

### Aufgabe I – Wasser und Eis...

In einem Kalorimeter, das ein Gemisch von Wasser und Eis enthält, befindet sich ein Zylinder mit dem Querschnitt  $S$  befestigt in senkrechter Lage. Der Zylinder hat wärmeleitenden Wänden und ist mit einem Kolben, der sich reibungslos bewegen kann, dicht abgeschlossen (siehe **Abbildung 1**). Im Inneren des Zylinders befindet sich eine Stoffmenge  $\nu$  eines idealen Gases, dessen Adiabatenexponent  $\gamma = 1,4$  ist, im Anfangszustand, der durch die Parameter  $p_1, V_1$  und  $T_1$  gekennzeichnet ist. Das Gas aus dem Zylinder durchläuft folgende Zustandsänderungen:

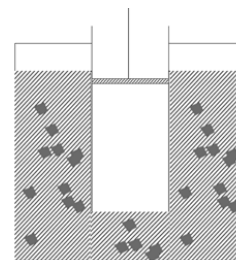


Abbildung 1

**1 → 2** Zustandsänderung, die in der Abbildung grafisch dargestellt ist. Dabei wird der Druck in Atmosphären und das Volumen in Litern angegeben;

**2 → 3** Der Kolben wird in der Position 2 gehalten, bis die Anfangstemperatur  $T_1$  erreicht wird;

**3 → 1** Der Kolben bewegt sich sehr langsam, bis das Gasvolumen den Wert  $V_1$  erreicht.

Für die Rechnungen können die Werte des natürlichen Logarithmus aus der nachstehenden Tabelle verwendet werden:

$x$	2,00	2,08	3,55	3,69	4,00	5,00	5,23	6,82
$\ln(x)$	0,693	0,733	1,267	1,307	1,386	1,609	1,653	1,920

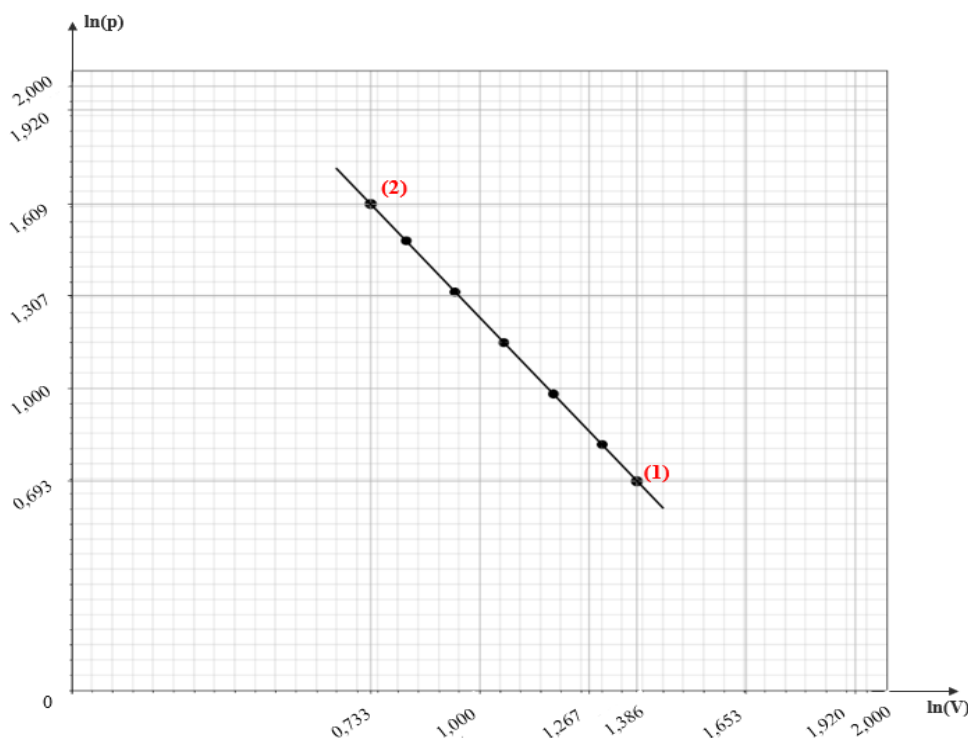


Abbildung 2

1. Jede der Aufgaben I, II, beziehungsweise III wird auf ein separates Blatt gelöst, das anonymisiert wird.
2. Innerhalb einer Aufgabe darf der Schüler die Fragen in beliebiger Reihenfolge beantworten.
3. Die Probe dauert 3 Stunden ab dem Zeitpunkt, zu dem alle Schüler die Themen bekommen haben.
4. Die Schüler dürfen nicht programmierbare Taschenrechner verwenden.
5. Jede Aufgabe wird mit 0 bis 30 Punkten bewertet. Das Endergebnis ist die Summe dieser Punkte. Die maximale Punktzahl beträgt 100, davon werden 10 Punkte von Amts wegen vergeben.

**Olimpiada de Fizică**  
**Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București**  
**14 martie 2026**

Seite 2 von 4

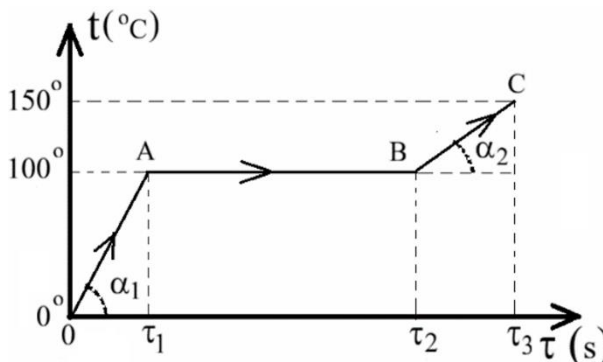
- Identifiziert die Art der Zustandsänderung **1** → **2**, der das Gas aus dem Zylinder unterliegt. Begründet die Antwort.
- Stellt den zyklischen thermodynamischen Prozess in  $(p, V)$  Koordinaten grafisch dar.
- Berechnet die Änderung der Masse des Wassers (im flüssigen Zustand) aus dem Kalorimeter, nachdem der Kolben 45 vollständige thermodynamische Zyklen durchgeführt hat.
- Bestimme die Bedingung, unter der die zuvor beschriebene zyklische Zustandsänderung dem Funktionieren eines thermischen Motors entspricht; für diese Situation berechnet den Wirkungsgrad des Motors.

Man nimmt an: die allgemeine Gaskonstante  $R = 8,31 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$ ; die spezifische latente Schmelzwärme des Eises  $\lambda = 334 \text{ kJ/kg}$ ;  $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$ .

**Aufgabe II – Einzigartige ... Variationen**

**A.**

In einem Behälter, der mit einem Kolben geschlossen ist, befindet sich eine bestimmte Menge Wasser, die von einer Wärmequelle mit konstanter Leistung  $P$  erhitzt wird. Die zugehörige grafische Darstellung zeigt die Temperatur in Grad Celsius als Funktion der Erwärmungszeit, also  $t = f(\tau)$ . Die Wärme, die dem Abschnitt AB der Grafik entspricht, wird innerhalb eines Zeitintervalls von 12 Minuten aufgenommen / übertragen. Der Kolben kann sich reibungslos bewegen.



Folgende Konstanten sind bekannt: die spezifische Wärme des Wassers  $c = 4180 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ , die spezifische Wärme der Wasserdämpfe bei konstantem Druck  $c_p \cong 2200 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ , die spezifische latente Verdampfungswärme  $\lambda_v = 2,25 \text{ MJ/kg}$ .

- Bestimmt die Zeitspannen, die der Wärmeübertragung auf den Abschnitten OA, beziehungsweise BC entsprechen.
- Bestimmt die physikalischen Bedingungen, die der Situation entsprechen, in welcher die Abschnitte OA und BC parallel wären.

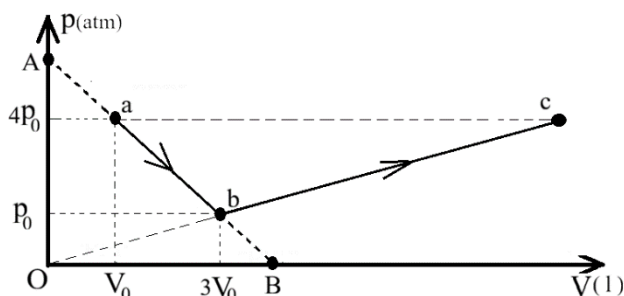
- Jede der Aufgaben I, II, beziehungsweise III wird auf ein separates Blatt gelöst, das anonymisiert wird.
- Innerhalb einer Aufgabe darf der Schüler die Fragen in beliebiger Reihenfolge beantworten.
- Die Probe dauert 3 Stunden ab dem Zeitpunkt, zu dem alle Schüler die Themen bekommen haben.
- Die Schüler dürfen nicht programmierbare Taschenrechner verwenden.
- Jede Aufgabe wird mit 0 bis 30 Punkten bewertet. Das Endergebnis ist die Summe dieser Punkte. Die maximale Punktzahl beträgt 100, davon werden 10 Punkte von Amts wegen vergeben.

**Olimpiada de Fizică**  
**Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București**  
**14 martie 2026**

Seite 3 von 4

B.

Eine bestimmte Menge eines idealen monoatomischen Gases durchläuft zwei lineare Zustandsänderungen in der Reihenfolge  $a \rightarrow b$ , beziehungsweise  $b \rightarrow c$ . Aus der beigefügten Grafik erkennt man, dass die grafische Darstellung entsprechend der Zustandsänderung  $a \rightarrow b$  die Koordinatenachsen  $Op$  und  $OV$  in den Punkten

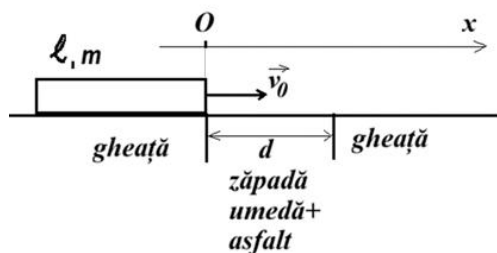


A mit den Koordinaten  $(0, p_1)$ , beziehungsweise B mit den Koordinaten  $(V_1, 0)$  schneidet. Angenommen die Parameter  $p_0$  und  $V_0$  sind bekannt:

- man soll beweisen, dass die Zustandsparameter des Zustandes gekennzeichnet von der maximalen Temperatur  $T_{max}$  zwischen den Zuständen  $a$  und  $b$  die Werte  $0,5V_1$  und  $0,5p_1$  haben.
- bestimmt den Ausdruck des Wertes der absoluten maximalen Änderung der inneren Energie des Gases während der Zustandsänderung  $a \rightarrow b$ , als eine Funktion der Parameter  $p_0$  und  $V_0$ .
- leitet den Ausdruck der gesamten mechanischen Arbeit  $L_{a \rightarrow b \rightarrow c}$  als Funktion der Parameter  $p_0$  und  $V_0$  her.

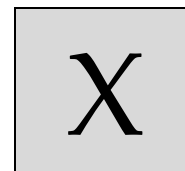
**Aufgabe III – Nasser Schnee und... Linse**

- Ein Schlitten mit der Länge  $\ell$  und mit der Masse  $m$ , die gleichmäßig verteilt ist, bewegt sich geradlinig auf einen vereisten, horizontalen Weg, wo der Gleitreibungskoeffizient  $\mu_1$  ist. Zu einem gegebenen Zeitpunkt erscheint vor dem Schlitten ein Bereich der Breite  $d$  mit Asphalt und nassem Schnee, wo der Gleitreibungskoeffizient  $\mu_2 > \mu_1$  ist, wie in der Abbildung; die Erdbeschleunigung ist  $g$ .



- Bestimmt – unter Annahme, dass die Größen  $\mu_1, \mu_2, m, \ell, d$  und  $g$  bekannt sind – die Abhängigkeit des Moduls der Gleitreibungskraft von der Koordinate  $F_f(x)$  und stellt sie grafisch

- Jede der Aufgaben I, II, beziehungsweise III wird auf ein separates Blatt gelöst, das anonymisiert wird.
- Innerhalb einer Aufgabe darf der Schüler die Fragen in beliebiger Reihenfolge beantworten.
- Die Probe dauert 3 Stunden ab dem Zeitpunkt, zu dem alle Schüler die Themen bekommen haben.
- Die Schüler dürfen nicht programmierbare Taschenrechner verwenden.
- Jede Aufgabe wird mit 0 bis 30 Punkten bewertet. Das Endergebnis ist die Summe dieser Punkte. Die maximale Punktzahl beträgt 100, davon werden 10 Punkte von Amts wegen vergeben.



**Olimpiada de Fizică**  
**Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București**  
**14 martie 2026**

**Seite 4 von 4**

dar in Bezug auf die Ox Achse aus der Abbildung, für  $x \in [0, 2d + \ell]$  für die Fälle  $d > \ell$  și  $d < \ell$ .

a<sub>2</sub>) Bestimmt als Funktion von  $\mu_1, \mu_2, \ell, d$  und  $g$  den Ausdruck (mit Buchstaben) für die minimale Geschwindigkeit  $v_0$  des Schlittens am Beginn des Bereiches mit Asphalt, die erforderlich ist, um eine maximale Menge an nassem Schnee zu schmelzen.

a<sub>3</sub>) Die spezifische latente Schmelzwärme des Wassers ist  $\lambda$  und es wird angenommen, dass der Schnee nur ein Bruchteil  $f$  der freigesetzten Wärme aufnimmt. Der Wärmetransfer aufgrund der Vorerwärmung der Kufen während der Bewegung auf dem Eis wird vernachlässigt. Es wird angenommen, dass die Masse des Schlittens gleichmäßig entlang der Kufen verteilt ist und dass diese gleichmäßig auf die horizontale Fläche drücken. Bestimme als Funktion von  $f, m, \mu_2, \lambda, d$  und  $g$  den Ausdruck der maximalen Masse an nassem Schnee, die schmilzt.

- b) Ein punktförmiges helles Objekt, das sich in einer Entfernung  $f$  von der optischen Hauptachse einer dünnen, konvergenten Linse mit der Brennweite  $f$  befindet, bewegt sich auf die Linse zu mit der konstanten Geschwindigkeit  $\vec{v}$ , parallel zu der optischen Hauptachse. Bestimmt die Richtung der Geschwindigkeit des durch die Linse erzeugten Bildes, wenn der Abstand zwischen Objekt und Linse gleich  $4f$  ist. Bestimmt für diesen Zeitpunkt die Geschwindigkeit des Bildes und die relative Geschwindigkeit des Bildes in Bezug auf die des Objektes als Funktion von  $v$ .

*Die Aufgaben wurden vorgeschlagen von:*

**Prof. Liliana JUMĂREA**, Colegiul Național „Nicolae Iorga”, Vălenii de Munte

**Prof. Ovidiu TRIPȘA**, Colegiul Național „Dr. Ioan Meșotă”, Brașov

**Prof. Dr. Nicușor Cristian POP**, Colegiul Național „Roman Vodă”, Roman

**Coordonator: Prof. Dr. Daniel LAZĂR**, Colegiul Național „Iancu de Hunedoara”, Hunedoara

- 
1. Jede der Aufgaben I, II, beziehungsweise III wird auf ein separates Blatt gelöst, das anonymisiert wird.
  2. Innerhalb einer Aufgabe darf der Schüler die Fragen in beliebiger Reihenfolge beantworten.
  3. Die Probe dauert 3 Stunden ab dem Zeitpunkt, zu dem alle Schüler die Themen bekommen haben.
  4. Die Schüler dürfen nicht programmierbare Taschenrechner verwenden.
  5. Jede Aufgabe wird mit 0 bis 30 Punkten bewertet. Das Endergebnis ist die Summe dieser Punkte. Die maximale Punktzahl beträgt 100, davon werden 10 Punkte von Amts wegen vergeben.