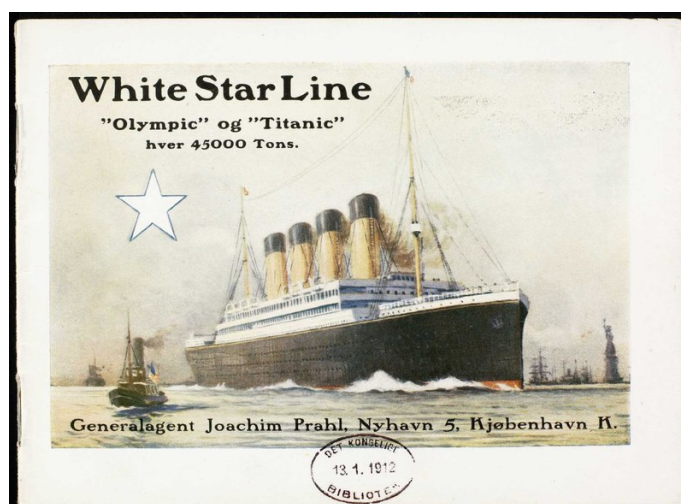


Maturité gymnasiale

Session 2024

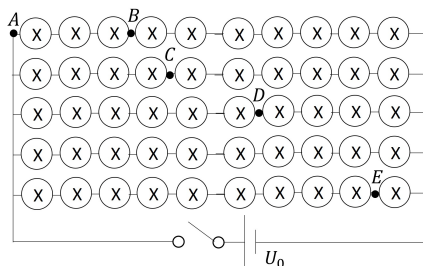
EXAMEN DE PHYSIQUE
Discipline fondamentale**Durée:** 3 heures**Matériel autorisé:** Machine à calculer non programmable, formulaire (fourni), dictionnaire français-allemand (fourni).**Consignes:** Écrivez en allemand, clairement. Biffez ce qui est faux. Justifiez toutes vos réponses et donnez systématiquement une solution littérale, à l'exception des questions à choix multiples, pour lesquelles seules les réponses correctes apportent des points (parfois plusieurs réponses correctes pour une question). Utilisez les feuilles doubles quadrillées pour le travail au propre (une feuille double par problème), les feuilles simples pour le brouillon. Le travail au propre doit être rédigé à l'encre. Remettez tous les documents dans le dossier sur lequel figure votre nom.**Barème:** chaque problème compte 20 points. La note 4 est obtenue avec 30 points, la note 6 à partir de 50 points.

Bon travail!

Das Abenteuer der *Titanic*

Aufgabe 1 - Beleuchtung und Spannungen

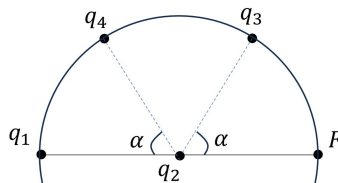
Im grossen Restaurant des Passagierschiffs *Titanic* ist die Beleuchtung durch 50 Glühlampen gesichert, wobei alle folgendermassen geschaltet sind:



Die Schaltung ist optimal eingerichtet worden. Mit einem einzigen Schalter wird alles hell. Jede Glühlampe hat eine Nennleistung P für eine Nennspannung U . Der Glühfaden jeder Lampe besteht aus Wolfram und hat eine Länge L .

- Wie gross ist die Spannung der Quelle?
- Welche Spannung(en) ist(sind) genau so gross wie die U_{AB} (Spannung zwischen A und B)?
 A) U_{BC} B) U_{BD} C) U_{BE} D) U_{CD} E) U_{DE}
- Wie gross ist der Durchmesser des Glühdrahts einer Lampe, in Millimetern?
- Wie gross ist die verbrauchte Energie des oberen Stromkreises in einem Abend (Beleuchtungszeit Δt), in kWh?
- Bestimmen Sie den Erstawiderstand des Stromkreises.

An diesem Abend des 14. April 1912 diskutieren einige Herren nach dem Essen über elektrische Ladungen. "Wir nehmen an, sagt der Eine, dass es vier Ladungen auf einer Ebene gibt, so dass $q_1 = q_2 = 3q_3 = -q_4/2$. q_2 liegt im Zentrum eines Kreises, die drei anderen Ladungen auf dem Kreisumfang. Der Winkel α beträgt 60° , wie auf dieser Zeichnung, die er auf einen Zettel skizziert. Eine Zigarre für denjenigen, der das richtige elektrische Feld im Punkt F bestimmt!"



- Für welche Antwort gewinnt man die Zigarre?
 A) ↘ B) ↙ C) ↗ D) ↓ E) ←

Plötzlich zittert der Boden und die 1. Lampe der oberen Reihe fällt aus.

- Sind die folgenden Aussagen richtig oder falsch?
 A) Die Lampen der zweiten Reihe leuchten heller.
 B) Die 4. Lampe der ersten Reihe leuchtet heller.
 C) Die 2. Lampe der ersten Reihe leuchtet nicht mehr.
 D) Die Lampen der unteren Reihe leuchtet immer noch gleich hell.

2s nach diesem Zwischenfall fällt die 2. Lampe der oberen Reihe aus. 2s später die 3. usw. Dann 2s später die 1. Lampe der 2. Reihe, 2s später die nächste, usw., bis alle ausgefallen sind.

- Stellen Sie die verbrauchte Leistung der gesamten Lampeneinrichtung als Funktion der Zeit grafisch dar, mit Angaben auf den Achsen.

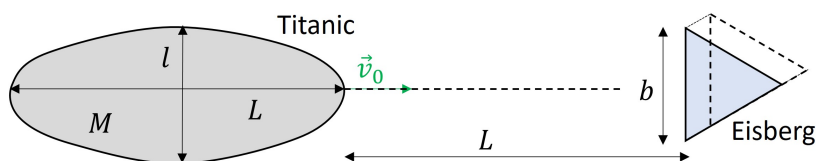
Numerische Angaben: $P = 50 \text{ W}$, $U = 40 \text{ V}$, $\rho_W = 9.5 \cdot 10^{-8} \Omega \text{m}$, $L = 2.7 \text{ m}$,
 $\Delta t = 6 \text{ h}12$, $k = 9.0 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$.

Aufgabe 2 - Das Leben im Spiel

Die *Titanic* (Masse M , Länge L , Breite l) fuhr auf dem Ozean mit der Reisegeschwindigkeit v_0 (in Knoten: $1 \text{ kn} = 1.852 \text{ km/h}$) und ihr Ziel bestand darin, so schnell und angenehm wie möglich New York durch eine transatlantische Fahrt zu erreichen. Die mittlere Leistung seiner Motoren betrug P ($1 \text{ PS} = 736 \text{ W}$) und jede Widerstandskraft wird vernachlässigt.

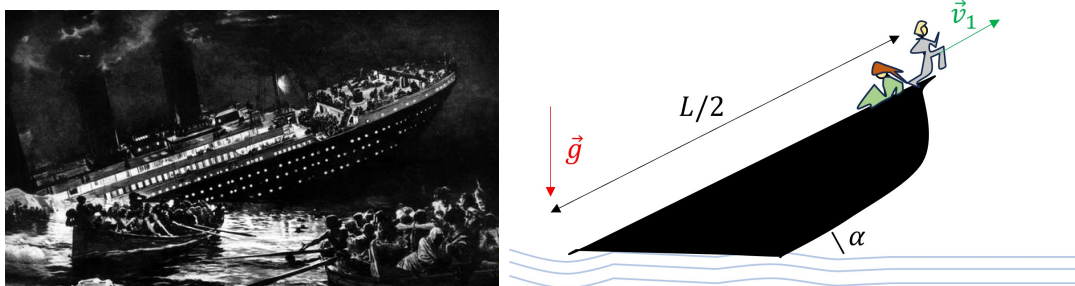
- (a) Wie lange dauert die Beschleunigung vom Ruhezustand zur Fahrtgeschwindigkeit v_0 ?
 (b) Wie gross ist die entsprechende durchschnittliche Kraft der Motoren?

Die Nacht war neblig. Kaum konnte der Kapitän Smith so weit wie eine Schifflänge sehen. Plötzlich erblickte er einen schrecklich grossen Eisberg (Breite b) vorne! In seinem Kopf analysierte er rasch die Lage, die so aussieht:



- (c) Falls nichts gemacht wird, in wie vielen Sekunden trifft das Schiff den Eisberg?
 Der Kapitän versteht, dass das Anhalten nicht möglich ist. Er schreit, die ganze Kraft der Motoren auf die Seite zu bewegen, so dass die *Titanic* einen Kreisbogen nach rechts beschreibt.
 (d) Zeigen Sie durch geometrische Überlegungen, dass der Kreisradius maximal 864 m betragen darf, damit die linke Seite des Schiffes keinen Stoss erfährt.
 (e) Wie gross sollte die seitliche Motorenkraft sein, damit der Kreisbogen mit dem in (d) gegebenen Radius befahren werden kann?

Später fing das Schiff an zu sinken. Wegen des Wassers im Kielraum erhebe sich die eine Hälfte des Schiffes. Wenn die Neigung α betrug, beschlossen die Liebhaber Dustin und Clara sich zu trennen. Dustin rannte direkt in die Luft mit v_1 , während Clara auf ihrem Po (Reibungszahl μ mit dem Boden) in die andere Richtung rutschte.



- (f) Wie gross war v_1 , falls Dustin nach t_2 den Wasserspiegel erreichte?
 (g) Zeichnen Sie die Flugbahn von Dustin realistisch. Zeichnen Sie dabei seinen Geschwindigkeitsvektor, nach etwa einem Drittel und nach zwei Dritteln der Flugzeit. (h) Wie gross war die Geschwindigkeit von Clara, als sie den Wasserspiegel erreichte?

Numerische Angaben:

$$\begin{array}{llll}
 M = 52'300 \text{ t}, & L = 269 \text{ m}, & l = 28 \text{ m}, & g = 10 \text{ m/s}^2, \\
 P = 50 \text{ kPS}, & b = 172 \text{ m}, & \alpha = 30^\circ, & \mu = 0.3, \\
 & & & v_0 = 21.8 \text{ kn}, \\
 & & & t_2 = 4.2 \text{ s}.
 \end{array}$$

Aufgabe 3 - Ende eines Giganten

Im Maschinenabteil wurden schwere Kolben (Bild unten) durch heissen Dampf bewegt. Der Wasserdampf bei θ_1 und einem Druck p_1 ist in einem Zimmer mit Volumen V_1 enthalten.

(a) Wie schwer ist der enthaltene Wasserdampf?

Nach der Hinaufbewegung eines Kolbens ist das Dampfvolmen dreimal grösser geworden, hingegen ist der Druck auf ein Fünftel von p_1 gesunken.

(b) Wie gross ist nun die Dampftemperatur, in Grad Celsius?

(c) Was ist die Einheit des Produkts $p \cdot V$?

- A) kg B) N C) J D) W E) Pa

Alles wurde mit Kohle (Energieinhalt ξ) erhitzt. In einem Tag wurde eine Masse m Kohle verbrannt, wobei die Bunker insgesamt eine Masse M Kohle fassten.

(d) Bestimmen Sie den Tageskonsum in Energie der *Titanic*, in J.

(e) Indem Sie mit der in der Aufgabe 2. gegebenen Motorenleistung arbeiten, bestimmen Sie den Wirkungsgrad der Heizung.

Der untere Teil des aus Stahl bestehenden Kolbens (kreisförmig, mit Radius r) musste grosse Temperaturvariationen ertragen: von der Raumtemperatur zu θ_1 .

(f) Wie gross ist die Flächenzunahme dieses Teils während des Betriebs, in cm^2 ?

Der getroffene Eisberg (c_e, ρ_e) ist ein Prisma mit dreieckförmiger Basis, wie in der Aufgabe 2. skizziert, und hat eine Temperatur θ_e . Die Höhe des Dreiecks beträgt h , die Höhe des Prismas beträgt H .

(g) Mit der gesamten Kohle der *Titanic*, bis auf welche Temperatur könnte der Eisberg erwärmt werden, falls wir ohne Verluste rechnen?

Erst am 1. September 1985 wurde das Wrack des Schiffes im Ozean (ρ_o) gefunden, in einem Ort wo der Druck p_T beträgt.

(h) Wie tief liegt das Wrack?

Unten links ist ein Tellersatz der *Titanic* zu sehen.



(i) Schätzen Sie ab, wie gross die Druckkraft auf die eine Seite eines Tellers ist. Wie erklären Sie, dass die Teller nicht alle zerbrochen sind?

Numerische Angaben:

$$L_S = 3.34 \cdot 10^5 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1},$$

$$R = 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1},$$

$$V_1 = 0.92 \text{ m}^3,$$

$$M = 6'700 \text{ t},$$

$$h = 60 \text{ m},$$

$$\rho_e = 920 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3},$$

$$g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}.$$

$$c_e = 2.10 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1},$$

$$\theta_1 = 600^\circ\text{C},$$

$$\xi = 32.5 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1},$$

$$\alpha_{St} = 1.17 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1},$$

$$H = 200 \text{ m},$$

$$p_T = 3.87 \cdot 10^7 \text{ Pa},$$

$$c_w = 4.19 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1},$$

$$p_1 = 219 \text{ bar},$$

$$m = 620 \text{ t},$$

$$r = 1.2 \text{ m},$$

$$\theta_e = -6^\circ\text{C},$$

$$\rho_o = 1.025 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3},$$