

Maturité gymnasiale

Session 2026

EXAMEN DE PHYSIQUE

Discipline fondamentale

Durée: 3 heures

Matériel autorisé: Machine à calculer non programmable, matériel de géométrie, 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 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!

LYCAPO-Zirkus



Aufgabe 1 - Der russische Barren

In der heutigen Aufführung des LYCAPO-Zirkus in Porrentruy gibt es einen Zirkusauftritt des russischen Barrens. Sergueï und Piotr tragen dabei den Barren (Masse m) auf der Schulter und Nastasia (Masse M) nutzt diesen wie eine Feder um Sprünge mit Saltos in der Luft auszuführen. Ein Salto dauert für sie Δt . Wir nehmen weiter an, dass jeder Sprung auf der gleichen Höhe anfängt und endet.



- (a) Nastasia steht zuerst statisch mitten auf dem Barren. Zeichnen Sie alle Kräfte auf den Barren mit realistischer Grösse und bestimmen Sie die Intensität der Barrenkraft auf Piotrs Schulter.
- (b) Wie gross ist ihre Anfangsgeschwindigkeit für einen Sprung mit einer Höhe H ?
- (c) Wie lang dauert der Sprung und wie viele Saltos kann sie damit ausführen?
- (d) Welche Höhe sollte sie erreichen, um einen weiteren Salto machen zu können?
- (e) Machen Sie eine grafische Darstellung der Anzahl möglicher Saltos als Funktion der erreichten Höhe.
- (f) Der Barren wird für den in (b) erwähnten Sprung von x verformt. Wie gross ist die Federkonstante des Barrens?
- (g) Wie gross ist die maximale Beschleunigung, die Nastasia während des Sprungs mit Höhe H empfindet?

A) g B) $2g$ C) $3g$ D) $5g$ E) $9g$

Numerische Angaben:

$$\begin{array}{llll} M = 50 \text{ kg} & m = 10 \text{ kg} & \Delta t = 0.80 \text{ s} & H = 4.0 \text{ m} \\ x = 1.0 \text{ m} & g = 10 \text{ m/s}^2 & & \end{array}$$

Aufgabe 2 - Bald ist es Pause!

Kurz vor der Pause gibt es noch einen Zirkusauftritt mit einem Clown und einem Pferd.

(a) Von welchem sind die Schritte tiefer im Sand der Piste zu sehen? Argumentieren Sie bitte mit Grössenordnungen.

Betty hat den ersten Teil des Spektakels wirklich genossen. Sehr zufrieden ist sie, wenn sie das Zirkuszelt für die Pause kurz verlässt. Der Clown pumpt jetzt Ballons draussen mit einer Gasflasche auf. Die volle Flasche (Volumen V_1) enthält Helium bei einem Druck p_1 bei der Lufttemperatur. Ein Ballon hat ein Volumen V_B und der Gasdruck drin ist p_B , leicht höher als der atmosphärische Druck.

(b) Wie viele Ballons kann der Clown mit der vollen Flasche aufpumpen?



Die Mutter Bettys schenkt ihr eine Tüte Eis, das eine Temperatur θ hat. Dabei hat die Kugel Eis einen Radius r und eine Massendichte ρ . Alles das ist sehr angenehm, denn die Sonne scheint heute sehr hell, mit einer Intensität ξ . Wir nehmen weiter an, dass das Eis eine spezifische Wärme c_E und eine latente Wärme L_S hat.

(c) Wie schwer ist die Eiskugel?

(d) Wie gross ist die Sonnenleistung, die das Eis tatsächlich bekommt?

(e) Wie lange dauert es, bis das Eis in der Sonne ganz geschmolzen ist? Ist es realistisch? Bei dieser Rechnung haben wir vieles vernachlässigt. Nennen Sie mindestens zwei Elemente, die eine klare Rolle auf die Schmelzzeit spielen.

(f) Zeigen Sie, dass die berechnete Zeit einfach proportional zum Radius der Eiskugel ist.

Die Mutter Bettys hat einen Kaffee gekauft. Die Temperatur des Kaffees als Funktion der Zeit variiert wie folgt:

Zeit	Temperatur
0 Min.	90 °C
0.7 Min.	80 °C
2 Min.	70 °C
3 Min.	64 °C
15 Min.	25 °C

(g) Sie trank ihren Kaffee mit einer Kaffeetemperatur θ_K . Wie lange nach dem Kauf war es?

Numerische Angaben:

$$c_E = 2.1 \cdot 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\rho = 9.2 \cdot 10^2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

$$L_S = 3.3 \cdot 10^5 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$$

$$V_1 = 20 \text{ L}$$

$$V_B = 15 \text{ L}$$

$$\xi = 900 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$p_1 = 30 \text{ bar}$$

$$p_B = 1.2 \text{ bar}$$

$$\theta_K = 45 \text{ °C}$$

$$\theta = -10 \text{ °C}$$

$$r = 3.0 \text{ cm}$$

Aufgabe 3 - letzte Runde

Am Ende des Spektakels präsentieren sich alle Mitglieder der Truppe unter dem Licht drei grosser Projektoren. Die Nennspannung und Nennleistung dieser Projektoren sind U und P . Die drei sind an der gleichen Spannungsquelle U_0 so geschaltet, dass sie alle gleich leuchten und dass falls der Eine kaputt geht, leuchten die zwei anderen immer noch.

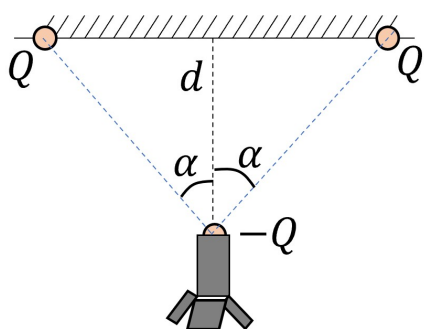
(a) Wie gross ist der Widerstand eines Projektors?

(b) Machen Sie ein Schaltbild der gesamten Schaltung und bestimmen Sie den Strom, den die Spannungsquelle liefert.

Parallel zu den Lampen und im gleichen Stromkreis wird eine Rauchmaschine (U_1, P_1) geschaltet, um einen tollen visuellen Effekt zu produzieren.

(c) Welcher zusätzliche Widerstand R_2 soll in Reihe mit der Rauchmaschine geschaltet werden, damit sie korrekt funktioniert?

Ein der Projektoren mit Masse m ist gar nicht befestigt, sondern schwebt in der Luft. Er trägt eine elektrische Ladung $-Q$ und zwei Kugeln an der Decke tragen je die Ladung Q , so dass die Coulombkräfte das Schweben erlauben. Die geometrische Konfiguration mit der vertikalen Distanz d zur Decke und dem Winkel α ist im Bild unten zu sehen.



(d) Wie gross ist Q ?

Ein Kabel aus Kupfer ist am Tag vor der Aufführung kaputtgegangen. Er wurde durch einen anderen Kupferkabel ersetzt, der aber einen 20% grösseren Radius hat. Die zwei Kabel haben aber genau den gleichen Widerstand.

(e) Wie lang ist der zweite im Vergleich zum ersten?

Während der Zeit Δt der Truppenpräsentation am Ende des Spektakels drehte sich der Clown mit seinem Einrad um die scheibenförmige Piste mit Radius r . Dabei hat er 7 Umdrehungen beschrieben.

(f) Wie gross ist die kleinstmögliche Reibungszahl zwischen dem Boden und dem Einrad, um diese Bewegung zu ermöglichen?

Während mehrerer Nächte hat Betty noch mit einem grossen Lachen von dieser wunderbaren Aufführung geträumt.

Numerische Angaben:

$$U = 380 \text{ V}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$\Delta t = 70 \text{ s}$$

$$P = 400 \text{ W}$$

$$U_1 = 220 \text{ V}$$

$$r = 8.0 \text{ m}$$

$$U_0 = 380 \text{ V}$$

$$m = 30 \text{ kg}$$

$$k = 9.0 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$$

$$P_1 = 100 \text{ W}$$

$$d = 5.0 \text{ m}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$