

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

Seite 1 von 4

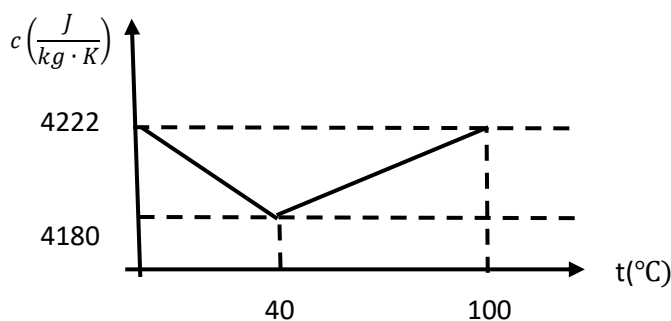
## Aufgabe I

Um mehrere Versuche durchzuführen stehen uns folgende Materialien zur Verfügung: ein Kalorimeter mit der Wärmekapazität  $C = 100 \text{ J/K}$ , ein Behälter in dem sich ein Gemisch bestehend aus  $m_1 = 0,1 \text{ kg}$  Wasser und  $m_2 = 0,2 \text{ kg}$  Methanol mit der Temperatur  $t_1 = 40^\circ\text{C}$  befindet, ein Eiswürfel mit der Masse  $m_3 = 1 \text{ kg}$  und der Temperatur  $t_2 = -50^\circ\text{C}$  und einen zweiten Eiswürfel der im Inneren ein Bereich aus Quecksilber enthält mit der Temperatur  $t_2 = -50^\circ\text{C}$ . Die Eismasse aus dem zweiten Würfel ist  $m_3 = 1 \text{ kg}$ , und die Masse des Quecksilbers ist  $m_4 = 0,2 \text{ kg}$ . Zusätzlich steht noch Gefäß mit  $m_1 = 0,1 \text{ kg}$  Wasser bei der Temperatur  $t_3 = 0^\circ\text{C}$  zur Verfügung und eine Petroleumlampe, mit der das Kalorimeter mit einem Wirkungsgrad von  $\eta = 30\%$  erwärmt werden kann. Die Verbrennungsrate des Erdöls ist  $D = 0,05 \text{ g/s}$ .

A. Für den ersten Versuch stellen wir in das leere, bis zu der Temperatur  $t_2 = -50^\circ\text{C}$  abgekühlte Kalorimeter den Eiswürfel mit Quecksilber bei der Anfangstemperatur  $t_2 = -50^\circ\text{C}$ . Das Kalorimeter wird mit der Erdöllampe erwärmt. Bestimme die Zeit, die erforderlich ist, damit die Substanz aus dem Kalorimeter die Temperatur  $t_1 = 40^\circ\text{C}$  erreicht.

B. Im zweiten Versuch wird in das Kalorimeter, das sich ursprünglich bei der Temperatur  $t_1 = 40^\circ\text{C}$  befindet, das Gemisch aus Wasser und Methanol aus dem Behälter eingefüllt und es wird auch der Eiswürfel (ohne Quecksilber) hinzugegeben, bei den Temperaturen angegeben in der Aufgabenstellung. Bestimme die Gleichgewichtstemperatur, die im Kalorimeter erreicht wird.

C. Im letzten Versuch wird in das leere Kalorimeter, das vorher auf die Temperatur  $t_3 = 0^\circ\text{C}$  gebracht wurde, eine Masse  $m_1 = 0,1 \text{ kg}$  mit der Temperatur  $t_3 = 0^\circ\text{C}$  gegossen. Die spezifische Wärme des Wassers ändert sich mit der Temperatur mit einer guten Annäherung entsprechend der danebenstehenden grafischen Darstellung. Die Petroleumlampe erwärmt das Kalorimeter eine Zeitspanne von  $\Delta t = 80 \text{ s}$  mit dem Wirkungsgrad  $\eta = 30\%$ . Bestimme die Verbrennungsrate des Petroleums, wenn die Temperatur des Wassers aus dem Kalorimeter  $\theta = 88^\circ\text{C}$  erreicht.



Es sind bekannt: die spezifische Wärme des Wassers  $c_1 = 4185 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$  (Teilaufgaben A und B), die spezifische Wärme des Methanols  $c_2 = 2710 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ , die spezifische Wärme des feste Quecksilbers  $c_3 = 138 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ , die spezifische Wärme des flüssigen Quecksilbers  $c_4 = 140 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ , die spezifische Wärme des Eises  $c_5 = 2090 \text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ , die spezifische latente Schmelzwärme des Eises  $\lambda_1 = 334000 \text{ J/kg}$ , die spezifische latente Schmelzwärme des Quecksilbers  $\lambda_2 = 11300 \text{ J/kg}$ , die kalorische Leistung des Petroleums  $q = 44 \text{ MJ/kg}$ , die Schmelztemperatur des Quecksilbers  $t_4 = -39^\circ\text{C}$ , die Schmelztemperatur des Methanols  $t_5 = -98^\circ\text{C}$ , die Schmelztemperatur des Eises  $t_3 = 0^\circ\text{C}$ .

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

## Aufgabe II

Alin und Diana untersuchen die Wechselwirkung zwischen zwei homogenen Würfeln, die aus unterschiedlichen Stoffen bestehen, und verschiedenen Flüssigkeiten, die sie im Labor zur Verfügung haben. Diana verwendet ein hohes Gefäß in Form eines Parallelepipedes mit der Basis ein Quadrat mit der Seite  $L = 3l = 27 \text{ cm}$ , einen weißen Würfel mit der Länge der Kante  $l = 9 \text{ cm}$ , bestehend aus einem keramischen Stoff mit der Dichte  $\rho_1 = 3 \text{ g/cm}^3$  und einen schwarzen Würfel mit der Dichte  $\rho_2$  und mit der Kante  $l_2$ .

Diana gießt in das Gefäß eine Flüssigkeit der Dichte  $\rho_0 = 4,25 \text{ g/cm}^3$  bis die Höhe  $H = 3l = 27 \text{ cm}$  erreicht wird. Dann tut sie den weißen Würfel in das Gefäß und stellt fest, dass beim Gleichgewicht zwischen Flüssigkeit und Würfel die Flüssigkeit die Höhe  $H + \Delta H$  erreicht.

- A. Berechne das Flüssigkeitsvolumen, das von dem Würfel verdrängt wurde.  
 B. Bestimme  $\Delta H$ .

Diana fordert Alin auf, die Kantenlänge und die Dichte des schwarzen Würfels zu bestimmen, ohne sich den Würfel anzuschauen, sondern ausschließlich anhand der experimentellen Daten, die von Diana gesammelt wurden. Sie erzählt ihm, dass sie dasselbe Gefäß verwendet hat und jedes Mal bis zur Höhe  $H$  mit Flüssigkeit gefüllt hat. Sie hat dann beide Würfel in die Flüssigkeit gestellt und als diese in Ruhezustand gelangten, hat sie die Distanz zwischen den Niveaus, bei welchen sich die oberen horizontalen Flächen der beiden Würfel befanden, gemessen. Sie hat den Versuch mehrmals durchgeführt für Flüssigkeiten unterschiedlicher Dichte und hat die Ergebnisse in die nebenstehende Tabelle eingetragen.

Die Dichte der Flüssigkeit $\rho_0(\text{g/cm}^3)$	Die Distanz zwischen den Flächen $d(\text{cm})$
0,62	0,0
0,70	0,0
0,79	0,0
0,91	20,5
1,00	21,2
1,25	22,6
1,48	23,5
2,23	25,0
2,89	25,6
3,32	5,8
4,25	4,5
6,44	3,0
13,54	1,4

- C. Bestimme die Kantenlänge des schwarzen Würfels.  
 D. Bestimme die Dichte des Stoffes, aus dem der schwarze Würfel besteht und den Bestimmungsfehler unter Verwendung der Daten aus der Tabelle.

Alin bespricht mit Diana die hypothetische Situation, in der die Flüssigkeit aus dem Gefäß eine mit der Tiefe veränderliche Dichte besitzt. Diese folgt dem Gesetz

$$\rho(h) = \rho_0 + k \cdot y$$

wobei  $\rho_0 = 0,6 \text{ g/cm}^3$ ;  $k = 0,05 \text{ g/cm}^4$ ;  $y = \text{die Tiefe}$

- E. Bestimme den Abstand zwischen den Niveaus, bei welchen sich die oberen horizontalen Flächen der beiden Würfel stabilisieren würden, in der Annahme, dass die Flüssigkeitssäule sehr hoch ist ( $H_1 > 60 \text{ cm}$ ).

- 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

Aufgabe III

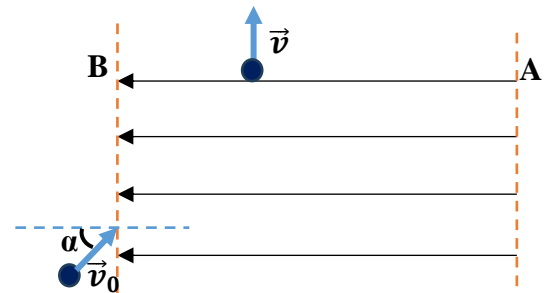
Die Teilchenbeschleuniger sind grundlegende Instrumente der modernen Physik, die dafür verwendet werden, um geladene Teilchen mithilfe von elektrischen und magnetischen Feldern auf Geschwindigkeiten nahe der Lichtgeschwindigkeit zu beschleunigen. Sie spielen eine wichtige Rolle in der Untersuchung der Struktur der Materie, bei der Entdeckung neuer subatomarer Teilchen, bei der Synthese von chemischen Elementen, bei der Simulation der Bedingungen kurz nach dem Urknall (Big Bang) und für praktische Anwendungen in der Medizin (Radiotherapie) und Industrie. Bekannt sind: die Elementarladung  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ , die molare Masse des Bleis  $\mu_{Pb} = 208 \text{ g/mol}$ , die molare Masse des Protons  $\mu_p = 1 \text{ g/mol}$ , die elektrostatische Konstante in Vakuum  $k \approx 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$ . Das Elektron-Volt (eV) ist eine Maßeinheit für die Energie der Elementarteilchen:  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ , und stellt die Energie eines Elektrons dar, nachdem es durch eine Spannung von einem Volt beschleunigt wird.

- A. Beim Teilchenbeschleuniger Large Hadron Collider (LHC) am CERN wird in einem der Experimente Blei ( $^{208}_{82}\text{Pb}$ ) in Form von Ionen ( $\text{Pb}^{2+}$ ) verwendet. Die Schüler haben den Zusammenstoß zwischen einem Bleiion und einem Proton modelliert, in der Annahme, dass das Ion fix ist und das Proton ( $^1_1\text{p}$ ) mit einer kleinen Energie  $E_c = 2 \text{ eV}$  aus einer großen Entfernung auf das Ion geschossen wird.



Berechne die minimale Entfernung bis zu der sich das Proton dem Ion nähern kann.

- B. In einem Raumbereich wird ein gleichförmiges elektrisches Feld mit parallelen Feldlinien erzeugt, wie in der Abbildung dargestellt. Zwischen den Punkten A und B liegt eine elektrische Spannung  $U_{AB} = 1000 \text{ V}$ . Zu dem Bereich mit elektrischem Feld wird ein Protonenbündel unter dem Einfallswinkel  $\alpha = 60^\circ$  eingesendet. Bestimme die minimale kinetische Energie der einfallenden Protonen, sodass das Protonenbündel den Bereich mit elektrischem Feld durchqueren kann (siehe die Abbildung) und nach einer, zu den Feldlinien normalen Richtung, das Feld verlässt. Drücke das Ergebnis in eV aus



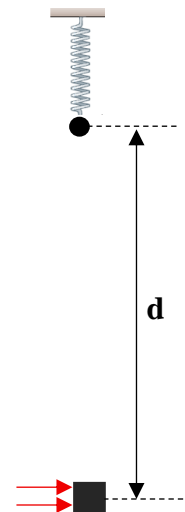
- C. Zur Beschreibung der Eigenschaften des elektrischen Feldes definiert man die vektorielle physikalische Größe, genannt Feldstärke (Intensität) des elektrischen Feldes ( $\vec{E}$ ), die die elektrostatische Kraft darstellt, mit der das Feld auf die Einheit der elektrischen Ladung wirkt:  $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ . Um eine schnelle Beschleunigung zu erhalten, wird ein Elektronenbündel in ein elektrisches Feld mit parallelen Feldlinien geschickt, dessen Feldstärke (Intensität) von der Position der Elektronen abhängt und sich nach dem Gesetz  $E = E_0 + a \cdot x$  verändert, wobei  $E_0 = 2 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}}$  und  $a = 10^5 \frac{\text{kg}}{\text{A} \cdot \text{s}^3}$ .  $E_0$  stellt die Feldstärke des elektrischen Feldes beim Eintritt der Elektronen in das elektrische Feld ( $x_0 = 0$ ) dar. Das Bündel aus langsamen Elektronen ( $E_{c0} = 10 \text{ eV}$ ) hat die Orientierung der Feldlinien des elektrischen Feldes. Bestimme wievielmals die kinetische Energie der Elektronen größer wird, nachdem diese ein Bereich der Länge  $l = 50 \text{ cm}$  des elektrischen Feldes durchqueren.

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 4 von 4**

D. Um die kinetische Energie der Elektronen aus einem parallelen monoenergetischen Bündel zu messen, haben die Schüler eine Vorrichtung entworfen, die aus einer mit der Ladung  $q = 600 \text{ mC}$  aufgeladenen Kugel der Masse  $m = 1 \text{ g}$  besteht. Die Kugel hängt an einer leichten elastischen Feder, die um  $\Delta l = 2 \text{ cm}$  gedehnt ist. Unter der Feder wurde ein metallischer Würfel mit der Kantenlänge  $a = 1,5 \text{ cm}$  befestigt. Die Entfernung zwischen dem Würfel und der Kugel beträgt  $d = 1 \text{ m}$ . Die Kugel und der Würfel werden als punktförmig betrachten in Beziehung mit der Entfernung zwischen ihnen. Senkrecht auf eine Seitenfläche des Würfels wird ein Elektronenbündel in Form eines Pulses geschickt, der  $\Delta t = 3 \text{ ms}$  dauert. Das Bündel ist homogen, parallel und fällt auf die ganze Seitenfläche des Würfels. Die Elektronen werden von dem Würfel absorbiert. Infolge dieses Prozesses befindet sich die neue Gleichgewichtslage der Kugel um  $y = 4 \text{ cm}$  näher an dem Würfel. Der Elektronenbündel überträgt durch eine transversale Fläche, mit dem Flächeninhalt gleich der Einheit, innerhalb einer Sekunde einen Energiefluss  $\varepsilon = \frac{1 \text{ GeV}}{\text{s} \cdot \text{m}^2}$ . Berechne die kinetische Energie eines Elektrons aus dem Bündel ausgedrückt in eV. Die Erdbeschleunigung kann  $g \approx 10 \text{ m/s}^2$  angenommen werden.



Anleitung: Wenn sich die Kraft in Bezug auf die Position des materiellen Punktes nach dem Gesetz verändert:

- $F = \frac{a}{x^2}$ , wobei  $a$  eine Konstante ist, ist die mittlere Kraft gleich mit  $F_m = \sqrt{F_1 \cdot F_2}$ ;
- $F = a \cdot x + b$ , wobei  $a$  und  $b$  Konstante sind, ist die mittlere Kraft gleich mit  $F_m = \frac{F_1 + F_2}{2}$ .

Die Aufgaben wurden vorgeschlagen von  
**prof. Corina DOBRESCU**, Colegiul Național de Informatică „Tudor Vianu”, București  
**prof. Gabriela ALEXANDRU**, Colegiul Național „Grigore Moisil”, București  
**prof. FALUVÉGI Ervin Zoltán**, Colegiul Național „Silvania”, Zalău  
**prof. Dorin BUNĂU**, Colegiul Național „Gh. Lazăr”, Sibiu

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.