Ein Bild, das Logo enthält.

Automatisch generierte BeschreibungPhysik 9 Strahlungsbilanz der Erde

**Aufgabe 1: Strahlungsbilanz OHNE Erdatmosphäre**Materialien:

✓ 7 Pfeile, 8 Beschriftungen und 4 Zahlenwerte

✓ Zwei DIN-A3-Bögen: Erde mit und ohne Atmosphäre (DIN A3-Mappe)

In einem einfachen Modell sollt ihr zunächst eine Erde OHNE Atmosphäre betrachten. Verwendet deshalb den Bogen mit dem schwarzen Hintergrund.

Die Erde wird von der Sonne bestrahlt, dabei trifft auf sie im Mittel ***Sonnenlicht*** mit einer Strahlungsleistung von 340W/m2. Ca. 30% der Sonnenstrahlung werden an der Erde reflektiert (***reflektiertes Sonnenlicht***). Der Rest (ca. 70%) erwärmt die Erde und genau dieser Teil wird anschließend als ***Wärmestrahlung der Erde*** abgestrahlt.

* 1. Ein Bild, das Raum, Screenshot enthält.

     Automatisch generierte BeschreibungBeschrifte die rechte Abbildungen mit den obigen fett gedruckten, kursiven Begriffen.

***Refl Sonnenlicht***

***Sonnenlicht***

* 1. Legt die drei hellgrau umrandeten Pfeile auf die Erde und wählt die passenden hellgrauen Beschriftungen und Zahlenwerte. Achtung: Nicht alle werden benötigt! Überprüfe mit dem QR-Code.

***Wärmestrahlung der Erde***



https://klimawandel-schule.de/de/h5p/strahlungsbilanz-ohne-atmosphaere

* 1. Stelle die entsprechenden Gleichungen auf und ergänze die Strahlungsleistungen.

=

+

102 W/m2

238 W/m2

340 W/m2

=

Wärmestrahlung des Bodens

***reflektiertes Sonnenlicht***

+

***Sonnenlicht***

**Aufgabe 2: Stefan Boltzmann (als Werkzeug und direkt auf Aufgabe 1 anwenden)**

In der Physik gibt es ein Gesetz (Stefan-Boltzmann-Gesetz[[1]](#footnote-1)), das beschreibt, wie viel Energie ein Körper pro Oberfläche pro Sekunde bei einer bestimmten Temperatur T abstrahlt.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Objekt | ϑ in °C | Intensität  W/m2 |
| kochendes Wasser | 100 | ***1100*** |
| menschl. Körper | ***36*** | ***Ca. 510*** |
| Eiswürfel | ***0*** | ***Ca. 310*** |

Ein Bild, das Diagramm enthält.

Automatisch generierte BeschreibungWie man im Stefan-Boltzmann-Diagramm erkennen kann,   
strahlt ein Körper umso intensiver, je \_\_\_***heißer***\_\_\_\_\_\_\_\_\_ er ist.

1. Ordne den Stoffen jeweils Temperaturen zu und gib mithilfe des Diagramms an, mit welcher Intensität sie folglich strahlen. Trage die Werte in die Tabelle neben dem Diagramm ein.
2. Wie du in Aufgabe 1 gelernt hast, nimmt die Erde ohne Atmosphäre im Strahlungsgleichgewicht im Mittel Sonnenstrahlung auf und strahlt mit dieser Intensität auch wieder Energie ab. Welche mittlere Temperatur hat diese Erde ohne Atmosphäre? ϑ = -11°C
3. Diskutiere, wie eine Erde mit dieser Temperatur aussehen würde:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Die Erde wäre ein Eisplanet von riesigen Eisplatten bedeckt.***  ***Genaue Aussagen sind schwierig, da sich dadurch der Albedo verändern würde.*** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Aufgabe 3: Der natürliche Treibhauseffekt**

1. Notiere dir aus Aufgabe 2b) die Temperatur, die eine Erde ohne Atmosphäre besitzen würde und schätze die durchschnittliche Temperatur auf unserer Erde MIT Atmosphäre ab!   
   **Tipp**: Bedenke über Winter/Sommer, Tag/Nacht bzw. die gesamte Erdoberfläche gemittelt wird.  
    ϑErdeOHNE = ***-18°C***  ϑErdeMIT = ***+15°C***
2. Ein Bild, das Muster, nähen enthält.

   Automatisch generierte BeschreibungWelcher Strahlungsintensität entspricht diese Temperatur im Stefan-Boltzmann-Diagramm?  
    IErdeMIT = ***ca. 400W/m²***
3. Die tatsächliche Wärmestrahlungsintensität der Erde beträgt OHNE die Einflüsse der Atmosphäre 238W/m2. Die Erde strahlt also zusätzlich ***ca.160 W/m²*** ab. Löse das nebenstehende Quiz, um zu klären aus welcher Quelle die zusätzliche Strahlung stammt.

<https://klimawandel-schule.de/de/h5p/einfluss-der-atmosphaere-auf-die-waermestrahlung-der-erde>

Aufgrund des ***natürlichen Treibhauseffekts*** ist die Erde überhaupt lebensfreundlich!

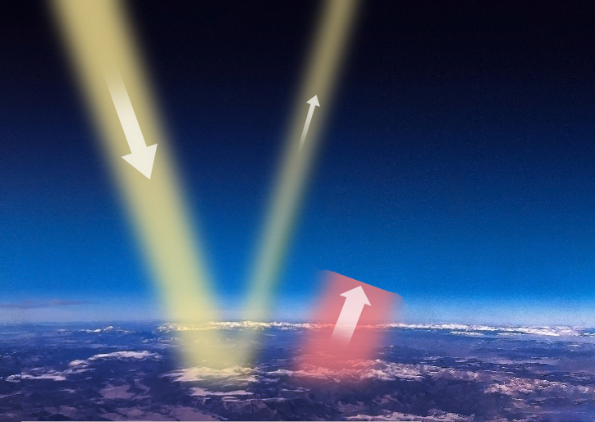
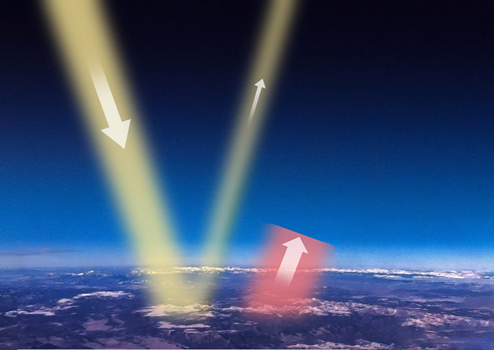
Ein Bild, das Muster, nähen, Pixel enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

1. Legt die zwei gelben Pfeile nun auf die „Erde mit Atmosphäre“ und ergänzt zusätzlich die vier dunkelgrau umrandeten Pfeile inklusive Beschriftungen. Überprüfe mit dem QR-Code!

<https://klimawandel-schule.de/de/h5p/strahlungsbilanz-mit-atmosphaere-ohne-werte>

**Aufgabe 4: Der menschengemachte Treibhauseffek**t

  
Wie groß der Anteil an Wärmestrahlung ist, der von der Atmosphäre absorbiert und anschließend in alle Richtungen emittiert wird, hängt von der Konzentration an Treibhausgasen (z.B. CO2) ab.

1. Wie verändert sich die von der Erdatmosphäre reflektierte Strahlung, falls der CO2-Gehalt ansteigt? Zeichne die Pfeile entsprechend ein!
2. Wie verändert sich die von der Erdatmosphäre reflektierte Strahlung, falls wir es schaffen den CO2-Gehalt durch Aufforstung etc. zu reduzieren? Zeichne jeweils die drei Pfeile entsprechend ein!

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. Ein Bild, das Muster, Pixel, nähen enthält.

   Automatisch generierte BeschreibungWarum ist es für die Menschheit wichtig, dass die Abstrahlung von Wärmestrahlung auf 400W/m2begrenzt wird?  
   *Für interessierte Schüler:* *Hier noch eine Erklärung, warum sich ein Wert von ca. 400W/m2 ergibt.*

***Bei 400w/m² stellt sich eine mittlere Temperatur vom ca. 15°C , ist es mehr, dann wird es zu warm, ist es weniger, dann wird es zu kalt.***

<https://klimawandel-schule.de/de/h5p/bilanzierung-des-natuerlichen-treibhauseffekts>

1. Das Diagramm visualisiert die IR-Abstrahlung der Erde (Stefan-Boltzmann-Gesetz). Es stellt einen Zusammenhang zwischen der Temperatur T eines Körpers (hier: der Erde) und der Leistung P der emittierten Wärmestrahlung her. Man erkennt, dass die abgestrahlte Leistung nicht proportional zu T ist, sondern überproportional steigt. [↑](#footnote-ref-1)