

Maturité gymnasiale

Session 2019

EXAMEN DE PHYSIQUE
Discipline fondamentale, en allemand

Durée : 3 heures

Matériel autorisé : Machine à calculer non programmable, formulaire (fourni), dictionnaire français-allemand (fourni)

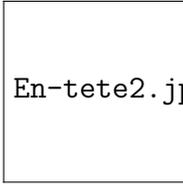
Consignes : Écrivez en allemand, clairement. Biffez ce qui est faux. Justifiez toutes vos réponses et donnez systématiquement une solution littérale. Utilisez les doubles-feuilles quadrillées pour le travail au propre (1 double-feuille par problème), les feuilles simples pour le brouillon. Le travail au propre doit être rédigé à l'encre. Remettez tous les documents dans le dossier sur lequel figure votre nom.

Barème : Chaque problème compte 15 points. La note 4 est obtenue avec 30 points, la note 6 à partir de 50 points.

Bon travail !

Schweizer Symbole





En-tete2.jpg

Examen de maturité 2019

PHYSIQUE

Matériel autorisé: calculatrice, dictionnaire français-allemand, formulaire ad hoc.

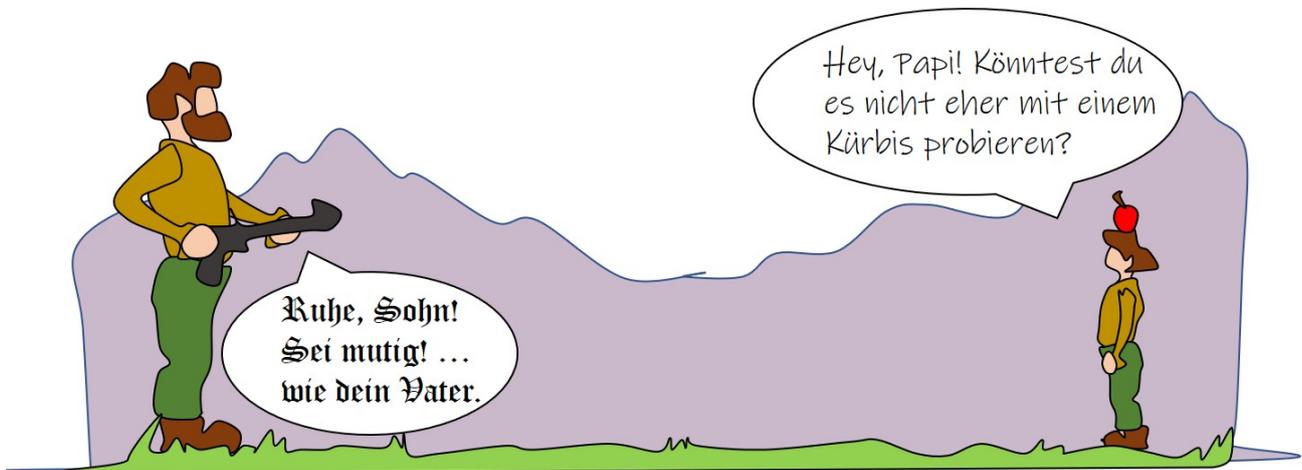
Consignes: temps à disposition: 3h; écrivez de manière claire et dans un français correct; justifiez toutes vos réponses; donnez toujours une solution littérale; chaque problème vaut 15 points, note 6 dès 50 points et note 4 à 30 points.

Aufgabe 1 - Tell Vater, Tell Sohn

Der Sage nach hätte Wilhelm Tell 1307 absichtlich vergessen, sich vor dem Mast des Landvogts Gessler zu verneigen. Der Landvogt hatte seinen Hut auf diesen Mast gelegt und jeder sollte sich so verhalten, als ob der Mast Gessler selbst wäre. Wegen dieser Gehorsamsverweigerung wurde Wilhelm Tell bestraft: Er musste mit seiner Armbrust einen Apfel treffen, und zwar auf dem Kopf seines Sohnes.

Die Armbrust wird als eine perfekte Feder betrachtet. Ein Bolzen (=Pfeil) hat eine Masse m . Die Apfelmasse ist M . Das Zentrum des Apfels befindet sich auf einer Höhe h . Der Bolzen liegt genau auf dieser Höhe und ist um den Winkel α nach oben geneigt. Um die Armbrust auszustrecken hat Tell eine maximale Kraft einer Intensität F ausgeübt. Der Bolzen verlässt die Waffe mit einer Geschwindigkeit v_0 . Der Rückstoss der Armbrust wird vernachlässigt.

- Wieso neigt Tell die Armbrust beim Schuss?
- Dank seines Geschicks trifft der Bolzen den Apfel. Wie weit entfernt vom Vater steht der Sohn?
- Bestimmen Sie die Beschleunigungsstrecke des Bolzens in der Waffe.
- Zeichnen Sie die Geschwindigkeits- und Beschleunigungsvektoren des Bolzens bei drei verschiedenen Zeitpunkten des Flugs.
- Hätte es ein Risiko für den Sohn gegeben, wenn Wilhelm seine Waffe um nur $\Delta\alpha$ falsch orientiert hätte?
- Der getroffene Apfel fliegt mit dem Bolzen weiter. Wie weit hinter dem Sohn landet er?



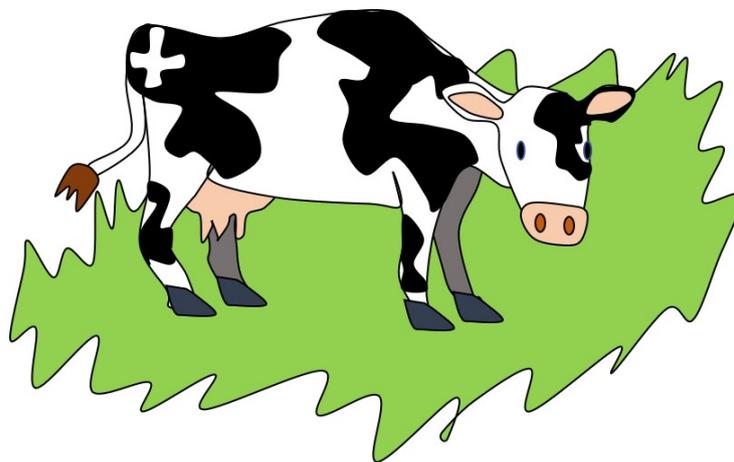
Numerische Angaben: $g = 10 \text{ m/s}^2$, $m = 200 \text{ g}$, $M = 160 \text{ g}$, $h = 1.11 \text{ m}$,
 $\alpha = 6^\circ$, $F = 900 \text{ N}$, $v_0 = 38 \text{ m/s}$, $\Delta\alpha = 1^\circ$.

Aufgabe 2 - Milkschokolade

Die Schokolade ist ein beliebtes Lebensmittel in der Schweiz, insbesondere die Milkschokolade (2018 ass jeder Schweizer durchschnittlich 10.3 kg Schokolade im Jahr: Weltrekord!). Aber für Milkschokolade braucht man Milchkühe.

Hier betrachten wir eine Kuh mit einer Masse M , dessen Huf eine Fläche A beträgt. Sie ist gestört durch eine Methanblase (CH_4) mit einem Volumen V_0 , die beim Doppel des atmosphärischen Drucks und bei der Temperatur θ_0 in ihrem Darm schwebt.

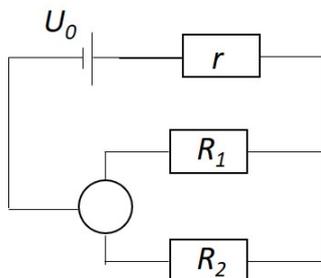
- Welcher Überdruck übt die Kuh auf den Boden aus?
- Wie schwer ist die Methanblase?
- Aufgrund einer Blähung stösst sie die Blase in die freie Luft aus, bei θ_1 . Was ist dann das Gasvolumen?
- Der Milchpreis beträgt heute c . Der Bauer, der heute einige Hunderte Liter in den kalten Raum (θ_2) der Genossenschaft geliefert hat, merkt, dass er 1 CHF weniger als geplant verdient hat. Er hat aber gut gezahlt, die Genossenschaft auch. Wie kann man das erklären? Welches Volumen hat er genau von den Eutern gezogen?
- Der Milchlastwagen hat einen Tank mit einer Länge L , einer Breite l und einer gleich grossen Höhe l . Der Tank ist zu η voll, was einer Milchmasse von m entspricht. Bestimmen Sie den absoluten Druck unten im Tank sowie die Massendichte der Milch.



Numerische Angaben: $g = 10 \text{ m/s}^2$, $M = 600 \text{ kg}$, $A = 50 \text{ cm}^2$, $M_C = 12 \text{ g/mol}$,
 $M_H = 1 \text{ g/mol}$, $R = 8.314 \text{ J/(mol K)}$, $V_0 = 50 \text{ cm}^3$, $\theta_0 = 37^\circ\text{C}$, $p_{\text{atm}} = 10^5 \text{ Pa}$,
 $\theta_1 = 6^\circ\text{C}$, $c = 0.44 \text{ CHF/L}$, $\gamma = 1.67 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$, $\theta_2 = 3^\circ\text{C}$, $L = 5 \text{ m}$,
 $l = 2 \text{ m}$, $\eta = 70\%$, $m = 14.4 \text{ t}$.

Aufgabe 3 - Racletteofen

Schweizer essen gerne Käsespeisen. Heidi und ihr Grossvater haben neulich eine Sonnenanlage auf dem Dach ihres Häuschens in Maienfeld (GR) eingerichtet. Somit haben sie Elektrizität mit einer Spannung U_0 (Quellenwiderstand r). Sie haben einen Racletteofen eines neuen Stils gebaut, dessen Stromkreis hier gezeichnet ist:



Die Spezifität besteht darin, dass durch Drehung eines Schalters (durch den Kreis dargestellt) drei verschiedene Schaltungen möglich sind:

- Schaltung 1: nur der Widerstand R_1 (dies entspricht zwei Heizorten - zwei Plätze, wo eine Käseportion geheizt wird) ist geschaltet;
- Schaltung 2: nur der Widerstand R_2 (die vier anderen Heizorten) ist geschaltet;
- Schaltung 3: beide zusammen parallel (die sechs Heizorten) geschaltet.

(a) Zeichnen Sie einen Schalter (Scheibe) der dies erlaubt, indem Sie die Schaltmöglichkeiten 1, 2 und 3 deutlich bezeichnen.

Für die Schaltung 1 benutzt Heidi ein Amperemeter um den Strom durch R_1 zu messen. Sie misst I_1 .

(b) Zeichnen Sie diese Schaltung.

(c) Bestimmen Sie R_1 und überprüfen Sie, ob die abgegebene Leistung tatsächlich etwa P_1 beträgt, wie es der Grossvater geplant hatte.

(d) Bestimmen Sie den Wirkungsgrad des Ofens in der Schaltung 2.

(e) Wird die gesamte Heizleistung in der Schaltung 3 eher 1.3 kW, 1.5 kW oder 1.7 kW betragen?

Ein Stahlpfännchen (c_{St}) mit einer Masse m_{St} wird benutzt, um eine Portion Käse (m_K, c_K) aufzuwärmen. Am Anfang befand sich alles draussen, bei einer Temperatur θ_0 . Wenn er die Temperatur θ_1 erreicht hat, ist der Käse bereit. Leider erreichen nur η der freigesetzten Energie den Käse und das Pfännchen.

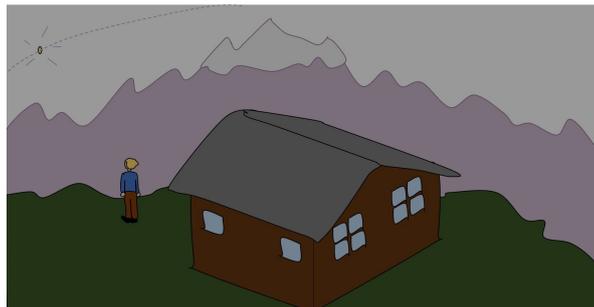
(f) Wie lange dauert die Heizung einer Portion Käse in der Schaltung 1?

Numerische Angaben: $U_0 = 230 \text{ V}$, $r = 5 \Omega$, $R_2 = 41 \Omega$, $I_1 = 2.3 \text{ A}$, $P_1 = 500 \text{ W}$,
 $c_{St} = 450 \text{ J/kg K}$, $m_{St} = 40 \text{ g}$, $m_K = 50 \text{ g}$, $c_K = 3 \cdot 10^3 \text{ J/kg K}$,
 $\theta_0 = 4^\circ\text{C}$, $\theta_1 = 120^\circ\text{C}$, $\eta = 30\%$, $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Aufgabe 4 - Übrige Spezialitäten

(a) Um 20 Uhr geht ein Bergsteiger ein letztes Mal aus seiner Berghütte. Er erblickt einen Satelliten über ihm, dann geht er schlafen. Wegen seiner Schlafllosigkeit geht er um 1 Uhr morgens noch einmal hinaus. Endlich findet er den Schlaf. Aber nur bis 4 Uhr 20, da er bei dieser Zeit aufstehen muss, um seinen Berg fertig hoch zu klettern. Bei allen drei Ausgängen war der Satellit auf denselben Breitenkreis. Bestimmen Sie die Höhe des Satelliten.

Numerische Angaben: $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$, $R_E = 6.4 \cdot 10^3 \text{ km}$, $M_E = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$.



(b) Dank dem Schnee und den Bergen ist die Schweiz ein Land des Wintersports. Ein alter Schlitten (m) bleibt ohne zu rutschen bis auf eine Neigung α auf einem verschneiten Boden. Wie gross ist die Kraft, die auf einen ähnlichen aber waagerechten Boden ausgeübt werden muss, um den Schlitten in Bewegung zu versetzen?

Numerische Angaben: $m = 3 \text{ kg}$, $\alpha = 15^\circ$, $g = 10 \text{ m/s}^2$.

(c) James Bond lobt die Schweizerqualität, insbesondere die Uhren. Ist nicht das Uhrengeschäft eine wesentliche Komponente der Landesindustrie? Neulich liess er sich das letzte hypertechnologische Modell schenken: die *Magnetuhr*. In dieser Uhr dreht sich eine kleine farbige elektrische Ladung q mit einer Masse m in einem Kreis mit Radius r einmal pro Minute. Die Bewegung kommt durch das Magnetfeld eines kleinen integrierten Magnets zustande. Bestimmen Sie die Intensität sowie die Richtung dieses Feldes.

Numerische Angaben: $q = 3 \cdot 10^{-10} \text{ C}$, $m = 2 \cdot 10^{-7} \text{ g}$, $r = 1 \text{ cm}$.

(d) Die Schweiz hat ein extrem dichtes Eisenbahnnetz. Somit kann jeder angenehm, pünktlich und teuer reisen. Wir betrachten einen Zug, der aus einer Lokomotive M und drei Wagen 1 (hinter der Lokomotive), 2 und 3 besteht. Es gilt $M > m_3 > m_1 = m_2$. Der Zug fährt zuerst mit konstanter Geschwindigkeit. Dann bremst die Lokomotive.

(i) Stellen Sie den Ort der Lokomotive als Funktion der Zeit graphisch dar.

Ordnen Sie die folgenden Grössen (Intensitäten) während der Bremsphase; mit a einer Beschleunigung, F eine Kraft, F_R die resultierende Kraft, F_{12} die Kraft des zweiten Wagens auf den ersten.

(ii) a_L, a_1, a_2, a_3

(iii) $F_{R1}, F_{R2}, F_{R3}, F_{RL}$

(iv) F_{L3}, F_{L2}, F_{L1}

(v) $F_{12}, F_{L1}, F_{23}, F_{1L}$.