

## 5. ОПТИКА

### 5.1. Геометрическая оптика и фотометрия

401. Радиус кривизны вогнутого зеркала 40 см. Найти положение объекта, при котором изображение действительное и увеличенное в два раза. /30 см/

402. Радиус кривизны выпуклого зеркала 50 см. Предмет высотой 15 см находится на расстоянии 1 м от зеркала. Определить расстояние до изображения и его высоту. /-20 см; 3 см/

403. Фокусное расстояние линзы в воздухе 8 см. Чему оно будет равно, если линзу погрузить в сероуглерод? Показатели преломления стекла 1,5, сероуглерода 1,63. /-50 см/

404. Расстояние от предмета до рассеивающей линзы равно фокусному расстоянию линзы. Определить расстояние от изображения до линзы и отношение высоты изображения к высоте предмета. /-0,5 F; 0,5/

405. Плосковыпуклая линза дает на экране изображение предмета, увеличенное в три раза. Расстояние от линзы до экрана равно 80 см. Определить радиус кривизны выпуклой поверхности линзы. Показатель преломления стекла 1,5. /10 см/

406. Собирающая и рассеивающая линзы сложены вплотную. Расстояние от системы линз до предмета равно 45 см, а расстояние до изображения 90 см. Определить фокусное расстояние рассеивающей линзы, если фокусное расстояние собирающей линзы равно 20 см. /-60 см/

407. Изображение предмета, находящегося на расстоянии 10 см от собирающей линзы, прямое и увеличенное в два раза. Определить фокусное расстояние линзы. /20 см/

408. Две собирающие линзы с фокусными расстояниями, равными 25 см и 15 см, сложены вплотную. Какое увеличение дает такая система линз, если ее использовать как лупу? Предполагается, что человек, пользующийся этой лупой, имеет нормальное зрение. /2,7/

409. Главное фокусное расстояние объектива микроскопа 5 мм, окуляра 2 см. Расстояние от объектива до окуляра 16 см. Какое увеличение дает микроскоп для нормального глаза? /340/

410. Объектив телескопа состоит из сложенных вплотную линз: собирающей ( $F_1 = 1 \text{ м}$ ) и рассеивающей ( $F_2 = -3 \text{ м}$ ). Фокусное расстояние окуляра 25 мм. Какое увеличение дает телескоп? /60/

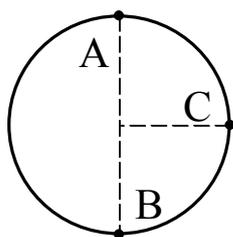
411. В узкоплёночном киноаппарате находится лампа силой света 400 кд. Какую освещенность она создает на экране площадью  $3 \text{ м}^2$ , если на экран падает 0,3% всего светового потока, создаваемого лампой? /5 лк/

412. При печатании фотоснимка негатив освещается в течение 3 с лампочкой с силой света 60 кд с расстояния 2 м. Какова должна быть продолжительность освещения, если взять лампу в 10 кд и поместить ее на расстоянии 50 см от негатива? /1,12 с/

413. Источник, сила света которого 200 кд, подвешен на мачте высотой 5 м. На каком расстоянии от основания мачты освещенность горизонтальной поверхности будет равна 2 лк? /6,2 м/

414. На каком расстоянии необходимо ставить мачты для уличных фонарей, чтобы освещенность в точке, лежащей на земле посередине расстояния между мачтами, была не менее  $4/15 \text{ лк}$ ? Высота мачты 12 м. Сила света ламп 300 кд. Считать, что освещенность создают только два ближайших фонаря. /55 м/

415. Во время монтажных работ в тоннеле метро укрепили светильник в верхней точке свода А. Каково будет соотношение освещенностей, создаваемых светильником в точке В и в точке С? Сила света светильника по всем направлениям одинакова.



$$/ E_C = \sqrt{2} E_B /$$

416. На некотором расстоянии от точечного источника света помещен экран. Во сколько раз увеличится освещенность экрана, если параллельно экрану по другую сторону от источника на таком же расстоянии от него поставить плоское зеркало? /1,1/

417. Две лампы в 25 кд и 16 кд находятся друг от друга на расстоянии 180 см. На каком расстоянии от первой лампы нужно поместить фотометрический экран, чтобы его освещенность была одинакова с той и другой стороны? /1 м/

418. Проектор ближнего освещения дает пучок света в виде усеченного конуса с углом раствора  $40^\circ$ . Световой поток проектора равен  $8 \cdot 10^4$  лм. Считая, что световой поток внутри конуса распределен равномерно, определить силу света проектора.

$$/2,1 \cdot 10^5 \text{ кд}/$$

419. Над поверхностью круглого стола диаметром  $d$  висит на высоте  $H$  лампа силой света  $I$ . Найти среднюю освещенность стола.

$$/E_{\text{ср}} = \frac{8I}{d^2} \left( 1 - \frac{H}{\sqrt{H^2 + d^2/4}} \right) /$$

420. Над центром круглого стола радиусом 80 см на высоте 60 см висит лампа силой света 100 кд. Определить освещенность в центре и на краю стола, среднюю освещенность стола и световой поток, падающий на него.

$$/278 \text{ лк}; 60 \text{ лк}; 125 \text{ лк}; 253 \text{ лм}/$$

## 5.2. Интерференция света

421. Расстояние между двумя щелями в опыте Юнга 1 мм, расстояние от щелей до экрана 3 м, расстояние между соседними интерференционными максимумами на экране 1,5 мм. Найти длину волны источника монохроматического света.

$$/500 \text{ нм}/$$

422. Расстояние между щелями в опыте Юнга 0,5 мм, длина волны источника 550 нм. Каково расстояние от щелей до экрана, если расстояние между соседними темными полосами 1 мм?

$$/91 \text{ см}/$$

423. Оранжевые лучи с длиной волны 650 нм от двух когерентных источников, расстояние между которыми 120 мкм, падают на экран. Расстояние от источников до экрана 3,6 м. Найти расстояние между центрами соседних темных полос на экране.

$$/19,5 \text{ мм}/$$

424. При наблюдении интерференции от двух мнимых источников монохроматического света с длиной волны 520 нм на плоском экране длиной 8 см помещается 17 полос. Найти расстояние между источниками света, если от них до экрана 2,75 м.

$$/0,3 \text{ мм}/$$

425. Два когерентных источника света, расстояние между которыми 0,24 мм, находятся на расстоянии 2,5 м от экрана. Наблюдается интерференционная картина, причем на расстоянии 10 см помещается 21 полоса. Чему равна длина волны падающего на экран света?

$$/457 \text{ нм}/$$

426. На мыльную пленку падает под углом  $30^\circ$  параллельный пучок лучей белого света. При наблюдении в отраженном свете она представляется зеленой ( $\lambda = 500$  нм). Найти минимальную толщину пленки, если показатель преломления 1,33. /102 нм/

427. На мыльную пленку падает нормально пучок лучей белого света. Какова минимальная толщина пленки, если в отраженном свете она представляется красной? Длина волны 700 нм. Показатель преломления 1,33. /132 нм /

428. Какую наименьшую толщину должна иметь пластинка, сделанная из материала с показателем преломления 1,54, чтобы при освещении ее лучами с длиной волны 750 нм, перпендикулярными к пластинке, она в отраженном свете казалась красной? /0,12 мкм/

429. На мыльную пленку ( $n = 1,3$ ) падает нормально пучок белого света. Какова наименьшая толщина пленки, если в отраженном свете она кажется зеленой? Длина волны 550 нм. /0,1 мкм/

430. Какую наименьшую толщину должна иметь пленка ( $n = 1,54$ ), чтобы при освещении лучами с длиной волны 750 нм, перпендикулярными к ее поверхности, она в отраженном свете казалась черной? /0,24 мкм/

431. Между двумя плоскопараллельными стеклянными пластинками заключен очень тонкий воздушный клин. На пластинки падает нормально монохроматический свет с длиной волны 500 нм. Определить угол между пластинками, если в отраженном свете на 1 см помещается 20 интерференционных полос. /1,7'/

432. В очень тонкой клиновидной пластинке в отраженном свете при нормальном падении наблюдаются интерференционные полосы. Расстояние между соседними темными полосами 5 мм. Зная, что длина световой волны 0,58 мкм, а показатель преломления пластинки 1,5, найти угол между гранями пластинки. /8"/

433. Между двумя плоскопараллельными пластинками лежит проволочка, отчего образовался воздушный клин. Пластинки освещаются светом с длиной волны 500 нм. Угол падения лучей  $0^\circ$ , длина пластинки 10 см. Расстояние между интерференционными полосами в отраженном свете 1,8 мм. Найти толщину проволочки. /0,02 мм/

434. Поверхности стеклянного клина ( $n = 1,5$ ) образуют между собой угол  $0,1'$ . На клин падает нормально пучок монохроматических лучей с длиной волны  $500$  нм. Найти расстояние между интерференционными полосами. /0,57 см/

435. На стеклянный клин нормально к его грани падает монохроматический свет с длиной волны  $600$  нм. Число интерференционных полос, приходящихся на  $1$  см, равно  $10$ . Показатель преломления стекла  $1,5$ . Найти преломляющий угол клина. /41"/

436. Плосковыпуклая линза ( $n = 1,5$ ) с оптической силой  $0,5$  диоптрий выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Найти радиус пятого темного кольца Ньютона в проходящем свете ( $\lambda = 600$  нм). /1,64 мм/

437. Определить толщину воздушной прослойки между линзой и стеклянной пластинкой там, где в отраженном свете ( $\lambda = 600$  нм) видно третье темное кольцо Ньютона. /0,9 мкм/

438. Для наблюдения колец Ньютона взята плосковыпуклая линза с главным фокусным расстоянием  $25$  см и показателем преломления  $1,5$ . Освещение производится монохроматическим светом с длиной волны  $589$  нм. Найти радиус третьего светлого кольца в отраженном свете. /0,043 см/

439. Определить радиус 4-го светлого кольца Ньютона в проходящем свете, если между линзой с радиусом кривизны  $5$  м и плоской поверхностью, к которой она прижата, находится вода. Длина волны света  $589$  нм, показатель преломления воды  $1,33$ . /2,98 мм/

440. Радиус кривизны плосковыпуклой линзы  $4$  м. Чему равна длина волны падающего света, если радиус 5-го светлого кольца Ньютона в отраженном свете равен  $3,6$  мм? /720 нм/

441. Определить радиус кривизны плосковыпуклой линзы, которая вместе с пластинкой позволяет наблюдать кольца Ньютона при освещении монохроматическим источником света с длиной волны  $589$  нм, причем в отраженном свете расстояние между первым и вторым светлыми кольцами будет равно  $0,5$  мм. /1,6 м/

442. Найти фокусное расстояние плосковыпуклой линзы, примененной для получения колец Ньютона, если радиус 3-го темного кольца в отраженном свете ( $\lambda = 590$  нм) равен  $1,1$  мм. Показатель преломления линзы  $1,6$ . /1,14 м/

443. Плосковыпуклая линза с оптической силой две диоптрии выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Радиус 4-го темного кольца Ньютона в отраженном свете равен 0,7 мм. Показатель преломления стекла 1,5. Найти длину световой волны. /490нм/

444. Для опыта с кольцами Ньютона применена плосковыпуклая линза с показателем преломления 1,5. Радиус 2-го темного кольца Ньютона в проходящем свете 0,33 мм. Наблюдение ведется при освещении линзы светом с длиной волны 589 нм. Найти главное фокусное расстояние линзы. /25 см/

445. Каково расстояние между 10-м и 11-м темными кольцами Ньютона, если расстояние между 1-м и 2-м равно 0,5 мм? Наблюдение ведется в отраженном свете. /0,19 мм/

### **5.3. Дифракция света**

446. На щель шириной 0,2 мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны 640 нм. Определить угол отклонения лучей, соответствующих первой светлой дифракционной полосе.

/16,5'/

447. На пластинку со щелью, ширина которой 0,1 мм, падает нормально монохроматический свет с длиной волны 700 нм. Определить угол отклонения лучей, соответствующих первой светлой полосе.

/36'/

448. На пластинку со щелью падает нормально монохроматический свет. Угол отклонения лучей, соответствующих второму дифракционному минимуму, равен  $1^\circ$ . Сколько длин волн падающего света составляет ширина щели?

/114  $\lambda$ /

449. На щель шириной  $2 \cdot 10^{-3}$  см падает нормально параллельный пучок монохроматического света с длиной волны 500 нм. Найти ширину изображения щели на экране, удаленном от щели на 1 м.

/5 см/

450. На щель падает нормально параллельный пучок монохроматического света с длиной волны 500 нм. Ширина щели равна  $6 \lambda$ . Под каким углом будет наблюдаться третий дифракционный минимум освещенности?

/30°/

451. На пластинку со щелью, ширина которой 0,05 мм, падает нормально монохроматический свет с длиной волны 700 нм. Определить угол отклонения лучей, соответствующих первой светлой полосе.

/1°12'/

452. На щель шириной 0,05 мм падает нормально монохроматический свет ( $\lambda = 0,6$  мкм). Найти угол между первоначальным направлением пучка света и направлением на четвертую темную дифракционную полосу.

/2°45'/

453. На дифракционную решетку, содержащую 100 штрихов на миллиметр, падает нормально монохроматический свет. Зрительная труба спектрометра наведена на максимум третьего порядка. Чтобы навести трубу на другой максимум того же порядка, ее нужно повернуть на угол 20°. Найти длину световой волны.

/580 нм/

454. Дифракционная решетка содержит 200 штрихов на миллиметр. На решетку падает нормально свет с длиной волны 600 нм. Максимум какого наибольшего порядка дает решетка?

/8/

455. На дифракционную решетку, содержащую 50 штрихов на миллиметр, падает в направлении нормали к ее поверхности белый свет. Спектр проектируется на экран с помощью линзы, помещенной вблизи решетки. Определить длину спектра первого порядка на экране, если расстояние от линзы до экрана 3 м. Границы видимого спектра 400 нм и 760 нм.

/5,4 см/

456. На дифракционную решетку, имеющую 800 штрихов на 1 мм, падает параллельный пучок белого света. Какова разность углов отклонения конца первого и начала второго спектров? Принять длину волны красного света 760 нм, фиолетового 400 нм.

/2°20'/

457. Дифракционная решетка освещена параллельным пучком белого света. Найти разность углов отклонения конца первого и начала второго спектров, если решетка имеет 600 штрихов на 1 мм. Длина волны фиолетового света 400 нм, красного 760 нм.

/1°33'/

458. При освещении дифракционной решетки белым светом спектры второго и третьего порядка накладываются друг на друга. На какую длину волны в спектре второго порядка накладывается фиолетовая граница (400 нм) спектра третьего порядка?

/600 нм/

459. На дифракционную решетку нормально падает пучок света от разрядной трубки. Какова должна быть постоянная дифракционной решетки, чтобы под углом 41° совпадали максимумы линий с длинами волн 656 нм и 410 нм?

/5 мкм/

460. На дифракционную решетку нормально падает пучок света от разрядной трубки, наполненной гелием. На какую линию в спектре третьего порядка накладывается красная линия гелия с длиной волны 670 нм спектра второго порядка? /447 нм/

#### **5.4. Поляризация света**

461. Угол преломления луча света в жидкости равен  $35^\circ$ . Определить показатель преломления этой жидкости, если отраженный луч максимально поляризован. /1,43/

462. Под каким углом к горизонту должно находиться Солнце, чтобы его лучи, отраженные от поверхности озера, были бы наиболее полно поляризованы? / $37^\circ$ /

463. Предельный угол полного внутреннего отражения луча на границе жидкости с воздухом равен  $43^\circ$ . Каков должен быть угол падения луча из воздуха на поверхность жидкости, чтобы отраженный луч был максимально поляризован? / $55^\circ 45'$ /

464. Естественный луч света падает на полированную поверхность стеклянной пластины, погруженной в жидкость. Отраженный от пластины луч составляет угол  $97^\circ$  с падающим лучом. Показатель преломления стекла 1,5. Определить показатель преломления жидкости, если отраженный свет максимально поляризован. /1,33/

465. Угол максимальной поляризации при отражении света от кристалла каменной соли равен  $57^\circ$ . Определить скорость распространения света в этом кристалле. / $1,94 \cdot 10^8$  м/с/

466. Угол между плоскостями поляризации двух призм Николя равен  $45^\circ$ . Во сколько раз уменьшится интенсивность света, прошедшего через николи, если этот угол увеличить до  $60^\circ$ ? /2/

467. Анализатор в два раза уменьшает интенсивность света, проходящего к нему от поляризатора. Определить угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора. Потерями света пренебречь. При каких условиях интенсивность лучей, прошедших через анализатор, максимальна и минимальна? / $45^\circ$ ;  $0^\circ$ ;  $90^\circ$ /

468. Чему равен угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора, если интенсивность естественного света, прошедшего через поляризатор и анализатор, уменьшается в четыре раза. Поглощением света пренебречь. / $45^\circ$ /

469. Во сколько раз уменьшится интенсивность естественного света при прохождении через призму Николя, если вследствие неполной прозрачности кристалла призма поглощает 10% падающего на нее света? /2,2/

470. Во сколько раз ослабляется интенсивность света, проходящего через два николя, плоскости пропускания которых образуют угол  $30^\circ$ , если в каждом из николей в отдельности теряется 10 % интенсивности падающего на него света? /3,3 /

### **5.5. Тепловое излучение**

471. Температура «голубой» звезды  $3 \cdot 10^4$  К. Определить интегральную интенсивность излучения и длину волны, соответствующую максимуму излучательной способности.

/4,6 · 10<sup>10</sup> Вт/м<sup>2</sup>; 96 нм/

472. Приняв температуру поверхности Солнца равной 6000 К, определить энергию, излучаемую с одного квадратного метра за секунду и длину волны, соответствующую максимуму излучательной способности.

/7,4 · 10<sup>7</sup> Вт/м<sup>2</sup>; 480 нм/

473. Найти температуру абсолютно черной пластинки, не проводящей тепло и расположенной за пределами земной атмосферы перпендикулярно лучам Солнца, если на 1 см<sup>2</sup> ежеминутно падает 8,2 Дж энергии.

/394 К/

474. Поток энергии, излучаемой из смотрового окошка печи за секунду, равен 34 Вт. Найти температуру печи, если площадь отверстия 6 см<sup>2</sup>.

/1000 К/

475. Вследствие изменения температуры абсолютно черного тела максимум спектральной плотности энергетической светимости сместился с 2,4 мкм на 0,8 мкм. Во сколько раз увеличилась интегральная излучательная способность?

/81/

476. Температура абсолютно черного тела увеличилась в два раза, при этом длина волны, на которую приходится максимум спектральной излучательной способности, уменьшилась на 600 нм. Найти начальную и конечную температуру тела.

/2420 К; 4840 К/

477. Средняя величина энергии, теряемой вследствие излучения с одного квадратного сантиметра поверхности Земли за минуту, равна 0,55 Дж. Какую температуру должно иметь абсолютно черное тело, излучающее такое же количество энергии? /200 К/

478. Печь при температуре 1100 К посылает на измерительный прибор некоторое тепловое излучение. Какова должна быть температура печи, чтобы получаемое прибором излучение увеличилось в два, четыре и шестнадцать раз? /1310 К; 1550 К; 2200 К/

479. Максимальная лучеиспускательная способность абсолютно черного тела приходится на длину волны 800 нм. Какая мощность должна быть подведена к этому телу, поверхность которого  $100 \text{ см}^2$ , чтобы поддерживать его при постоянной температуре? /98 кВт/

480. Вследствие изменения температуры абсолютно черного тела, максимум испускательной способности сместился с 500 нм на 750 нм. Во сколько раз уменьшилась суммарная мощность излучения? /5/

## **5.6. Фотоэффект**

481. Какая доля энергии фотона израсходована на работу вырывания фотоэлектрона, если красная граница фотоэффекта равна 307 нм и кинетическая энергия фотоэлектрона 1 эВ? /0,8/

482. Работа выхода электронов из никеля равна 5 эВ. Будет ли наблюдаться фотоэффект, если никель освещать лучами с длиной волны 300 нм? /Нет/

483. Задерживающее напряжение для платиновой пластинки (работа выхода 6,3 эВ) составляет 3,7 В. При тех же условиях для другой пластинки задерживающее напряжение равно 5,3 В. Определить работу выхода электронов из этой пластинки. /4,7 эВ/

484. На поверхность лития падает монохроматический свет с длиной волны 310 нм. Чтобы прекратить эмиссию электронов, надо приложить задерживающую разность потенциалов не менее 1,7 В. Определить работу выхода. /2,3 эВ/

485. Работа выхода электрона из никеля равна 5 эВ. Какова максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона, если никелевая пластинка освещается ультрафиолетовыми лучами с длиной волны 100 нм? /7,4 эВ/

486. Цезий (работа выхода 1,88 эВ) освещается монохроматическим светом с длиной волны 486 нм. Какую наименьшую задерживающую разность потенциалов нужно приложить, чтобы фототок прекратился? /0,68 В/

487. Калий (работа выхода 2 эВ) освещается монохроматическим светом с длиной волны 509 нм. Определить максимально возможную кинетическую энергию фотоэлектронов. /0,44 эВ/

488. Рубидий и цезий облучаются светом с длиной волны 620 нм. Работы выхода электронов из этих металлов равны 1,53 эВ и 1,87 эВ соответственно. Определить максимальные скорости фотоэлектронов. /0,42 Мм/с; 0,22 Мм/с/

489. Определить работу выхода электрона из цезия и серебра, если красная граница фотоэффекта у этих металлов составляет соответственно 660 нм и 260 нм. / $3,0 \cdot 10^{-19}$  Дж;  $7,6 \cdot 10^{-19}$  Дж/

490. Красная граница фотоэффекта для цезия равна 653 нм. Определить скорость фотоэлектронов при облучении цезия фиолетовыми лучами с длиной волны 400 нм. / $6,5 \cdot 10^5$  м/с/

### **5.7. Фотоны. Давление света**

491. Определить энергию, импульс и массу фотона, длина волны которого соответствует видимой части спектра с длиной волны 500 нм.

/ 2,48 эВ;  $1,32 \cdot 10^{-27}$  кг·м/с;  $0,44 \cdot 10^{-35}$  кг/

492. Определить энергию, массу и количество движения фотона, если соответствующая ему длина волны равна 0,16 нм.

/ $1,24 \cdot 10^{-15}$  Дж;  $1,38 \cdot 10^{-32}$  кг;  $4,14 \cdot 10^{-24}$  кг·м/с/

493. Поток монохроматического излучения с длиной волны 500 нм падает нормально на плоскую зеркальную поверхность и давит на нее с силой  $10^{-8}$  Н. Определить число фотонов, ежесекундно падающих на эту поверхность.

/ $3,8 \cdot 10^{18}$  с<sup>-1</sup>/

494. Давление монохроматического света ( $\lambda = 600$  нм) на черную поверхность, расположенную перпендикулярно падающим лучам, равно  $10^{-7}$  Н/м<sup>2</sup>. Сколько фотонов падает на 1 см<sup>2</sup> этой поверхности за 1 с?

/ $9 \cdot 10^{15}$  см<sup>-2</sup>с<sup>-1</sup>/

495. Поток световой энергии (всех длин волн), падающий нормально на зеркальную поверхность площадью 10 см<sup>2</sup>, равен 0,6 Вт. Вычислить величину светового давления. / $0,4 \cdot 10^{-5}$  Па/

496. Давление света с длиной волны 600 нм на черную поверхность равно  $2,2 \cdot 10^{-7}$  Н/м<sup>2</sup>. Сколько фотонов падает на 1 см<sup>2</sup> за одну секунду?

$$/2 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}/$$

497. Плотность потока световой энергии равна 300 Вт/м<sup>2</sup>. Определить давление света, падающего нормально на зеркальную поверхность.

$$/2 \cdot 10^{-6} \text{ Па}/$$

498. Параллельный пучок монохроматических лучей с длиной волны 662 нм падает на зачерненную поверхность и производит на нее давление  $3 \cdot 10^{-7}$  Па. Определить концентрацию фотонов в световом пучке.

$$/10^{12} \text{ м}^{-3}/$$

499. Определить давление света на стенки электрической стоваттной лампы. Колба лампы представляет собой сферический сосуд радиусом 5 см. Стенки лампы отражают 10 % падающего на них света. Считать, что вся потребляемая мощность идет на излучение.

$$/1,2 \cdot 10^{-5} \text{ Па}/$$

500. На поверхность площадью 100 см<sup>2</sup> ежеминутно падает 63 Дж световой энергии. Найти величину светового давления, если поверхность полностью отражает все лучи и если полностью поглощает все лучи.

$$/0,7 \text{ мкПа}; 0,35 \text{ мкПа}/$$

## 6. АТОМ, ТВЕРДОЕ ТЕЛО, ЯДРО

### 6.1. Теория Бора

501. Определить длину волны, соответствующую границе серии Бальмера для водорода. Выделить эту спектральную линию на схеме энергетических уровней атома водорода. Постоянная Ридберга равна  $1,097 \cdot 10^7$  м<sup>-1</sup>.

$$/364,7 \text{ нм}/$$

502. Вычислить длину волны, соответствующую второй линии первой инфракрасной серии. Начертить схему энергетических уровней атома водорода и объяснить происхождение данной спектральной линии.

$$/1280 \text{ нм}/$$

503. Найти наибольшую и наименьшую длины волн в первой инфракрасной серии спектра водорода (серии Пашена). Начертить схему энергетических уровней атома водорода.

/1870 нм; 820 нм/

504. Вычислить для атомарного водорода длины волн первых трех линий серии Бальмера. Начертить схему энергетических уровней атома водорода.

/657 нм; 487 нм; 434 нм/

505. Атом водорода в основном состоянии поглотил квант света с длиной волны 121,5 нм. Определить радиус электронной орбиты возбужденного атома водорода.

/0,212 нм/

506. Определить, во сколько раз увеличится радиус орбиты электрона в атоме водорода, находящегося в основном состоянии, при возбуждении его квантом с энергией 12,1 эВ.

/9/

507. Длины волн головной линии серии Лаймана и границы серии Бальмера в спектре атомарного водорода равны 121,5 нм и 364,7 нм. Постоянная Планка равна  $6,62 \cdot 10^{-34}$  Дж·с, скорость света  $3 \cdot 10^8$  м/с. Вычислить на основании этих данных энергию ионизации атома водорода.

/13,6 эВ/

508. Вычислить энергию фотона, испускаемого при переходе электрона в атоме водорода с третьего энергетического уровня на первый.

/12,1 эВ/

509. Вычислить постоянную Ридберга, если известно, что для иона  $\text{He}^+$  разность длин волн головных линий серий Бальмера и Лаймана составляет 133,7 нм.

/1,097·10<sup>7</sup> м<sup>-1</sup>/

510. Вычислить квантовое число, соответствующее возбужденному состоянию иона  $\text{He}^+$ , если известно, что при переходе в основное состояние ион испустил два фотона с длинами волн 108,5 нм и 30,4 нм.

/5/

## 6.2. Волны де Бройля

511. Определить длины волн де Бройля для электрона и протона, движущихся со скоростью 1000 км/с. Масса электрона  $9,1 \cdot 10^{-31}$  кг, масса протона  $1,67 \cdot 10^{-27}$  кг.

/0,73 нм; 0,0004 нм/

512. Какую ускоряющую разность потенциалов должен пройти электрон, чтобы длина волны де Бройля была равна 0,10 нм ?

/150 В/

513. Определить длину дебройлевской волны электрона, находящегося на второй орбите атома водорода. /0,67 нм/

514. Определить длину волны де Бройля для электрона, движущегося по круговой орбите атома водорода, находящегося в основном состоянии. /0,33 нм/

515. Определить длину волны де Бройля для электрона с кинетической энергией 1 кэВ. /0,039 нм/

516. Вычислить длину волны де Бройля для электрона и атома водорода, кинетические энергии которых равны 100 эВ. /0,123 нм; 0,00286 нм/

517. Рассчитать дебройлевскую длину волны для протона с кинетической энергией, равной энергии покоя электрона 0,51 МэВ. /4·10<sup>-5</sup> нм/

518. Найти скорость и кинетическую энергию электрона, если длина волны де Бройля 0,10 нм. /7,3·10<sup>6</sup> м/с; 150 эВ/

519. Электрон, движущийся со скоростью 6·10<sup>6</sup> м/с, попадает в продольное ускоряющее однородное электрическое поле напряженностью 5 В/см. Какое расстояние должен пройти электрон в таком поле, чтобы его длина волны стала равной 0,10 нм? /9,7 см/

520. Какую энергию необходимо дополнительно сообщить электрону, чтобы его дебройлевская длина волны уменьшилась от 0,1 нм до 0,05 нм? /450 эВ/

### **6.3. Рентгеновские лучи**

521. Найти коротковолновую границу непрерывного рентгеновского спектра, если известно, что уменьшение приложенного к рентгеновской трубке напряжения на 23 кВ увеличивает искомую длину волны в два раза. /27 пм/

522. При переходе электрона в атоме с L-слоя на K-слой испускаются рентгеновские лучи с длиной волны 0,079 нм. Постоянную экранирования принять равной единице. Определить порядковый номер данного элемента. /40/

523. Найти длину волны K<sub>α</sub>-линии меди (Z = 29), если известно, что длина волны K<sub>α</sub>-линии железа (Z = 26) равна 193 пм. /154 пм/

524. Найти напряжение на рентгеновской трубке с никелевым антикатодом ( $Z = 28$ ), если разность длин волн  $K_{\alpha}$ -линии и коротковолновой грании сплошного рентгеновского спектра равна 84 пм. /15 кВ/

525. Сколько элементов содержится в ряду между теми, у которых длины волн  $K_{\alpha}$ -линий равны 250 пм и 179 пм? /три/

526. Найти длину волны коротковолновой границы сплошного рентгеновского спектра, если скорость электронов, подлетающих к антикатуду трубки, составляет 0,85 скорости света. /2,7 пм/

527. Узкий пучок рентгеновских лучей падает на монокристалл NaCl. Наименьший угол скольжения, при котором еще наблюдается зеркальное отражение от системы кристаллических плоскостей с межплоскостным расстоянием 0,28 нм, равен  $4,1^{\circ}$ . Каково напряжение на рентгеновской трубке? /31 кВ/

528. Для определения постоянной Планка к рентгеновской трубке приложили напряжение 16 кВ и определили минимальную длину волны сплошного рентгеновского излучения ( $\lambda_{\text{мин}} = 77,6$  пм). Вычислить по этим данным постоянную Планка. / $6,62 \cdot 10^{-34}$  Дж·с/

529. В атоме вольфрама электрон перешел с M-слоя на L-слой. Принимая постоянную экранирования равной 5,5, определить длину волны испущенного фотона /0,14 нм/

530. Определить длину волны и энергию фотона, принадлежащего головной линии K-серии характеристического спектра платины ( $Z = 78$ ). Постоянная экранирования для K-серии равна единице. /20,5 пм; 60,5 кэВ/

#### **6.4. Простейшие случаи движения микрочастиц**

531. Частица в потенциальной яме шириной  $l$  находится в возбужденном состоянии ( $n=2$ ). Вычислить вероятность нахождения частицы в крайней четверти ямы. /0,25/

532. Частица в потенциальной яме находится в основном состоянии. Какова вероятность обнаружить частицу в крайней трети ямы? /0,195/

533. В одномерной потенциальной яме шириной  $l$  находится электрон. Найти вероятность нахождения электрона на первом энергетическом уровне в интервале  $l/4$ , равноудаленном от стенок ямы.

/0,476/

534. Частица в потенциальной яме шириной  $l$  находится в низшем возбужденном состоянии. Определить вероятность нахождения частицы в интервале  $l/4$ , равноудаленном от стенок ямы.

/0,091/

535. Электрон находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной  $l$  с бесконечно высокими стенками. Определить вероятность обнаружения электрона в средней трети ямы, если электрон находится в возбужденном состоянии ( $n = 3$ ).

/1/3/

536. Вычислить величину момента импульса  $L$  орбитального движения электрона, находящегося в атоме водорода в  $s$ -состоянии и в  $p$ -состоянии.

/0;  $1,49 \cdot 10^{-34}$  Дж·с/

537. Определить возможные значения проекции момента импульса  $L_z$  орбитального движения электрона в атоме водорода на направление внешнего магнитного поля. Электрон находится в  $d$ -состоянии.

/0;  $\pm 1,054 \cdot 10^{-34}$  Дж·с;  $\pm 2,108 \cdot 10^{-34}$  Дж·с/

538. Момент импульса орбитального движения электрона в атоме водорода равен  $1,49 \cdot 10^{-34}$  Дж·с. Определить магнитный момент, обусловленный орбитальным движением электрона.

/1,31  $\cdot 10^{-23}$  Дж/Тл/

539. Определить возможные значения орбитального момента импульса  $L$  электрона в возбужденном атоме водорода, если энергия возбуждения 12,09 эВ.

/0;  $1,49 \cdot 10^{-34}$  Дж·с;  $2,58 \cdot 10^{-34}$  Дж·с/

540. Определить наименьший угол между вектором орбитального момента импульса электрона в атоме водорода и направлением внешнего магнитного поля. Электрон в атоме находится в  $d$ -состоянии.

/35°20'/

## **6.5. Элементарная ячейка. Параметры решетки**

541. Определить постоянную кристаллической решетки алюминия (гранцентрированный куб). Плотность алюминия  $2600 \text{ кг/м}^3$ .

/0,404 нм/

542. Определить постоянную кристаллической решетки ванадия (объемноцентрированный куб). Плотность ванадия  $6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ .

/0,303 нм/

543. Определить плотность кристалла хрома (объемноцентрированный куб), если расстояние между ближайшими соседними атомами 0,25 нм

/7,2·10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>/

544. Вычислить плотность кристалла хлористого натрия (решетка кубическая гранцентрированная), если постоянная решетки (расстояние между одноименными ионами) равна 0,564 нм.

/2,17·10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>/

545. Вычислить плотность кристалла бромистого калия, имеющего кубическую гранцентрированную кристаллическую решетку с постоянной, равной 0,659 нм.

/2,74·10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>/

546. Вычислить плотность кристалла неона при 20 К, если известно, что решетка имеет структуру гранцентрированного куба. Постоянная решетки при этой температуре 0,452 нм. Молярная масса неона 0,0202 кг/моль.

/1,45·10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>/

547. Найти постоянную решетки и расстояние между ближайшими соседними атомами вольфрама. Решетка объемноцентрированная кубическая. Плотность вольфрама  $19,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ .

/0,316 нм; 0,274 нм/

548. Определить постоянную решетки и плотность кристалла кальция, если расстояние между ближайшими соседними атомами равно 0,393 нм. Решетка кубическая гранцентрированная.

/0,556 нм; 1550 кг/м<sup>3</sup>/

549. Золото имеет гранцентрированную кубическую решетку. Определить постоянную решетки и плотность кристалла, если расстояние между ближайшими соседними атомами равно 0,288 нм.

/0,407 нм; 19,3·10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup>/

550. Плотность кристалла бария  $3,5 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, решетка кубическая объемноцентрированная. Определить постоянную решетки и расстояние между ближайшими соседними атомами.

/0,501 нм; 0,434 нм/

### **6.6. Теория теплоемкостей**

551. Удельная теплоемкость алюминия составляет 840 Дж/(кг·К) при 20°C. Выполняется ли при этой температуре для него закон Дюлонга и Пти? /нет/

552. На нагревание металлического предмета массой 100 г от 1020°C до 1050°C затрачено 8300 Дж. Определить массу моля металла, из которого изготовлен предмет, если указанный интервал температур выше характеристической температуры. /0,009 кг/моль/

553. Определить удельную теплоемкость цинка при 100°C? Характеристическая температура цинка 308 К. Молярная масса цинка равна 0,065 кг/моль. /380 Дж/(кг·К)/

554. Найти по классической теории теплоемкости изменение внутренней энергии кристалла никеля при нагревании его от 0° до 200°C. Масса кристалла 20 г. Молярная масса никеля равна 0,059 кг/моль. Вычислить теплоемкость. /1,7 кДж; 8,5 Дж/К/

555. Пользуясь классической теорией теплоемкости, вычислить удельную теплоемкость кристалла свинца. Молярная масса свинца равна 0,207 кг/моль. /120 Дж/(кг·К)/

556. Найти частоту колебаний атомов серебра по теории теплоемкости Эйнштейна, если характеристическая температура серебра 165 К. Чему равна нулевая энергия моля кристалла серебра? / $3,44 \cdot 10^{12}$  Гц; 2,06 кДж/

557. Определить по теории Эйнштейна среднюю энергию колебаний, приходящуюся на одну степень свободы узла решетки при температуре, равной характеристической (200 К).

/ $2,98 \cdot 10^{-21}$  Дж/

558. Во сколько раз изменится средняя энергия колебаний узла кристаллической решетки, приходящаяся на одну степень свободы, при повышении температуры от  $T_1 = 1/2 \theta$  до  $T_2 = \theta$ , где  $\theta$  - характеристическая температура Эйнштейна? /1,64/

559. При нагревании серебра массой 10 г от  $T_1 = 10$  К до  $T_2 = 20$  К было подведено 0,71 Дж теплоты. Найти характеристическую температуру  $\theta_D$  Дебая для серебра. Молярная масса серебра 0,108 кг/моль. Считать  $T \ll \theta_D$ . /212 К/

560. Пользуясь теорией теплоемкости Дебая, определить изменение  $\Delta U_{\mu}$  молярной внутренней энергии кристалла при нагревании его от нуля до температуры  $T = 0,1 \theta_D$ . Характеристическую температуру  $\theta_D$  Дебая принять для данного кристалла равной 300 К. Считать, что  $T \ll \theta_D$ . /14,6 Дж/

## **6.7. Энергия Ферми. Распределение Ферми-Дирака**

561. Вычислить энергию Ферми при 0 К для меди. Считать, что на каждый атом меди приходится один свободный электрон. Плотность меди 8900 кг/м<sup>3</sup>. /7,04 эВ/

562. Определить концентрацию электронов в металле, при которой уровень Ферми равен 2,14 эВ, если валентный электрон находится в s-состоянии. / $1,43 \cdot 10^{28}$  м<sup>-3</sup>/

563. Определить отношение концентраций свободных электронов при 0 К в литии и цезии, если известно, что уровень Ферми в этих металлах соответственно равен 4,72 эВ и 1,53 эВ. /5,41/

564. Найти среднюю энергию электронов при абсолютном нуле температур, если их концентрация в металле  $10^{29}$  м<sup>-3</sup>. /4,72 эВ/

565. Какова вероятность заполнения электронами в металле энергетического уровня, расположенного на 0,01 эВ ниже уровня Ферми при температуре 18 °С? /0,6/

566. Во сколько раз уменьшится вероятность заполнения электронами энергетического уровня в металле, если он расположен на 0,1 эВ выше уровня Ферми и температура изменится от 1000 до 300 К?

/11,5/

567. Определить вероятности того, что электрон в металле займет энергетическое состояние, лежащее на 0,05 эВ ниже и выше уровня Ферми при температуре 290 К.

/0,88; 0,12/

568. Вычислить среднее значение кинетической энергии электронов в меди при абсолютном нуле и полную энергию электронов в одном моле, если энергия Ферми для меди 7 эВ.

/4,2 эВ;  $25 \cdot 10^{23}$  эВ/моль/

569. Определить максимальную скорость электронов в металле при абсолютном нуле, если энергия Ферми 5 эВ.

/ $1,33 \cdot 10^6$  м/с/

570. Вычислить среднюю квадратичную скорость электронов в металле через максимальную скорость при абсолютном нуле температур.

/0,77  $V_{\text{МАКС}}$ /

### **6.8. Радиоактивность**

571. Активность препарата пропорциональна числу ядер, распадающихся за секунду. Во сколько раз уменьшится активность препарата стронция  $^{90}_{38}\text{Sr}$  через 100 лет? Период полураспада равен 28 лет.

/11,8/

572. Сколько  $\beta$ -частиц испускает в течение одного часа 1 мкг изотопа  $^{24}_{11}\text{Na}$ , период полураспада которого составляет 15 часов?

/ $1,2 \cdot 10^{15}$ /

573. Препарат  $^{238}_{92}\text{U}$  массой 1 г излучает  $1,24 \cdot 10^4$   $\alpha$ -частиц в секунду. Найти период полураспада этого изотопа урана и активность препарата.

/ $4,5 \cdot 10^9$  лет;  $1,2 \cdot 10^4$  с $^{-1}$ /

574. Найти число распадов за одну секунду в 1 г радия, период полураспада которого 1590 лет. Молярная масса радия 0,226 кг/моль.

/1 Ки/

575. Активность препарата пропорциональна числу ядер, распадающихся за одну секунду. Во сколько раз уменьшится активность иода  $^{124}_{53}\text{I}$  спустя 12 суток? Период полураспада равен четырьмя сутками.

/8/

576. Сколько  $\beta$ -частиц испускается в течение суток при распаде изотопа фосфора  $^{32}_{15}\text{P}$  массой 1 мкг? Период полураспада 14,3 суток.

/9,2 · 10<sup>14</sup>/

577. Активность препарата уменьшилась в 256 раз. Сколько периодов полураспада составляет промежуток времени, за который произошло такое уменьшение активности?

/8/

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

/9/

579. Какая доля начального количества радиоактивного вещества останется нераспавшейся через промежуток времени, равный двум периодам полураспада?

/0,25/

580. За восемь дней распалось 75% начального количества радиоактивного иода  $^{124}_{53}\text{I}$ . Определить период полураспада этого изотопа.

/4 суток/

### **6.9. Ядерные реакции**

581. Дефект массы ядра  $^{15}_7\text{N}$  равен 0,12396 а.е.м. Определить массу атома. ( $m_{^1_1\text{H}} = 1,00783$  а.е.м.;  $m_{^1_0\text{n}} = 1,00867$  а.е.м.)

/15,00021 а.е.м./

582. Найти удельную энергию связи ядра  $^{12}_6\text{C}$ , если известно, что  $m_{^1_1\text{H}} = 1,00783$  а.е.м.;  $m_{^1_0\text{n}} = 1,00867$  а.е.м.;  $m_{^{12}_6\text{C}} = 12,00000$  а.е.м.

/7,68 МэВ/нуклон/

583. Рассчитать массу нейтрального атома, если ядро его состоит из трех протонов и двух нейтронов, а энергия связи ядра равна 26,3 МэВ. ( $m_{^1_1\text{H}} = 1,00783$  а.е.м.;  $m_{^1_0\text{n}} = 1,00867$  а.е.м.)

/5,013 а.е.м./

584. Определить энергию связи ядра изотопа кислорода  $^{16}_8\text{O}$ , если  $m_{^1_1\text{H}} = 1,00783$  а.е.м.;  $m_{^1_0\text{n}} = 1,00867$  а.е.м.;  $m_{^{16}_8\text{O}} = 15,99491$  а.е.м.

/127,6 МэВ/

585. Определить энергию связи, приходящуюся на один нуклон ядра атома  ${}_{11}^{23}\text{Na}$ , если  $m_{{}_{11}^{23}\text{Na}} = 22,98977$  а.е.м.;  $m_{{}_1^1\text{H}} = 1,00783$  а.е.м.;  $m_{{}_0^1\text{n}} = 1,00867$  а.е.м. /8,1 МэВ/нуклон/

586. Найти дефект массы, энергию связи и удельную энергию связи ядра  ${}_{3}^7\text{Li}$ , если известно, что  $m_{{}_3^7\text{Li}} = 7,01601$  а.е.м.;  $m_{{}_1^1\text{H}} = 1,00783$  а.е.м.;  $m_{{}_0^1\text{n}} = 1,00867$  а.е.м. /0,04216 а.е.м.; 39,2 МэВ; 5,6 МэВ/нуклон/

587. Энергия связи электрона с ядром невозбужденного атома водорода  ${}_{1}^1\text{H}$  равна 13,6 эВ. Определить, на сколько масса атома водорода меньше суммы масс свободных протона и электрона. / $1,46 \cdot 10^{-8}$  а.е.м./

588. Вычислить дефект массы и энергию связи ядра  ${}_{5}^{11}\text{B}$ , если известны следующие массы:  $m_{{}_{5}^{11}\text{B}} = 11,00931$  а.е.м.;  $m_{{}_1^1\text{H}} = 1,00783$  а.е.м.;  $m_{{}_0^1\text{n}} = 1,00867$  а.е.м. /0,08186 а.е.м.; 12,2 пДж/

589. Найти энергию, которую нужно затратить для отрыва нейтрона от ядра  ${}_{11}^{23}\text{Na}$ , если известны следующие массы:  $m_{{}_0^1\text{n}} = 1,00867$  а.е.м.;  $m_{{}_{11}^{23}\text{Na}} = 22,98977$  а.е.м.;  $m_{{}_{11}^{22}\text{Na}} = 21,99444$  а.е.м. /1,99 пДж/

590. Найти энергию отрыва нейтрона от ядра  ${}_{2}^4\text{He}$ , если известны массы:  $m_{{}_0^1\text{n}} = 1,00867$  а.е.м.;  $m_{{}_2^4\text{He}} = 4,00260$  а.е.м.;  $m_{{}_2^3\text{He}} = 3,01603$  а.е.м. /20,6 МэВ/

591. Найти энергию, необходимую для удаления одного протона из ядра  ${}_{8}^{16}\text{O}$  ( ${}_{8}^{16}\text{O} \rightarrow {}_{7}^{15}\text{N} + {}_{1}^1\text{H}$ ).  $m_{{}_1^1\text{H}} = 1,00783$  а.е.м.;  $m_{{}_8^{16}\text{O}} = 15,99491$  а.е.м.;  $m_{{}_7^{15}\text{N}} = 15,00011$  а.е.м. /12,1 МэВ/

592. Найти изменение массы при следующей ядерной реакции:  ${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_{2}^4\text{He} \rightarrow {}_{15}^{30}\text{P} + {}_{0}^1\text{n}$ , если  $m_{{}_{13}^{27}\text{Al}} = 26,98154$  а.е.м.;  $m_{{}_2^4\text{He}} = 4,00260$  а.е.м.;  $m_{{}_{15}^{30}\text{P}} = 29,97263$  а.е.м.;  $m_{{}_0^1\text{n}} = 1,00867$  а.е.м. /-0,00284 а.е.м./

593. Вычислить энергетический эффект ядерной реакции:  ${}_{1}^2\text{H} + {}_{1}^3\text{H} \rightarrow {}_{2}^4\text{He} + {}_{0}^1\text{n}$ , если  $m_{{}_1^2\text{H}} = 2,01410$  а.е.м.;  $m_{{}_1^3\text{H}} = 3,01605$  а.е.м.;  $m_{{}_0^1\text{n}} = 1,00867$  а.е.м.;  $m_{{}_2^4\text{He}} = 4,00260$  а.е.м. /17,6 МэВ/

594. В термоядерном реакторе с дейтериевым горючим может происходить вторичная термоядерная реакция  ${}^3_2\text{He} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_1\text{H}$ . Вычислить энергию этой реакции. ( $m_{{}^3_2\text{He}} = 3,01603$  а.е.м.;  $m_{{}^2_1\text{H}} = 2,01410$  а.е.м.;  $m_{{}^4_2\text{He}} = 4,00260$  а.е.м.;  $m_{{}^1_1\text{H}} = 1,00783$  а.е.м.) /18,3 МэВ/

595. Вычислить энергию ядерной реакции  ${}^{14}_7\text{N} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{14}_6\text{C} + {}^1_1\text{H}$ . ( $m_{{}^{14}_7\text{N}} = 14,00307$  а.е.м.;  $m_{{}^1_0\text{n}} = 1,00867$  а.е.м.;  $m_{{}^{14}_6\text{C}} = 14,00324$  а.е.м.;  $m_{{}^1_1\text{H}} = 1,00783$  а.е.м.) /0,624 МэВ/

596. Определить энергию ядерной реакции  ${}^6_3\text{Li} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He}$ . ( $m_{{}^6_3\text{Li}} = 6,01513$  а.е.м.;  $m_{{}^2_1\text{H}} = 2,01410$  а.е.м.;  $m_{{}^4_2\text{He}} = 4,00260$  а.е.м.) /22,4 МэВ/

597. Определить энергию ядерной реакции  ${}^9_4\text{Be} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^{10}_5\text{B} + {}^1_0\text{n}$ . ( $m_{{}^9_4\text{Be}} = 9,01219$  а.е.м.;  $m_{{}^2_1\text{H}} = 2,01410$  а.е.м.;  $m_{{}^1_0\text{n}} = 1,00867$  а.е.м.;  $m_{{}^{10}_5\text{B}} = 10,01294$  а.е.м.) /4,36 МэВ/

598. Какую минимальную энергию должен иметь квант для вырывания нейтрона из ядра  ${}^{14}_6\text{C}$ ? Известны массы:  $m_{{}^{14}_6\text{C}} = 14,00324$  а.е.м.;  $m_{{}^1_0\text{n}} = 1,00867$  а.е.м.;  $m_{{}^{13}_6\text{C}} = 13,00335$  а.е.м. /8,18 МэВ/

599. Какую минимальную энергию необходимо затратить, чтобы разделить  ${}^{12}_6\text{C}$  на три равные части. ( $m_{{}^{12}_6\text{C}} = 12,00000$  а.е.м.;  $m_{{}^4_2\text{He}} = 4,00260$  а.е.м.) /7,26 МэВ/

600. Определить энергию ядерной реакции  ${}^{44}_{20}\text{Ca} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^{41}_{19}\text{K} + {}^4_2\text{He}$ . ( $m_{{}^{44}_{20}\text{Ca}} = 43,95549$  а.е.м.;  $m_{{}^1_1\text{H}} = 1,00783$  а.е.м.;  $m_{{}^4_2\text{He}} = 4,00260$  а.е.м.;  $m_{{}^{41}_{19}\text{K}} = 40,96184$  а.е.м.) /1,043 МэВ/