frac{q}{U}$	Емкость C плоского конденсатора определяется зарядом q пластин и напряжением U на его обкладках
		The capacity C of a flat capacitor is determined by the charge q of the plates and the voltage U across its plates
		Capacité C d'un condensateur à plaques est déterminée par la charge q des plaques et la tension U sur ses couvertures
21	$C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$	Емкость плоского конденсатора C определяется площадью пластин S , расстоянием между пластинами d и диэлектрической проницаемостью среды между пластинами ϵ . ϵ_0 – электрическая постоянная
		The capacitance C of a flat capacitor is determined by the area S of the plates, the distance d between the plates and the dielectric constant of the medium between the plates ϵ . ϵ_0 – electrical constant
		Capacité d'un condensateur à plaques C est déterminée par la surface des plaques S , par la distance entre les plaques d et par la pénétrabilité diélectrique du milieu entre les plaques ϵ . ϵ_0 – constante électrique

23	$E = \frac{U}{d}$	<p>Связь между напряженностью поля E внутри плоского конденсатора с напряжением на его обкладках U.</p> <p>d – расстояние между пластинами конденсатора</p> <p>The relationship between the field strength E inside a flat capacitor with the voltage U across its plates.</p> <p>d – the distance between the plates</p> <p>Relation entre l'intensité du champ E à l'intérieur d'un condensateur à plaques avec une tension sur ses couvertures U.</p> <p>d – distance entre les plaques du condensateur</p>
24	$C = C_1 + C_2 + \dots + C_N$ $U = U_1 = U_2 = \dots = U_N$ $q = q_1 + q_2 + \dots + q_N$	<p>Параллельное соединение конденсаторов.</p> <p>C – емкость системы конденсаторов; C_i – емкости отдельных конденсаторов; U – напряжение системы конденсаторов; U_i – напряжения отдельных конденсаторов; q – заряд системы конденсаторов; q_i – заряды отдельных конденсаторов</p> <p>Capacitors in parallel. The equivalent capacitance of a parallel combination of capacitors is larger than any of the individual capacitances.</p> <p>C – capacitance of the capacitor system; C_i – capacities of individual capacitors; U – voltage of the capacitor system; U_i – voltages of individual capacitors; q – charge of the capacitor system; q_i – charges of individual capacitors</p> <p>Connexion parallèle des condensateurs.</p> <p>C – capacité du système de condensateurs; C_i – capacités des condensateurs individuels; U – tension du système des condensateurs; U_i – tensions des condensateurs individuels; q – charge du système des condensateurs; q_i – charges des condensateurs individuels</p>
25	$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_N}$ $q = q_1 = q_2 = \dots = q_N$ $U = U_1 + U_2 + \dots + U_N$	<p>Последовательное соединение конденсаторов.</p> <p>C – емкость системы конденсаторов; C_i – емкости отдельных конденсаторов; U – напряжение системы конденсаторов; U_i – напряжения отдельных конденсаторов; q – заряд системы конденсаторов; q_i – заряды отдельных конденсаторов</p>

25		Capacitors in series. The equivalent capacitance of a series combination is always smaller than any individual capacitance in the combination. C – capacitance of the capacitor system; C_i – capacities of individual capacitors; U – voltage of the capacitor system; U_i – voltages of individual capacitors; q – charge of the capacitor system; q_i – charges of individual capacitors
		Connexion en série des condensateurs. C – capacité du système de condensateurs; C_i – capacités des condensateurs individuels; U – tension du système des condensateurs; U_i – tensions des condensateurs individuels; q – charge du système des condensateurs; q_i – charges des condensateurs individuels
26	$W = \frac{qU}{2} = \frac{q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2}$	W – энергия плоского конденсатора; C – емкость конденсатора; U – напряжение конденсатора; q – заряд конденсатора
		W – energy in a capacitor; C – capacitor capacity; U – capacitor voltage; q – capacitor charge
		W – énergie d'un condensateur à plaques; C – capacité d'un condensateur; U – tension d'un condensateur; q – charge d'un condensateur

3.1.2 Законы постоянного тока

DC circuit rules

Lois du courant continu

1	$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$	Сила тока I – отношение заряда Δq , переносимого через поперечное сечение проводника за интервал времени Δt , к этому интервалу времени
		The intensity of the current is the quantity of charge which passes in a conductor per unit of time
		Intensité du courant I est le rapport de la charge Δq , transportée à travers la section transversale du conducteur sur un intervalle de temps Δt , à cet intervalle de temps

2	$j = \frac{I}{S}$	<p>Плотность тока j – отношение силы тока I к площади поперечного сечения проводника S</p> <p>Current density is the amount of charge per unit time that flows through a unit area of a chosen cross section S</p> <p>Densité du courant j est le rapport de la force du courant I à la section transversale du conducteur S</p>
3	$R = \rho \frac{l}{S}$	<p>Сопротивление металлического проводника R прямо пропорционально его длине l и обратно пропорционально площади S поперечного сечения проводника. ρ – удельное сопротивление проводника</p> <p>Metal conductor resistance. The resistance R of a given material is proportional to the length l, but inversely proportional to the cross-sectional area S. ρ – specific conductor resistance</p> <p>Résistance d'un conducteur métallique R est directement proportionnelle à sa longueur l et inversement proportionnelle à la surface S de la section transversale du conducteur. ρ – résistance spécifique du conducteur</p>
4	$\rho = \rho_0 (1 + \alpha \Delta t)$	<p>Зависимость удельного сопротивления проводника ρ от температуры. ρ_0 – удельное сопротивление проводника при 0°C; Δt – изменение температуры; α – температурный коэффициент сопротивления</p> <p>The resistivity of materials depends on the temperature. The equation shows the relation between the temperature and the resistivity of a material ρ_0 – the resistivity at 0°C; Δt – temperature change; α – the temperature coefficient of resistivity</p> <p>Dépendance de la résistance spécifique du conducteur ρ de la température. ρ_0 – résistance spécifique du conducteur à 0°C; Δt – changement de température; α – coefficient de température de résistance</p>
5	$R = R_0 (1 + \alpha \Delta t)$	<p>Зависимость сопротивления проводника R от температуры. R_0 – сопротивление проводника при 0°C; Δt – изменение температуры; α – температурный коэффициент сопротивления</p>

		<p>The resistivity R dependence of the conductor on temperature. R_0 – resistivity of the conductor at $0\text{ }^\circ\text{C}$; Δt – temperature change; α – the temperature coefficient of resistivity</p>
		<p>Dépendance de la résistance du conducteur R de la température. R_0 – résistance du conducteur à $0\text{ }^\circ\text{C}$; Δt – changement de température; α – coefficient de température de résistance</p>
6	$I = \frac{U}{R}$	<p>Закон Ома для участка цепи. I – сила тока в цепи; U – напряжение на участке цепи; R – сопротивление участка цепи</p>
		<p>Ohm's law for a section of a circuit. I – current in the circuit; U – voltage across the circuit; R – circuit resistance</p>
		<p>La loi d'Ohm pour une section d'un circuit. I – intensité du courant de circuit; U – tension sur la section de circuit; R – résistance de la section de circuit</p>
7	$IR = U + \varepsilon$	<p>Закон Ома для участка цепи, содержащего ЭДС. I – сила тока в цепи; U – напряжение на участке цепи; R – сопротивление участка цепи; ε – ЭДС источника тока</p>
		<p>Ohm's law for a section of a circuit containing electromotive force. I – current in the circuit; U – voltage across the circuit; R – circuit resistance; ε – current source of electromotive force</p>
		<p>La loi d'Ohm pour une section d'un circuit contenant la force électromotrice. I – intensité du courant de circuit; U – tension sur la section de circuit; R – résistance de la section de circuit; ε – force électromotrice de source de courant</p>
8	$I = \frac{\varepsilon}{R + r}$	<p>Закон Ома для замкнутой цепи. I – сила тока в цепи; ε – ЭДС источника тока; R – сопротивление внешнего участка цепи; r – сопротивление внутреннего участка цепи</p>
		<p>Ohm's Law for the closed circuit. I – current in the circuit; ε – current source of electromotive force; R – external circuit resistance; r – internal circuit resistance</p>

		<p>La loi d'Ohm pour un circuit fermé. <i>I</i> – intensité du courant dans le circuit; <i>ε</i> – force électromotrice de source de courant; <i>R</i> – résistance de section externe du circuit; <i>r</i> – résistance de section interne du circuit</p>
9	$R = R_1 + R_2 + R_3$ $q = q_1 = q_2 = \dots = q_N$ $U = U_1 + U_2 + \dots + U_N$	<p>Последовательное соединение проводников. <i>R</i> – общее сопротивление системы проводников; <i>R_i</i> – сопротивление отдельных проводников; <i>U</i> – общее напряжение системы проводников; <i>U_i</i> – напряжения на отдельных проводниках; <i>I</i> – общая сила тока в системе проводников; <i>I_i</i> – токи в отдельных проводниках</p>
		<p>Serial connection of conductors the equivalent resistance of a series combination of resistors is the algebraic sum of the individual resistances and is always greater than any individual resistance; <i>R</i> – total resistance of the conductor system; <i>R_i</i> – resistance of individual conductors; <i>U</i> – total system voltage; <i>U_i</i> – voltages on individual conductors; <i>I</i> – total current in the conductor system; <i>I_i</i> – currents in individual conductors</p>
		<p>Connexion en série des conducteurs <i>R</i> – résistance totale du système des conducteurs; <i>R_i</i> – résistance des conducteurs individuels; <i>U</i> – tension totale du système des conducteurs; <i>U_i</i> – tensions des conducteurs individuels; <i>I</i> – intensité totale du courant dans le système des conducteurs; <i>I_i</i> – courants des conducteurs individuels</p>
10	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ $U = U_1 = U_2 = \dots = U_N$ $q = q_1 + q_2 + \dots + q_N$	<p>Параллельное соединение проводников. <i>R</i> – общее сопротивление системы проводников; <i>R_i</i> – сопротивление отдельных проводников; <i>U</i> – общее напряжение системы проводников; <i>U_i</i> – напряжения на отдельных проводниках; <i>I</i> – общая сила тока в системе проводников; <i>I_i</i> – токи в отдельных проводниках</p>
		<p>Parallel connection of conductors. the inverse of the equivalent resistance of two or more resistors connected in parallel is the sum of the inverses of the individual resistances and is always less than the smallest resistance in the group <i>R</i> – total resistance of the conductor system; <i>R_i</i> – resistance of individual conductors</p>

		<p>U – total system voltage; U_i – voltages on individual conductors; I – total current in the conductor system; I_i – currents in individual conductors</p>
		<p>Connexion parallèle des conducteurs. R – résistance totale du système des conducteurs; R_i – résistance des conducteurs individuels; U – tension totale du système des conducteurs; U_i – tensions des conducteurs individuels; I – intensité totale du courant dans le système des conducteurs; I_i – courants des conducteurs individuels</p>
11	$A = \Delta q U = IU \Delta t = I^2 R \Delta t = \frac{U^2}{R} \Delta t$	<p>Работа тока A на участке цепи с сопротивлением R за время Δt. I – сила тока в цепи; U – напряжение на участке цепи; Δq – заряд, прошедший по проводнику за время Δt</p>
		<p>The work done A by the electric field on the displacement of the charge q on the chain segment. I – current in the circuit; U – voltage across the circuit; Δq – charge passed through the conductor in time Δt</p>
		<p>Travail du courant A dans la section du circuit avec la résistance R au fil du temps Δt. I – intensité du courant dans le circuit; U – tension dans la section de circuit; Δq – charge passée à travers le conducteur au fil du temps Δt</p>
12	$P = \frac{\Delta A}{\Delta t} = IU = I^2 R = \frac{U^2}{R}$	<p>Мощность тока P равна отношению работы тока ΔA ко времени Δt, за которое эта работа совершена. I – сила тока в цепи; U – напряжение на участке цепи; R – сопротивление участка цепи</p>
		<p>The current power P is equal to the ratio of the work of the current to the time during which this work is completed. I – current in the circuit; U – voltage across the circuit; R – circuit resistance</p>
		<p>La puissance du courant P est égale au rapport du travail du courant ΔA au temps Δt, pendant lequel ce travail est accompli</p>

		<p>I – intensité du courant dans le circuit; U – tension dans la section de circuit; R – résistance de la section de circuit</p>
13	$\varepsilon = \frac{A_{CT}}{q}$	<p>Электродвижущая сила источника тока (ЭДС) ε – отношение работы сторонних сил A_{cm} по перемещению заряда q вдоль цепи к величине этого заряда</p> <p>Electromotive force – the ratio of the work of external forces A_{cm} to move the charge q along the circuit to the value of this charge</p> <p>La force électromotrice de la source du courant (F.E.M.) ε – est le rapport du travail des forces externes A_{cm} pour déplacer la charge q le long de circuit à la valeur de cette charge</p>
14	$A_{CT} = I\varepsilon\Delta t$	<p>A_{cm} – работа сторонних сил по перемещению заряда в источнике тока. I – сила тока в цепи; ε – ЭДС источника тока; Δt – время работы цепи</p> <p>A_{cm} – the work of external forces to move the charge q along the circuit. I – current in the circuit; ε – electromotive force; Δt – circuit operating time</p> <p>A_{cm} – travail des forces externes pour déplacer la charge dans la source de courant. I – intensité du courant dans le circuit; ε – F.E.M. de source de courant; Δt – temps de fonctionnement de circuit</p>
15	$Q = I^2 R \Delta t = IU \Delta t = \frac{U^2}{R} \Delta t$	<p>Закон Джоуля–Ленца. Q – количество теплоты, выделившейся на сопротивлении за время Δt; I – сила тока в цепи; U – напряжение на участке цепи; R – сопротивление участка цепи</p> <p>Joule–Lenz law. The heat Q – evolved per second, or the electric power loss equals the current I squared times the resistance R</p> <p>La loi Joule–Lenz. Q – quantité de chaleur dégagée pour la résistance au fil du temps Δt; I – intensité du courant dans le circuit; U – tension dans la section de circuit; R – résistance de la section de circuit</p>

16	$I_1 + I_2 + \dots + I_N = 0$	Правило Кирхгофа для узлов: алгебраическая сумма токов в узле равна нулю. I_i – сила тока на отдельных участках цепи
		Kirchhoff's current law. The algebraic sum of currents in a network of conductors meeting at a point is zero. I_i – current in individual sections of the circuit
		La règle de Kirchhoff pour les nœuds: la somme algébrique des courants dans un nœud est nulle. I_i – intensité du courant dans les sections individuelles de circuit
17	$I_1 R_1 + I_2 R_2 + \dots + I_n R_n = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \dots + \varepsilon_n$	Правило Кирхгофа для контуров: сумма падений напряжений в замкнутом контуре равна сумме ЭДС ε_i . I_i – сила тока на отдельных участках цепи; R_i – сопротивление отдельных участков цепи
		Kirchhoff's current law for a closed loop: the sum of the voltage drops in a closed loop is equal to the sum of the EMF ε_i . I_i – current in individual sections of the circuit; R_i – resistance of individual sections of the circuit
		La règle de Kirchhoff pour les circuits: la somme des chutes de tensions dans un circuit fermé est égale à la somme des EMF ε_i . I_i – intensité du courant dans les sections individuelles de circuit; R_i – résistance dans les sections individuelles de circuit

3.1.3 Магнитное поле Magnetic field Champ magnétique

1	$B = \frac{M_{\max}}{I \cdot S}$	Модуль вектора магнитной индукции B численно равен отношению максимального момента сил M_{\max} , действующего на контур с током в магнитном поле к силе тока в контуре I и его площади S . Направление вектора магнитной индукции и силовых линий магнитного поля определяется правилом правого винта (правой руки)
---	----------------------------------	---

		<p>The modulus of the magnetic induction vector B is numerically equal to the ratio of the maximum moment of forces M_{\max} acting on a circuit with a current in a magnetic field to the current in the circuit and its area S.</p> <p>The direction of the magnetic induction vector and magnetic field lines is determined by the right-hand rule</p>
		<p>Le module du vecteur d'induction magnétique B est numériquement égal au rapport du moment maximal des forces M_{\max}, agissant sur un circuit avec un courant dans un champ magnétique à l'intensité du courant dans le circuit I et à sa surface S.</p> <p>La direction du vecteur d'induction magnétique et des lignes de force de champ magnétique est déterminée par la règle de bonhomme d'Ampère (règle de la main droite)</p>
2	$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$	<p>Модуль вектора магнитной индукции B длинного прямолинейного проводника с током.</p> <p>μ_0 – магнитная постоянная; I – сила тока в проводнике; R – кратчайшее расстояние от проводника, до точки, в которой определяется магнитная индукция</p>
		<p>The magnitude of the magnetic B-field at any point P in the distance R from the infinitely long straight conductor carrying the current I.</p> <p>μ_0 – magnetic constant; I – conductor current; R – the shortest distance to the wire</p>
		<p>Le module du vecteur d'induction magnétique B d'un long conducteur droit avec courant.</p> <p>μ_0 – constante magnétique; I – intensité du courant dans le conducteur; R – distance la plus courte entre un conducteur et le point où l'induction magnétique est déterminée</p>
3	$B = \frac{\mu_0 I}{2R}$	<p>Модуль вектора магнитной индукции B в центре кругового витка с током.</p> <p>μ_0 – магнитная постоянная; I – сила тока в проводнике; R – радиус витка с током</p>
		<p>Magnetic induction vector magnitude B in the center of a circular loop with current.</p> <p>μ_0 – magnetic constant; I – conductor current; R – radius of the loop with current</p>

		<p>Le module du vecteur d'induction magnétique B au centre d'une spire circulaire avec courant.</p> <p>μ_0 – constante magnétique;</p> <p>I – intensité du courant dans le conducteur;</p> <p>R – radius de spire avec courant</p>
4	$F = IBl \sin \alpha$	<p>На проводник с током, помещённый в магнитное поле, действует сила Ампера F.</p> <p>I – сила тока в проводнике;</p> <p>l – длина проводника;</p> <p>B – модуль вектора магнитной индукции поля.</p> <p>Направление силы Ампера определяется правилом левой руки</p>
		<p>The force on a current carrying wire.</p> <p>An ampere force acts on a current carrying conductor placed in a magnetic field.</p> <p>I – current strength in the conductor;</p> <p>l – conductor length;</p> <p>B – modulus of the magnetic induction vector.</p> <p>The direction of the Ampere force is determined by the left-hand rule.</p>
		<p>Une force Ampère F agit sur un conducteur porteur de courant placé dans un champ magnétique.</p> <p>I – intensité du courant dans le conducteur;</p> <p>l – longueur du conducteur;</p> <p>B – module du vecteur d'induction magnétique du champ.</p> <p>La direction de la force Ampère est déterminée par la règle de la main gauche</p>
5	$B = \frac{F_{\max}}{I \cdot l}$	<p>Модуль вектора магнитной индукции B численно равен отношению максимальной силы F_{\max}, действующей на проводник с током в магнитном поле, к силе тока I в контуре и его длине l</p>
		<p>The modulus of the magnetic induction vector B is numerically equal to the ratio of the maximum force F_{\max}, acting on a conductor with a current in a magnetic field to the strength of the current I in the circuit and its length l</p>
		<p>Le module du vecteur d'induction magnétique B est numériquement égal au rapport de la force maximale F_{\max}, agissant sur un conducteur avec un courant dans un champ magnétique à l'intensité du courant I dans le circuit et sa longueur l</p>
6	$F_n = qvB \sin \alpha$	<p>Сила Лоренца F_n – сила, действующая на одну заряженную частицу, движущуюся со скоростью \vec{v} под углом α к вектору \vec{B}. Направление силы Лоренца определяется правилом левой руки.</p> <p>q – заряд частицы</p>

6		<p>Lorentz force F_L is the force acting on a charged particle which moves with speed \vec{v} at an angle α to the vector \vec{B}. The direction of the Lorentz force is determined by the left hand rule. q – charge of a particle</p> <p>La force de Lorentz F_L – est la force agissant sur une particule chargée qui se déplace avec une vitesse \vec{v} à un angle α au vecteur \vec{B}. La direction de la force de Lorentz est déterminée par la règle de la main gauche. q – charge d’une particule</p>
7	$\mu = \frac{B}{B_0}$	<p>Магнитная проницаемость вещества μ: физическая величина, показывающая, во сколько раз индукция магнитного поля в однородной среде \vec{B} отличается от магнитного поля в вакууме \vec{B}_0</p> <p>Magnetic permeability of matter μ: It is a physical quantity that shows how often the induction of a magnetic field in a homogeneous medium \vec{B} differs from a magnetic field in a vacuum \vec{B}_0</p> <p>Perméabilité magnétique de la matière μ: est une grandeur physique qui montre combien de fois l’induction d’un champ magnétique dans un milieu homogène \vec{B} diffère d’un champ magnétique dans le vide \vec{B}_0</p>
8	$\Phi = BS \cos \alpha$	<p>Магнитным потоком Φ через поверхность S называют величину, равную произведению модуля магнитной индукции \vec{B} на площадь S и на косинус угла α между вектором \vec{B} и нормалью к поверхности</p> <p>The magnetic flux Φ through the surface S is called the value equal to the product of the modulus of magnetic induction \vec{B} at the surface S and the cosine of the angle α between the vector \vec{B} and the normal to a surface</p> <p>Le flux magnétique Φ à travers la surface S est appelé la valeur égale au produit du module d’induction magnétique \vec{B} à la surface S et au cosinus de l’angle α entre le vecteur \vec{B} et la normale à une surface</p>
9	$\varepsilon_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$	<p>Закон электромагнитной индукции утверждает, что ЭДС индукции равна скорости изменения потока вектора магнитной индукции, взятой с противоположным знаком</p>

9		ε_i – ЭДС электромагнитной индукции; $\Delta\Phi$ – изменение потока вектора магнитной индукции; Δt – время изменения потока
		The law of electromagnetic induction states that the EMF of induction is equal to the rate of change of the flux of the vector of magnetic induction, taken with the opposite sign. ε_i – EMF electromagnetic induction; $\Delta\Phi$ – variation of the flux of the magnetic induction vector; Δt – flux variation time
		La loi de l'induction électromagnétique stipule que l'F.E.M. (force électromotrice) d'induction est égal à la vitesse de variation du flux du vecteur d'induction magnétique, pris avec le signe opposé. ε_i – F.E.M. d'induction électromagnétique; $\Delta\Phi$ – variation du flux du vecteur d'induction magnétique; Δt – temps de variation du flux
10	$\Delta q = \frac{\Delta\Phi}{R}$	Δq – заряд, проходящий через поперечное сечение проводника при изменении потока; $\Delta\Phi$ – изменение потока вектора магнитной индукции; R – сопротивление проводника
		Δq – load passing through the cross section of a conductor with a variation in flow; $\Delta\Phi$ – variation of the flux of the magnetic induction vector; R – conductor resistance
		Δq – charge traversant la section transversale d'un conducteur avec une variation du flux; $\Delta\Phi$ – variation du flux du vecteur d'induction magnétique; R – résistance du conducteur
11	$\Phi = LI$	Магнитный поток Φ через контур пропорционален силе тока в контуре. L – индуктивность контура; I – сила тока в контуре
		The magnetic flux Φ through the circuit is proportional to the strength of the current in the circuit. L – circuit inductance; I – current intensity in the circuit
		Le flux magnétique Φ à travers le circuit est proportionnel à l'intensité du courant dans le circuit. L – inductance de circuit; I – intensité du courant dans le circuit

12	$\varepsilon_s = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$	<p>ЭДС самоиндукции ε_s, возникающая в цепи с индуктивностью L пропорциональна скорости изменения силы тока. $\Delta\Phi$ – изменение потока вектора магнитной индукции; Δt – время изменения потока; ΔI – изменение силы тока в цепи</p>
		<p>EMF of self-induction ε_s occurring in a circuit with inductance L is proportional to the rate of change of the current strength. $\Delta\Phi$ – change in the flux of the vector of magnetic induction; Δt – flow change time; ΔI – change in the current in the circuit</p>
		<p>F.E.M. de l'auto-induction ε_s, apparaissant dans un circuit avec inductance L est proportionnelle à la vitesse de variation de l'intensité du courant. $\Delta\Phi$ – variation du flux du vecteur d'induction magnétique; Δt – temps de variation du flux; ΔI – variation de l'intensité du courant dans le circuit</p>
13	$W = \frac{LI^2}{2} = \frac{\Phi I}{2} = \frac{\Phi^2}{2L}$	<p>W – Энергия магнитного поля контура с током L – индуктивность контура; I – сила тока в контуре; Φ – магнитный поток через контур</p>
		<p>W – Energy of the magnetic field of the circuit with current L – loop inductance; I – current in the circuit; Φ – magnetic flux through the circuit</p>
		<p>W – Énergie du champ magnétique du circuit avec le courant L – inductance de circuit; I – intensité du courant dans le circuit; Φ – flux magnétique à travers le circuit</p>

3.2 ТИПОВЫЕ ЗАДАЧИ

3.2.1 Электростатика

1. Стеклянную палочку наэлектризовали и ее заряд стал равным $6,4 \cdot 10^{-9}$ Кл. Найти, как изменилась масса стеклянной палочки. (уменьшилась на $3,6 \cdot 10^{-20}$ кг)

2. Два одинаковых точечных заряда, находясь в воде на расстоянии 0,1 м друг от друга, взаимодействуют с некоторой силой. На каком расстоянии их нужно поместить в вакууме, чтобы сила взаимодействия не изменилась. Диэлектрическая проницаемость воды равна 81. (0,9 м)

3. Между двумя пластинами, расположенными горизонтально в вакууме на расстоянии 4,8 мм друг от друга, находится отрицательно заряженная капелька масла массой 10 нг. Сколько «избыточных» электронов имеет капелька, если на пластины конденсатора подано напряжение 1000 В. (3000)

4. Если электрон начинает двигаться в однородном электрическом поле, модуль напряженности которого 2 В/м, то за какое время модуль его скорости возрастает до 1000 км/с? (2,8 мкс)

5. В вершинах квадрата закреплены заряды 2 нКл, -6 нКл, 6 нКл и -8 нКл. Диагональ квадрата 0,2 м. Определить модуль напряженности в центре квадрата. (4 кВ/м)

6. Электростатическое поле в вакууме образовано тачечным зарядом 4 нКл. Найти разность потенциалов между точками, удаленными на 60 мм и 90 мм. (0,2 кВ)

7. При перемещении заряда -2 кл в электростатическом поле внешние силы совершили работу 60 Дж. Найти разность потенциалов между начальной и конечной точками перемещения заряда. (30 В)

8. Чему равна работа электростатического поля по перемещению заряда -2 нКл. Из точки с потенциалом -700 В в точку с потенциалом 200 В. (1,8 мкДж).

9. Пространство между обкладками плоского воздушного конденсатора заполняют диэлектриком с диэлектрической проницаемостью 4. Как при этом изменится энергия конденсатора, если он все время оставался подключенным к источнику напряжения? (увеличится в 4 раза)

10. Как изменится емкость плоского конденсатора, если расстояние между его пластинами уменьшить в 2 раза, а пространство между обкладками заполнить веществом с диэлектрической проницаемостью 4? (увеличится в 8 раз)

3.2.2 Постоянный ток

1. При замыкании источника тока на внешнее сопротивление 4 Ом в цепи протекал ток 0,3 А, а при замыкании на 7 Ом – ток 0,2 А. Определить ток короткого замыкания в цепи. (0,9 А)
2. Три одинаковых резистора, включенных последовательно, имеют полное сопротивление 9 Ом. Чему будет равно сопротивление, если эти же резисторы включить параллельно? (1 Ом)
3. При ремонте электроплитки ее спираль укоротили на 0,1 ее первоначальной длины. Во сколько раз при этом изменилась мощность плитки? (10/9)
4. Электрическая лампочка сопротивлением 14 Ом подключена к батарее ЭДС 24 В и внутренним сопротивлением 2 Ом. Определить напряжение на лампочке. (21 В)
5. К батарее с внутренним сопротивлением 3 Ом и ЭДС 4,5 В подключен электродвигатель, через который за каждые 10 с работы переносится заряд 1,5 Кл. Определить сопротивление электродвигателя и количество теплоты, выделяемое электродвигателем за это время. (27 Ом; 6,1 Дж)
6. Электрический паяльник сопротивлением 200 Ом включен в сеть напряжением 100 В. На сколько уменьшится потребляемая паяльником мощность, если последовательно с ним включить добавочное сопротивление 200 Ом? (37,5 Вт)
7. Найти внутреннее сопротивление, ЭДС источника тока и ток короткого замыкания, если при силе тока 30 А мощность во внешней цепи равна 180 Вт, а при силе тока 10 А эта мощность равна 100 Вт. (0,2 Ом; 12 В; 60 А)
8. Лампу, рассчитанную на 220 В, включили в сеть с напряжением 110 В. Во сколько раз изменилась мощность лампы по сравнению с номинальной? (уменьшилась в 4 раза)
9. Электровоз движется со скоростью 36 км/ч и развивает в среднем силу тяги 4500 Н. Определить, какой ток потребляет двигатель электровоза, если напряжение на его зажимах 500 В, а КПД равен 90%. (100 А)
10. Электродвигатель подъемного крана работает под напряжением 380 В и потребляет ток 20 А. Каков КПД установки, если груз массой 1 т кран поднимает равномерно на высоту 19 м за 50 с? (50%)

3.2.3. Магнитное поле

1. По двум взаимно перпендикулярным круговым виткам с общим центром текут одинаковые токи. Модуль индукции, созданной каждым из токов 10 А. Чему равна индукция в центре витков? (14 Тл)

2. По двум параллельным прямым проводникам, находящимся на расстоянии 5 см друг от друга в противоположных направлениях текут токи по 10 А. Определить индукцию магнитного поля в точке, удаленной на 4 см от одного проводника и на 3 см от другого. (80 мТл)

3. По двум бесконечно длинным прямым проводам, скрещенным под прямым углом, текут токи силой 30 А и 40 А. Расстояние между проводами равно 20 см. Определить магнитную индукцию в точке, одинаково удаленной от обоих проводов на такое же расстояние.

4. Пройдя ускоряющую разность потенциалов 3520 В, электрон попал в однородное магнитное поле с индукцией 0,002 Тл, перпендикулярное скорости электрона. Найдите радиус окружности, по которой будет двигаться электрон. (0,1 м)

5. Два иона, имеющие одинаковые заряды и одинаковые кинетические энергии, но различные массы, влетели в однородное магнитное поле. Первый ион описал окружность радиусом 3 см, а второй – 1,5 см. Вычислите отношение масс ионов. (4)

6. Прямолинейный проводник, по которому течет постоянный ток, расположен в однородном магнитном поле так, что направление тока в проводнике составляет угол $\alpha_1 = 30^\circ$ с направлением линий магнитной индукции. Как изменится сила Ампера, действующая на проводник, если его расположить под углом $\alpha_2 = 60^\circ$ к направлению линий магнитной индукции?

7. Какой ток пропущен по прямолинейному проводнику длиной 4 м, расположенному под углом 30° к линиям магнитной индукции 0,1 Тл, если известно, что со стороны магнитного поля на проводник стала действовать сила 1 Н? (5 А)

8. Чему равна индуктивность катушки, если за время 0,5 с ток в цепи изменился от 20 А до 5 А? ЭДС самоиндукции в катушке равна 24 В. (800 мГн)

9. Индуктивность катушки индуктивности равна 4 Гн. В катушке течет ток 4 А. Каким станет ток в катушке, если энергия магнитного поля катушки уменьшится в 4 раза? (2 А)

10. Чему равна энергия магнитного поля в катушке, состоящей из 200 витков при силе тока в обмотке 5 А? Магнитный поток через сечение катушки равен 5 мВб. (2,5 Дж)

3.3 ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Электрическое поле создается двумя положительными точечными зарядами $q_1 = 9 \cdot 10^{-9}$ Кл и $q_2 = 4 \cdot 10^{-9}$ Кл. Чему равно расстояние между этими зарядами, если известно, что точка, где напряженность электрического поля равна нулю, находится на расстоянии 33 см от первого заряда?

- 1) 43 см; 2) 55 см; 3) 68 см; 4) 80 см; 5) 113 см.

2. Если заряженный до напряжения 300 В конденсатор емкостью $C_1 = 50$ мкФ соединить параллельно с незаряженным конденсатором емкостью $C_2 = 100$ мкФ, то на втором конденсаторе появится заряд, равный

- 1) $0,5 \cdot 10^{-2}$ Кл; 2) $1,0 \cdot 10^{-2}$ Кл; 3) $2,5 \cdot 10^{-2}$ Кл; 4) 0,1 Кл; 5) 10 Кл.

3. Если равномерно заряженный проводящий шар радиуса 10 см создает на расстоянии 10 см от его поверхности поле напряженности 18 В/м, то на расстоянии 20 см от поверхности шара напряженность поля равна

- 1) 18 В/м; 2) 9 В/м; 3) 8 В/м; 4) 6 В/м; 5) 4,5 В/м.

4. Два точечных заряда q_1 и q_2 находятся на расстоянии L друг от друга. Если расстояние между ними уменьшается на $x = 50$ см, сила взаимодействия увеличивается в два раза. Найдите расстояние L .

- 1) 0,5 м; 2) 0,7 м; 3) 1,0 м; 4) 1,5 м; 5) 1,7 м.

5. Воздушный конденсатор емкостью C заполняют диэлектриком с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 2$. Конденсатор какой емкости надо включить последовательно с данным, чтобы получившаяся батарея тоже имела емкость C ?

- 1) C ; 2) $2C$; 3) $3C$; 4) $4C$; 5) $5C$

6. Если батарея, замкнутая на сопротивление 5 Ом, дает ток в цепи 5 А, а замкнутая на сопротивление 2 Ом, дает ток в цепи 8 А, то ЭДС батареи равна

- 1) 50 В; 2) 40 В; 3) 30 В; 4) 20 В; 5) 10 В.

7. Сопротивление лампочки накаливания в рабочем состоянии 240 Ом. Напряжение в сети 120 В. Сколько ламп включено параллельно в сеть, если мощность, потребляемая всеми лампочками, равна 600 Вт?

- 1) 2; 2) 3; 3) 5; 4) 8; 5) 10.

8. При ремонте бытовой электрической плитки ее спираль была укорочена на 0,2 первоначальной длины. Как изменилась при этом электрическая мощность плитки?

- 1) уменьшилась в 1,25 раз; 2) увеличилась в 1,25 раз;

3) уменьшилась в 4 раза; 4) увеличилась в 4 раз; 5) не изменилась.

9. Два резистора с одинаковым сопротивлением каждый включаются в сеть постоянного напряжения первый раз параллельно, а второй раз последовательно. Какая электрическая мощность потребляется в обоих случаях?

1) $P_1=P_2$; 2) $P_1=2P_2$; 3) $P_2=2P_1$; 4) $P_1=4P_2$; 5) $P_2=4P_1$.

10. Две лампочки имеют одинаковые мощности. Первая лампочка рассчитана на напряжение 127 В, а вторая на 220 В. Отношение сопротивления второй лампочки к сопротивлению первой лампочки равно

1) 1,73; 2) 2,00; 3) 3,00; 4) 3,46; 5) 4,00.

11. Определите силу тока в обмотке трамвайного двигателя, развивающего силу тяги, равную 5 кН, если напряжение, подаваемое на двигатель, равно 500 В, и трамвай движется со скоростью 36 км/ч. Коэффициент полезного действия двигателя 80%.

1) 75 А; 2) 125 А; 3) 175 А; 4) 200 А; 5) 250 А.

12. Если сечение проводника уменьшить в два раза, оставив неизменными его длину и разность потенциалов на его концах, то мощность, выделяющаяся в проводнике,

1) уменьшится в 4 раза; 2) уменьшится в 2 раза; 3) останется неизменной; 4) увеличится в 2 раза; 5) увеличится в 4 раза.

13. Какой величины надо взять дополнительное сопротивление, чтобы можно было включить в сеть с напряжением 220 В лампу, которая горит нормально при напряжении 120 В и токе 4 А?

1) 12 Ом; 2) 16 Ом; 3) 20 Ом; 4) 25 Ом; 5) 10 Ом.

14. Протон и α -частица (${}^4_2\text{He}$), имеющие одинаковые скорости, влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции. Как связаны между собой радиусы R_1 и R_2 окружностей, по которым, соответственно, движутся протон и α -частица (массы протона и нейтрона считать равными)?

1) $R_2=4R_1$; 2) $R_1=4R_2$; 3) $R_2=2R_1$; 4) $R_1=2R_2$; 5) $R_1=R_2$.

15. Провод длиной 20 см, по которому течет ток 10 А, перемещается в однородном магнитном поле с индукцией 0,7 Тл. Вектор индукции поля, направления перемещения проводника и тока взаимно перпендикулярны. Если проводник перемещается на 50 см, то сила Ампера совершает работу, модуль которой равен

1) 0,1 Дж; 2) 0,2 Дж; 3) 0,5 Дж; 4) 0,7 Дж; 5) 1,2 Дж.

16. Электрон, пройдя в электрическом поле ускоряющую разность потенциалов U , попадает в однородное магнитное поле, линии индукции которого перпендикулярны направлению движения электрона, и начинает двигаться по окружности. Как изменится радиус этой окружности, если ускоряющая разность потенциалов U увеличится в 2 раза?

- 1) увеличится в 2 раза;
- 2) увеличится в 3 раза;
- 3) не изменится;
- 4) уменьшится в 2 раза;
- 5) уменьшится в 2 раза.

17. Если частица, имеющая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиуса R , то импульс этой частицы равен

- 1) qBR ;
- 2) qBR^2 ;
- 3) $qB2\pi R$;
- 4) $qB\pi R^2$;
- 5) $\frac{qB}{2\pi R}$.

18. Протон влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции и начинает двигаться по окружности. Как изменится частота вращения протона, если величину индукции магнитного поля уменьшить в два раза?

- 1) увеличится в 2 раза;
- 2) увеличится в $\sqrt{2}$ раз;
- 3) не изменится;
- 4) уменьшится в $\sqrt{2}$ раз;
- 5) уменьшится в 2 раза.

19. Нормаль к плоскости квадратной рамки со стороной 10 см составляет линиями индукции магнитного поля угол 60° . Определите магнитную индукцию поля, если в рамке при включении поля в течение 0,01 с индуцируется ЭДС 50 мВ.

- 1) 1 Вб;
- 2) 2 Вб;
- 3) 4 Вб;
- 4) 16 Вб;
- 5) 32 Вб.

20. Если в катушке при протекании тока 4 А энергия магнитного поля составляет 2 Дж, то магнитный поток, пронизывающий витки катушки, равен

- 1) 1,0 Вб;
- 2) 20,0 Вб;
- 3) 5,80 Вб;
- 4) 0,10 Вб;
- 5) 0,01 Вб.

4 КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ
VIBRATIONS AND WAVES
VIBRATIONS ET ONDES

4.1 Основные формулы / Basic formulas / Formules de base

4.1.1 Механические колебания
Mechanical vibrations
Vibrations mécaniques

1	$\nu = \frac{1}{T}$	Частота ν – число колебаний, совершаемых телом за 1 с. Период T – время, за которое совершается одно полное колебание
		Frequency ν is the number of vibrations made by the body in 1 s. Period T is the time during which one complete oscillation occurs. Frequency is the number of vibrations made by the body in 1 s
		Fréquence ν est le nombre de vibrations produites par le corps en 1 s. La période T est le temps pendant lequel une oscillation complète se produit
2	$\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}$	ω – циклическая частота колебаний; ν – собственная частота колебаний; T – период колебаний
		ω – cyclic vibration frequency; ν – natural vibration frequency; T – oscillation period
		ω – fréquence de vibration cyclique; ν – fréquence de vibration naturelle; T – période d’oscillation
3	$x = A \cos(\omega t + \varphi_0)$	Зависимость координаты тела от времени при гармонических колебаниях. φ_0 – начальная фаза колебания; A – амплитуда колебания – модуль наибольшего смещения тела из положения равновесия; ω – циклическая частота колебаний; x – смещение (координата тела в момент времени t)
		Dependence of the coordinates of the body on time with harmonic vibrations. φ_0 – the initial phase of the oscillation; A – vibration amplitude – the modulus of the greatest displacement of the body from the equilibrium position; ω – cyclic vibration frequency; x – displacement (coordinate of the body at the moment of time t)

		<p>La dépendance des coordonnées du corps au temps avec des vibrations harmoniques.</p> <p>φ_0 – phase initiale de l'oscillation;</p> <p>A – amplitude de vibration – le module du plus grand déplacement du corps à partir de la position d'équilibre;</p> <p>ω – fréquence de vibration cyclique;</p> <p>x – déplacement (coordonnée du corps au moment du temps t)</p>
4	$v = x' = -A\omega \sin(\omega t + \varphi_0)$	<p>Связь скорости v при гармонических колебаниях с координатой</p> <p>φ_0 – начальная фаза колебания;</p> <p>A – амплитуда колебания – модуль наибольшего смещения тела из положения равновесия;</p> <p>ω – циклическая частота колебаний;</p> <p>x – смещение (координата тела в момент времени t)</p>
		<p>Relationship between the speed at harmonic vibrations and the coordinate</p> <p>φ_0 – the initial phase of the oscillation;</p> <p>A – vibration amplitude – the modulus of the greatest displacement of the body from the equilibrium position;</p> <p>ω – cyclic vibration frequency;</p> <p>x – displacement (coordinate of the body at the moment of time t)</p>
		<p>Le rapport entre la vitesse v aux vibrations harmoniques et la coordonnée</p> <p>φ_0 – phase initiale de l'oscillation;</p> <p>A – amplitude de vibration – le module du plus grand déplacement du corps à partir de la position d'équilibre;</p> <p>ω – fréquence de vibration cyclique;</p> <p>x – déplacement (coordonnée du corps au moment du temps t)</p>
5	$v_0 = A\omega$	v_0 – максимальная скорость колебаний
		v_0 – maximum vibration speed
		v_0 – vitesse maximale de vibration
6	$a = v' = x'' = -A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi_0)$	<p>Связь ускорения a при гармонических колебаниях со скоростью v и с координатой x.</p> <p>φ_0 – начальная фаза колебания;</p> <p>A – амплитуда колебаний – модуль наибольшего смещения тела из положения равновесия;</p> <p>ω – циклическая частота колебаний</p>

		<p>Relationship between acceleration during harmonic oscillations with velocity and coordinate. φ_0 – the initial phase of the oscillation; A – vibration amplitude – the modulus of the greatest displacement of the body from the equilibrium position; ω – cyclic vibration frequency</p> <p>Le rapport entre l'accélération a pendant les oscillations harmoniques avec la vitesse v et la coordonnée x. φ_0 – phase initiale de l'oscillation; A – amplitude de vibration – le module du plus grand déplacement du corps à partir de la position d'équilibre; ω – fréquence de vibration cyclique</p>
7	$a_0 = A\omega^2$	<p>a_0 – максимальное ускорение колебаний</p> <p>a_0 – maximum vibration acceleration</p> <p>a_0 – accélération maximale des vibrations</p>
8	$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$	<p>T – период колебаний математического маятника; l – длина математического маятника; g – ускорение свободного падения</p> <p>T – period of oscillation of a mathematical pendulum; l – length of the mathematical pendulum; g – acceleration of gravity</p> <p>T – période d'oscillation d'un pendule mathématique; l – longueur du pendule mathématique; g – accélération de la gravité</p>
9	$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$	<p>T – период колебаний пружинного маятника; m – масса колеблющегося тела; k – жесткость (упругость) пружины</p> <p>T – oscillation period of the spring pendulum; m – the mass of the oscillating body; k – rigidity (elasticity) of the spring</p> <p>T – période d'oscillation du pendule à ressort; m – masse du corps oscillant; k – rigidité (élasticité) du ressort</p>
10	$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{kA^2}{2}$	<p>При гармонических колебаниях происходит превращение кинетической энергии в потенциальную энергию, и наоборот, причем максимальные значения энергий равны друг другу. m – масса колеблющегося тела; k – жесткость (упругость) пружины; v_0 – максимальная скорость колебаний; A – амплитуда колебаний</p>

10	$\frac{m\nu_0^2}{2} = \frac{kA^2}{2}$	<p>With harmonic vibrations, kinetic energy is converted into potential energy, and vice versa, and the maximum energies are equal to each other. <i>m</i> – the mass of the oscillating body; <i>k</i> – rigidity (elasticity) of the spring; <i>ν</i>₀ – maximum vibration speed; <i>A</i> – vibration amplitude</p> <p>Avec les vibrations harmoniques, l'énergie cinétique est convertie en énergie potentielle, et vice versa, et les valeurs maximales des énergies sont égales les unes aux autres. <i>m</i> – masse du corps oscillant; <i>k</i> – rigidité (élasticité) du ressort; <i>ν</i>₀ – vitesse maximale de vibration; <i>A</i> – amplitude des vibrations</p>
11	$\frac{m\nu^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \frac{m\nu_0^2}{2}$	<p>По закону сохранения энергии полная энергия колеблющейся системы равна сумме кинетической и потенциальной энергий в любой момент времени. <i>m</i> – масса колеблющегося тела; <i>k</i> – жесткость (упругость) пружины; <i>ν</i>₀ – максимальная скорость колебаний; <i>ν</i> – скорость колебаний в момент времени <i>t</i>; <i>x</i> – координата тела в момент времени <i>t</i></p> <p>According to the law of conservation of energy, the total energy of the oscillating system is equal to the sum of the kinetic and potential energies at any moment of time. <i>m</i> – the mass of the oscillating body; <i>k</i> – rigidity (elasticity) of the spring; <i>ν</i>₀ – maximum vibration speed; <i>ν</i> – the speed of oscillations at the time; <i>x</i> is the coordinate of the body at the moment of time</p> <p>Selon la loi de conservation de l'énergie, l'énergie totale du système oscillant est égale à la somme des énergies cinétique et potentielle à tout moment du temps. <i>m</i> – masse du corps oscillant; <i>k</i> – rigidité (élasticité) du ressort; <i>ν</i>₀ – vitesse maximale de vibration; <i>ν</i> – vitesse des oscillations au moment du temps; <i>x</i> – est la coordonnée du corps au moment du temps</p>
12	$E = \frac{m\omega^2 A^2}{2}$	<p>Полная энергия <i>E</i> колеблющейся системы определяется квадратом циклической частоты <i>ω</i> и амплитуды колебаний <i>A</i>. <i>m</i> – масса колеблющегося тела</p>

12	$E = \frac{m\omega^2 A^2}{2}$	The total energy E of an oscillating system is determined by the square of the cyclic frequency and amplitude of the oscillations A . m – the mass of the oscillating body
		L'énergie totale E d'un système oscillant est déterminée par le carré de la fréquence cyclique ω et de l'amplitude des oscillations A . m – masse du corps oscillant

4.1.2 Упругие волны Elastic waves Ondes élastiques

1	$\lambda = \nu T$ $\nu = \lambda \nu$	Связь между длиной волны λ , скоростью ее распространения ν и периодом T колебаний. ν – собственная частота колебаний
		The relationship between the wavelength λ , the speed of its propagation ν and the period T of oscillations. ν – natural vibration frequency
		Le rapport entre la longueur d'onde λ , la vitesse de sa propagation ν et la période T des oscillations. ν – fréquence naturelle des vibrations
2	$\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \Delta x$	Разность фаз $\Delta\varphi$ колебаний двух точек волны, расстояние между которыми Δx . λ – длина волны
		The phase difference $\Delta\varphi$ between two points of the wave, the distance between which Δx . λ – wavelength
		La différence des phases $\Delta\varphi$ entre deux points de l'onde, la distance entre lesquels est Δx . λ – longueur d'onde

4.1.3 Электромагнитные колебания и волны Electromagnetic vibrations and waves Vibrations et ondes électromagnétiques

1	$T = 2\pi\sqrt{LC}$	Колебания в контуре, происходящие без пополнения энергии контура извне называются свободными (собственными). Период T собственных колебаний в контуре определяется формулой Томсона. L – индуктивность контура; C – емкость контура
---	---------------------	---

		<p>Oscillations in the circuit that occur without replenishing the energy of the circuit from the outside are called free (proper). The period T of natural oscillations in the circuit is determined by the Thomson formula.</p> <p>L – loop inductance; C – loop capacity</p>
		<p>Les oscillations dans le circuit qui se produisent sans reconstituer l'énergie du circuit de l'extérieur sont appelées libres (propres). La période T des oscillations naturelles dans le circuit est déterminée par la formule de Thomson.</p> <p>L – inductance de boucle; C – capacité de boucle</p>
2	$E = \frac{q^2}{2C} + \frac{LI^2}{2}$	<p>Полная энергия системы равна сумме энергии электрического поля конденсатора и энергии магнитного поля катушки.</p> <p>L – индуктивность контура; C – емкость контура; q – заряд на обкладках конденсатора; I – сила тока в контуре</p>
		<p>The total energy of the system is equal to the sum of the energy of the electric field of the capacitor and the energy of the magnetic field of the coil.</p> <p>L – loop inductance; C – loop capacity; q – charge on capacitor plates; I – current in the circuit</p>
		<p>L'énergie totale du système est égale à la somme de l'énergie du champ électrique du condensateur et de l'énergie du champ magnétique de la bobine.</p> <p>L – inductance de boucle; C – capacité de boucle; q – charge sur plaques de condensateur; I – courant dans le circuit</p>
3	$\frac{q_0^2}{2C} = \frac{LI_0^2}{2}$	<p>По закону сохранения энергии максимальные значения энергий электрического поля конденсатора и энергии магнитного поля катушки равны друг другу.</p> <p>L – индуктивность контура; C – емкость контура; q_0 – максимальный заряд на обкладках конденсатора; I_0 – максимальная сила тока в контуре</p>
		<p>According to the law of conservation of energy, the maximum values of the energies of the electric field of the capacitor and the energy of the magnetic field of the coil are equal to each other.</p> <p>L – loop inductance</p>

		<p>C – loop capacity; q_0 – maximum charge on capacitor plates; I_0 – maximum current in the circuit</p>
3	$\frac{q_0^2}{2C} = \frac{LI_0^2}{2}$	<p>Selon la loi de conservation de l'énergie, les valeurs maximales des énergies du champ électrique du condensateur et de l'énergie du champ magnétique de la bobine sont égales les unes aux autres. L – inductance de boucle; C – capacité de boucle; q_0 – charge maximale sur les plaques de condensateur; I_0 – courant maximum dans le circuit</p>
4	$c = \lambda\nu$	<p>c – скорость электромагнитных волн в вакууме ($c = 3 \cdot 10^8$ м/с); λ – длина волны; ν – частота волны</p>
		<p>c – the speed of electromagnetic waves in vacuum; λ – wave length; ν – wave frequency</p>
		<p>c – vitesse des ondes électromagnétiques dans le vide; λ – longueur d'onde; ν – fréquence d'onde</p>

4.2 ТИПОВЫЕ ЗАДАЧИ

4.2.1 Колебания и волны

1. Через какой промежуток времени после начала колебаний смещение точки из положения равновесия будет равно половине амплитуды, если период колебаний равен 24 с, а начальная фаза равна нулю? (2 с)
2. Чему равно перемещение точки за один период, если амплитуда колебаний 20 см? (80 см)
3. За два с половиной колебания точка проходит путь 120 см. Чему равна амплитуда колебаний? (20 см)
4. Математический маятник длиной 100 см совершает колебания параллельно вертикальной стенке. Ниже подвеса на расстоянии равном половине длины подвеса в стену вбит гвоздь. Найти период такого маятника. (1,7 с)
5. Один из двух математических маятников совершил 10 колебаний, другой за это же время 6 колебаний. Разность длин маятников составляет 16 см. Определите длины маятников и периоды их колебаний. (9 см, 25 см, 0,6 с, 1 с)
6. С каким ускорением и в каком направлении должна двигаться кабина лифта, чтобы находящийся в ней секундный маятник за время 2 мин 30 с совершил 100 колебаний? (вниз, $5,5 \text{ м/с}^2$)
7. К пружине, верхний конец которой закреплен, подвешен груз массой 0,2 кг. Коэффициент упругости пружины 60 Н/м. В начальный момент времени груз оттянули от положения равновесия вниз на расстояние 10 см и сообщили скорость, модуль которой 3 м/с, направленную вверх. Найти амплитуду возникших колебаний. (20 см)
8. В некоторой среде распространяется волна. За время, в течение которого частица среды совершает 140 колебаний, волна распространяется на расстояние 110 м. Найдите длину волны. (0,79 м)
9. Вдоль оси x распространяется плоская гармоническая волна длиной λ . Определить расстояние между точками, в которых колебания частиц отличаются по фазе на $\pi/2$. ($\lambda/4$)
10. Поперечная волна распространяется вдоль упругого шнура со скоростью 15 м/с. Период колебаний точек шнура равен 1,2 с, амплитуда 2 м. Определить длину волны. (18 м)

4.2.2 Электромагнитные колебания и волны

1. Колебательный контур содержит катушку индуктивностью 0,5 мГн и конденсатор емкостью 8 пФ. Сопротивлением контура пренебречь. Каково максимальное напряжение на обкладках конденсатора, если максимальная сила тока в конденсаторе 40 мА? (316 В)

2. Период электромагнитных колебаний в контуре 0,12 мс. Найти время за которое энергия первоначально заряженного конденсатора уменьшится в 3 раза. (0,018 мс)

3. Зависимость силы тока от времени в колебательном контуре описывается уравнением $i = 0,1 \sin 300\pi t$. Найдите индуктивность контура, если максимальная энергия электрического поля конденсатора равна 0,005 Дж. (1 Гн)

4. Емкость контура равна 300 пФ. Какой должна быть индуктивность контура, чтобы он резонировал на частоту электромагнитных колебаний 10^6 с^{-1} ? (3,3 мГн)

5. Колебательный контур с конденсатором емкостью 1 мкФ настроен на частоту 400 Гц. Если параллельно этому конденсатору подключить второй конденсатор, то частота колебаний в контуре становится равной 200 Гц. Определите емкость второго конденсатора. (3 мкФ)

6. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью 10 Гн и конденсатора емкостью 10 Ф. Конденсатор заряжен до максимального напряжения 100 В. Определите максимальную силу тока в контуре при свободных колебаниях в нем. (10 А)

7. На какую длину волны настроен колебательный контур, если он состоит из катушки индуктивностью $2 \cdot 10^{-3}$ Гн и плоского конденсатора? Расстояние между пластинами конденсатора 1 мм, площадь пластин 80 см^2 , конденсатор заполнен диэлектриком с диэлектрической проницаемостью 11. (2,3 км)

8. Колебательный контур содержит конденсатор емкостью 0,5 нФ и катушку индуктивностью 0,4 мГн. Определить длину волны излучения, генерируемого контуром. Конденсатор какой емкости необходимо подключить параллельно с данным, чтобы длина волны, излучаемая контуром, увеличилась вдвое? (843 м)

9. Чему равна частота, на которой передаются радиосигналы бедствия, если длина радиоволн для экстренной связи равна 0,6 км? (0,5 МГц)

10. Чему равна емкость колебательного контура индуктивностью 1,5 мГн, если передатчик работает на длине волны 60 м? (0,68 пФ)

4.3 ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Материальная точка совершает синусоидальные колебания с амплитудой 8 см и начальной фазой $1/3 \pi$. При частоте колебаний 0,25 Гц, через 1 с после начала колебаний смещение точки от положения равновесия будет равно

- 1) 2 см; 2) 4 см; 3) 6 см; 4) 7 см; 5) 8 см?

2. Эхо, вызванное ружейным выстрелом, дошло до стрелка через 4 с после выстрела. На каком расстоянии от стрелка произошло отражение звуковой волны, если скорость звука в воздухе равна 330 м/с?

- 1) 330 м; 2) 660 м; 3) 990 м; 4) 1320 м; 5) 1660 м.

3. Тело массой 5 кг совершает гармонические колебания с амплитудой 10 см. Если максимальная кинетическая энергия колеблющегося тела равна 2,5 Дж, то период колебаний равен

- 1) 2,12 с; 2) 0,86 с; 3) 0,72 с; 4) 0,63 с; 5) 0,38 с?

4. Груз массой 200 г, подвешенный к пружине, колеблется с такой же частотой, что и математический маятник длины 0,2 м, если коэффициент жесткости пружины равен

- 1) 10 Н/м; 2) 8 Н/м; 3) 6 Н/м; 4) 1 Н/м; 5) 0,1 Н/м.

5. Тело совершает гармонические синусоидальные колебания с нулевой начальной фазой. Если через 0,5 с после начала колебаний смещение тела от положения равновесия впервые становится равным половине амплитудного значения, то период колебаний равен

- 1) 1 с; 2) 2 с; 3) 4 с; 4) 6 с; 5) 8 с?

6. Как изменится период вертикальных колебаний груза, подвешенного на двух одинаковых пружинах, если от последовательного соединения пружин перейти к параллельному их соединению?

- 1) увеличится в 2 раза; 2) уменьшится в 2 раза;
3) увеличится в 4 раза; 4) уменьшится в 4 раза; 5) не изменится.

7. Максимальная величина ускорения точки, движение которой описывается уравнением $x = 5 \cos(2t + \pi/4)$ см, равна

- 1) 0,02 м/с²; 2) 0,04 м/с²; 3) 0,08 м/с²; 4) 0,16 м/с²; 5) 0,20 м/с²?

8. Максимальная кинетическая энергия материальной точки массой 10 г, совершающей гармонические колебания с периодом 2 с, равна $1 \cdot 10^{-4}$ Дж. При этом амплитуда колебаний этой точки равна

- 1) $4,5 \cdot 10^{-3}$ м; 2) $9,0 \cdot 10^{-3}$ м; 3) $4,5 \cdot 10^{-2}$ м; 4) $9,0 \cdot 10^{-2}$ м; 5) $4,5 \cdot 10^{-1}$ м?

9. У звуковой волны частоты 1 кГц при переходе из воздуха в воду длина волны увеличивается на 1,14 м. Если скорость этой звуковой волны в воздухе 340 м/с, то в воде она равна

- 1) 3400 м/с; 2) 1480 м/с; 3) 1140 м/с; 4) 388 м/с; 5) 340 м/с?

10. Если звуковая волна с частотой колебаний 1 кГц распространяется в стальном стержне со скоростью 5 км/с, то расстояние между ближайшими точками волны, отличающимися по фазе на π , будет равно

- 1) 1,5 м; 2) 2,5 м; 3) 3 м; 4) 5 м; 5) 10 м?

11. Колебательный контур радиоприемника содержит конденсатор емкости 10^{-9} Ф. Чтобы обеспечить прием радиоволн длиной 300 м, индуктивность катушки контура должна быть равной

- 1) 6,2 мкГн; 2) 25,4 мкГн; 3) 6,2 мГн; 4) 25,4 мГн; 5) 6 Гн?

12. В электрическом колебательном контуре емкость конденсатора 2 мкФ, а максимальное напряжение на нем 5 В. В момент времени, когда напряжение на конденсаторе равно 3 В, энергия магнитного поля катушки равна

- 1) $1,6 \cdot 10^{-5}$ Дж; 2) $2,2 \cdot 10^{-5}$ Дж; 3) $3,0 \cdot 10^{-5}$ Дж;
4) $4,6 \cdot 10^{-5}$ Дж; 5) $6,5 \cdot 10^{-5}$ Дж?

13. Электрический колебательный контур содержит катушку индуктивности 10 мГн, конденсатор емкости 880 пФ и подсоединенный параллельно конденсатор емкости 20 пФ. Какова частота незатухающих колебаний в контуре?

- 1) 120 кГц; 2) 88 кГц; 3) 62 кГц; 4) 53 кГц; 5) 36 кГц.

13. Как нужно изменить емкость конденсатора в колебательном контуре радиоприемника, чтобы длина волны, на которую он настроен, увеличилась в два раза?

- 1) увеличить в 4 раза; 2) увеличить в 2 раза; 3) уменьшить в 2 раза;
4) уменьшить в 4 раза; 5) уменьшить в 16 раз.

14. Как изменится частота колебаний в идеальном колебательном контуре, если расстояние между пластинами плоского конденсатора контура увеличить в два раза?

- 1) уменьшится в 2 раза; 2) уменьшится в $\sqrt{2}$ раз; 3) не изменится;
4) увеличится в $\sqrt{2}$ раз; 5) увеличится в 2 раза.

15. Период свободных колебаний идеального колебательного контура, конденсатор которого емкостью 1 мкФ, будучи заряжен до напряжения 10 В, при разряде дал максимальное значение силы тока в цепи 0,2 А, равен

- 1) $4\pi \cdot 10^{-4}$ с; 2) $2\pi \cdot 10^{-4}$ с; 3) $\pi \cdot 10^{-4}$ с; 4) $\pi \cdot 10^{-6}$ с; 5) $2\pi \cdot 10^{-6}$ с?

16. На какую длину волны настроен колебательный контур, если он состоит из катушки индуктивностью 2 мГн и плоского конденсатора? Пластины конденсатора представляют собой круги радиусом 15 см, расстояние между пластинами 1 см.

- 1) 222 м; 2) 333 м; 3) 444 м; 4) 555 м; 5) 666 м.

17. Колебательный контур состоит из плоского конденсатора, заполненного парафином ($\epsilon=2$). Площадь пластин конденсатора $100,0 \text{ см}^2$, расстояние между пластинами 1,1 мм. Определите индуктивность катушки, если контур настроен на длину волны 4 333 м.

- 1) 32 мГн; 2) 40 мГн; 3) 50 мГн; 4) 60 мГн; 5) 82 мГн.

18. Через какое время возвратится к радиолокатору отраженный от цели сигнал, если цель находится на расстоянии 50 км от локатора?

- 1) 10^{-4} с; 2) $20,0 \cdot 10^{-4}$ с; 3) $2,2 \cdot 10^{-4}$ с; 4) $3,3 \cdot 10^{-4}$ с; 5) $22,0 \cdot 10^{-4}$ с.

18. В колебательном контуре, состоящем из конденсатора с зарядом $2,5 \cdot 10^{-8}$ Кл и катушки индуктивности, возникли свободные электромагнитные колебания с периодом 2,5 мкс. Определите максимальную силу тока, проходящего через катушку.

- 1) 0,0314 А; 2) 0,0628 А; 3) 0,314 А; 4) 0,628 А; 5) -,942 А.

19. Колебательный контур состоит из трех последовательно соединенных одинаковых конденсаторов и катушки индуктивности. Период электромагнитных колебаний в контуре 20 мкс. Чему будет равен период электромагнитных колебаний в контуре, если конденсаторы соединить параллельно?

- 1) 6,7 мкс; 2) 20 мкс; 3) 34 мкс; 4) 60 мкс; 5) 180 мкс.

20. Катушка индуктивностью 31 мГн присоединена к плоскому конденсатору. Площадь пластин конденсатора $20,0 \text{ см}^2$, расстояние между ними 1 см. Определите диэлектрическую проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами конденсатора. Амплитуда силы тока в контуре 0,2 мА, амплитуда напряжения 10В.

- 1) 5; 2) 6; 3) 7; 4) 8; 5) 9.

5 ОПТИКА. АТОМ И АТОМНОЕ ЯДРО
OPTICS. ATOM AND ATOMIC NUCLEUS
OPTIQUE. ATOME ET NOYAU ATOMIQUE

5.1 Основные формулы / Basic formulas / Formules de base

5.1.1 Геометрическая оптика
Geometric optics
Optique géométrique

1	$\alpha = \varphi$	<p>Закон отражения света:</p> <ul style="list-style-type: none"> – падающий луч, отражённый луч и перпендикуляр к границе раздела двух сред, восстановленный в точку падения луча, лежат в одной плоскости; – угол падения α света равен углу отражения φ света <p>Light reflection law:</p> <ul style="list-style-type: none"> – the incident ray, the reflected ray and the perpendicular to the interface between the two media, reconstructed to the point of incidence of the ray, lie in the same plane; – the angle of incidence of light is equal to the angle φ of light reflection <p>La formule de la réflexion:</p> <ul style="list-style-type: none"> – le rayon incident, le rayon réfléchi et la perpendiculaire à l'interface entre les deux milieux, reconstruits au point d'incidence du rayon, se trouvent dans le même plan; – l'angle d'incidence α de la lumière est égal à l'angle de réflexion φ de la lumière
2	$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}$	<p>Закон преломления света:</p> <ul style="list-style-type: none"> – луч падающий, перпендикуляр, восстановленный к границе раздела двух сред в точке падения луча, преломлённый луч лежат в одной плоскости; – отношение синуса угла падения α к синусу угла преломления β равно отношению абсолютного показателя преломления второй среды n_2 к абсолютному показателю преломления первой среды n_1 ; <p>n_{21} – относительный показатель преломления второй среды к первой</p> <p>Light refraction law:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Incident ray, perpendicular restored to the interface of two media at the point of incidence

		<p>of the ray, refracted ray lie in the same l'interface entre deuxmilieux au point d'incidence du rayon, rayon réfracté se trouvantdans le même plane;</p> <ul style="list-style-type: none"> – The ratio of the sine α of the angle of incidence to the sine of the angle of refraction β is equal to the ratio of the absolute refractive index of the second medium n_2 to the absolute refractive index of the first medium n_1. <p>n_{21} is the relative refractive index of the second medium to the first</p>
		<p>La loi de Snell:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Le rayon incident, perpendiculaire, restitué à l'interface entre deux milieux au point d'incidence du rayon, et le rayon réfracté se trouvent dans le même plan; – Le rapport du sinus de l'angle d'incidence α au sinus de l'angle de réfraction β est égal au rapport de l'indice de réfraction absolu du deuxième milieu sur l'indice n_2 de réfraction absolu du premier milieu n_1. <p>n_{21} – est l'indice de réfraction relatif du deuxième milieu par rapport au premier</p>
3	$\sin \alpha_0 = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}$	<p>Полное внутреннее отражение. При переходе луча из оптически более плотной среды в оптически менее плотную среду угол преломления β оказывается больше угла падения α. При постепенном увеличении угла падения можно достигнуть такого его значения α_0 (предельный угол внутреннего отражения), при котором угол преломления становится равным $\beta_0 = \frac{\pi}{2}$ и весь падающий световой поток отражается.</p> <p>n_{21} – относительный показатель преломления второй среды к первой;</p> <p>n_1 – абсолютный показатель преломления первой среды;</p> <p>n_2 – абсолютный показатель преломления второй среды</p> <p>Full internal reflection. When the beam passes from an optically denser medium to an optically less dense medium, the angle of refraction β turns out to be greater than the angle of incidence α. With a gradual increase in the angle of incidence, it is possible to achieve such a value α_0 (limiting angle</p>

		<p>of internal reflection), at which the angle of refraction becomes equal to $\beta_0 = \frac{\pi}{2}$ and the entire incident light flux is reflected.</p> <p>n_{21} is the relative refractive index of the second medium to the first;</p> <p>n_1 is the absolute refractive index of the first medium;</p> <p>n_2 is the absolute refractive index of the second medium</p>
		<p>Réflexion interne complète. Lorsque le faisceau passe d'un milieu optiquement plus dense à un milieu optiquement moins dense, l'angle de refraction β s'avère être supérieur à l'angle d'incidence α. Avec une augmentation progressive de l'angle d'incidence, il est possible d'atteindre une telle valeur α_0 (l'angle limite de réflexion interne), à laquelle l'angle de réfraction devient égal à $\beta_0 = \frac{\pi}{2}$ et tout le flux lumineux incident est réfléchi.</p> <p>n_{21} – est l'indice de réfraction relatif du deuxième milieu par rapport au premier;</p> <p>n_1 – est l'indice de réfraction absolu du premier milieu;</p> <p>n_2 – est l'indice de réfraction absolu du deuxième milieu</p>
4	$n = \frac{c}{v}$	<p>Абсолютный показатель преломления n равен отношению скорости света в вакууме c к скорости света в среде v</p> <p>The absolute refractive index n is equal to the ratio of the speed of light in a vacuum c to the speed of light in a medium v</p> <p>L'indice de réfraction absolu n est égal au rapport de la vitesse de la lumière c dans le vide à la vitesse de la lumière dans un milieu v</p>
5	$n_{21} = \frac{v_1}{v_2}$	<p>Отношение скорости света в двух средах определяет относительный показатель преломления двух сред n_{21}.</p> <p>v_1 – скорость света в первой Среде;</p> <p>v_2 – скорость света во второй среде</p> <p>The ratio of the speed of light in two media determines the relative refractive index of the two media</p> <p>n_{21}</p>

		<p>v_1 – speed of light in the first environment; v_2 – speed of light in the second environment</p> <p>Le rapport de la vitesse de la lumière dans deux supports détermine l'indice de réfraction relatif des deux supports n_{21}.</p> <p>v_1 – vitesse de la lumière dans le premier milieu; v_2 – vitesse de la lumière dans le deuxième milieu</p>
6	$\pm \frac{1}{F} = \frac{1}{d} \pm \frac{1}{f}$	<p>Формула тонкой линзы связывает фокусное расстояние линзы F, расстояние от предмета до линзы d и от линзы до изображения f.</p> <p>Правило знаков: если линза собирающая $+F$, для рассеивающей $-F$; если изображение действительное $+f$, для мнимого $-f$.</p> <p>The thin lens formula relates the focal length of the lens F, the distance from the object to the lens, and the distance from the lens d to the image f.</p> <p>Sign rule: if the lens is converging $+F$, for the diffusing lens $-F$; if the image is valid $+f$, for imaginary $-f$</p> <p>La formule de la lentille mince F concerne la distance focale de la lentille, la distance de l'objet à la lentille d et la distance de la lentille à l'image f.</p> <p>La règle de signe: si la lentille est convergente $+F$, pour la lentille diffusante $-F$; si l'image est valide $+f$, pour l'imaginaire $-f$</p>
7	$D = \frac{1}{F}$	<p>Оптическая сила линзы D определяется фокусным расстоянием линзы F</p> <p>The power of a lens D is determined by the focal length of the lens F.</p> <p>La convergence d'une lentille D est déterminée par la distance focale de la lentille F</p>
8	$\Gamma = \frac{H}{h}$ $\frac{H}{h} = \frac{f}{d}$	<p>Отношение линейных размеров изображения H к линейным размерам предмета h называется линейным увеличением Γ.</p> <p>d – расстояние от предмета до линзы; f – расстояние от линзы до изображения</p> <p>The ratio of the linear dimensions of the image H to the linear dimensions of the object h is called linear magnification Γ.</p> <p>d – distance from object to lens; f – distance from lens to image</p> <p>Le rapport des dimensions linéaires de l'image H aux dimensions linéaires de l'objet h est appelé le grossissement linéaire Γ.</p> <p>d – distance de l'objet à la lentille; f – distance de la lentille à l'image</p>

5.1.2 Волновая оптика
Wave optics
Optique des ondes

1	$\Delta x = x_2 - x_1$	<p>Пройдя различные расстояния x_1 и x_2, волны имеют геометрическую разность хода (пути) Δx</p> <p>Having passed various distances x_1 and x_2, the waves have a geometric difference in path Δx</p> <p>Après avoir passé de différentes distances x_1 et x_2 les ondes ont une différence géométrique de chemin Δx</p>
2	$S = nx$	<p>S – оптическая длина пути; x – геометрическая длина пути; n – абсолютный показатель преломления среды</p> <p>S – optical path length; x – geometric path length; n is the absolute refractive index of the medium</p> <p>S – longueur du chemin optique; x – longueur du chemin géométrique; n – est l'indice de réfraction absolu du milieu</p>
3	$\Delta = S_2 - S_1 = n_2 x_2 - n_1 x_1$	<p>Δ – оптическая разность хода (пути); S_1 и S_2 – оптическая длина пути первой и второй волны; x_1 и x_2 – геометрическая длина пути первой и второй волны; n_1 и n_2 – абсолютный показатель преломления первой и второй среды</p> <p>Δ – optical path difference; S_1 and S_2 – optical path length of the first and second wave; x_1 and x_2 is the geometric path length of the first and second waves; n_1 and n_2 is the absolute refractive index of the first and second medium</p> <p>Δ – différence de chemin optique; S_1 et S_2 – est la longueur de chemin optique de la première et de la seconde onde; x_1 et x_2 - est la longueur de chemin géométrique de la première et de la deuxième ondes; n_1 et n_2 - est l'indice de réfraction absolu du premier et du deuxième milieu</p>
4	$\Delta = m\lambda$, $m = 0, 1, 2$	<p>Условие максимумов интерференции: если оптическая разность хода двух волн Δ равна целому числу длин волн λ, то наблюдается усиление амплитуды результирующих колебаний</p> <p>m – порядок интерференции</p>

		<p>The condition of the interference maxima: if the optical path difference between the two waves Δ is equal to an integer number of wavelengths λ, then an increase in the amplitude of the resulting oscillations is observed. <i>m</i> – order of interference</p>
		<p>La condition des maxima d'interférence: si la différence de chemin optique de deux ondes Δ est égale à un nombre entier de longueurs d'onde λ, alors on observe une augmentation de l'amplitude des oscillations résultantes. <i>m</i> – ordre d'interférence</p>
5	$\Delta = (2m + 1) \frac{\lambda}{2}$ <p><i>m</i> = 0, 1, 2</p>	<p>Условие минимумов интерференции: если оптическая разность хода двух волн Δ равна нечетному числу длин полуволн λ, то наблюдается ослабление амплитуды результирующих колебаний. <i>m</i> – порядок интерференции</p> <p>The condition for the minima of interference: if the optical path difference of two waves Δ is equal to an odd number of half-wavelengths λ, then a weakening of the amplitude of the resulting oscillations is observed. <i>m</i> – order of interference</p> <p>La condition des minima d'interférence: si la différence de chemin optique de deux ondes Δ est égale à un nombre impair de demi-longueurs d'onde λ, on observe alors un affaiblissement de l'amplitude des oscillations résultantes. <i>m</i> – ordre d'interférence</p>
6	$2dn \cdot \cos \beta = m\lambda$	<p>Условие максимумов при отражении от пленки, нанесенной на более плотную среду. <i>n</i> – абсолютный показатель преломления пленки; <i>d</i> – толщина пленки; β – угол преломления света; <i>m</i> – порядок интерференции; λ – длина волны падающего света</p> <p>Condition of maxima upon reflection from a film deposited on a denser medium. <i>n</i> – absolute refractive index of the film; <i>d</i> – film thickness; β – angle of refraction of light; <i>m</i> – order of interference; λ – incident light wavelength</p> <p>La condition de maxima lors de la réflexion d'un film appliqué sur un milieu plus dense. <i>n</i> – indice de réfraction absolu du film <i>d</i> – épaisseur du film</p>

		<p>β – angle de réfraction de la lumière; m – ordre d'interférence; λ – longueur d'onde de la lumière incidente</p>
7	$2dn \cdot \cos \beta = (2m + 1) \frac{\lambda}{2}$	<p>Условие м инимумов при отражении от пленки, нанесенной на более плотную среду. n – абсолютный показатель преломления пленки; d – толщина пленки; β – угол преломления света; m – порядок интерференции; λ – длина волны падающего света</p>
		<p>Minimum condition for reflection from a film deposited on a denser medium. n – absolute refractive index of the film; d – film thickness; β – angle of refraction of light; m – order of interference; λ – incident light wavelength</p>
		<p>La condition minimale de réflexion d'un film déposé sur un milieu plus dense. n – indice de réfraction absolu du film; d – épaisseur du film; β – angle de réfraction de la lumière; m – ordre d'interférence; λ – longueur d'onde de la lumière incidente</p>
8	Замечание	<p>Если пленка находится в менее плотной среде, тогда условия меняются местами</p>
		<p>If the film is in a less dense environment, then the conditions are reversed</p>
		<p>Si le film est dans un milieu moins dense, les conditions sont inversées</p>
9	$d \sin \varphi = m\lambda$	<p>Условие максимумов при дифракции на решетке. d – период решетки, φ – угол между нормалью к решетке и направлением, под которым на экране наблюдается максимум интенсивности, m – порядок интерференции (номер максимума) λ – длина волны падающего света</p>
		<p>Condition of maxima in diffraction by a grating. d – lattice period, φ – the angle between the normal to the grating and the direction at which the maximum intensity is observed on the screen, m – order of interference (maximum number) λ – incident light wavelength</p>
		<p>La condition de maxima en diffraction par un réseau. d – période du treillis</p>

		<p>φ – angle entre la normale au réseau et la direction selon laquelle l'intensité maximale est observée sur l'écran;</p> <p>m – ordre d'interférence (nombre maximum);</p> <p>λ – longueur d'onde de la lumière incidente</p>
10	$d = \frac{l}{N}$	<p>d – период (постоянная) дифракционной решетки;</p> <p>l – длина дифракционной решетки;</p> <p>N – число штрихов решетки</p>
		<p>d – period (constant) of the diffraction grating;</p> <p>l – diffraction grating length;</p> <p>N – number of grating lines</p>
		<p>d – période (constante) du réseau de diffraction;</p> <p>l – longueur du réseau de diffraction;</p> <p>N – nombre de lignes de réseau</p>
11	$m_{\max} = \frac{d}{\lambda}$	<p>m_{\max} – максимальный порядок дифракции;</p> <p>λ – длина волны падающего света;</p> <p>d – период (постоянная) дифракционной решетки</p>
		<p>m_{\max} – maximum diffraction order;</p> <p>λ – incident light wavelength;</p> <p>d – period (constant) of the diffraction grating</p>
		<p>m_{\max} – ordre maximum de diffraction;</p> <p>λ – longueur d'onde de la lumière incidente;</p> <p>d – période (constante) du réseau de diffraction</p>

5.1.3 Основы специальной теории относительности Foundations of the special theory of relativity Fondements de la théorie spéciale de la relativité

1	$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$	<p>Продольные размеры тел в направлении движения сокращаются.</p> <p>l_0 – длина стержня в системе отсчета, относительно которой он покоится;</p> <p>l – длина стержня в системе отсчета, относительно которой он движется со скоростью v близкой к скорости света в вакууме;</p> <p>c – скорость света в вакууме</p>
		<p>The longitudinal dimensions of the bodies in the direction of motion are reduced.</p> <p>l_0 – the length of the rod in the frame of reference, relative to which it is at rest;</p> <p>l – the length of the rod in the frame of reference, relative to which it moves at a speed v close to the speed of light in vacuum;</p> <p>c – speed of light in vacuum</p>
		<p>Les dimensions longitudinales des corps dans le sens du mouvement sont réduites</p>

		<p>l_0 – longueur de la tige dans le cadre de référence, par rapport à laquelle elle est au repos;</p> <p>l – longueur de la tige dans le cadre de référence, par rapport à laquelle elle se déplace à une vitesse v proche de la vitesse de la lumière dans le vide;</p> <p>c – vitesse de la lumière dans le vide</p>
2	$\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	<p>Движущиеся часы идут медленнее покоящихся.</p> <p>τ_0 – интервал между двумя событиями в неподвижной системе отсчета;</p> <p>τ – интервал времени в системе отсчета, движущейся со скоростью v;</p> <p>c – скорость света в вакууме</p> <p>A moving clock runs slower than a resting clock.</p> <p>τ_0 – the interval between two events in a stationary frame of reference;</p> <p>τ – the time interval in the frame of reference moving with speed;</p> <p>c – speed of light in vacuum</p> <p>Une horloge en mouvement tourne plus lentement qu'une horloge au repos.</p> <p>τ_0 – intervalle entre deux événements dans un référentiel stationnaire;</p> <p>τ – intervalle de temps dans un cadre de référence se déplaçant avec la vitesse;</p> <p>c – vitesse de la lumière dans le vide</p>
3	$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	<p>m – масса движущегося со скоростью v тела;</p> <p>m_0 – масса покоя тела;</p> <p>c – скорость света в вакууме</p> <p>m – the mass of a body moving at the speed;</p> <p>m_0 – body rest mass;</p> <p>c – speed of light in vacuum</p> <p>m – masse d'un corps se déplaçant à la vitesse v;</p> <p>m_0 – masse de repos corporel;</p> <p>c – vitesse de la lumière dans le vide</p>
4	$E = mc^2 = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	<p>Связь между массой m движущегося со скоростью v и энергией E.</p> <p>c – скорость света в вакууме</p> <p>The connection between the mass m of a person moving with speed v and energy E.</p> <p>c – speed of light in vacuum</p> <p>Le lien entre la masse m d'une personne se déplaçant avec vitesse v et l'énergie E.</p> <p>c – vitesse de la lumière dans le vide</p>
5	$E_0 = m_0 c^2$	<p>E_0 – энергия покоя тела;</p> <p>m_0 – масса покоя тела;</p> <p>c – скорость света в вакууме</p>

		<p>E_0 – rest energy of the body; m_0 – body rest mass; c – speed of light in vacuum</p>
		<p>E_0 – énergie de repos du corps; m_0 – masse de repos corporel; c – vitesse de la lumière dans le vide</p>
6	$E_K = E - E_0$	<p>Кинетическая энергия тела E_K определяется как разность полной энергии E и энергии покоя E_0 тела</p> <p>The kinetic energy of the body E_K is defined as the difference between the total energy E and the rest energy E_0 of the body</p> <p>L'énergie cinétique du corps E_K est définie comme la différence entre l'énergie totale E et l'énergie E_0 de repos du corps</p>

5.1.4 Основы квантовой физики
Fundamentals of quantum physics
Fondamentaux de la physique quantique

		<p>Атомы испускают электромагнитную энергию отдельными порциями – квантами (фотонами). Энергия кванта E пропорциональна частоте излучения ν.</p> <p>λ – длина волны; h – постоянная Планка; c – скорость света в вакууме</p>
1	$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$	<p>Atoms emit electromagnetic energy in separate portions – quanta (photons). The quantum energy E is proportional to the radiation frequency ν.</p> <p>λ – wavelength;; h – Planck's constant c – speed of light in vacuum</p> <p>Les atomes émettent de l'énergie électromagnétique en portions séparées – les quanta (photons). L'énergie d'un quantum E est proportionnelle à la fréquence du rayonnement ν.</p> <p>λ – longueur d'onde; h – la constante de Planck; c – vitesse de la lumière dans le vide</p>
2	$m = \frac{E}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2}$	<p>m – масса фотона; E – энергия фотона; ν – частота излучения; h – постоянная Планка; c – скорость света в вакууме</p>

		<p>m – photon mass; E – photon energy; ν – radiation frequency; h – Planck's constant; c – speed of light in vacuum</p>
		<p>m – masse de photons; E – énergie photonique;; ν – fréquence de rayonnement h – La constante de Planck; c – vitesse de la lumière dans le vide</p>
3	$p = mc = \frac{h}{\lambda}$	<p>p – импульс фотона; m – масса фотона; λ – длина волны; h – постоянная Планка; c – скорость света в вакууме</p>
		<p>p – impulsion photonique; m – masse de photons; λ – longueur d'onde; h – La constante de Planck; c – vitesse de la lumière dans le vide</p>
		<p>p – photon momentum; m – photon mass; λ – wavelength; h – Planck's constant c – speed of light in vacuum</p>
4	$h\nu = A + \frac{m\nu^2}{2}$	<p>Уравнение Эйнштейна для фотоэлектрического эффекта. $h\nu$ – энергия фотона; A – работа выхода фотоэлектрона из металла; $\frac{m\nu^2}{2}$ – кинетическая энергия фотоэлектрона; ν – частота излучения; h – постоянная Планка; m – масса электрона; ν – скорость электрона</p>
		<p>Einstein's equation for the photoelectric effect. $h\nu$ – photon energy; A – work function of a photoelectron from metal; $\frac{m\nu^2}{2}$ – kinetic energy of a photoelectron; ν – radiation frequency; h – Planck's constant; m – electron mass; ν – electron speed</p>

		<p>Équation d'Einstein pour l'effet photoélectrique. $h\nu$ – énergie photonique; A – fonction de travail d'un photoélectron en métal; $\frac{m\nu^2}{2}$ – énergie cinétique d'un photoélectron;; ν – fréquence de rayonnement h – la constante de Planck; m – masse électronique; ν – vitesse des électrons</p>
5	$h\nu_{кр} = A$	<p>Минимальная частота $\nu_{кр}$, при которой еще возможен фотоэффект, называется красной границей фотоэффекта. A – работа выхода фотоэлектрона из металла; h – постоянная Планка</p>
		<p>The minimum $\nu_{кр}$ frequency at which the photo effect is still possible is called the red border of the photo effect. A – work function of a photoelectron from metal; h – Planck's constant</p>
		<p>La fréquence minimale $\nu_{кр}$ à laquelle l'effet photo est encore possible est appelée la bordure rouge de l'effet photo. A – fonction de travail d'un photoélectron en métal; h – la constante de Planck</p>
6	$\frac{m\nu_{max}^2}{2} = eU_3$	<p>U_3 – задерживающее напряжение – минимальное напряжение, которое необходимо приложить для прекращения фотоэффекта; e – заряд электрона; m – масса электрона; ν – максимальная скорость фотоэлектрона</p>
		<p>U_3 – retarding voltage – the minimum voltage that must be applied to stop the photoelectric effect; e – electron charge; m – electron mass ν – maximum photoelectron speed</p>
		<p>U_3 – tension de retard – la tension minimale qui doit être appliquée pour arrêter l'effet photoélectrique; e – charge électronique; m – masse électronique; ν – vitesse maximale des photoelectrons</p>

5.1.5 Атом и атомное ядро
Atom and atomic nucleus
Atome et noyau atomique

1	$h\nu = E_m - E_n$	<p>Постулаты Бора</p> <p>1. Атомная система может находиться только в особых стационарных или квантовых состояниях, каждому из которых соответствует энергия E_n. В стационарном состоянии атом не излучает энергию.</p> <p>2. При переходе атома из одного стационарного состояния E_m в другое E_n излучается или поглощается квант электромагнитного излучения. Энергия фотона $h\nu$ равна разности энергий атома в стационарных состояниях.</p> <p>ν – частота излучения; h – постоянная Планка</p> <hr/> <p>Bohr's postulates</p> <p>1. An atomic system can only be in special stationary or quantum states, each of which corresponds to energy E_n. In a stationary state, an atom does not radiate energy.</p> <p>2. When an atom passes from one stationary state E_m to another E_n, a quantum of electromagnetic radiation is emitted or absorbed. The photon energy $h\nu$ is equal to the difference between the energies of the atom in stationary states.</p> <p>ν – radiation frequency; h – Planck's constant</p> <hr/> <p>Les postulats de Bohr</p> <p>1. Un système atomique ne peut être que dans des états stationnaires ou quantiques spéciaux, chacun correspondant à l'énergie E_n. Dans un état stationnaire, un atome ne rayonne pas d'énergie.</p> <p>2. Lorsqu'un atome passe d'un état stationnaire E_m à un autre E_n, un quantum de rayonnement électromagnétique est émis ou absorbé. L'énergie des photons $h\nu$ est égale à la différence entre les énergies de l'atome dans les états stationnaires.</p> <p>ν – fréquence de rayonnement; h – la constante de Planck</p>
2	$m\nu r = n \frac{h}{2\pi}$	<p>Возможные стационарные состояния по Бору определяются условием квантования.</p> <p>n – номер орбиты (главное квантовое число); h – постоянная Планка; ν – скорость электрона; r – радиус орбиты электрона</p>

		<p>Possible stationary states according to Bohr are determined by the quantization condition. n – orbit number (principal quantum number); h – Planck's constant; m – electron mass;; v – electron speed r – the radius of the electron orbit</p> <p>Les états stationnaires possibles selon Bohr sont déterminés par la condition de quantification. n – numéro d'orbite (nombre quantique principal); h – la constante de Planck; m – masse électronique; v – vitesse des électrons; r – le rayon de l'orbite électronique</p>
3	$E_n = -\frac{E_0}{n^2}$	<p>Энергия электрона E_n в атоме водорода принимает значения, определяемые главным квантовым числом n. $E_0 = 13,6 \text{ эВ} = 13,6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ – энергия электрона на первой орбите</p> <p>The energy of an electron E_n in a hydrogen atom takes on values determined by the principal quantum number n. $E_0 = 13,6 \text{ eV} = 13,6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ – electron energy in the first orbit</p> <p>L'énergie d'un électron E_n dans un atome d'hydrogène prend des valeurs déterminées par le nombre quantique principal n. $E_0 = 13,6 \text{ eV} = 13,6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ – l'énergie d'un électron sur la première orbite</p>
4	$r_n = r_1 \cdot n^2$	<p>Радиусы орбит электрона r растут пропорционально квадрату главного квантового числа n. $r_1 = 0,53 \cdot 10^{-10} \text{ м}$ – первый Боровский радиус</p> <p>The radii of the electron orbits r grow in proportion to the square of the principal quantum number n. $r_1 = 0,53 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ – the first Borovsky radius</p> <p>Les rayons des orbites r des électrons croissent proportionnellement au carré du nombre quantique principal n. $r_1 = 0,53 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ – le premier rayon de Borovsky</p>
5	$v = \frac{E_m - E_n}{h}$ $v = \frac{E_0}{h} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$	<p>Частота излучения может быть найдена через разность энергий начального (m) и конечного состояний (n). E_0 – энергия электрона на первой орбите h – постоянная Планка</p>

		<p>E_n – энергия электрона на n-й орбите; E_m – энергия электрона на m-й орбите</p>
		<p>The radiation frequency can be found through the energy difference between the initial (m) and final states (n). E_0 – the energy of an electron in the first orbit; h – Planck's constant; E_n – is the energy of an electron in the n orbit; E_m – is the energy of an electron in the m orbit</p>
		<p>La fréquence de rayonnement peut être trouvée grâce à la différence entre les énergies des états initial (m) et final (n). E_0 – énergie d'un électron dans la première orbite; h – la constante de Planck; E_n – est l'énergie d'un électron dans la n orbite; E_m – est l'énergie d'un électron dans la m orbite</p>
6	$\Delta m = Zm_p + Nm_n - M_{\text{я}}$	<p>Δm – дефект массы; $M_{\text{я}}$ – масса ядра атома; Z – число протонов в ядре; m_p – масса протона; N – число нейтронов в ядре m_n – масса нейтрона</p>
		<p>Δm – mass defect; $M_{\text{я}}$ – is the mass of the atomic nucleus; Z – the number of protons in the nucleus; m_p – proton mass; N – the number of neutrons in the nucleus; m_n – neutron mass</p>
		<p>Δm – défaut de masse; $M_{\text{я}}$ – est la masse du noyau atomique; Z – nombre de protons dans le noyau; m_p – masse de protons; N – nombre de neutrons dans le noyau; m_n – masse neutronique</p>
7	$\Delta E_{\text{CB}} = (Zm_p + Nm_n - M_{\text{я}})c^2$	<p>ΔE_{CB} – энергия связи ядра (в Дж); $M_{\text{я}}$ – масса ядра атома; Z – число протонов в ядре; m_p – масса протона; N – число нейтронов в ядре; m_n – масса нейтрона; c – скорость света в вакууме</p>

		<p>ΔE_{CB} – core binding energy (in J); $M_{\text{я}}$ is the mass of the atomic nucleus; Z – the number of protons in the nucleus; m_p – proton mass; N – the number of neutrons in the nucleus; m_n – neutron mass; c – speed of light in vacuum</p>
		<p>ΔE_{CB} – énergie de liaison du noyau (en J); $M_{\text{я}}$ – masse du noyau atomique; Z – nombre de protons dans le noyau; m_p – masse de protons; N – nombre de neutrons dans le noyau; m_n – masse neutronique; c – vitesse de la lumière dans le vide</p>
8	$\Delta E_{CB} = (Zm_p + Nm_n - M_{\text{я}}) \cdot 931 \text{ МэВ}$	<p>ΔE_{CB} – энергия связи ядра (в МэВ); $M_{\text{я}}$ – масса ядра атома; Z – число протонов в ядре; m_p – масса протона; N – число нейтронов в ядре; m_n – масса нейтрона</p>
		<p>ΔE_{CB} – the binding energy of the nucleus; $M_{\text{я}}$ is the mass of the atomic nucleus; Z – the number of protons in the nucleus; m_p – proton mass; N – the number of neutrons in the nucleus; m_n – neutronmass</p>
		<p>ΔE_{CB} – énergie de liaison du noyau (en MeV); $M_{\text{я}}$ – est la masse du noyau atomique; Z – nombre de protons dans le noyau; m_p – masse de protons; N – nombre de neutrons dans le noyau; m_n – masse neutronique</p>
9	$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$	<p>Основной закон радиоактивного распада устанавливает зависимость числа не распавшихся радиоактивных ядер N от времени t. N_0 – начальное число радиоактивных ядер; T – период полураспада</p>
		<p>The basic law of radioactive decay establishes the dependence of the number of non-decayed radioactive nuclei N on time t. N_0 – the initial number of radioactive nuclei; T – halflife</p>

		<p>La loi fondamentale de la désintégration radioactive établit la dépendance du nombre de noyaux radioactifs non désintégrés N dans le temps t.</p> <p>N_0 – nombre initial de noyaux radioactifs; T – période de demi-vie</p>
10	${}^M_Z X \rightarrow {}^{M-4}_{Z-2} Y + {}^4_2 He$	<p>Уравнение α-распада: ядро ${}^M_Z X$ теряет положительный заряд $+2e$, его масса убывает на четыре единицы атомной массы (вылетает ядро атома гелия ${}^4_2 He$) и образуется ядро нового элемента ${}^{M-4}_{Z-2} Y$</p> <p>The α-decay equation: the nucleus ${}^M_Z X$ loses the positive charge $+2e$, its mass decreases by four units of atomic mass (the nucleus of the helium atom is ejected ${}^4_2 He$) and the nucleus of a new element is formed ${}^{M-4}_{Z-2} Y$</p> <p>L'équation de α-désintégration: le noyau ${}^M_Z X$ perd la charge positive $+2e$, sa masse diminue de quatre unités de masse atomique (le noyau de l'atome d'hélium est éjecté ${}^4_2 He$) et le noyau d'un nouvel élément se forme ${}^{M-4}_{Z-2} Y$</p>
11	${}^M_Z X \rightarrow {}^M_{Z+1} Y + {}^0_{-1} e$	<p>При β-распаде из ядра ${}^M_Z X$ вылетает электрон ${}^0_{-1} e$ и образуется ядро нового элемента ${}^M_{Z+1} Y$</p> <p>During β-decay, an electron escapes from the nucleus ${}^M_Z X$ and the nucleus of a new element is formed ${}^M_{Z+1} Y$</p> <p>Pendant la β-désintégration, un électron s'échappe du noyau ${}^M_Z X$ et le noyau d'un nouvel élément se forme ${}^M_{Z+1} Y$</p>
12	$\Delta E = \Delta mc^2$ $\Delta m = M_1 - M_2$ $\Delta E = \Delta m \cdot 931 \text{ МэВ}$	<p>При написании ядерных реакций необходимо учитывать закон сохранения массы и закон сохранения электрического заряда.</p> <p>При определении изменения энергии в ядерной реакции необходимо определить сумму масс частиц до реакции M_1 и после реакции M_2. Энергия выделяется, если $M_1 > M_2$.</p> <p>ΔE – энергетический выход реакции; Δm – изменение массы частиц в ядерной реакции; c – скорость света в вакууме</p> <p>By writing nuclear reactions it is necessary to take into account the law of conservation of mass and the law of conservation of electric charge</p>

		<p>By determining the energy change in a nuclear reaction, it is necessary to determine the sum of the particle masses before the M_1 reaction and after the M_2 reaction. Energy is released if $M_1 > M_2$.</p> <p>ΔE – energy yield of the reaction; Δm – change in the mass of particles in a nuclear reaction; c – speed of light in vacuum</p> <hr/> <p>Lors de l'écriture des réactions nucléaires, il est nécessaire de prendre en compte la loi de conservation de la masse et la loi de conservation de la charge électrique.</p> <p>Lors de la détermination du changement d'énergie dans une réaction nucléaire, il est nécessaire de déterminer la somme des masses de particules avant la réaction M_1 et après la réaction M_2. De l'énergie est libérée si $M_1 > M_2$.</p> <p>ΔE – rendement énergétique de la réaction; Δm – changement de masse de particules lors d'une réaction nucléaire; c – vitesse de la lumière dans le vide</p>
--	--	--

5.2 ТИПОВЫЕ ЗАДАЧИ

5.2.1 Геометрическая оптика

1. Луч света выходит из скипидара в воздух. Предельный угол полного внутреннего отражения $42,38^\circ$. Определите скорость распространения света в скипидаре. ($2 \cdot 10^8$ м/с)

2. В жидкости с показателем преломления 1,8 находится точечный источник света. На каком максимальном расстоянии от источника надо поместить диск диаметром 2 см, чтобы свет не вышел из жидкости в воздух? Плоскость диска параллельна поверхности жидкости. (1,5 см)

3. Свая длиной 2 м выступает над поверхностью воды на 1 м. Определите длину тени от сваи на дне озера, если угол падения лучей света составляет 30° . (1 м)

4. Под каким углом к горизонту следует расположить плоское зеркало, чтобы осветить дно колодца отраженными от зеркала солнечными лучами в то время, когда свет падает под углом 30° к горизонту? (60°)

5. При помощи собирающей линзы с фокусным расстоянием 6 см рассматривают монету диаметром 1,25 см. При этом получают мнимое изображение, диаметр которого 5 см. Найдите расстояния от монеты до линзы и от линзы до изображения монеты. (4,5 см; 18 см)

5.2.2 Волновая оптика

1. Вода освещена красным светом, для которого длина волны в воздухе равна 0,7 мкм. Какой будет длина волны в воде? Какой цвет увидит человек, открывший глаза под водой? (0,53 мкм; красный)

2. Разность хода лучей от двух когерентных источников света с длиной волны $6 \cdot 10^{-7}$ м, сходящихся в некоторой точке, равна $1,5 \cdot 10^{-6}$ м. Усиление или ослабление света будет наблюдаться в этой точке? (ослабление, т.к. разность хода равна нечетному (пять) числу полуволн)

3. На дифракционную решетку с шириной непрозрачных промежутков 2 мкм и шириной прозрачных щелей 2,5 мкм нормально падает поток белого света. Найти длину волны света, для которой под углом 30° наблюдается максимум третьего порядка. (0,75 мкм)

4. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет с определенной длиной волны. Третий дифракционный максимум наблюдается под углом 30° . Определить наибольший порядок максимума, который можно наблюдать для данной длины волны. (6)

5. Постоянная дифракционной решетки в 100 раз больше длины волны монохроматического света, падающего на решетку. Решетка удалена от экрана на 3 м. Определить расстояние на экране между центральным максимумом и максимумом первого порядка. (3 см)

5.2.3 Основы теории относительности

1. При какой скорости, сравнимой со скоростью света в вакууме c , энергия частицы больше ее энергии покоя в два раза? ($c\sqrt{2/3}$)

2. Нестабильная частица движется со скоростью, составляющей 0,99 скорости света? Во сколько раз увеличится продолжительность ее существования (по часам неподвижного наблюдателя)? (7)

3. Частица движется со скоростью 0,75 скорости света для неподвижного наблюдателя. Во сколько раз масса движущейся частицы больше ее массы покоя? (1,57)

4. Электрон движется со скоростью $\frac{\sqrt{3}}{2}c$, где c – скорость света. Чему равен импульс движущегося электрона? (m_0 – масса покоя электрона)? ($2m_0c$)

5. При какой скорости движения (в долях скорости света c) релятивистское сокращение длины движущегося тела составляет 25%? (0,66 c)

5.2.4 Квантовая физика

1. Определить массу, энергию и импульс фотона видимого света, имеющего длину волны 0,6 мкм. ($3,67 \cdot 10^{-36}$ кг; $3,31 \cdot 10^{-19}$ Дж; $1,1 \cdot 10^{-27}$ кг м/с)

2. Определить работу выхода электрона с поверхности фотокатода, если при облучении его светом, энергия каждого кванта которого 5 эВ, фототок прекращается при задерживающем напряжении 0,8 В. (4,2 эВ)

3. Свет падает на платиновую пластинку. Для прекращения фототока к ней прикладывают задерживающее напряжение 3,9 эВ. При замене платиновой пластинки на пластинку из другого материала требуемое задерживающее напряжение 6 В. Определить материал второй пластинки, если работа выхода электронов из платины 6,3 эВ. (4,2 эВ)

4. При облучении поверхности металла излучением с длиной волны 1,15 мкм максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона равна работе выхода электрона из металла. Определить частоту красной границы фотоэффекта. (2,3 мкм)

5.2.5 Атом и атомное ядро

1. С какой частотой вращается электрон вокруг ядра в атоме водорода, если его орбита имеет радиус $3 \cdot 10^{-10}$ м? ($0,3 \cdot 10^{16}$ с⁻¹).

2. При захвате ядром урана-235 нейтрона происходит деление этого ядра на два осколка. Одним из осколков является ядро стронция-94. Определить количество протонов в ядре второго осколка. (54)

3. В результате взаимодействия ядра атома плутония с α -частицей образуется ядро атома кюрия (массовое число 242) и нейтрон. Определить массовое число ядра атома плутония. (239)

4. Найти энергию связи, приходящуюся на один нуклон в ядре лития (3 протона, 4 нейтрона). (5,38 МэВ)

5. Период полураспада одного из радиоактивных изотопов йода составляет 8 сут. Через какое время число атомов этого вещества окажется в 100 раз меньшим по сравнению с их начальным числом? (53,2 сут)

6. Вычислить КПД двигателей атомного ледокола, если их мощность 32000 кВт, а атомный реактор расходует 200 г урана 235 в сутки. Энергия, выделяющаяся при делении одного ядра урана, равна 200 МэВ. (17%)

5.3 ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1 Расстояние между лампой и экраном 3,2 м. На каком расстоянии от лампы надо установить собирающую линзу, чтобы получить четкое изображение лампы, увеличенное в 3 раза?

- 1) 0,5 м; 2) 1,0 м; 3) 7,5 м; 4) 0,2 м; 5) 0,8 м.

2 Угол падения луча на плоское зеркало увеличился на 10° . Определить, на сколько увеличился угол между падающим и отраженным лучом.

- 1) 10° ; 2) 20° ; 3) 30° ; 4) 15° ; 5) 5° .

3 На плоскопараллельную стеклянную пластинку ($n = 1,5$) толщиной 2 см под углом 60° падает луч света. Определить смещение луча при выходе из пластинки.

- 1) 5 см; 2) 3 см; 3) 14 см; 4) 1 см; 5) 6 см.

4 С помощью тонкой линзы получают увеличенное в 1,5 раза действительное изображение предмета. Затем линзу передвигают на 12 см и получают мнимое изображение такого же размера. Определить фокусное расстояние линзы.

- 1) 5 см; 2) 3 см; 3) 14 см; 4) 1 см; 5) 9 см.

5 Свет длиной 500 нм падает нормально к дифракционной решетке, содержащей 500 штрихов на миллиметр. Определить количество наблюдаемых на экране максимумов.

- 1) 3; 2) 9; 3) 20; 4) 12; 5) 30.

6 Дифракционная решетка содержит 120 штрихов на 1 мм. Найти длину волны монохроматического света, падающего на решетку, если угол между двумя спектрами первого порядка равен 8° ?

- 1) 581 нм; 2) 310 нм; 3) 750 нм; 4) 240 нм; 5) 625 нм.

7 Какую скорость должно иметь движущееся тело, чтобы его продольные размеры уменьшились в два раза?

- 1) $2,0 \cdot 10^8$ м/с; 2) $2,3 \cdot 10^8$ м/с; 3) $2,6 \cdot 10^8$ м/с; 4) $2,7 \cdot 10^8$ м/с;
5) $2,8 \cdot 10^8$ м/с.

8 При какой скорости масса движущегося электрона вдвое больше его массы покоя?

- 1) $2,0 \cdot 10^8$ м/с; 2) $2,3 \cdot 10^8$ м/с; 3) $2,4 \cdot 10^8$ м/с; 4) $2,5 \cdot 10^8$ м/с;
5) $2,6 \cdot 10^8$ м/с.

9 Собственное время жизни некоторой нестабильной частицы равно 10 нс. Какой путь пролетит эта частица до распада в лабораторной системе отсчета, где время ее жизни равно 20 нс?

- 1) 5 м; 2) 10 м; 3) 75 м; 4) 20 м; 5) 25 м.

10 С какой скоростью должен двигаться электрон, чтобы его кинетическая энергия была равна энергии фотона с длиной волны 520 нм?

- 1) $92 \cdot 10^{-1}$ км/с; 2) 92 км/с; 3) 920 км/с; 4) 9200 км/с;
5) 92000 км/с.

11. Если общая мощность излучения Солнца составляет $3,8 \cdot 10^{26}$ Вт, то за одни сутки, вследствие излучения, масса Солнца уменьшается:

- 1) на $2,8 \cdot 10^3$ кг; 2) $3,4 \cdot 10^9$ кг; 3) $5,2 \cdot 10^{12}$ кг; 4) $3,6 \cdot 10^{14}$ кг;
5) $8,7 \cdot 10^{16}$ кг.

12. Во сколько раз энергия фотона, соответствующего гамма-излучению с частотой $3 \cdot 10^{21}$ Гц, больше энергии фотона рентгеновского излучения с длиной волны $3 \cdot 10^{-10}$ м?

- 1) 30; 2) 90; 3) 200; 4) 900; 5) 3000.

13. Какому виду электромагнитного излучения соответствует фотон, импульс которого равен 10^{-27} кг·м/с?

- 1) радиоволны; 2) инфракрасное излучение;
3) видимый глазом свет; 4) ультрафиолетовое излучение;
5) рентгеновское излучение.

14. Если наибольшая длина волны излучения, способного вызвать фотоэффект у платины, равна 0,234 мкм, то при облучении платины излучением с частотой $1,5 \cdot 10^{15}$ Гц наибольшая кинетическая энергия вырванных электронов будет равна:

- 1) $8,16 \cdot 10^{-19}$ Дж; 2) $5,24 \cdot 10^{-19}$ Дж; 3) $3,64 \cdot 10^{-19}$ Дж;
4) $2,18 \cdot 10^{-19}$ Дж; 5) $1,44 \cdot 10^{-19}$ Дж.

15. Цезий ($A_{\text{вых}} = 1,88$ эВ) освещается светом с длиной волны 0,476 мкм. Какую наименьшую задерживающую разность потенциалов нужно приложить, чтобы фототок прекратился?

- 1) 0,68 В; 2) 0,73 В; 3) 0,78 В; 4) 0,83 В; 5) 0,88 В.

16. Какая часть исходных радиоактивных ядер распадается за время, равное двум периодам полураспада?

- 1) 1/16; 2) 1/8; 3) 1/4; 4) 3/4; 5) 1/2.

17. В теории Бора атома водорода радиус n -й круговой орбиты электрона выражается через радиус первой орбиты формулой: $r_n = r_1 \cdot n^2$. Определите, как изменяется кинетическая энергия электрона при переходе со второй орбиты на первую:

- 1) увеличивается в 4 раза; 2) уменьшается в 4 раза;
- 3) увеличивается в 2 раза; 4) уменьшается в 2 раза;
- 5) не изменяется.

18. Ядро изотопа урана ${}_{92}^{238}\text{U}$ после захвата нейтрона не испытывает деления, а претерпевая последовательно два β -распада с испусканием электронов, превращается в ядро:

- 1) ${}_{92}^{239}\text{U}$; 2) ${}_{93}^{239}\text{Np}$; 3) ${}_{94}^{239}\text{Pu}$; 4) ${}_{90}^{233}\text{Th}$; 5) ${}_{92}^{235}\text{U}$.

19. Вычислите энергию связи ${}_{27}^{59}\text{Co}$ ($m_p = 1,0078$ а.е.м., $m_n = 1,0087$ а.е.м., $m_{\text{я}} = 58,9332$ а.е.м.).

- 1) 375 МэВ; 2) 457 МэВ; 3) 518 МэВ; 4) 578 МэВ; 5) 658 МэВ.

20. Определите порядковый номер в таблице Менделеева элемента, образовавшегося из ${}_{92}^{235}\text{U}$ после двух β -распадов и трех α -распадов.

- 1) 86; 2) 87; 3) 88; 4) 89; 5) 90.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исаченкова Л.А., Лещинский Ю.Д. Физика: учеб. для 7 кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / под ред. Л.А. Исаченковой. – Минск: Народ. асвета, 2013. – (размещен на национальном образовательном портале: <https://adu.by/ru/ucheniky/podgotovka-k-ekzamenam.html>)
2. Исачанкава Л.А., Ляшчынскі Ю.Д. Фізіка: падруч. для 7 кл. устаноў агул. сярэд. адукацыі з беларус. мовай навучання / пад рэд. Л.А. Исачанкавай. – Мінск: Народ. асвета, 2013. – (размещен на национальном образовательном портале: <https://adu.by/ru/ucheniky/podgotovka-k-ekzamenam.html>)
3. Исаченкова Л.А., Лещинский Ю.Д. Физика: учеб. пособие для 7 кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / под ред. Л.А. Исаченковой. – Минск: Народ. асвета, 2017.
4. Исачанкава Л.А., Ляшчынскі Ю.Д. Фізіка: вучэб. дапам. для 7 кл. устаноў агул. сярэд. адукацыі з беларус. мовай навучання / пад рэд. Л.А. Исачанкавай. – Мінск: Народ. асвета, 2017.
5. Исаченкова Л.А., Лещинский Ю.Д. Физика: учеб. для 8 кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / под ред. Л. А. Исаченковой. – 2-е изд., пересмотр. – Минск: Народ. асвета, 2015. (размещен на национальном образовательном портале: <https://adu.by/ru/ucheniky/podgotovka-k-ekzamenam.html>)
6. Исачанкава Л.А., Ляшчынскі Ю.Д. Фізіка: падруч. для 8 кл. устаноў агул. сярэд. адукацыі з беларус. мовай навучання / пад рэд. Л. А. Исачанкавай. – 2-е выд., перагледж. – Мінск: Народ. асвета, 2015. (размещен на национальном образовательном портале: <https://adu.by/ru/ucheniky/podgotovka-k-ekzamenam.html>)
7. Исаченкова Л.А., Лещинский Ю.Д., Дорофейчик В.В. Физика: учеб. пособие для 8 кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / под ред. Л.А. Исаченковой. – Минск: Народ. асвета, 2018.
8. Исачанкава Л.А., Ляшчынскі Ю.Д., Дарафейчык У.У. Фізіка: вучэб. дапам. для 8 кл. устаноў агул. сярэд. адукацыі з беларус. мовай навучання / пад рэд. Л.А. Исачанкавай. – Мінск: Народ. асвета, 2018.
9. Исаченкова Л.А., Пальчик Г.В., Сокольский А.А. Физика: учеб. для 9 кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / под ред. А.А. Сокольского. – 2-е изд., перераб. – Минск: Народ. асвета, 2015. (размещен на национальном образовательном портале: <https://adu.by/ru/ucheniky/podgotovka-k-ekzamenam.html>)
10. Исачанкава Л.А., Пальчык Г.У., Сакольскі А.А. Фізіка: падруч. для 9 кл. устаноў агул. сярэд. адукацыі з беларус. мовай навучання / пад рэд. А.А. Сакольскага. – 2-е выд., перапрац. – Мінск: Народ. асвета, 2015. (размещен на национальном образовательном портале: <https://adu.by/ru/ucheniky/podgotovka-k-ekzamenam.html>)
11. Исаченкова Л.А., Сокольский А.А., Захаревич Е.В. Физика: учеб. пособие для 9 кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / под ред. А.А. Сокольского. – Минск: Народ. асвета, 2019.
12. Исачанкава Л.А., Сакольскі А.А., Захарэвіч К.В. Фізіка: вучэб. дапам. для 9 кл. устаноў агул. сярэд. адукацыі з беларус. мовай навучання / пад рэд. А. А. Сакольскага. – Мінск: Народ. асвета, 2019.
13. Физика: учеб. пособие для 10 кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / Е.В. Громыко, В.И. Зенькович, А.А. Луцевич и др. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2013.

14. Фізіка: вучэб. дапам. для 10 кл. устаноў агул. сярэд. адукацыі з беларус. мовай навучання / А.У. Грамыка, У.І. Зяньковіч, А.А. Луцэвіч і інш. – Мінск: Адукацыя і выхаванне, 2013.

15. Жилко В.В., Маркович Л.Г. Физика: учеб. пособие для 11 кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения. – 2-е изд., пересмотр. и доп. – Минск: Народ. асвета, 2014.

16. Жылко В.У., Марковіч Л.Р. Фізіка: вучэб. дапам для 11 кл. устаноў агул. сярэд. адукацыі з беларус. мовай навучання. – 2-е выд., перагледж. і дап. – Мінск: Народ. асвета, 2014.

Учебное издание

ВАБИЩЕВИЧ Сергей Ананьевич
ВАБИЩЕВИЧ Наталья Вячеславовна
КОЛЕСОВА Елена Михайловна и др.

**ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ФИЗИКА
ДЛЯ СЛУШАТЕЛЕЙ
ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ОТДЕЛЕНИЯ
(на русском и иностранном языках)**

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
по естественно-научному образованию в качестве пособия
для слушателей подготовительных отделений*

Редактор *Т. А. Дарьянова*
Дизайн обложки *М. С. Мухоморовой*

Подписано в печать 23.10.2023. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Цифровая печать. Усл. печ. л. 6,96. Уч.-изд. л. 6,23. Тираж 30 экз. Заказ 358.

Издатель и полиграфическое исполнение –
учреждение образования «Полоцкий государственный университет
имени Евфросинии Полоцкой».

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/305 от 22.04.2014, перерегистрация от 24.08.2022.

ЛП № 02330/278 от 27.05.2004.

Ул. Блохина, 29, 211440, г. Новополоцк.