

# Maturprüfung 2006

Grundlagenfach Physik  
Gymnasium von Porrentruy

Dauer : 2 ½ Stunden für 3 Probleme  
Hilfsmittel : Formelsammlung,  
Wörterbuch Deutsch – Französisch,  
Taschenrechner.

## 1. Problem

Für einen Film muss ein Porsche sehr gefährliche Manöver ausüben. Deshalb sitzt statt dem Fahrer eine Puppe im Wagen, die nicht lenken kann.

- Das Auto kann nicht ferngesteuert werden.
- Nur das Tempo kann eingestellt werden : Es beträgt, nach der Beschleunigungsphase, während der ganzen Fahrt  $v_0$ , bis der Porsche mit einem anderen Auto zusammenstößt.
- Vernachlässige bei der Beantwortung aller Fragen die Luftreibung.

Auf einer geradlinigen horizontalen Autobahn wird der Porsche zuerst aus dem Stillstand mit der mittleren Leistung  $P_m$  konstant auf die Geschwindigkeit  $v_0$  beschleunigt. Das Gesamtgewicht des Autos ( mit den vier Rädern ) ist  $M$ , die Masse jedes Rads ist  $m$  und der Radius der Räder beträgt  $r$ . Die Räder können als volle Zylinder behandelt werden. Die die Bewegung hindernde Reibungskraft während dieser Beschleunigungsphase beträgt  $F_R$ .

- ( a ) Wie lange dauert die Beschleunigungsphase ?
- ( b ) Berechne die Drehzahl der Räder pro Minute, wenn der Porsche die Geschwindigkeit  $v_0$  erreicht hat.

Nun muss der Porsche eine Kurve fahren, ohne gesteuert werden zu können. Dafür wird die horizontal verlaufende Strasse seitlich geneigt. Bei der engsten Stelle der Kurve beträgt der Kurvenradius  $R$ . Der statische Reibungskoeffizient zwischen den Pneu und der Strasse ist  $\mu_0$ .

- ( c ) Um wie viel Grad muss die Strasse im engsten Punkt geneigt werden, damit der Porsche die Kurve durchfährt, ohne nach außen zu gleiten ?

Die Strasse ist nun wieder geradlinig. Der Porsche muss einen  $\Delta x$  breiten Graben überspringen. Dafür wurde vor dem Graben eine Rampe angebracht. Auf beiden Seiten des Grabens ist der Boden ( einschließlich der Rampe ) auf gleicher Höhe. Das Auto kann hier als Massenpunkt angesehen werden.

- ( d ) Berechne die minimale Steigung der Rampe.
- Trigonometrische Beziehung :  $2 \cdot \sin \theta \cdot \cos \theta = \sin ( 2 \theta )$

Der Porsche fährt nun mit der Geschwindigkeit  $v_0$  weiter auf der geradlinigen horizontalen Strasse, bis er mit einem Mercedes der Masse  $M'$  zusammenstößt. Der Mercedes fährt vor dem Zusammenstoss geradlinig mit der Geschwindigkeit  $u$ . Der Winkel zwischen den beiden heranfahrenden Autos beträgt  $\gamma$ . Nach dem Zusammenstoss fahren beide Autos ineinander verkeilt zusammen weiter.

Beide Autos können als Massenpunkte behandelt werden.

- ( e ) Um welchen Winkel wird der Porsche durch den Zusammenstoss abgelenkt ?
- ( f ) Wie viel mechanische Energie geht beim Zusammenstoss in andere Energieformen über ?

*Wenn du ein numerisches Resultat nicht finden kannst, fahre mit einem geschätzten Wert weiter !*

Numerische Angaben :

$g = 10,0 \text{ m/s}^2$	$v_0 = 90,0 \text{ km/h}$	$P_m = 7,00 \cdot 10^4 \text{ W}$	$F_R = 600 \text{ N}$
$M = 950 \text{ kg}$	$m = 25,0 \text{ kg}$	$r = 34,8 \text{ cm}$	$R = 60,0 \text{ m}$
$\Delta x = 31,25 \text{ m}$	$M' = 1'250 \text{ kg}$	$u = 38,0 \text{ m/s}$	$\mu_0 = 0,290$
			$\gamma = 120^\circ$

# Maturprüfung 2006

Grundlagenfach Physik  
Gymnasium von Porrentruy

Dauer : 2 ½ Stunden für 3 Probleme  
Hilfsmittel : Formelsammlung,  
Wörterbuch Deutsch – Französisch,  
Taschenrechner.

## 2. Problem

Nelson schaut durstig auf eine metallene, zylinderförmige, hermetisch geschlossene Bierdose, deren innere Höhe **H** und deren Innendurchmesser **D** betragen. Die Dose steht seit einiger Zeit auf einem von der Sonne beschienen Tisch, wo die Temperatur  $\theta_S$  herrscht.

Auf der Dose steht folgendes geschrieben :

5,00 Deziliter Bier, abgefüllt bei 1,00 atm und 17,5 °C ;  
Dichte des Biers beim Abfüllen : 986 kg/m<sup>3</sup>

- ( a ) Um wie viel Promille verändert sich das Volumen des in der Dose enthaltenen Biers dem ursprünglichen Volumen gegenüber, wenn seine Temperatur auf  $\theta_S$  steigt ?
- Der Volumenausdehnungskoeffizient des Biers ist  $\gamma$ .
  - Vernachlässige die Volumenänderung der Dose in Funktion der Temperatur.
- ( b ) Wie groß ist der Druck der in der Dose eingeschlossenen Luft bei  $\theta_S$  ?

Nelson möchte ungesehen etwas Bier aus der Dose stehlen. Dafür sticht er ein Loch in den Boden und hält ein Bierglas unter das Loch.

- ( c ) Wie viel Bier fließt ins Glas ?
- Nimm an, der Luftdruck betrage  $P_0$ .
  - Vernachlässige die Änderung der Dichte des Biers und nimm den auf der Dose angegebenen Wert.

Dann stellt er das Glas mit dem Bier in den Eisschrank, wo die Temperatur  $\theta_E$  herrscht. Nach einiger Zeit trinkt Nelson mit viel Vergnügen das im Glas enthaltene Bier. In seinem Körper wird das Bier wieder erwärmt.

- ( d ) Wie viel Prozent der ursprünglichen Brennwert-Energie des Biers gehen durch das Erwärmen von der Temperatur  $\theta_E$  auf seine Körpertemperatur  $\theta_K$  verloren ?
- Der Brennwert von Bier ist **B**.
  - Die spezifische Wärme von Bier ist **c**.
  - Vernachlässige die Änderung der Dichte des Biers und nimm den auf der Dose angegebenen Wert.

*Wenn du ein numerisches Resultat nicht finden kannst, fahre mit einem geschätzten Wert weiter !*

Numerische Angaben :

$$g = 10,0 \text{ m/s}^2$$

$$H = 15,0 \text{ cm}$$

$$D = 8,00 \text{ cm}$$

$$\theta_S = 35,0 \text{ °C}$$

$$\gamma = 2,48 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$$

$$P_0 = 1,00 \text{ atm}$$

$$\theta_E = 9,00 \text{ °C}$$

$$\theta_K = 36,0 \text{ °C}$$

$$B = 1,88 \text{ MJ/kg}$$

$$c = 4,178 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{K)}$$

# Maturprüfung 2006

Grundlagenfach Physik  
Gymnasium von Porrentruy

Dauer : 2 ½ Stunden für 3 Probleme  
Hilfsmittel : Formelsammlung,  
Wörterbuch Deutsch – Französisch,  
Taschenrechner.

## 3. Problem

Ein abgelegenes Bauernhaus wurde kürzlich elektrifiziert.

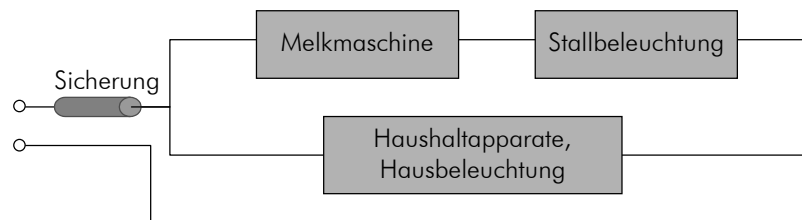
- Die Stromleitung von der Verteilerzentrale bis zum Bauernhof hat die Länge  $L$ .
- Die Leitung besteht aus zwei dicken Kupferdrähten und befördert Strom der Höchstleistung  $P_{\max}$  unter einer Gesamtspannung von  $U_0$ .

( a ) Wie groß ist die maximale Stromstärke, die durch das Leitungskabel fließen kann ?

Die mittlere im Bauernhof benötigte Leistung wurde auf  $\frac{1}{4}$  der Höchstleistung geschätzt.

- Der spezifische Widerstand von Kupfer ist  $\rho_{\text{Cu}}$ .
- ( b ) Wie groß musste der Durchmesser der beiden Leitungsdrähte gewählt werden, damit der Leistungsverlust auf der Strecke zwischen der Verteilerzentrale und dem Bauernhof 1,00 % der mittleren vom Bauernhof benötigten Leistung nicht überschreitet ?
- ( c ) Wie viel wird der Leistungsverlust der Stromleitung pro Jahr kosten, wenn die Kilowattstunde 27 Rappen kostet ?

Der Bauernhof ist durch eine 25 Ampères – Sicherung geschützt. Hier ist das Verbraucherschema des Hofes zu sehen :



Gestern Abend wollte der Bauer zum ersten Mal die neue Melkmaschine verwenden. Gleichzeitig mit Melkmaschine, die eine Leistung von  $P_M$  hat, waren die Stallbeleuchtung mit der Leistung  $P_B$  und mehrere Haushaltapparate und Lampen, die zusammen eine Leistung von  $P_H$  haben, angeschaltet. Alle Leistungsangaben gelten für den Betrieb unter einer Spannung von 230 V, bei der die Geräte normal funktionieren.

Zum großen Erstaunen des Bauern funktionierte die Melkmaschine nicht, obwohl sie funkelneue war.

- ( d ) Zeige, dass eine falsche Verkabelung schuld daran war, indem du die effektive Leistung der Melkmaschine am gestrigen Abend ausrechnest.
- ( e ) Zeige weiter, dass bei richtiger Verkabelung überhaupt nichts funktioniert hätte, weil die Sicherung durchgebrannt wäre.
- Vernachlässige bei der Berechnung von ( d ) und ( e ) den Spannungsabfall über der Leitung.

*Wenn du ein numerisches Resultat nicht finden kannst, fahre mit einem geschätzten Wert weiter !*

Numerische Angaben :

$$P_{\max} = 6,90 \text{ kW}$$

$$U_0 = 230 \text{ V}$$

$$L = 3,5 \text{ km}$$

$$\rho_{\text{Cu}} = 1,665 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$$

$$P_M = 3,00 \text{ kW}$$

$$P_B = 670 \text{ W}$$

$$P_H = 3,00 \text{ kW}$$