

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

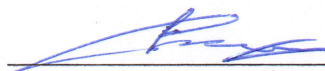
**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»**

**Институт Естественных наук
Кафедра «Физика»**

Утверждено на заседании кафедры
«Физика»

«18» декабря 2020 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой



Р.Н. Ростовцев

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по проведению практических (семинарских) занятий
по дисциплине (модулю)
«Биофизика»**

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки
06.03.01 Биология

с направленностью (профилем)
Биоэкология


Форма(ы) обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 060301-01-21

Тула 2020 год

Разработчик(и) методических указаний

Герасимова О.А., старший преподаватель
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

ПОЛЯРИЗАЦИЯ СВЕТА

Интенсивность света, вышедшего из анализатора (закон Малюса),

$$I = I_0 \cos^2 \varphi,$$

где I_0 – интенсивность плоскополяризованного света, подающего на анализатор; φ – угол между плоскостью поляризации поляризованного света и главной плоскостью анализатора.

Закон Брюстера

$$\operatorname{tg} i_B = n,$$

где n – относительный показатель преломления двух сред; i_B – угол полной поляризации.

Угол поворота плоскости поляризации:

В оптически активном веществе

$$\alpha = \alpha_0 l;$$

в растворе

$$\alpha = [\alpha_0] c l;$$

где α_0 – постоянная вращения (вращательная способность), $[\alpha_0]$ – удельное вращение, c – концентрация раствора оптически активного вещества, l – толщина слоя оптически активного вещества или раствора.

1. Определите удельное вращение раствора сахара, концентрация которого $c = 0,33$ г/см³, если при прохождении монохроматического света через трубку с раствором угол поворота плоскости поляризации $\alpha = 22^\circ$. Длина трубки $l = 10$ см.

2. Определите угол поворота плоскости поляризации светового луча для мочи больного диабетом при концентрации сахара $c = 0,05$ г/см³. Длина трубки $l = 20$ см, удельное вращение сахара для используемого света $[\alpha_0] = 6,67$ град · см²/г.

3. Раствор сахара, налитый в трубку длиной $l = 20$ см и помещенный между поляризатором и анализатором, поворачивает плоскость поляризации света ($\lambda = 0,5$ мкм) на $\alpha = 30^\circ$. Найдите (в граммах на кубический сантиметр) концентрацию сахара в растворе, если удельное вращение сахара для этой длины волны $[\alpha_0] = 6,67$ град · см²/г.

4. При прохождении света через слой 10%-ного раствора сахара толщиной $l_1 = 10$ см плоскость поляризации света повернулась на угол $\alpha_1 = 16^\circ 30'$. В другом растворе сахара, взятом в слое толщиной $l_2 = 25$ см, плоскость поляризации повернулась на угол $\alpha_2 = 33^\circ$. Найдите концентрацию второго раствора.

5. Между скрещенными поляризатором и анализатором находится стеклянная трубка длиной $l = 30$ см, заполненная раствором сахара. При каких концентрациях раствора сахара можно наблюдать максимальное просветление поля зрения анализатора? Удельное вращение раствора сахара для используемого света $[\alpha_0] = 6,82$ град · см²/г, а максимальная концентрация сахара $c = 2$ г/см³.

6. Между двумя электродами, к которым приложено постоянное напряжение $U = 36$ В, находится живая ткань. Условно можно считать, что ткань состоит из двух слоев сухой кожи и мышц с кровеносными сосудами. Толщина каждого слоя кожи $l_1 = 0,3$ мм, толщина внутренней ткани $l_2 = 9,4$ мм. Найдите плотность тока и падение напряжения в коже и в мышечной (сосудистой) ткани, рассматривая их как проводники. Как изменяется потенциал в направлении, перпендикулярном этим слоям?

7. При сухой коже сопротивление между ладонями рук может достигать значения $R_1 = 10^5$ Ом, а при влажных ладонях это сопротивление существенно меньше ($R_2 = 1000$ Ом). Оцените ток, который пройдет через тело человека при контакте с электросетью напряжением $U = 220$ В. Сравните этот ток со значением порогов ощутимого и неотпускающего токов, если частота тока равна $\nu = 50$ Гц.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СВЕТА С ВЕЩЕСТВОМ

Интенсивность света, вышедшего из слоя вещества толщиной l после поглощения (закон Бугера),

$$I_l = I_0 e^{-k'l},$$

где I_0 – интенсивность света, вошедшего в поглощающее вещество; k' – натуральный показатель поглощения.

Закон Бугера, выраженный через показательную функцию с основанием 10,

$$I_l = I_0 \cdot 10^{-kl},$$

где $k \approx 0,43 k'$ – показатель поглощения.

Закон Бугера-Ламберта-Бера:

$$I_l = I_0 e^{\chi'cl}, \quad \text{или} \quad I_l = I_0 \cdot 10^{-\chi cl},$$

где χ' – натуральный молярный показатель поглощения, χ – молярный показатель

поглощения, C – молярная концентрация, $C = \frac{n}{N_A}$, n – концентрация молекул, поглощающих

кванты света, N_A – число Авогадро.

$$\chi' = \sigma N_A,$$

коэффициент пропускания τ равен отношению интенсивностей света, прошедшего сквозь данное тело (или раствор) и упавшего на это тело,

$$\tau = \frac{I_l}{I_0}.$$

Оптическая плотность раствора:

$$D = \lg\left(\frac{1}{\tau}\right) = \lg\left(\frac{I_0}{I_l}\right) = \chi l C.$$

Закон ослабления интенсивности света вследствие рассеяния (совместного действия поглощения и рассеяния):

$$I_l = I_0 \cdot 10^{\mu l}, \quad I_l = I_0 \cdot 10^{\mu l},$$

где $\mu = k + m$ – показатель ослабления.

Квантовый выход люминесценции ϕ – это отношение количества испущенных квантов люминесценции N_1 к количеству поглощенных квантов N_2 :

$$\phi = N_1/N_2,$$

квантовый выход в спектрофотометрах:

$$\phi = \frac{I_{\lambda}}{I_0 - I},$$

где I_{λ} – регистрируемая фотоэлементом интенсивность люминесценции; $(I_0 - I) = I_{\text{погл}}$ – регистрируемая поглощенная интенсивность света, вызывающего люминесценцию для слабых растворов с оптической плотностью D порядка 0,1.

Интенсивность люминесценции:

$$I_{\lambda} = 2,3\phi I_0 D.$$

1. Пучок монохроматического света проходит через стеклянную пластинку толщиной $l = 1$ см. Определите монохроматический натуральный показатель поглощения и монохроматический показатель поглощения стекла, если при этом поглощается 0,1 падающего света. Какой толщины должна быть стеклянная пластинка, чтобы поглотилась половина падающего света?

2. При прохождении света с длиной волны λ_1 через слой вещества его интенсивность уменьшается вследствие поглощения в четыре раза. Интенсивность света с длиной волны λ_2

по той же причине ослабляется в три раза. Найдите толщину слоя вещества и показатель поглощения для света с длиной волны λ_2 , если для света с длиной волны λ_1 он равен $K_1 = 0,02 \text{ см}^{-1}$.

3. Через пластинку из прозрачного вещества толщиной $l = 4,2 \text{ см}$ проходит половина падающего на нее светового потока. Определите натуральный показатель поглощения данного вещества. Рассеянием света в пластинке пренебречь; считать, что 10% падающей энергии отражается на поверхности пластинки.

4. В 4-процентном растворе вещества в прозрачном растворителе интенсивность света на глубине $l_1 = 20 \text{ мм}$ ослабляется в два раза. Во сколько раз ослабляется интенсивность света на глубине $l_2 = 30 \text{ мм}$ в 8%-ом растворе того же вещества?

5. Какова концентрация раствора, если одинаковая освещенность фотометрических полей была получена при толщине $l_1 = 8 \text{ мм}$ у эталонного 3%-го раствора и $l_2 = 24 \text{ мм}$ – у исследуемого раствора?

6. Коэффициент пропускания раствора $\tau = 0,3$. Чему равна его оптическая плотность?

7. Оптическая плотность раствора $D = 0,08$. Найдите его коэффициент пропускания.

8. При прохождении света через слой раствора поглощается $1/3$ первоначальной световой энергии. Определите коэффициент пропускания и оптическую плотность раствора.

9. При прохождении монохроматического света через слой вещества толщиной $l = 15 \text{ см}$ его интенсивность убывает в четыре раза. Определите показатель рассеяния, если показатель поглощения $k = 0,025 \text{ см}^{-1}$.

10. Вычислите толщину слоя половинного ослабления параллельного пучка γ -излучения для воды, если натуральный показатель ослабления $\mu' = 0,053 \text{ см}^{-1}$.

11. Интенсивность света, прошедшего через раствор некоторого вещества, уменьшилась в 10 раз. Молярный показатель поглощения на данной длине волны равен $2300 \text{ л/(моль} \cdot \text{см)}$, длина кюветы с раствором равна 1 см . Найдите молярную концентрацию растворенного вещества.

12. Чему равен молярный показатель поглощения некоторого вещества, если при прохождении света через раствор с концентрацией $0,05 \text{ моль/л}$ интенсивность света уменьшилась в 25 раз? Длина кюветы $0,5 \text{ см}$.

13. Определите квантовый выход люминесценции вещества, если его оптическая плотность равна $0,05$, а интенсивность люминесценции в 15 раз меньше интенсивности возбуждающего света.

14. Пересчитайте следующие оптические плотности растворов в проценты пропускания: а) 0; б) 2; в) ∞ .

15. Почему форма спектра фотолюминесценции не зависит от длины волны возбуждающего света?

16. При регистрации фосфоресценции некоторого вещества было обнаружено, что интенсивность люминесценции уменьшается в 30 раз за 2 мин. Чему равно время жизни возбужденного состояния молекул этого вещества?

17. Чем объясняется различие времен флуоресценции и фосфоресценции?

18. Как изменится квантовый выход люминесценции вещества, если при той же интенсивности люминесценции интенсивность поглощенного света увеличивается на 30%?

19. Лазерное излучение используют в различных областях медицины. Сравните энергию квантов лазерного излучения со следующими длинами волн: а) офтальмология («приваривание» сетчатки), $\lambda = 0,514 \text{ мкм}$; б) терапия, $\lambda = 0,63 \text{ мкм}$.

20. Частотный диапазон лазерного излучения, используемого в медицине, лежит в пределах от $30\,000 \text{ ГГц}$ до $1\,500\,000 \text{ ГГц}$. Найдите соответствующие границы диапазона длин волн.

ЯДРО. РАДИОАКТИВНОСТЬ

Энергия связи ядра:

$$\Delta E_{\text{св}} = 931,5[Zm_{\text{H}} + (A - Z)m_{\text{n}} - m_{\text{a}}],$$

где, m_{H} , m_{n} , m_{a} – массы соответственно изотопа водорода H, нейтрона и атома, а. е. м.; Z – число протонов в ядре (порядковый номер элемента), A – число нуклонов в ядре (массовое число); $\Delta E_{\text{св}}$ выражается в мегаэлектрон-вольтах.

Основной закон радиоактивного распада:

$$N = N_0 e^{-\lambda t},$$

где N_0 – начальное число радиоактивных ядер, N – их число к моменту времени t .

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}},$$

λ – постоянная распада, $T_{1/2}$ – период полураспада.

Изменение, активности препарата со временем:

$$A = \lambda N_0 e^{-\lambda t}.$$

1. Найдите энергию связи ядра урана ${}_{92}^{238}\text{U}$ и энергию связи, приходящуюся на один нуклон.
2. Найдите энергию связи ядер изотопа водорода, дейтерия и трития. Чему равна энергия связи, приходящаяся на один нуклон?
3. Запишите реакции образования радиоактивного азота ${}_{7}^{13}\text{N}$ из устойчивого изотопа бора ${}_{5}^{10}\text{B}$ при искусственной β -радиоактивности.
Каким превращениям будет подвергаться ${}_{7}^{13}\text{N}$?
4. Вычислите число ядер ${}_{53}^{130}\text{I}$, распавшихся в течение первых суток, если первоначальное число ядер $N_0 = 10^{22}$.
5. Каким образом искусственная β -радиоактивность приводит к образованию ${}_{14}^{30}\text{Si}$ из алюминия ${}_{13}^{27}\text{Al}$?
6. Как получить из ртути золото?
7. Во сколько раз уменьшится количество ядер радиоактивного цезия за 10 лет?
8. В ампуле находится радиоактивный йод ${}_{53}^{131}\text{I}$ активностью 100 мКи. Чему будет равна активность препарата через сутки?
9. Какое количество кобальта ${}_{27}^{60}\text{Co}$ надо взять, чтобы получить источник излучения с той же активностью, которой обладает 5 г иода ${}_{53}^{131}\text{I}$?
10. В источнике минеральной воды активность радона составляет 1000 Бк на 1 л. Какое количество атомов радона попадает в организм пациента, выпившего стакан минеральной воды объемом 0,2 л?
11. Для исследования щитовидной железы больному ввели 20 мл 10%-ного раствора глюкозы с радиоактивным иодом. Удельная активность иода в момент введения составляла 0,08 мКи/мл. Найдите массу иода в растворе. Учсть, что каждая молекула глюкозы связывает один иод.
12. Для торможения нейтронов используют вещества, содержащие элементы с малым атомным весом (парафин, вода). В чем причина этого?
13. Через какой промежуток времени после радиоактивного заражения местности стронцием можно будет использовать земли для возделывания на них различных культур, если расчеты показывают, что количество радиоактивного препарата должно уменьшиться в 100 раз?
14. Во сколько раз уменьшится количество ядер радиоактивного цезия за 10 лет?

15. В 1 мл морской воды содержится 10^{-15} г радона ${}^{226}_{88}\text{Rn}$. Какое количество воды имеет активность, равную 10 мКи?

МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ. ЗВУК

Интенсивность волны (плотность потока энергии):

$$I = \omega_p v,$$

где ω_p – объемная плотность энергии колебательного движения, v – скорость волны.

Объемная плотность энергии упругой волны, распространяющейся в веществе,

$$\omega_p = 0,5 \rho A^2 \omega_0,$$

где ρ – плотность вещества.

Частота колебаний, воспринимаемая наблюдателем (эффект Доплера):

$$v' = v (v \pm v_n) / (v \pm v_{\text{и}}),$$

где v_n и $v_{\text{и}}$ – скорости наблюдателя и источника упругой волны относительно среды, v – скорость распространения волны в этой среде, v – частота испускаемых колебаний. Верхние знаки соответствуют встречному движению наблюдателя и источника, нижние – движению в противоположные стороны.

Доплеровский сдвиг частоты:

$$v_d = 2v_0 v / v;$$

где v_0 – скорость движущегося тела, v – скорость волны (ультразвука). Формула получена в предположении $v \gg v_0$.

Связь интенсивности звука и звукового давления для плоской волны:

$$I = p^2 / \rho v,$$

где ρ – плотность среды, в которой распространяется звук, v – его скорость.

Бел (Б) – единица логарифмической относительной величины (логарифма отношения двух одноименных физических величин):

$$L_B = \lg \frac{I}{I_0}, \quad I = 10^{L_B} I_0,$$

где L_B – выраженный в белах уровень интенсивности звука I относительно I_0 принятого за начальный уровень шкалы, или в децибелах (дБ):

$$\lg \frac{I}{I_0} = 2 \lg \frac{p}{p_0}.$$

Шкала громкости (E) и уровень интенсивности звука (L) совпадают на частоте 1 кГц:

$$E_{\text{Ф}} = L_{\text{дБ}} = 10 \lg \frac{I}{I_0}.$$

Коэффициент проникновения звука β при переходе из одной среды в другую:

$$\beta = 4 \frac{v_1 \rho_1 / v_2 \rho_2}{(v_1 \rho_1 / v_2 \rho_2 + 1)^2},$$

где v_1 и v_2 – скорости звука в соответствующих средах, ρ_1 и ρ_2 – величины плотностей сред, $v_1 \rho_1$ и $v_2 \rho_2$ – волновое сопротивление сред.

Коэффициент отражения звука r при переходе из одной среды в другую:

$$r = [(v_1 \rho_1 - v_2 \rho_2) / (v_1 \rho_1 + v_2 \rho_2)]^2.$$

1. Известно, что человеческое ухо воспринимает упругие волны в интервале частот от $v_1 = 20$ Гц до $v_2 = 20$ кГц. Каким длинам волн соответствует этот интервал в воздухе? В воде? Скорости звука в воздухе и воде равны соответственно $v_1 = 340$ м/с и $v_2 = 1400$ м/с.

2. Изучение движения барабанной перепонки показало, что скорость колебания ее участков оказывается величиной одного порядка со скоростью смещения молекул воздуха при распространении плоской волны. Исходя из этого, вычислите приблизительно амплитуду колебания участков барабанной перепонки для двух случаев: а) порог слышимости; б) порог болевого ощущения. Частота $\nu = 1$ кГц.

3. Определите среднюю силу, действующую на барабанную перепонку человека (площадь $S = 66 \text{ мм}^2$) для двух случаев: а) порог слышимости; б) порог болевого ощущения. Частота $\nu = 1$ кГц.

4. Две машины движутся навстречу друг другу со скоростями $v_1 = 20 \text{ м/с}$ и $v_2 = 10 \text{ м/с}$. Первая машина дает сигнал с частотой $\nu = 800 \text{ Гц}$. Какой частоты сигнал услышит водитель второй машины: а) до встречи машин; б) после встречи машин?

5. Одинаковой ли высоты будет звук в случаях: а) источник звука движется навстречу неподвижному наблюдателю со скоростью $v_1 = 40 \text{ м/с}$; б) наблюдатель движется навстречу неподвижному источнику с той же скоростью? Частота источника звука $\nu = 600 \text{ Гц}$.

6. На сколько увеличилась громкость звука, если интенсивность звука увеличилась от порога слышимости в 1000 раз. Задачу решите для звука частотой: а) 100 Гц; б) 1 кГц. Для решения воспользоваться кривыми равной громкости.

7. Два звука одинаковой частоты $\nu = 1$ кГц отличаются по громкости на $\Delta E = 20$ фон. Во сколько раз отличаются их интенсивности?

8. Два звука одинаковой частоты отличаются по интенсивности на $\Delta L = 30 \text{ дБ}$. Найдите отношение амплитуд звукового давления.

9. По условиям некоторого производства определен допустимый предел уровня шума $E = 70$ фон. Определите максимально допустимую интенсивность звука. Условно считать, что шум соответствует звуку частотой $\nu = 1$ кГц.

10. Разрыв барабанной перепонки наступает при уровне интенсивности звука $L_0 = 150 \text{ дБ}$. Определите интенсивность, амплитудное значение звукового давления и амплитуду смещения частиц в волне для звука частотой $\nu = 1$ кГц, при которых может наступить разрыв барабанной перепонки.

11. Нормальный разговор человека оценивается уровнем громкости звука $E_1 = 50$ фон (для частоты $\nu = 1$ кГц). Определите уровень громкости звука, соответствующего трем одновременно говорящим людям.

12. Шуму на оживленной улице соответствует уровень громкости звука $E_1 = 70$ фон, крику $E_2 = 80$ фон. Какой будет уровень громкости звука, полученного в результате сложения крика и шума улицы? Считать частоту равной $\nu = 1$ кГц.

13. Уровень громкости звука частотой $\nu = 5000 \text{ Гц}$ равен $E = 50$ фон. Найдите интенсивность этого звука.

14. Уровни интенсивности звуков с частотами $\nu_1 = 100 \text{ Гц}$ и $\nu_2 = 3000 \text{ Гц}$ равны $L = 50 \text{ дБ}$. Определите уровни громкости этих звуков.

15. Звук частотой $\nu = 200 \text{ Гц}$ проходит некоторое расстояние в поглощающей среде. Интенсивность звука при этом уменьшается с $I_1 = 10^{-4} \text{ Вт/м}^2$ до $I_2 = 10^{-8} \text{ Вт/м}^2$. На сколько при этом уменьшится уровень громкости?

16. Доплеровский сдвиг частоты при отражении механической волны от движущихся эритроцитов равен 50 Гц, частота генератора равна 100 кГц. Определите скорость движения крови в кровеносном сосуде.

17. Источник ультразвука создает в воздухе волну длиной 4,4 мкм. Как изменится длина волны при переходе ультразвука в воду, если принять скорость распространения ультразвука в воде равной 1500 м/с, а в воздухе 330 м/с?

18. Сравните длины волн в воздухе для ультразвука частотой 1 МГц и звука частотой 1 кГц. Чем определяется нижняя граница длин волн ультразвука в среде?

19. Найдите коэффициент отражения ультразвуковой волны от поверхности раздела мягкая ткань-воздух. Учтите, что волновое сопротивление мягких тканей в 3000 раз больше, чем воздуха.

20. Определите плотность мышечной ткани, если ее волновое сопротивление равно $1,6 \cdot 10^6 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$, а скорость распространения ультразвука в ткани составляет 1500 м/с.

21. Разность фаз звуковых волн с частотой 1 кГц, приходящих от одного источника к разным ушам, равна 0,2 рад. Определите разность хода волн, приходящих в правое и левое ухо человека.

22. Найдите интенсивность ультразвуковой волны в мышце на расстоянии 4 см, если глубина половинного поглощения равна 2 см, интенсивность волны на поверхности воздух-кожа равна $1,5 \text{ Вт}/\text{м}^2$, а в ткань проходит лишь 75% энергии волны.

23. Уровень интенсивности сердечных тонов, воспринимаемых с помощью стетоскопа, равен 10 дБ. Чему равна интенсивность тонов сердца?

24. Человек с нормальным слухом способен ощущать различие в громкости звуков в 1 фон. Во сколько раз изменяется при этом интенсивность звука частотой 1 кГц?

25. Известно, что кошки воспринимают звуки, создающие давление, сравнимое с давлением броуновского движения молекул воздуха при комнатной температуре (10^{-6} Па). Какому уровню интенсивности соответствуют эти звуки? Сравните их с порогом слышимости для человека с нормальным слухом.

26. Громкость звука частотой 1 кГц уменьшилась на 30 фон при прохождении через тонкую фанерную перегородку. Какой стала интенсивность звука, если до прохождения перегородки она составляла $10^{-8} \text{ Вт}/\text{м}^2$?

27. Как изменяется скорость движения эритроцитов в кровеносном русле у пациентов со сфероцитозом, если доплеровский сдвиг частоты в 1,3 раза меньше по сравнению с нормой?

28. Усредненный коэффициент затухания тела взрослого человека равен 0,3. Частота собственных колебаний тела в положении лежа составляет 3,5 Гц, а в положении стоя – около 8 Гц. Во сколько раз изменится резонансная частота тела человека в разных положениях при воздействии инфразвука?

29. Плотность здоровой мышечной ткани составляет $1060 \text{ кг}/\text{м}^3$. Ее волновое сопротивление равно $1,63 \cdot 10^6 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$. При исследовании ультразвуком отраженный сигнал был принят через $2 \cdot 10^{-5} \text{ с}$ после излучения. На какой глубине в мышечной ткани была обнаружена неоднородность?

26. Определите толщину кварцевой пластинки, для которой угол поворота плоскости поляризации света с длиной волны 500 нм равен 48° . Постоянная вращения кварца для этой длины волны 30/мм.

27. Между скрещенными николями поместили пластинку кварца толщиной 4,15 мм. В результате поворота плоскости поляризации монохроматического света с длиной волны 589 нм поле зрения стало максимально светлым. Определить постоянную вращения кварца для света с указанной длиной волны.

28. Раствор сахара концентрацией $0,08 \text{ г}/\text{см}^3$, налитый в кювету, поворачивает плоскость поляризации света в поляриметре на угол $10,1^\circ$. Какова концентрация сахара в моче больного, если плоскость поляризации при исследовании повернулась на $7,8^\circ$? Размеры кювет одинаковые.

29. Концентрация сахара в растворах определяют поляризационным методом, пользуясь светом желтых натриевых линий, для которых удельное вращение сахара при температуре 20°C равно $66,5^\circ/(\text{г} \cdot \text{дм})$.

Какой длины необходимо использовать трубку для растворов, чтобы наблюдаемый угол поворота плоскости поляризации в градусах равнялся концентрации раствора в граммах на 100 см^3 .

37. Интенсивность света, прошедшего через слой воздуха толщиной 1 км, уменьшилась в 2,71 раза. Определить коэффициент поглощения воздуха.

38. В 4%-ном растворе вещества в прозрачном растворителе интенсивность света на глубине 20 мм ослабляется в 2 раза. Во сколько раз ослабляется интенсивность света на глубине 30 мм в 8%-ном растворе того же вещества?

39. При прохождении монохроматического света через слой вещества толщиной 15 см его интенсивность убывает в 4 раза. Определить показатель рассеяния, если показатель поглощения $\chi' = 0,025 \text{ см}^{-1}$.

41. Определите квантовый выход люминесценции вещества, если его оптическая плотность равна 0,06, а интенсивность люминесценции в 5 раз меньше интенсивности возбуждающего света.

42. Как изменится интенсивность люминесценции при увеличении оптической плотности образца с 1 до 100 при длине волны возбуждающего света.

43. Активность фермента уменьшилась в 10 раз при добавлении в раствор инкубации тушителя флуоресценции с конечной концентрацией 10^{-4} моль/л. Определить, каким был механизм тушения флуоресценции (триплетным или синглетным), если константа тушения $k = 10^9 \text{ моль}^{-1} \text{ л}^{-1} \text{ с}^{-1}$.

44. Найдите расстояние между подуровнями энергии атома, помещенного в магнитное поле индукцией 0,5 Тл; фактор g принять равным двум. Какой частоте и длине волны электромагнитного излучения соответствует переход с одного подуровня на другой?

45. В радиоспектроскопе электромагнитного парамагнитного резонанса поглощаемая высокочастотная электромагнитная энергия соответствует длине волны 3 см. При какой индукции постоянного магнитного поля наблюдается электронный парамагнитный резонанс? Принять $g = 2$.

71. Средняя мощность экспозиционной дозы облучения в рентгеновском кабинете равна $6,45 \cdot 10^{-12} \text{ Кл}/(\text{кг} \cdot \text{с})$. Врач находится в течение дня 5 часов в этом кабинете. Какова его доза облучения за 6 рабочих дней?