

**Subjekt I****(10 Puncte)****Thermische Phänomene**

- a. 1) In einem geschlossenen Behälter, der keinen Wärmeaustausch mit der Umgebung zulässt, befinden sich  $n$  Körper mit den Massen  $m_1, m_2, \dots, m_n$ , den spezifischen Wärmekapazitäten  $c_1, c_2, \dots, c_n$  und den Temperaturen  $t_1, t_2, \dots, t_n$ . Findet den Ausdruck der Temperatur der Körper aus dem Behälter, nachdem sie das thermische Gleichgewicht erreicht haben, wenn keine Zustandsänderungen stattgefunden haben.
- 2) Man führt ein Experiment durch in dem man ein Kalorimeter mit der unbekannten Wärmekapazität  $C$ , einen Körper mit der Masse  $m = 4,38 \text{ kg}$ , hergestellt aus einem Stoff mit einer unbekannten spezifischen Wärmekapazität  $c$  und eine Wassermenge  $m_a = 200 \text{ g}$  verwendet. Das Kalorimeter und der Körper haben am Anfang die gleiche Temperatur,  $t$ , die gleich ist mit der Zimmertemperatur und das Wasser das in dem Kalorimeter eingeführt wird, hat eine Temperatur die drei mal größer ist als die Zimmertemperatur (beide Temperaturen werden in  $^{\circ}\text{C}$  ausgedrückt). Das thermische Gleichgewicht wird bei der Temperatur  $t_f$  erreicht. Wenn sich am Anfang das Kalorimeter und das Wasser bei der Zimmertemperatur  $t$  befinden und der in Wasser eingeführte Körper eine Temperatur hat die 2 mal größer ist als die Zimmertemperatur, dann stellt man fest, dass das thermische Gleichgewicht bei derselben Temperatur  $t_f$  erreicht wird. Bestimmt die spezifische Wärmekapazität des Stoffes aus dem der Körper hergestellt ist und findet den Stoff mit Hilfe der Tabelle. (Um die Temperatur des Systems by thermischem Gleichgewicht zu schreiben, könnt ihr die in Punkt 1 gefunden Beziehung verwenden).

Stoff	Blei	Silber	Kupfer	Messing	Zink	Eisen	Stahl	Aluminium
$c \left( \frac{\text{J}}{\text{kg} \times \text{K}} \right)$	125	250,8	381,6	384,6	399,2	459,8	502,2	919,6

- b. In einem Kalorimeter mit vernachlässigbarer Wärmekapazität werden  $m_1 = 1 \text{ kg}$  Eis mit der Temperatur  $t_1 = -20^{\circ}\text{C}$  und  $m_2 = 100 \text{ g}$  Wasserdampf mit der Temperatur  $t_2 = 100^{\circ}\text{C}$  eingeführt. Bestimmt:
- 1) Die Temperatur im Kalorimeter nachdem das thermische Gleichgewicht erreicht wurde;

Die Masse des flüssigen Brennstoffs mit dem Heizwert  $q = 40 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$  den ein Heizkörper mit dem Wirkungsgrad  $\eta = 75 \%$  verwendet, damit die Temperatur des Systems  $\theta = 80^{\circ}\text{C}$  sein wird. Bekannt sind: die spezifische Wärmekapazität des Wassers,  $c_a = 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \times \text{K}}$ , die spezifische latente

1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

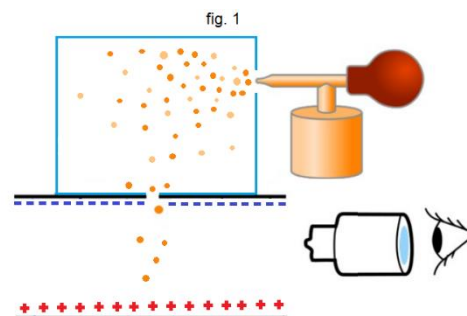
Schmelzwärme des Eises  $\lambda_g = 335 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$ , die spezifische Wärmekapazität des Eises,  $c_g = 2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kg} \times \text{K}}$ , die spezifische latente Verdampfungswärme des Wassers  $\lambda_v = 2,257 \cdot 10^3 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ .

## Subjekt II

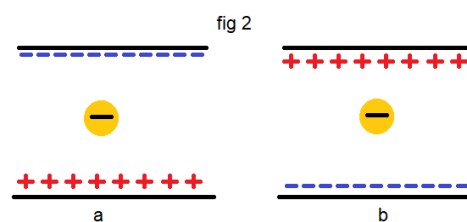
(10 Punkte)

### Der Millikan Versuch

Die Wissenschaftler haben am Anfang des XX. Jahrhunderts das Elektron entdeckt. 1909 haben zwei Physiker, Robert Millikan und Harvey Fletcher, ein Experiment durchgeführt um die elektrische Ladung des Elektrons zu bestimmen. Sie haben zwei horizontale Metallplatten verwendet die sie mit entgegengesetzten elektrischen Ladungen elektrisiert haben. Zwischen diesen Platten haben sie kleine elektrisierte Öltropfen eingeführt (Abb.1.). Mit einem Linsensystem haben sie die Bewegung der Öltropfen beobachtet und sie haben den Abstand den ein Öltropfen in gleichförmiger Bewegung zurücklegt und die Dauer dieser Bewegung gemessen. Bekannt sind folgende Informationen:



- Auf den Öltropfen wirken: das Gewicht, die Auftriebskraft in der Luft, die elektrische Kraft und die Reibungskraft mit der Luft.
  - Die elektrische Kraft die auf den Öltropfen zwischen den Metallplatten wirkt ist konstant während der Bewegung und ist gleich mit  $F_E = q \cdot E$ , wo  $q$  die elektrische Ladung des Öltropfens,  $E$  die Intensität des elektrischen Feldes zwischen den Metallplatten sind, wobei der Betrag der elektrische Kraft größer ist als das Gewicht des Öltropfens;
  - Die Reibungskraft mit der Luft für sphärische Öltropfen mit dem Radius in der Größenordnung der Mikrometer hängt von der Geschwindigkeit des Öltropfens ab so wie die Beziehung  $F_R = k \cdot v \cdot r$  zeigt, wo  $v$  die Geschwindigkeit des Tropfens und  $r$  der Radius des Tropfens sind.
  - Das Volumen eines sphärischen Tropfens wird mit der Beziehung  $V = \frac{4\pi r^3}{3}$  berechnet, wo  $r$  der Radius des Tropfens und  $\pi \cong 3,14$  beträgt.
- a. In zwei Zeichnungen stellt alle Kräfte dar die auf einen negativ geladenen Tropfen wirken, der sich zwischen den elektrisierten Platten befindet in dem Fall das die obere Platte negativ geladen ist (Abb.2.a) und in dem Fall das die obere Platte positiv geladen ist (Abb.2.b).
- b. Ein negativ geladener Öltropfen dringt ein durch eine Öffnung die in der oberen Platte gemacht wurde. Man elektrisiert die Platten sodass die obere negativ ist und die untere positiv ist. Erklärt warum in kurzer Zeit nach der Elektrisierung der Platten die Bewegung des Tropfens gleichförmig wird.
- c. Der Tropfen der in Punkt **b.** beschrieben wurde bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit  $v_c$  nach unten. Wenn sich der Tropfen der unteren Platte nähert, ändert man die Ladung der



1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Metallplatten sodass die untere Platte negativ und die obere positiv aufgeladen wird, wobei die Intensität des elektrischen Feldes  $E$  den gleichen Wert behält. Nach kurzer Zeit beginnt sich der Tropfen mit der konstanten Geschwindigkeit  $v_u$  nach oben zu bewegen. Drückt die zwei Geschwindigkeiten  $v_c$  und  $v_u$  mit Hilfe der Größen  $r, k, q, E$ , der Gravitationsbeschleunigung der Erde  $g$ , der Dichte des Öls  $\rho_u$  und der Dichte der Luft  $\rho_a$  aus.

- d. Bestimmt den Radius und die elektrische Ladung eines Öltropfens der sich, so wie in Punkt c. beschrieben wurde, gleichförmig 2,67 mm in 5,8 s nach unten bewegt und gleichförmig 1,78 mm in 7,1 s nach oben bewegt.

Man kennt:  $k = 34,3 \cdot 10^{-5} \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}}$ ,  $E = 1,2 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ ,  $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ,  $\rho_u = 1,03 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ,  
 $\rho_a = 1,293 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ .

### Subjekt III

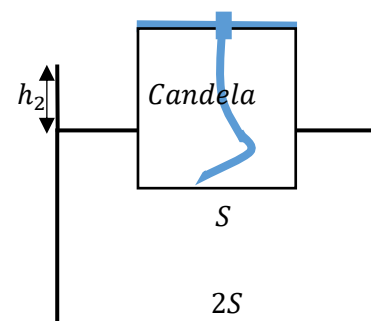
(10 Punkte)

#### Die schwimmende Kerze

Ein Grablicht wurde aus einem Zylinder aus Plastik mit vernachlässigbarer Dicke hergestellt. Der Zylinder hat die Querschnittsfläche  $S = 10 \text{ cm}^2$  und die Höhe  $h = 10 \text{ cm}$ , wobei der Kerzendocht von vernachlässigbarer Masse ist. Im Grablicht wird Öl verbrannt dessen Heizwert  $q = 50 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$  ist. Das Grablicht mit



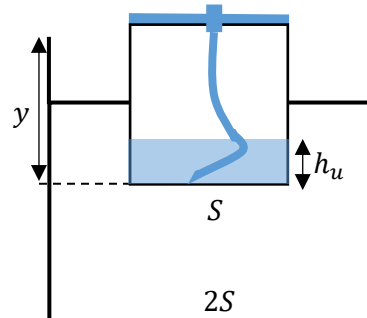
dem Kerzendocht aber ohne Öl wird in einem Becher eingeführt, dessen Querschnittsfläche zwei mal größer als die des Grablichts ist und dessen Höhe groß genug ist. Der Becher enthält eine Flüssigkeit, mit der Dichte  $\rho = 1,5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ , dessen Spiegel  $h_1 = 4 \text{ cm}$  unter dem Becherrand ist. Nachdem das Grablicht eingeführt wird, erreicht der Spiegel den Abstand  $h_2 = 2 \text{ cm}$  vom Becherrand.



- Berechnet die Masse des Grablichts.
- Ins Grablicht schüttet man Öl mit der Dichte  $\rho_u = 0,75 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ . Gleichzeitig schüttet man in den Becher die Flüssigkeit die schon dort ist, sodass die Position des Grablichts in Bezug auf den Becher unverändert bleibt. Berechnet das Verhältnis zwischen der Geschwindigkeit mit der der Ölspiegel im Grablicht steigt und der Geschwindigkeit mit der der Flüssigkeitsspiegel im Becher steigt.
- Nachdem die Flüssigkeiten geschüttet wurden, wird das Grablicht angezündet. Durch die Verbrennung wird das Öl mit konstanter Durchflussmenge verbraucht. Da die Flüssigkeit aus dem Becher die, durch Verbrennung des Öls entstandene Wärme aufnimmt, verdampft ein Teil davon. Ein Prozent  $p$  der Wärme die durch die Verbrennung des Öls entsteht wird verwendet **nur** um die Flüssigkeit in Dampf durch Verdampfung umzuwandeln. Die restliche Wärme wird von der Flüssigkeit, dem Grablicht und dem Becher übernommen. Wenn die spezifische latente Verdampfungswärme der Flüssigkeit  $\lambda = 1000 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$  beträgt, wie groß müsste  $p$  sein damit die Position des Grablichts unverändert bleibt?

- Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
- În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
- Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
- Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
- Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

- d. Der Abstand zwischen dem Boden des Grablichts und dem Becherrand ist  $y$ . Stellt die Abhängigkeit des Abstandes  $y$  von der Höhe der Ölsäule  $h_u$ , aus dem Grablicht grafisch dar, **wenn man keine Flüssigkeit in den Becher hinzufügt**. Die grafische Darstellung soll in dem Moment beginnen, in dem man anfängt Öl ins Grablicht zu schütten und enden wenn es voll ist.



*Bemerkung: Man vernachlässigt die Wärmeausdehnung der Flüssigkeiten und der Gefäße. Man geht davon aus dass sich die Dämpfe gleich von den Flüssigkeiten entfernen. Das Öl wird langsam geschüttet, sodass das Grablicht immer im Gleichgewicht bleibt.*

*Subiectele au fost propuse de*  
**Prof. dr. Ana-Cezarina MOROȘANU**, Colegiul Național „Petru Rareș”, Piatra-Neamț  
**Prof. Gabriela ALEXANDRU**, Colegiul Național „Grigore Moisil”, București  
**Prof. Emil NECUȚĂ**, Colegiul Național „Alexandru Odobescu”, Pitești  
**Prof. Petrică PLITAN**, Colegiul Național „Gheorghe Șincai”, Baia Mare

1. Fiecare dintre subiectele I, II, respectiv III se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.