

Aufgaben

1. Ölfleckversuch

Hans, Martin und Sandra führen gemeinsam den Öltröpfchenversuch durch, wobei ihnen aus Versehen anstelle eines zwei Tröpfchen auf die Wasseroberfläche fallen.

Hans behauptet, der "Ölteppich" habe nun den doppelten Flächeninhalt wie bei einem Tröpfchen, Martin meint, die Fläche des Ölteppichs sei von der Anzahl der Tröpfchen unabhängig und Sandra meint schließlich, die Dicke des Ölteppichs sei bei Ölsäure sowieso immer gleich.

Wer von den dreien hat nun Recht ? Nimm Stellung zur Aussage der drei Experimentatoren.

Lösung

Hans und Sandra haben recht (monomolekulare Schicht).

2. Motoryacht

Durch eine Unachtsamkeit verliert eine Motoryacht 1 Liter Dieselöl, das sich in Folge dessen auf der windstillen, spiegelglatten Meeresoberfläche ausbreitet.

a) Schätze die durch ihn abgedeckte Fläche ab.

Annahmen:

1. Der Ölfilm ist monomolekular

2. Der Molekülaufbau ähnelt dem des Ölsäuremoleküls $C_{17}H_{33}COOH$

b) Wie lange wäre unter diesen Umständen ein Ölteppich der gleichen Größe auf dem Rhein-Main-Donau-Kanal, der 55 m breit ist ?

Lösung

a) Setzt man den Durchmesser eines Moleküls mit 10^{-9} m an, dann erhält man

$$A_{\text{Öfleck}} = \frac{V}{d_{\text{Molekül}}} = \frac{10^{-3} \text{ m}^{-3} (1 \text{ Liter})}{10^{-9} \text{ m}} = 10^6 \text{ m}^2 = 1 \text{ km}^2$$

b) $l = \frac{10^6 \text{ m}^2}{55 \text{ m}} = 18 \text{ km}$

3. Atomgröße

Stell dir vor, der Atomkern wäre so groß wie ein Stecknadelkopf. Welche Ausdehnung hätte dann ungefähr ein Atom ?

Lösung

Atomkern: 10^{-15} m Atom: 10^{-10} m

$$2 \text{ mm} \rightarrow \frac{10^{-10} \text{ m}}{10^{-15} \text{ m}} \cdot 2 \text{ mm} = 200 \text{ m}$$

4. Rutherford

Was geschieht, wenn ein kleiner Flummi zentral gegen eine ruhende Bowlingkugel prallt ?

Was geschieht, wenn ein α -Teilchen zentral auf einen ruhenden Goldkern trifft ?

Lösung

Beide prallen nach hinten ab.

Lösung

5. Farbspektrum

Ordne folgende Spektralbereiche bzw. Farbangaben in der richtigen Reihenfolge. Streiche die Begriffe, die nicht in die Reihe passen.

blau - ultraviolett - gelb - grün - infrarot - schwarz - rot - grau - orange - türkis;

Lösung

5. infrarot - rot - gelb - orange - grün - türkis - blau - ultraviolett

6. Energie der Photonen

a) Der Ultraviolett-Anteil (UV) im Sonnenlicht kann viele chemische Verbindungen verändern und dadurch Stoffe angreifen. So bleichen im Sonnenlicht viele Farbstoffe aus, PE-Kunststoff wird zersetzt, und Hautzellen werden geschädigt.

Erkläre, warum gerade der UV-Anteil so gefährlich ist, während die Infrarotstrahlung (IR) keine Schäden dieser Art hervorruft.

- b) Eine grüne Leuchtdiode wird bei einer Spannung von 2,5 V betrieben. Dabei fließt ein Strom von 16 mA. Wie viele Photonen emittiert sie in jeder Sekunde, wenn ihr Wirkungsgrad 10 % beträgt?
- c) Es gibt viele Leuchtstoffe, die ultraviolettes Licht in sichtbares Licht umwandeln. Begründe, dass es im Gegensatz dazu keine Leuchtstoffe gibt, die infrarotes Licht in sichtbares Licht umwandeln.

Lösung

- a) Die Photonen des UV-Lichts sind im Gegensatz zu denen des IR-Bereichs sehr energiereich und deshalb in der Lage, chemische Bindungen zu zerstören.

$$b) n = \frac{0,1 \cdot \overbrace{2,5 \cdot 0,016 \text{ J}}^{\text{elektrische Arbeit in einer Sekunde}}}{\underbrace{2,5 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}}_{\text{Energie eines Photons in J}}} = 1 \cdot 10^{16} \text{E}$$

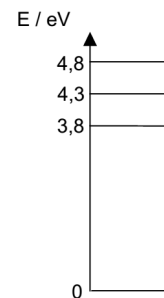
- c) Leuchtstoffe werden durch UV-Licht sehr stark angeregt, wobei die Energie in Leuchtstoffen portionsweise" abgegeben werden kann.

Dabei wird ein UV-Photon absorbiert, worauf mehrere Photonen des sichtbaren oder des IR-Bereichs abgegeben werden. Umgekehrt ist es durch IR-Photonen nicht möglich, den Farbstoff so stark anzuregen, dass ein UV-Photon emittiert wird.

7. Energieniveaus (1)

Eine Probe von Atomen wird zum Leuchten angeregt, wodurch Photonen mit unterschiedlicher Energie ausgesandt werden. Die Photonen werden registriert, ihre Energie wird gemessen. Alle Atome in der Probe sind durch das Energieniveauschema auf der rechten Seite charakterisiert.

Welche Aussagen über die beobachteten Photonen sind wahr (w), welche falsch (f)?



- A Die kleinste Photonenenergie ist 0,5 eV. B Die kleinste Photonenenergie ist 3,8 eV.
- C Man registriert 3 verschiedene Photonenenergien.
- D Man registriert 4 verschiedene Photonenenergien.
- E Man registriert 5 verschiedene Photonenenergien.
- F Man registriert 6 verschiedene Photonenenergien.
- G Die größte beobachtete Photonenenergie ist 4,8 eV.

H Die größte beobachtete Photonenenergie ist 12,9 eV.

I Man kann Photonen mit der Energie 1,0 eV beobachten.

Lösung

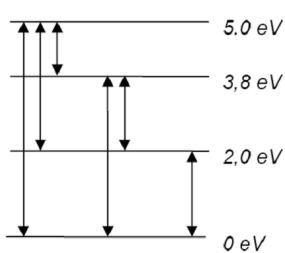
A	B	C	D	E	F	G	H	I
w	f	f	f	w	f	w	f	w

8. Energieniveaus (2)

Eine bestimmte Atomsorte habe drei Anregungszustände mit den Energien $E_1 = 2,0 \text{ eV}$, $E_2 = 3,8 \text{ eV}$ und $E_3 = 5,0 \text{ eV}$:

- a) Zeichne ein maßstabgerechtes Energieniveauschema und trage alle möglichen Übergänge als Pfeile ein.
- b) Gib bei jedem der Übergänge an, welchem Spektralbereich das betreffende Photon angehört.

Lösung



Zugehörige Energiewerte

5 eV (ultraviolett), 3,0 eV (sichtbar),
1,2 eV (infrarot)
3,8 eV (ultraviolett), 1,8 eV (sichtbar)
2,0 eV (sichtbar)

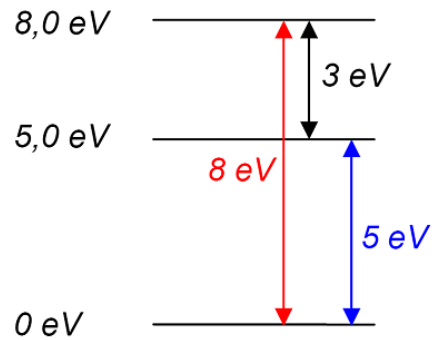
(In diesem Energieniveauschema ist dem Grundzustand die Energie 0 eV zugewiesen.)

9. Energieniveaus (3)

Bei einer bestimmten Atomsorte, die zum Leuchten angeregt wurde, kann man bei den emittierten Photonen die Energiewerte 3,0 eV, 5,0 eV und 8,0 eV beobachten.

Zeichne ein Energieniveauschema, das dieser Atomsorte entsprechen kann und zeichne in das Schema die Übergänge und die zugehörigen Energiewerte ein.

Lösung



10. Photonen

Ein Photon von gelbem Licht besitzt die Energie 2,1eV.

- Rechne diese Energieangabe in die Einheit Joule um.
- Welcher Wert für die Energie eines Photons in orangem Licht ist möglich?
Begründe deine Antwort.
 - 1,9 eV
 - 2,3eV
- Wie viele Photonen sendet eine 40-Watt-Lampe (Wirkungsgrad bei der Umwandlung elektrischer Energie in Strahlungsenergie: 15 %) in einer Sekunde aus?

Nimm vereinfachend an, dass die Lampe nur gelbes Licht aussendet.
- Ein roter und ein grüner Laser haben die gleiche(Licht-) Leistung. Welche Aussage ist richtig? Begründe deine Antwort.
 - Beide senden pro Sekunde gleich viele Photonen aus.
 - Der rote Laser sendet in einer Sekunde mehr Photonen aus als der grüne.
 - Der grüne Laser sendet in einer Sekunde mehr Photonen aus als der rote.

Lösung

$$a) E_{\text{Photon}} = 2,1 \cdot \overbrace{1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}}^{1 \text{ eV}} = 3,36 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

b) Oranges Licht hat eine größere Wellenlänge wie gelbes Licht. Also ist die Energie eines Photons dieser Lichtsorte wegen $E_{\text{Photon}} = \frac{1,25 \cdot 10^{-6} \text{ m}}{\lambda} \text{ m}\cdot\text{eV}$ kleiner.

$$c) n = \frac{0,15 \cdot 40 \text{ J}}{3,36 \cdot 10^{-19} \text{ J}} = 1,8 \cdot 10^{19}$$

d) (1) falsch (2) wahr (3) falsch
