

Übungsaufgaben zur Vorlesung „Inkohärente Lichtquellen“

- 1) Berechnen Sie für Licht der Wellenlänge 100, 200, 500, und 1000 nm die Energie eines Photons in folgenden Einheiten!
 - a) cm^{-1}
 - b) J
 - c) eV

- 2) Nennen Sie die Wellenlängenbereiche für UV-Strahlung (A, B, C), Infrarot-Strahlung (A, B, C) und sichtbares Licht!

- 3) Nennen Sie für folgende Strahlungsbereiche mindestens jeweils eine geeignete Strahlungsquelle und eine dazugehörige Anwendung!
 - a) VUV
 - b) UV-C
 - c) UV-B
 - d) UV-A
 - e) NIR

- 4) Welche Arten von UV-Strahlungsquellen kennen Sie?

- 5) Welche physikalischen/chemischen Prozesse werden technisch zur Lichterzeugung genutzt? Welche Prozesse gibt es außerdem?

- 6) Nennen Sie einige Lichtquellen, die Sie aus dem Alltag kennen, und ordnen Sie ihnen einen Prozess der Lichterzeugung zu!

- 7) Worin unterscheiden sich radiometrische Strahlungsgrößen von photometrischen Lichtgrößen?

- 8) Wie heißt die Größe $K_{\text{max}} = 683 \text{ lm/W}$? Was bedeutet sie?

- 9) Beschreiben Sie zwei Fotorezeptortypen des Auges und deren Bedeutung für das Tageslichtsehen/ Sehen im Dunkeln!

- 10) Beschreiben Sie die spektrale Empfindlichkeit der drei Zapfentypen des Auges!

11) Definieren Sie den Begriff Leuchtdichte!

12) Definieren Sie den Begriff Beleuchtungsstärke! Wie groß sollte sie an einem Innenarbeitsplatz sein?

13) Geben Sie die Definition und Einheit der folgenden Größen an!

- a) Bestrahlungsstärke
- b) Dosis
- c) Strahlungsfluss
- d) Spektraler Strahlungsfluss
- e) Lichtstrom

14) Ein Raum mit einer Grundfläche von 50 m^2 soll mit 500 Lux beleuchtet werden. Wie viele Leuchtstoffröhren benötigen Sie, wenn die einzelnen Röhren bei einer Leistungsaufnahme von 36 W eine Lichtausbeute von 100 lm/W besitzen?

15) Skizzieren Sie die spektrale Empfindlichkeitskurve für folgende Detektoren und erklären Sie ihren Verlauf!

- a) Menschliches Linsenauge (helladaptiert, photopisch)
- b) Menschliches Linsenauge (dunkeladaptiert, skotopisch)
- c) Insekten (Facettenauge)
- d) Si-Photodiode

16) Was versteht man unter additiver bzw. subtraktiver Farbmischung? In welchen technischen Bereichen kommen die Techniken zur Anwendung?

17) Die Bestrahlungsstärke der Erde durch die Sonne beträgt im jahreszeitlichen Mittel 1.35 kW/m^2 (senkrecht zur Sonnenstrahlung). Welche Strahlungsleistung erhält demnach die ganze Erde ($r = 6378 \text{ km}$) und welche Strahlungsleistung emittiert die Sonne (Abstand 149.6 Mio. km)? Wie stark nimmt die Strahlungsleistung bei einem Venustransit (Abstand zur Sonne 108.2 Mio km, Radius: 6050 km) ab?

18) Definieren Sie folgende Wirkungsgrade für Lampen: Lichtausbeute und Strahlungsausbeute!

19) Eine Lichtquelle hat eine Energieeffizienz von 40% und emittiert monochromatisch bei 589 nm. Welche Lichteffizienz hat diese Lichtquelle?

- 20) Erläutern Sie das Prinzip der Lichtentstehung in den zwei Grundtypen von Lampen: Temperaturstrahler und Entladungslampe! Nennen Sie Unterteilungen und Beispiele!
- 21) Wie viele Spektrallinien benötigt man, um weißes Licht zu erhalten? Bei welchen Wellenlängen müssten diese dann etwa liegen?
- 22) Was versteht man unter dem Farbwiedergabeindex? Sortieren Sie folgende Lichtquellen nach ansteigendem Farbwiedergabeindex! Halogenglühlampe, Na-Hochdrucklampe, Leuchtstoffröhre, Na-Niederdrucklampe, Hg-Hochdrucklampe!
- 23) Beschreiben Sie Aufbau, Lichterzeugung und Spektrum einer Glühlampe/Halogenglühlampe!
- 24) Welche chemischen Transportreaktionen treten in Glüh- und Halogenlampen auf?
- 25) Worin besteht der Unterschied zwischen einer Halogenlampe und einer Halogen-Metaldampflampe bezüglich der Wirkung des Halogens?
- 26) Berechnen Sie mit Hilfe des Wien'schen Verschiebungsgesetzes das Maximum der Emission eines schwarzen Strahlers bei 3000 bzw. 6000 K!
- 27) Durch welche technischen Maßnahmen lässt sich die Lebensdauer einer Glühlampe erhöhen?
- 28) Durch welche chemischen „Tricks“ lässt sich die Transmissionskurve bzw. die Absorptionskante von Lampenglas verändern?
- 29) Was versteht man unter atomaren bzw. molekularen Strahlern?
- 30) Worin unterscheiden sich thermische von nicht-thermischen Strahlungsquellen?
- 31) Was versteht man unter einem Plasma und worin unterscheiden sich isotherme von nicht-isothermen Plasmen?
- 32) Welche Elemente werden als strahlungsemitternde Komponenten in Entladungslampen eingesetzt? Begründung angeben!

- 33) Wie ist eine Leuchtstofflampe aufgebaut und wie funktioniert sie? Wie sieht das Primärspektrum aus?
- 34) Was gibt die Farbtemperatur einer Lampe an? Welcher Farbtemperatur entsprechen die Lichtfarbengruppen warmweiß, neutralweiß und tageslichtweiß bei Leuchtstofflampen?
- 35) Wie werden in Leuchtstofflampen verschiedene Weißtöne realisiert (am Spektrum erklären)!
- 36) Beschreiben Sie Aufbau und Lichtentstehung einer Quecksilberdampf-Hochdrucklampe/Halogen-Metaldampflampe! Beschreiben Sie die jeweiligen Spektren!
- 37) Welche Lichtausbeuten werden bei Quecksilberdampf-Hochdrucklampen / Halogen-Metaldampflampen erreicht? Wo werden diese Lampen eingesetzt?
- 38) Beschreiben Sie Aufbau, Lichtentstehung und Spektrum einer Natriumdampf-Lampe!
- 39) Welche Lichtausbeuten und Farbwiedergaben haben Natriumdampf-Hoch- bzw. Niederdrucklampen? Wo werden sie jeweils verwendet?
- 40) Berechnen Sie die Energieeffizienz ϵ einer Fluoreszenzlampe auf der Basis einer Xe-Niederdruckentladung unter folgenden Annahmen: Entladungseffizienz 60%, Xe-Excimeremission bei 172 nm, Emissionslinie des (Y,Gd)BO₃:Eu-Leuchtstoffes bei 595 nm, Quantenausbeute des Leuchtstoffes bei 172 nm Anregung 85%!
- 41) Erläutern Sie die Lichterzeugungskette in einem Plasmabildschirm!
- 42) Geben Sie eine Formel zur Berechnung der Effizienz der Lichterzeugung in einem Plasmabildschirm an! Erläutern Sie die einzelnen Faktoren!
- 43) Welchen Zweck hat die MgO-Beschichtung des PDP-Frontglases? Wie erfolgt die Beschichtung mit MgO? Schlagen Sie eine Alternative zu der MgO-Beschichtung vor!
- 44) Beschreiben Sie Aufbau/Spektren von LEDs! Wie erzeugen LEDs weißes Licht (zwei Wege)?

- 45) Erläutern Sie den Rekombinationsprozess bei der Lichtentstehung in einer LED!
- 46) Beurteilen Sie den Wirkungsgrad einer LED!
- 47) Was versteht man unter einer OLED sowie unter einer PLED?
- 48) Beschreiben Sie die Lichtentstehung in einer OLED und die Lichtspektren! Nennen Sie Anwendungsgebiete für OLEDs!
- 49) Erläutern Sie das Prinzip der photochemischen Wasserdesinfektion anhand von einfachen Reaktionsgleichungen!
- 50) Welche photochemischen Reaktionen werden durch UV-Strahlung in der Tropo-, der Strato- sowie der Ionosphäre induziert?
- 51) Nennen Sie mindestens zwei bedeutende photochemische Prozesse! Welche Lichtquelleneignen sich als Alternativen zu solarer Strahlung bei diesen Reaktionen?
- 52) Erläutern Sie einen physikalischen Prozess, mit dem man ausgehend von sichtbarer Strahlung UV-Strahlung erzeugen kann!
- 53) Berechnen Sie die Energieeffizienz ε einer fluoreszenten UV-Strahlungsquelle auf Basis einer Xe-Excimerentladung (172 nm, Entladungseffizienz = 70%) und eines UV-C Leuchtstoffes (240 nm, QA = 90%)
- 54) Berechnen Sie die Lichtausbeute einer LED, die mit einem blau emittierenden 460 nm LED und einer bei 550 nm emittierenden YAG:Ce Keramik arbeitet! Die externe Quantenausbeute des Halbleiters soll dabei 80%, der „Package Gain“ 60% und das Lumenäquivalent 375 lm/W betragen.