

*Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика" (специалитет)*

**Билет №1.**

1. Уравнения Максвелла в вакууме. Скалярный и векторный потенциалы. Калибровочная инвариантность.
2. Тонкая структура спектра атома водорода.
3. Плоская монохроматическая световая волна с интенсивностью  $I_0$  падает нормально на непрозрачный экран с круглым отверстием. Какова интенсивность света  $I$  за экраном в точке, для которой отверстие:
  - а) равно первой зоне Френеля; внутренней половине первой зоны;
  - б) сделали равным первой зоне Френеля и затем закрыли его половину (по диаметру)?

Заведующий отделением  
ядерной физики, профессор

М.И.Панасюк

*Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика" (специалитет)*

**Билет №2.**

1. Уравнения Максвелла в среде. Материальные уравнения. Комплексная диэлектрическая проницаемость и показатель преломления.
2. Экспериментальные факты, лежащие в основе квантовой теории. Волновые и корпускулярные свойства материи.
3. Оценить естественную ширину спектральных линий, расположенных в следующих диапазонах электромагнитного спектра:  
10 нм; 500 нм; 10 мкм; 1 см; 100 м.  
Значения ширин привести в шкалах круговых частот ( $\Delta\omega = \gamma$ ) и длин волн ( $\Delta\lambda$ ). Как соотносятся между собой значения естественных ширин спектральных линий, расположенных в разных частях электромагнитного спектра, если они выражены в шкале длин волн?

Заведующий отделением  
ядерной физики, профессор

М.И.Панасюк

*Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика" (специалитет)*

**Билет №3.**

1. Особенности спектров элементов с достраиваемыми внутренними  $d$ - и  $f$ -оболочками.
2. Нестационарная теория возмущений. Переходы под влиянием возмущения, зависящего от времени.
3. Дать сравнительную оценку величин электронной, колебательной и вращательной энергии молекул на примере молекулы водорода ( $H_2$ ).

Заведующий отделением  
ядерной физики, профессор

М.И.Панасюк

*Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика" (специалитет)*

**Билет №4.**

1. Динамика системы материальных точек. Законы сохранения в классической механике.
2. Стационарная теория возмущений в отсутствие вырождения. Квадратичный эффект Штарка.
3. Определить для видимой области спектра радиус когерентности солнечного света на поверхности Земли в зеленой области спектра (диаметр Солнца  $D = 1392000$  км, расстояние от Земли до Солнца  $L = 150$  млн. км).

Заведующий отделением  
ядерной физики, профессор

М.И.Панасюк

*Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика" (специалитет)*

**Билет №5.**

1. Колебания систем с одной и многими степенями свободы. Свободные и вынужденные колебания. Нормальные координаты.
2. Вакуумный сдвиг уровней в атоме водорода.
3. Давление монохроматического света с длиной волны  $\lambda = 500$  нм на зачерненную поверхность, расположенную перпендикулярно падающему излучению, равно  $0,15$  мкПа. Определите число фотонов, падающих на поверхность площадью  $40$  см<sup>2</sup> за одну секунду.

Заведующий отделением  
ядерной физики, профессор

М.И.Панасюк

*Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика" (специалитет)*

**Билет №6.**

1. Синхротронное излучение: источники, применение в спектроскопии твердого тела.
2. Операторы физических величин в квантовой теории. Коммутатор. Соотношения неопределенностей.
3. Нарисовать схему мультиплетного расщепления уровней перехода  $3^2P-3^2D$  атома натрия. Пользуясь правилом сумм интенсивностей, рассчитать относительные интенсивности спектральных компонент.

Заведующий отделением  
ядерной физики, профессор

М.И.Панасюк

*Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика" (специалитет)*

**Билет №7.**

1. Первое и второе начала термодинамики.
2. Инверсионное расщепление уровней на примере молекулы аммиака ( $NH_3$ ).
3. Найти минимальную толщину пленки с показателем преломления 1,33, при которой свет с длиной волны 0,64 мкм испытывает максимальное отражение, а свет с длиной волны 0,40 мкм не отражается совсем. Угол падения света равен  $30^\circ$ .

Заведующий отделением  
ядерной физики, профессор

М.И.Панасюк

*Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика" (специалитет)*

**Билет №8.**

1. Взаимодействие молекул. Идеальный газ. Основные газовые законы.
2. Движение в центральном поле. Атом водорода: волновые функции и уровни энергии стационарных состояний.
3. Рассеянный монохроматический свет с  $\lambda = 0,60$  мкм падает на тонкую пленку вещества с показателем преломления  $n = 1,5$ . Определить толщину пленки, если угловое расстояние между соседними максимумами, наблюдаемыми в отраженном свете под углами с нормалью, близкими к  $\alpha = 45^\circ$ , равно  $\Phi = 3,0^\circ$ .

Заведующий отделением  
ядерной физики, профессор

М.И.Панасюк

*Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика" (специалитет)*

**Билет №9.**

1. Физические условия осуществления различных типов связи электронов в атомах.
2. Расщепления спектральных линий атома серии Лаймана водорода в «сильном» однородном статическом магнитном поле (эффект Пашена- Бака).
3. Написать обозначения нижних термов в схеме LS-связи для электронных конфигураций атома ртути:  $5d^{10}6s^2$ ,  $5d^{10}6s6p$ ,  $5d^96s^26p$ ,  $5d^96s^27s$ . Уровни каких из этих конфигураций могут взаимно возмущать друг друга?

Заведующий отделением  
ядерной физики, профессор

М.И.Панасюк

*Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика" (специалитет)*

**Билет №10.**

1. Дифракция света. Приближения Френеля и Фраунгофера. Спектральные приборы.
2. Стационарная теория возмущений при наличии вырождения. Линейный эффект Штарка.
3. Лазер работает на суперпозиции мод  $TEM_{00}$  и  $TEM_{01}$ . Построить график частичной когерентности по поперечной координате на выходе лазера.
3. На плоско-выпуклую линзу, лежащую на плоскопараллельной пластинке плоской стороной вверх, нормально падает излучение с длиной волны 532 нм. Найти радиусы 1-го светлого и 1-го темного колец. Радиус кривизны  $R$  поверхности линзы равен 150 см.

Заведующий отделением  
ядерной физики, профессор

М.И.Панасюк

*Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика" (специалитет)*

**Билет №11.**

1. Равновесное электромагнитное излучения. Формула Планка. Закон Стефана-Больцмана.
2. Основы физики молекул. Адиабатическое приближение. Термы двухатомной молекулы. Типы химической связи.
3. Плосковыпуклая линза положена на плоскопараллельную пластинку плоской стороной вверх, причем вследствие попадания пылинки между линзой и пластинкой есть зазор. На линзу нормально падает излучение с длиной волны 532 нм, и диаметры 4-го и 5-го темных колец Ньютона, наблюдаемых в отраженном свете, равны 0.54 мм и 0.68 мм. Определить радиус кривизны  $R$  поверхности линзы и зазор  $\mu$  между линзой и пластинкой.

Заведующий отделением  
ядерной физики, профессор

М.И.Панасюк

*Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика" (специалитет)*

**Билет №12.**

1. Нелинейные оптические явления. Генерация гармоник, самофокусировка света.
2. Автоионизационные состояния в атомах.
3. Плоская монохроматическая световая волна падает нормально на круглое отверстие. На расстоянии  $b = 9,0$  м от него находится экран, где наблюдают некоторую дифракционную картину. Диаметр отверстия уменьшили в  $N = 3,0$  раза. Найти новое расстояние  $b'$ , на котором надо поместить экран, чтобы получить на нем дифракционную картину, подобную той, что в предыдущем случае, но уменьшенную в  $N$  раз.

Заведующий отделением  
ядерной физики, профессор

М.И.Панасюк

*Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика" (специалитет)*

**Билет №13.**

1. Функция Лагранжа. Уравнения Лагранжа для системы материальных точек.
2. Линейный квантовый гармонический осциллятор. Энергии и волновые функции стационарных состояний.
3. При освещении вакуумного фотоэлемента монохроматическим светом с длиной волны  $\lambda_1 = 0,40$  мкм он заряжается до разности потенциалов  $\varphi_1 = 2,0$  В. Определите, до какой разности потенциалов зарядится фотоэлемент при освещении его монохроматическим светом с длиной волны  $\lambda_2 = 0,30$  мкм.

Заведующий отделением  
ядерной физики, профессор

М.И.Панасюк

*Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика" (специалитет)*

**Билет №14.**

1. Энергия электромагнитного поля. Вектор Пойнтинга.
2. Вероятности электронно-колебательных переходов в двухатомных молекулах. Принцип Франка-Кондона.
3. Прозрачная дифракционная решетка имеет период  $d = 1,50$  мкм. Найти угловую дисперсию  $D$  (в угл. мин/нм), соответствующую максимуму наибольшего порядка спектральной линии с  $\lambda = 530$  нм, если свет падает на решетку
  - а) нормально;
  - б) под углом  $\varphi = 45^\circ$  к нормали.

Заведующий отделением  
ядерной физики, профессор

М.И.Панасюк

*Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика" (специалитет)*

**Билет №15.**

1. Термодинамический подход к описанию молекулярных явлений. Температура.
2. Спонтанные и вынужденные переходы. Лазеры.
3. При нормальном падении света на дифракционную решетку угол дифракции для линии  $\lambda_1 = 0,65$  мкм во втором порядке равен  $\alpha = 45^\circ$ . Найти угол дифракции для линии  $\lambda_2 = 0,50$  мкм в третьем порядке.

Заведующий отделением  
ядерной физики, профессор

М.И.Панасюк

*Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика" (специалитет)*

**Билет №16.**

1. Интерференция света. Временная и пространственная когерентность. Интерферометры.
2. Основные постулаты квантовой механики. Волновая функция и ее свойства.
3. Найти время затухания излучения  $t_3$  в холодном резонаторе гелий-неонового лазера с параметрами:  $L = 0,3$  м,  $R_1 = 1$ ,  $R_2 = R = 0,95$ ,  $\gamma_{np} = 0$ . Распределенными потерями пренебречь, показатель преломления среды  $n = 1$ .

Заведующий отделением  
ядерной физики, профессор

М.И.Панасюк

*Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика" (специалитет)*

**Билет №17.**

1. Движение в центрально-симметричном поле. Законы Кеплера.
2. Дисперсия и поглощение света. Материальная и волноводная дисперсия. Нормальная и аномальная дисперсия.
3. Свет с длиной волны 535 нм падает нормально на дифракционную решетку. Найти ее период, если одному из фраунгоферовых максимумов соответствует угол дифракции  $35^\circ$  и наибольший порядок спектра равен пяти.

Заведующий отделением  
ядерной физики, профессор

М.И.Панасюк

*Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика" (специалитет)*

**Билет №18.**

1. Теория упругого рассеяния. Борновское приближение.
2. Правила отбора для дипольных оптических переходов в атомах.
3. Рассчитать дисперсионную длину, если начальная длительность импульса 90 пс, параметр  $\beta_2 = 25$  пс<sup>2</sup>/км.

Заведующий отделением  
ядерной физики, профессор

М.И.Панасюк

*Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика" (специалитет)*

**Билет №19.**

1. Статическое магнитное поле. Закон Био-Савара-Лапласа. Электромагнитная индукция.
2. Нормальные колебания в многоатомных молекулах. Нормальные координаты.
3. Свет с  $\lambda = 589,0$  нм падает нормально на дифракционную решетку с периодом  $d = 2,5$  мкм, содержащую  $N = 10\,000$  штрихов. Найти угловую ширину дифракционного максимума второго порядка.

Заведующий отделением  
ядерной физики, профессор

М.И.Панасюк

*Государственный экзамен по физике  
Физический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Специальность "Физика" (специалитет)*

**Билет №20.**

1. Основы специальной теории относительности. Преобразования Лоренца.
2. Межмолекулярное взаимодействие. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
3. На чистую жидкость с показателем преломления  $n = 1,5$  падает монохроматическое излучение с длиной волны  $\lambda = 532$  нм. Найти сдвиг  $\Omega$  частоты света, рассеянного на упругих волнах, в направлении, составляющем  $90^\circ$  с направлением падающего пучка. Скорость  $v$  упругих волн в веществе составляет  $1,5 \cdot 10^5$  см/сек. Затуханием упругих волн в среде пренебречь.

Заведующий отделением  
ядерной физики, профессор

М.И.Панасюк