

## SEMINARARBEIT

Rahmenthema des Wissenschaftspropädeutischen Seminars:

Klima

Leitfach: Physik

Thema der Arbeit:

Die Strahlungsphysik des CO<sub>2</sub>-  
Treibhauseffekts

Verfasser/in: Christopher Mehnert

Kursleiter/in: Ulrich Steiner

Abgabetermin:

11. November 2025

| Bewertung   | Note | Notenstufe in Worten | Punkte |     | Punkte |
|---|------|----------------------|--------|-----|--------|
| Schriftliche Arbeit                                     |      |                      |        | x 3 |        |
| Abschlusspräsentation                                   |      |                      |        | x 1 |        |
| Summe:  |      |                      |        |     |        |
| Gesamtleistung nach § 29 (6) GSO = Summe : 2 (gerundet) |      |                      |        |     |        |

---

Datum und Unterschrift der Kursleiterin oder des Kursleiters

**Erklärung:**

Ich versichere, dass ich die vorgelegte Seminararbeit persönlich und unverfälscht verfasst, sämtliche hierfür zu Hilfe genommene gedruckte sowie digitale Quellen im Literaturverzeichnis angegeben und die aus diesen Quellen stammenden Zitate oder Belegstellen für sinngemäß wiedergegebene Inhalte in meiner Seminararbeit als solche kenntlich gemacht habe.

Die Seminararbeit ist in dieser oder einer ähnlichen Form in keinem anderen Kurs des diesjährigen oder eines vorhergehenden Abiturjahrgangs vorgelegt worden.

.....  
Ort, Datum

.....  
Unterschrift des/der Oberstufenschülers/in

## **S E M I N A R A R B E I T**

Rahmenthema des Wissenschaftspropädeutischen Seminars:

Klima

Leitfach: Physik

Thema der Arbeit:

Die Strahlungsphysik des CO<sub>2</sub>-Treibhauseffekts

Verfasser/in: Christopher Mehnert

Kursleiter/in: Ulrich Steiner

# Inhaltsverzeichnis

|          |  |          |
|----------|--|----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung</b>                                      | <b>3</b> |
| <b>2</b> | <b>Physikalische Grundlagen der Wärmestrahlung</b>     | <b>3</b> |
| 2.1      | Strahlungsgesetze . . . . .                            | 3        |
| 2.1.1    | Das Plancksche Strahlungsgesetz . . . . .              | 3        |
| 2.2      | Anwendung auf das System Sonne-Erde . . . . .          | 3        |
| <b>3</b> | <b>Molekülphysik des CO<sub>2</sub></b>                | <b>3</b> |
| 3.1      | Molekülstruktur und Schwingungsmoden . . . . .         | 3        |
| 3.2      | Quantenmechanische Grundlagen der Absorption . . . . . | 3        |
| 3.3      | Das CO <sub>2</sub> -Absorptionsspektrum . . . . .     | 3        |
| <b>4</b> | <b>Der Treibhauseffekt</b>                             | <b>3</b> |
| 4.1      | Strahlungsbilanz der Erde ohne Atmosphäre . . . . .    | 3        |
| <b>5</b> | <b>Anhang</b>  | <b>4</b> |
| 5.1      | Literaturverzeichnis . . . . .                         | 4        |

# 1 Einleitung

## 2 Physikalische Grundlagen der Wärmestrahlung

### 2.1 Strahlungsgesetze

#### 2.1.1 Das Plancksche Strahlungsgesetz

Die spektrale Energiedichteverteilung der Hohlraumstrahlung wird durch das Plancksche Strahlungsgesetz beschrieben. Die spektrale spezifische Ausstrahlung  $B_f(T)$  eines schwarzen Körpers als Funktion der Frequenz  $f$  und der Temperatur  $T$  lautet nach Plank (1900) [2][3]:

$$B_f(T) = \frac{2hf^3}{c_0^2} \cdot \frac{1}{e^{hf/kT} - 1} \quad [1] \quad (1)$$

Alternativ kann die spektrale Strahldichte als Funktion der Wellenlänge  $\lambda$  formuliert werden:

$$B_\lambda(T) = \frac{2hc_0^2}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{hc_0/\lambda kT} - 1} \quad [1] \quad (2)$$

Hierbei bezeichnet  $h =$

### 2.2 Anwendung auf das System Sonne-Erde

## 3 Molekülphysik des CO<sub>2</sub>

### 3.1 Molekülstruktur und Schwingungsmoden

### 3.2 Quantenmechanische Grundlagen der Absorption

### 3.3 Das CO<sub>2</sub>-Absorptionsspektrum

## 4 Der Treibhauseffekt

### 4.1 Strahlungsbilanz der Erde ohne Atmosphäre

## 5 Anhang

### 5.1 Literaturverzeichnis

- [1] R. Girwidz. *Das plancksche Strahlungsgesetz*. URL: [https://www.didaktik.physik.uni-muenchen.de/materialien/grundlagen/planck/m4\\_2\\_planck.pdf](https://www.didaktik.physik.uni-muenchen.de/materialien/grundlagen/planck/m4_2_planck.pdf) (besucht am 30.10.2025).
- [2] Max Planck. *Ueber das Gesetz der Energieverteilung im Normalspectrum von Max Planck*. URL: [http://myweb.rz.uni-augsburg.de/~eckern/adp/history/historic-papers/1901\\_309\\_553-563.pdf](http://myweb.rz.uni-augsburg.de/~eckern/adp/history/historic-papers/1901_309_553-563.pdf) (besucht am 30.10.2025).
- [3] Max Planck. *Zur Theorie des Gesetzes der Energieverteilung im Normalspectrum; von M. Planck*. URL: <https://www.ub.edu/hcub/hfq/sites/default/files/planck-energieverteilung.pdf> (besucht am 30.10.2025).