

# Physik und Umwelt – Klausur SS 2021 am 19. Juli 2021

Name: \_\_\_\_\_ Vorname: \_\_\_\_\_  
Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

## Erlaubte Hilfsmittel sind ausschließlich:

- Stifte, nicht programmierbarer Taschenrechner, Vorlesungs- und Übungsmittschriften, Formelzettel & Bücher

## Wichtig:

- Vorname, Name, Matrikelnummer und Seitenzahl sind lesbar in **DRUCKSCHRIFT** auf jedes Blatt zu schreiben
- **Ohne nachvollziehbaren Rechenweg gibt es keine Punkte**
- Es sind dokumentenfeste Schreibgeräte und Blätter und digitale Aufzeichnungsmöglichkeiten zulässig
- Die Multiple-Choice-Aufgaben sind eindeutig aufzuschreiben / zu kennzeichnen.  
**Beispiel: 1G**
- **elektronische Geräte** zur Kommunikation mit anderen Menschen dürfen **nicht** benutzt werden.  
Ausnahme: nicht programmierbaren Taschenrechner

## Bewertung:

	Multiple Choice	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Gesamt
Punkte							

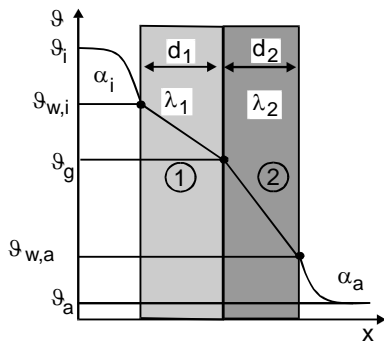
Note: \_\_\_\_\_

## Multiple Choice Fragen

- **Benennen** sie die richtige(n) Antwort an. Auch **mehrere Antworten** können richtig sein.
- Es werden nur **vollständig** richtige Antworten/Lösungen gewertet.
- Die richtige(n) Antwort(en) ist (sind) **eindeutig** zu benennen z.B.: 1A & 1B

### 1. Frage (3 P.)

In der folgenden Abbildung ist der Wärmedurchgang durch eine **zweischalige** ebene Wand schematisch dargestellt. Markieren Sie die richtige Aussage, die im **konkreten** Fall gültig ist!



- 1A)  $\alpha_i$  ist der Wärmedurchgangskoeffizient
- 1B)  $\alpha_a$  ist der Wärmeübergangskoeffizient von der Innenluft zur Wandinnenseite
- 1C)  $\lambda_1 < \lambda_2$
- 1D)  $\lambda_1 = \lambda_2$
- 1E)  $\frac{1}{U} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_a}$
- 1F)  $\lambda_1 > \lambda_2$

### 2. Frage (3 P.)

Ein beweglicher Kolben in einem Gaszylinder wird **isobar** ( $p = 2 \text{ hPa}$ ) verschoben, wobei sich das Volumen um  $\Delta V = 20 \text{ ml}$  ändert. Welche Volumenänderungsarbeit  $\Delta W_v$  wird dabei verrichtet?

- 2A)  $4 \cdot 10^{-2} \text{ Nm}$
- 2B)  $4 \cdot 10^{-3} \text{ J}$
- 2C)  $4 \text{ bar} \cdot \text{ml}$
- 2D)  $4 \text{ J}$
- 2E)  $40 \text{ Nm}$

### 3. Frage (3 P.)

Um welchen **Faktor f** nimmt die von allen Wellenlängen zusammen abgestrahlte Leistung der Wärmestrahlung zu, wenn ein schwarzer Körper von  $\vartheta_1 = 20^\circ\text{C}$  auf  $\vartheta_2 = 200^\circ\text{C}$  erwärmt wird?

- 3A)  $f = 1,61$
- 3B)  $f = 4,8$
- 3C)  $f = 9,2$
- 3D)  $f = 6,8$
- 3E)  $f = 10000$

### 4. Frage (3 P.)

Das menschliche Auge ist für grünes Licht ca. 10 Mal empfindlicher als für alle anderen Farben. Häufig werden somit auch grüne Laserpointer mit der Wellenlänge von  $\lambda = 532 \text{ nm}$  eingesetzt. Geben Sie die Energie eines Photons der Laserstrahlung in der atomphysikalischen Energieeinheit **eV** an.

- 4A) 1,24 eV
- 4B) 25,2 eV
- 4C) 6,8 eV
- 4D) 0,64 eV
- 4E) 2,33 eV

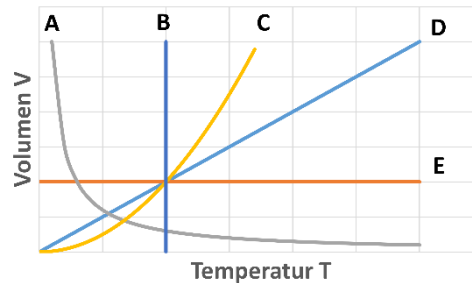
### 5. Frage (3 P.)

Feuchte Luft ist ein Gasgemisch aus trockener Luft und Wasserdampf. Für die Dichten von feuchter Luft ( $\rho_{\text{Luft,feucht}}$ ) und trockener Luft ( $\rho_{\text{Luft,trocken}}$ ) gilt bei gleicher Lufttemperatur und bei gleichem Luftdruck folgende Aussage:

- 5A) Die Dichte der Luft ist unabhängig von relativen Luftfeuchtigkeit
- 5B)  $\rho_{\text{Luft,feucht}} > \rho_{\text{Luft,trocken}}$
- 5C)  $\rho_{\text{Luft,feucht}} < \rho_{\text{Luft,trocken}}$
- 5D) Die Dichte der Luft nimmt mit steigender Luftfeuchtigkeit zu
- 5E) Die Dichte der Luft nimmt mit steigender Luftfeuchtigkeit ab

## 6. Frage (3 P.)

Welche der im **V,T-Diagramm** eingezeichneten Kurven stellt die **Isobare** eines idealen Gases dar?



- 6A) Kurve A
- 6B) Kurve B
- 6C) Kurve C
- 6D) Kurve D
- 6E) Kurve E

## 7. Frage (3 P.)

Wie groß ist die spezielle Gaskonstante  $R_s$  der gasförmigen Verbindung Ozon  $O_3$ ?

- 7A)  $173,2 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
- 7B)  $8,314 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$
- 7C)  $17 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$
- 7D)  $24,942 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
- 7E)  $489 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
- 7F)  $0,489 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$

### 8. Frage (3 P.)

Eine Gammastrahlung ( $E_\gamma = 600 \text{ keV}$ ) fällt auf eine  $d = 100 \text{ mm}$  dicke Stahl-Platte. Sie besitzt den linearen Schwächungskoeffizienten  $\mu = 0,603 \frac{1}{\text{cm}}$ . Wie viel Prozent der auftreffenden Strahlungsintensität  $I_0$  werden durch die Stahl-Platte **durchgelassen**?

- 8A) 0 %
- 8B) 0,24 %
- 8C) 1,65 %
- 8D) 11,5 %
- 8E) 33,5 %
- 8F) 3,45 %
- 8G) 13,5 %

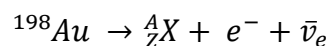
### 9. Frage (3 P.)

Ein Metalldraht aus einer Kupferlegierung besitzt bei  $\vartheta_0 = 20 \text{ °C}$  eine Länge von  $l_0 = 0,5 \text{ m}$ . Nach Erwärmung auf  $\vartheta_1 = 100 \text{ °C}$  hat sich der Draht um  $\Delta l = 0,72 \text{ mm}$  verlängert. Welchen Längenausdehnungskoeffizienten  $\alpha$  besitzt die Kupferlegierung?

- 9A)  $16 \frac{\mu\text{m}}{\text{mK}}$
- 9B)  $17 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
- 9C)  $19 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
- 9D)  $18 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
- 9E)  $21 \frac{\mu\text{m}}{\text{mK}}$
- 9F)  $20 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$

### 10. Frage (3 P.)

Das radioaktive **Au-198** Nuklid ist ein  $\beta^-$  - **Strahler** und zeigt folgenden Zerfall:



Markieren Sie die Spalte mit den richtigen Zahlen, Kernladungszahl  $Z$  und Massenzahl  $A$ , des beim Zerfall entstehenden Tochternuklids, welches hier durch das "unbekannte" Elementsymbol  $X$  gekennzeichnet werden soll.

$^A_Z\text{X}$	10A	10B	10C	10D	10E	10F
$Z$	78	80	79	99	81	82
$A$	198	198	198	214	198	200

### 11. Frage (3 P.)

Die Volumen von Wasser wird bei zwei verschiedenen Temperaturen gemessen. Bei  $\vartheta_1 = 20\text{ °C}$  wird ein Volumen von  $V_1 = 5\text{ dm}^3$  und bei  $\vartheta_2 = 30\text{ °C}$  wird ein Dichte von  $V_2 = 5,0128\text{ dm}^3$  gemessen. Welchen kubischen Ausdehnungskoeffizienten besitzt Wasser für diesen Temperaturbereich?

- 11A)  $\gamma = 1,023 \cdot 10^{-3}\text{ K}^{-1}$
- 11B)  $\gamma = 1,011 \cdot 10^{-3}\text{ K}^{-1}$
- 11C)  $\gamma = 0,64 \cdot 10^{-3}\text{ K}^{-1}$
- 11D)  $\gamma = 0,3056 \cdot 10^{-3}\text{ K}^{-1}$
- 11E)  $\gamma = 0,2064 \cdot 10^{-3}\text{ K}^{-1}$
- 11F)  $\gamma = 0,256 \cdot 10^{-3}\text{ K}^{-1}$

### 12. Frage (3 P.)

Eine Wärmekraftmaschine, Gasturbine, durchläuft einen **Carnot-Prozess**, der durch die isothermen Arbeitstemperaturen  $\vartheta_h = 1400\text{ °C}$  und  $\vartheta_k = 600\text{ °C}$  gekennzeichnet ist. Geben Sie den thermischen Wirkungsgrad des Carnot-Prozesses an!

- 12A)  $\eta_C = 35\%$
- 12B)  $\eta_C = 47,8\%$
- 12C)  $\eta_C = 52\%$
- 12D)  $\eta_C = 54,3\%$
- 12E)  $\eta_C = 59,7\%$
- 12F)  $\eta_C = 45,4\%$

### 13. Frage (3 P.)

Eine Luft/Wasser-Wärmepumpe nutzt die in der Außenluft enthaltene Wärmeenergie und wandelt diese über den Kältemittelkreislauf der Wärmepumpe in Heizwärme um. Berechnen Sie die theoretisch Leistungszahl  $\epsilon_{WP,C}$  der Wärmepumpe, wenn die Umgebungsluft eine Temperatur von  $\vartheta_{\text{Luft}} = 10\text{ °C}$  besitzt und das Heizwasser auf eine Temperatur von  $\vartheta_{\text{Wasser}} = 60\text{ °C}$  erwärmt werden soll.

- 13A)  $\epsilon_{WP,C} = 6,66$
- 13B)  $\epsilon_{WP,C} = 3,21$
- 13C)  $\epsilon_{WP,C} = 2,36$
- 13D)  $\epsilon_{WP,C} = 8,54$
- 13E)  $\epsilon_{WP,C} = 5,21$
- 13F)  $\epsilon_{WP,C} = 67,3\text{ \%}$

### 14. Frage (3 P.)

Eine Gesteinsprobe wird mit Hilfe der Röntgenspektroskopie analysiert. Dabei tritt im Röntgenspektrum eine dominante  $K_{\alpha}$ -Linie auf. Die Energie beträgt **8 keV**. Um welches Element handelt es sich.

- 14A) Aluminium
- 14B) Titan
- 14C) Eisen
- 14D) Silber
- 14E) Kupfer
- 14F) Gold

### 15. Frage (3 P.)

Der Begriff **Sublimation** beschreibt folgenden physikalischen Vorgang.

- 15A) den Phasenübergang von fest zu flüssig
- 15B) den Phasenübergang von flüssig zu fest
- 15C) die parallele Ausrichtung divergenter Lichtstrahlen
- 15D) den direkten Phasenübergang von fest zu gasförmig
- 15E) das Angleichen der Dichten von flüssiger und gasförmiger Phase
- 15F) das Trennen von zwei Flüssigkeiten

## 1. Aufgabe (9 P.)

Der Saunameister führt einen Aufguss in einer finnischen Sauna durch. Die Sauna besitzt folgende Innenmaße:

Breite: **b = 4 m**

Höhe: **h = 2,5 m**

Tiefe: **t = 3 m.**

Die Ausgangstemperatur der Luft beträgt  $\vartheta_0 = 80\text{ °C}$  und die relative Luftfeuchtigkeit  $\varphi_{\text{rel}} = 7\text{ \%}$ . Durch den Aufguss erhöht sich die Temperatur auf  $\vartheta_1 = 85\text{ °C}$ . Berechnen sie das maximale Wasservolumen **V** in Litern für den Aufguss, wenn die relative Luftfeuchtigkeit  $\varphi_{\text{rel}} = 20\text{ \%}$  nicht überschritten werden soll.

Maximale absolute Luftfeuchtigkeit (Sättigungsgrenze):

$$\rho_{w,\text{max}}(80\text{ °C}) = 290,7\text{ g/m}^3$$

$$\rho_{w,\text{max}}(85\text{ °C}) = 349,8\text{ g/m}^3$$



## 2. Aufgabe (9 P.)

Eine Kunststoffspritzgussmaschine hat eine maximale Heizleistung von  $P = 10 \text{ kW}$ . Das Kunststoffgranulat muss, bevor es in die Form eingespritzt wird, geschmolzen werden. Dazu wird das Kunststoffgranulat von  $\vartheta_0 = 20 \text{ °C}$  auf die Schmelztemperatur von  $\vartheta_1 = 163 \text{ °C}$  erwärmt und geschmolzen. Es handelt sich um den Kunststoff **Polypropylen (PP)**.

- Berechnen sie die **maximale Mengenleistung**  $\dot{m}$  der Maschinen in der Einheit **Kilogramm pro Stunde** unter der Voraussetzung das keine Wärmeverluste auftreten.  
Bedeutet, wie viel Kilogramm Granulat kann pro Stunde geschmolzen werden?
- Berechnen sie die Energiemenge  $\Delta E$  in der Einheit MJ (Megajoule) die täglich, innerhalb von 24 h, verbraucht wird.

### Anmerkungen:

spezifische Wärmekapazität von Polypropylen (Feststoff):  $c_{PP} = 1,7 \text{ kJ/(kg K)}$

Schmelzenthalpie von Polypropylen:  $\Delta H_{s,PP} = 207 \text{ kJ/kg}$

### 3. Aufgabe (9 P.)

Ein Wetterballon wird auf der Erdoberfläche, Meereshöhe  $h_0 = 0\text{m}$ ,  $\vartheta_0 = 20\text{ °C}$  und  $p_0 = 1013\text{ mbar}$ , mit  $V_0 = 6\text{ m}^3$  Helium gefüllt. Der Wetterballon steigt in eine Höhe von  $h_1 = 10\text{ km}$  auf. Die Temperatur beträgt dort  $\vartheta_1 = -30\text{ °C}$ . Die Ballonhülle ist nur zu einem geringen Anteil gefüllt, sodass sich das Gas ausdehnen kann.

- a) Berechnen Sie das Volumen des Ballons, wenn er sich in der Flughöhe von  $h_1 = 10\text{ km}$  befindet.

#### Anmerkung:

Für die Berechnung des Luftdrucks in 10 km Höhe gehen sie von einer konstanten Temperatur von  $\vartheta = 20\text{ °C}$  aus.

Molare Masse von Luft:  $M = 0,02896\text{ kg/mol}$

Erdbeschleunigung:  $g = 9,807\text{ m/s}^2$

Ideale Gaskonstante:  $R = 8,314\text{ J/(mol K)}$

individuelle Gaskonstante von Luft:  $R_s = 287,06\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$

## 4. Aufgabe (9 P.)

Bei der Renovierung eines 40 Jahre alten Hauses soll geprüft werden, ob es sich finanziell lohnt die Fenster mit einer gesamten Fensterfläche von  **$A = 15 \text{ m}^2$**  zu erneuern. Der Wärmedurchgangskoeffizient der alten Fenster beträgt  **$U_{\text{alt}} = 2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$** . Die neuen Fenster haben einen Wärmedurchgangskoeffizient  **$U_{\text{neu}} = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$** .

- Berechnen sie die eingesparte Wärmeleistung  **$\Delta \dot{Q}$** . Die äußere Lufttemperatur beträgt  **$\vartheta_a = -5 \text{ °C}$**  und die Raumtemperatur (Luft)  **$\vartheta_i = 20 \text{ °C}$** .
- Berechnen sie die Wärmemenge  **$\Delta Q$**  in der **Einheit kWh**, die an einem kalten Wintertag eingespart wird. Die äußere Lufttemperatur beträgt  **$\vartheta_a = -5 \text{ °C}$**  und die Raumtemperatur (Luft)  **$\vartheta_i = 20 \text{ °C}$** .
- Berechnen sie die Kostenersparnis wenn mit Heizöl geheizt wird. Der Wirkungsgrad der Heizung betrage 100 %. Der Brennwert von 1 Liter Heizöl beträgt  **$35,3 \text{ MJ/Liter}$**  und der Preis pro Liter  **$0,70 \text{ €/Liter}$** .

## 5. Aufgabe (9 P.)

Kabeltrommel werden zur Leitung von Strom genutzt, um beispielsweise Elektrogeräte im Garten zu betreiben. Das Verlängerungskabel stellt dann einen zusätzlichen elektrischen Widerstand dar.

- a) Berechnen sie die durch die Kabeltrommel hervorgerufene zusätzliche Verlustleistung. Gehen sie davon aus, dass Gleichstrom mit einer Spannung von  $U = 220 \text{ V}$  und einer Stromstärke  $I = 10 \text{ A}$  geleitet wird. Die Gesamtlänge der Kabeltrommel beträgt  $l = 50 \text{ m}$ , der Durchmesser des Kabels  $d = 1,4 \text{ mm}$ , der spezifische Widerstand des Kupferkabels  $\rho_{Cu} = 17 \cdot 10^{-3} \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$ .
- b) Beschreiben sie kurz, welche Gefahr besteht, wenn das Kabel nicht von der Trommel abgewickelt wird.