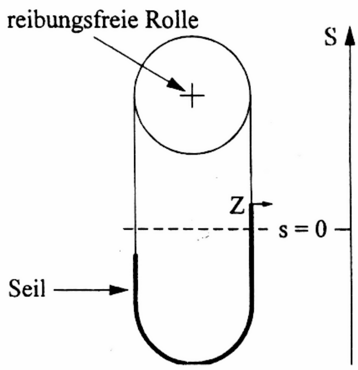
AP 1997 A III

1.0 Die Enden eines geeigneten, homogenen Seils (konstante Querschnittsfläche A, Länge ℓ, Masse m) sind mit einem dünnen Faden über eine Rolle verbunden. Der Zeiger Z, der an dem Seil befestigt ist, kennzeichnet im nebenstehenden Koordinatensystem die zeitabhängige Koordinate s der Elongation. Die Massen von Faden, Rolle und Zeiger werden vernachlässigt.



In einem Meßversuch wird für Seile verschiedener Länge ℓ die Abhängigkeit der Periodendauer T des Pendels von der Länge ℓ des Seils und der Amplitude $\hat{s}$ der Schwingung untersucht.
Es ergibt sich folgende Meßreihe:

Messung Nr.	1	2	3	4	5
Länge ℓ des Seils in m	1,98	1,12	1,12	1,12	0,64
Amplitude $\hat{s}$ in cm	20	25	20	10	20
Periodendauer T in s	2,00	1,50	1,50	1,50	1,12

1.1 Zeigen Sie durch graphische Auswertung der Meßreihe, daß die Gleichung $T = k \cdot \sqrt{\ell}$ gilt, wobei k eine Konstante ist. (6 BE)
(Maßstab: $0{,}2\ \sqrt{\text{m}} \mathrel{\hat{=}} 1$ cm; $0{,}4\ \text{s} \mathrel{\hat{=}} 1$ cm)

1.2 Ermitteln Sie mit Hilfe des Diagramms von 1.1 die Länge des Seils, so daß sich eine Periodendauer von 1,00 s ergibt. (2 BE)

1.3 Begründen Sie anhand der Meßdaten, daß die Periodendauer T des Pendels unabhängig von der Amplitude $\hat{s}$ der Schwingung ist. (2 BE)

1.4.0 Im folgenden wird das Seil der Länge $\ell = 1{,}98$ m und der Masse m betrachtet. Dieses Seil wird ein weiteres Mal aus der Gleichgewichtslage $s = 0$ ausgelenkt und sich selbst überlassen.

1.4.1 Zeigen Sie durch allgemeine Herleitung, daß für die Koordinate F_R der Rückstellkraft $\vec{F}_R$ die Gleichung gilt:

$F_R = -2 \cdot \frac{m \cdot g}{\ell} \cdot s$, wobei g der Betrag der Fallbeschleunigung ist. (4 BE)

1.4.2 Erklären Sie, warum das Seil eine harmonische Schwingung ausführt. (3 BE)

1.4.3 Leiten Sie, ausgehend von der Formel für die Periodendauer der harmonischen Schwingung, eine Beziehung zur Berechnung der Periodendauer T des harmonisch schwingenden Seils her, und berechnen Sie T unter Berücksichtigung von 1.4.0. (3 BE)

[Teilergebnis: $T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{\ell}{2 \cdot g}}$]

1.5.0 Nun wird ein anderes Seil verwendet; dieses führt harmonische Schwingungen aus. Zum Zeitpunkt $t_1 = 0{,}20$ s ergeben sich für die Koordinaten von Elongation und Beschleunigung folgende Daten:

$s(t_1) = -0{,}168$ m; $a(t_1) = 2{,}95\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

1.5.1 Berechnen Sie die Periodendauer T dieser Schwingung. (5 BE