

Maturité gymnasiale

Session 2021

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. Utilisez les doubles-feuilles quadrillées pour le travail au propre (une 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!

Ein Skiausflug



Aufgabe 1 - Die Beschneigung

Heutzutage erlauben Schneekanonen eine zuverlässige Beschneigung der Pisten bereits am Anfang der Skisaison. Sie projizieren feine Wassertröpfchen mit komprimierter Luft, sodass sich die Schneeflocken durch Keimbildung während des Fluges bilden. So fällt Schnee auf die Piste, ohne dass Eis (Massendichte ρ_e) entsteht. Der Prozess läuft besser mit tiefen Temperaturen.

Hier wird eine solche Kanone betrachtet. In Betrieb beträgt der Wasserabfluss D_w . Die komprimierte Luft hat einen Druck p_1 . Beide Fluide haben am Anfang die Temperatur θ_0 . Die spezifische Wärme für Wasser beträgt c_w und für Schnee c_s . Die Massendichte des Wassers, ρ_w , ist doppelt so gross wie die des Schnees. In dieser Nacht funktioniert die Kanone während Δt_1 , mit einer Aussentemperatur θ_1 .

- Bestimmen Sie die Schneemasse, die in dieser Nacht durch die Kanone produziert wird.
- Wie viel Energie wird zwischen dem Wasser und der Umgebung ausgetauscht, bis der Schnee die Aussentemperatur erreicht hat?
- Bestimmen Sie das Verhältnis zwischen der Massendichte der Luft (Molmasse M_L) in der Kanone und draussen.
- Im Winter wird immer dafür gesorgt, dass die Wasserleitungen ausserhalb eines Hauses leer sind. Wieso?



Numerische Angaben: $\rho_e = 900 \text{ kgm}^{-3}$, $D_w = 20 \text{ m}^3/\text{h}$, $\rho_w = 1.0 \text{ g/cm}^3$, $\theta_0 = 3^\circ\text{C}$, $\theta_1 = -10^\circ\text{C}$, $p_1 = 10 \cdot p_{atm} = 10^6 \text{ Pa}$, $\Delta t_1 = 6 \text{ h}$, $c_w = 4.19 \cdot 10^3 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$, $L_S = 3.34 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$, $c_s = 2.1 \cdot 10^3 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$, $M_L = 28.8 \text{ g/mol}$, $R = 8.314 \text{ Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$.

Aufgabe 2 - Leichter werden und abfliegen

Wenn Anaïs (Masse m) von der Kabine zur Piste geht, sinkt sie im Schnee ein.

(a) Schätzen Sie den Druck unter ihren Skischuhen.

Sie beschliesst also, ihre Skier anzuschlappen.

(b) Wie gross ist nun ihr Druck auf den Schnee? Schätzen Sie nochmals ab!

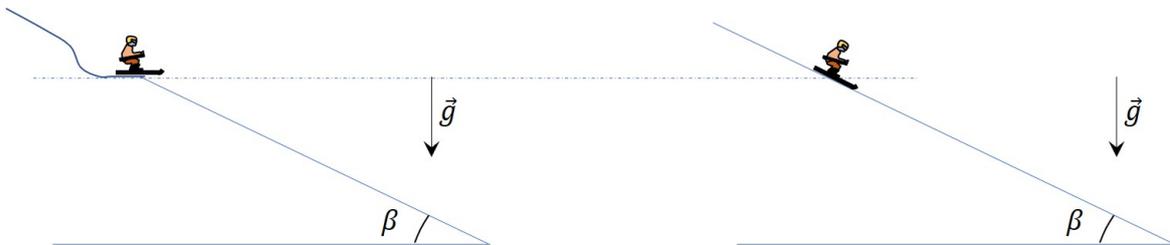
Ihr Bruder Guillaume erreicht mit einer Geschwindigkeit v_0 die Höhe, die mit einem unterbrochenem Strich dargestellt ist. Das erste Mal springt er horizontal.

(c) Zeigen Sie, dass er h_1 tiefer auf der Piste landet. Wie lange dauert überhaupt sein Sprung?

Bei der zweiten Skiabfahrt hat er immer noch die gleiche Geschwindigkeitsintensität v_0 auf der gleichen Höhe. Er vermeidet aber den Sprung (Zeichnung rechts).

(d) Wie gross ist seine Geschwindigkeit auf einer Höhe h_1 tiefer? Wie viel Zeit hat diese Bewegung gedauert? Die Reibung wird hier vernachlässigt.

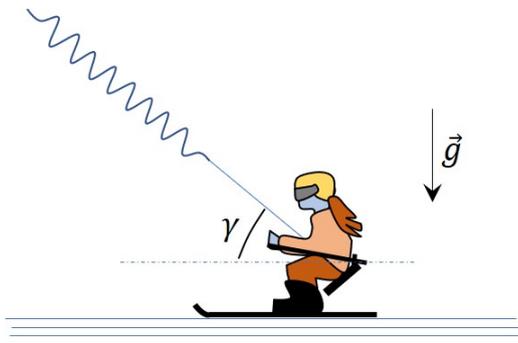
(e) Wieso versuchen die Athleten in den Skiabfahrten der Weltmeisterschaft, so wenig wie möglich zu springen?



Numerische Angaben: $m = 58 \text{ kg}$, $g = 10 \text{ ms}^{-2}$, $\beta = 22^\circ$, $v_0 = 20 \text{ m/s}$,
 $h_1 = 13 \text{ m}$.

Aufgabe 3 - Erwünschte und unerwünschte Bewegungen

Anaïs (m) wird vom Skilift gezogen. Der Sitz ist mit einer Feder gebunden, die von γ mit der Horizontalen geneigt ist. Mit konstanter Geschwindigkeit ist die Feder von Δl ausgestreckt. Die Reibungszahl zwischen den Skis und dem Schnee beträgt μ und alles ist soweit flach.



(a) Bestimmen Sie Federkonstante.

Hier ist ein Foto der Spuren einiger Skifahrer neben der Piste.



(b) In welche Richtung bewegten sich die Skifahrer?

(c) Wieso wird Schnee in den Kurven nach aussen projiziert? Und wieso gibt es mehr projizierten Schnee, wenn der Skifahrer für einen bestimmten Bahnradius schneller fährt?

Anaïs fährt das letzte Mal heute mit u_1 senkrecht zur Pistenrichtung. Ein anderer Skifahrer fährt von oben mit u_2 und trifft sie tief unelastisch. Die Trajektorie von Anaïs wird um δ brutal abgelenkt.

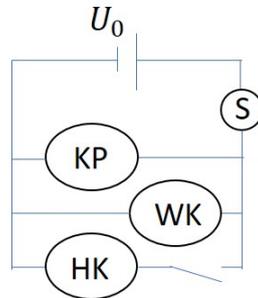
(d) Wie schwer ist der verantwortliche Skifahrer? Handelt es sich eher um einen Mann oder eine Frau?

(e) Welcher Anteil kinetischer Energie geht beim Stoss verloren?

Numerische Angaben: $m = 58 \text{ kg}$, $\gamma = 40^\circ$, $\Delta l = 70 \text{ cm}$, $\mu = 0.1$, $u_1 = 30 \text{ km/h}$, $u_2 = 50 \text{ km/h}$, $\eta = 75 \%$, $\delta = 60^\circ$.

Aufgabe 4 - Nützlich aber leidig

Zurück ins Trockene im Wohnzimmer. Anaïs wärmt Wasser auf der Kochplatte (KP: P_K, U_K) auf. Gleichzeitig benutzt sie den Wasserkocher (WK: P_W, U_W). Sowohl die Kochplatte als auch der Wasserkocher sind an die Netzspannung U_0 geschaltet, wie unten dargestellt. Zudem steht ein elektrischer Heizkörper (HK: P_H, U_H) zur Verfügung. Der Sicherungsschalter (S) ist widerstandslos.



- (a) Bestimmen Sie den Widerstand der drei Apparate sowie den Ersatzwiderstand des Stromkreises mit geöffnetem Schalter (wie im Bild dargestellt).
- (b) Der Widerstand der Kochplatte besteht aus einem zylinderförmigen Draht aus Chromnickelstahl (spezifischer Widerstand ρ_{nc}) mit Radius r , der mehrmals gewickelt ist. Wie lang ist dieser Draht insgesamt?

Einige unglückliche Stürze haben die Kleider der Familie etwas angefeuchtet. Guillaume schaltet nun den Heizkörper an, um die Kleider zu trocknen, aber der Sicherungsschalter springt.

- (c) Wie viel Strom verträgt der Sicherungsschalter: 10 A, 20 A oder 30 A?
- Anaïs schaltet die anderen Apparate aus und richtet den Sicherungsschalter wieder auf. Mit einem Amperemeter misst sie den Strom (I), der durch den Heizkörper fließt.
- (d) Wie gross ist der innere Widerstand des Amperemeters? Zeichnen Sie, wie es geschaltet ist.
- (e) Der Heizkörper funktioniert während Δt . Wie gross ist die durch den Heizkörper verbauchte Energie in kWh?

Numerische Angaben: $P_K = 1.15 \text{ kW}$, $U_K = U_W = U_H = U_0 = 230 \text{ V}$, $P_W = 1.84 \text{ kW}$, $P_H = 3.22 \text{ kW}$, $\rho_{nc} = 1.08 \cdot 10^{-6} \Omega\text{m}$, $r = 0.3 \text{ mm}$, $I = 13 \text{ A}$, $\Delta t = 4 \text{ h}21'$.