

Hinweise: Es dürfen keine Taschenrechner oder andere elektronische Hilfsmittel verwendet werden. **Benutzen Sie folgende Näherungen:** Erdbeschleunigung $g \cong 10 \text{ m/s}^2$, Plancksches Wirkungsquantum $h \cong 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$, Boltzmannkonstante $k \cong 1,4 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$; allgemeine Gaskonstante $R \cong 8,4 \text{ J(K mol)}^{-1}$; $\ln 0,5 \cong -0,7$; $\ln 2 \cong 0,7$; $\sqrt{6000} \cong 75$; $\sqrt{2000} \cong 45$; $\sin 30^\circ = 0,5$; $\cos 30^\circ \cong 0,9$; $\tan 30^\circ \cong 0,6$; $1/\sqrt{0,19} \cong 2,3$. Machen Sie, wo sonst notwendig, großzügige Abschätzungen (Größenordnungen zählen).
Für die Note 1.0 wird nicht die volle Punktzahl benötigt.

1. Aufgabe: Mechanik (12 Punkte)

Ein Vater ziehe seine Tochter auf einem Schlitten einen Berghang mit einer konstanten Steigung von 30° hinauf. Der Vater laufe mit einer konstanten Geschwindigkeit von 1 m/s . Tochter und Schlitten wiegen zusammen 20 kg . Nehmen Sie an, dass die Reibung des Schlittens vernachlässigbar ist und dass das Zugseil parallel zum Berghang verläuft.

- Zeichnen Sie in eine Skizze alle Kräfte ein, die auf Schlitten mit Tochter wirken.
- Berechnen Sie die Arbeit, die der Vater in 10 Minuten erbringt, und welche Höhe er in dieser Zeit erreicht, wenn er am Fuß des Berghangs startet.
- Berechnen Sie die Geschwindigkeit, mit der Tochter und Schlitten am Fuße des Berges ankommen, wenn die Tochter in der in (b) ermittelten Höhe ihre Talfahrt beginnt. (Ersatzwert: 100 m).

2. Aufgabe: Gravitation (7 Punkte)

Ein Satellit (Masse m) umkreise die Erde (Masse M).

- Geben Sie allgemein die kinetische und die potentielle Energie des Satelliten als Funktion seines Kreisbahnradius r an. Die potentielle Energie bei unendlichem Radius sei 0.
- Wie groß sind die Differenzen von potentieller und kinetischer Energie beim Übergang von einer Kreisbahn auf eine andere und wie groß ist das Verhältnis der Beträge dieser Energieunterschiede?

3. Aufgabe: Spezielle Relativitätstheorie (3 Punkte)

Ein Raumschiff aus dem Schwarzwald hat eine Kuckucksuhr verloren, in deren Eigenzeit der Kuckuck in Abständen von einer Stunde ruft. Die Uhr fliegt nun mit 90% der Lichtgeschwindigkeit relativ zur Erde. In welchen Zeitabständen ruft der Kuckuck für einen Beobachter auf der Erde.

4. Aufgabe: Schwingungen und Wellen (10 Punkte)

In ein U-Rohr werden 10^4 mm^3 Wasser eingefüllt, das anfänglich in beiden Schenkeln gleich hoch steht. Durch kurzzeitigen einseitigen Überdruck beginnt das Wasser im U-Rohr wechselseitig auf und ab zu schwingen. Der Rohrquerschnitt des U-Rohres betrage 50 mm^2 und Reibungskräfte seien vernachlässigbar. Zeigen Sie, dass die entstandene Schwingung harmonisch ist, und bestimmen Sie die Schwingungsdauer. (Hinweis: Machen Sie sich eine Skizze.)

5. Aufgabe: Materiewellen (5 Punkte)

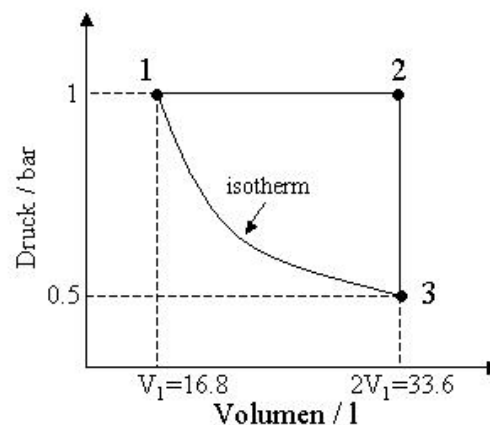
Ein Kristallgitter mit einem Gitterabstand von 0,3 nm soll durch Streuung von Neutronen (Masse $1,7 \times 10^{-27}$ kg) untersucht werden, die ebenfalls die Wellenlänge 0,3 nm haben.

- Welche Geschwindigkeit müssen die Neutronen haben?
- Welche Temperatur muss das Material in einem Reaktor haben, mit dem die Neutronen im thermischen Gleichgewicht sind, damit die Neutronen die in a) berechnete mittlere Geschwindigkeit \bar{v} haben? (Ersatzwert: $\bar{v} = 1000$ m/s)

6. Aufgabe: Thermodynamik (17 Punkte)

Ein Mol eines einatomigen idealen Gases durchlaufe den in der Abbildung gezeigten Kreisprozess im Uhrzeigersinn.

- Bestimmen Sie die Temperaturen an den Punkten 1 (bzw. 3) und 2 .
- Berechnen Sie für jeden Schritt und für den gesamten Kreisprozess die übertragene Wärmemenge Q , die vom beziehungsweise am System geleistete Arbeit W und die Änderung der inneren Energie ΔU . (1 bar = 10^5 Pa)



7. Aufgabe: Optik (6 Punkte)

Ein Gegenstand soll mit einer dünnen Linse in 1 m Abstand um einen Faktor 5 verkleinert abgebildet werden. Welche Brennweite muss die Linse haben und an welchem Ort zwischen Gegenstand und Bild muss sie aufgestellt werden?

8. Aufgabe: Wärmetransport (4 Punkte)

Ein Doppelfenster besteht aus zwei gleichen Glasscheiben der Dicke h_1 und der Wärmeleitfähigkeit λ_1 , die durch einen mit Luft gefüllten Zwischenraum der Dicke h_2 und der Wärmeleitfähigkeit λ_2 getrennt sind. Wenn auf beiden Seiten des Fensters unterschiedliche und jeweils konstante Temperaturen T_i und T_a herrschen (also Außen- und Innentemperatur unterschiedlich sind), stellt sich ein konstanter Wärmefluss durch die Glasscheiben ein. Geben Sie die Gleichungen an, die den stationären Wärmefluss eindeutig bestimmen.