

## 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)  $\text{cm}^{-1}$
  - 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  $50 \text{ m}^2$  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  $1.35 \text{ kW/m}^2$  (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  $\epsilon$  einer Fluoreszenzlampe auf der Basis einer Xe-Niederdruckentladung unter folgenden Annahmen: Entladungseffizienz 60%, Xe-Excimeremission bei 172 nm, Emissionslinie des (Y,Gd)BO<sub>3</sub>: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  $\varepsilon$  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 einer 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.