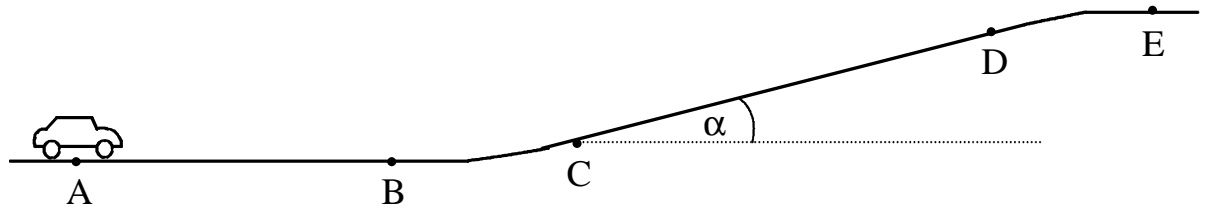


I

BE 1.0



Ein Auto mit der Masse  $m = 1,2 \text{ t}$  bewegt sich auf einer Fahrbahn, deren Profil in der obenstehenden Skizze dargestellt ist. Die Fahrbahn verläuft zunächst horizontal, ist zwischen den Punkten C und D um den Winkel  $\alpha = 12^\circ$  gegen die Horizontale geneigt und verläuft ab dem Punkt E wieder horizontal. Die Reibung im Getriebe und im Antrieb, der Luftwiderstand und die Rotationsenergie der Räder sind in den folgenden Aufgaben zu vernachlässigen.

- 5 1.1 Das Auto passiert den Punkt A zum Zeitpunkt  $t_A = 0 \text{ s}$  mit einer Geschwindigkeit vom Betrag  $v_A = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Auf der geradlinigen Strecke [AB] mit der Länge  $s_{AB} = 64 \text{ m}$  wird das Auto gleichmäßig auf eine Geschwindigkeit vom Betrag  $v_B = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  beschleunigt. Berechnen Sie den Betrag  $a$  der Beschleunigung und den Zeitpunkt  $t_B$ , zu dem das Auto den Punkt B erreicht.

- 1.2.0 Ab dem Zeitpunkt  $t_B$  übt der Motor eine Zugkraft aus, die so groß ist, dass der Betrag der Geschwindigkeit des Autos bis zum Punkt E konstant bleibt. Die Reibungszahl für die Rollreibung zwischen den Autoreifen und der Fahrbahn beträgt  $\mu = 0,020$ . Im Zeitintervall  $[t_C; t_D]$  legt das Auto die geradlinige Strecke [CD] zurück.

- 4 1.2.1 Zeichnen Sie für einen Zeitpunkt  $t$  mit  $t_C < t < t_D$  einen Kräfteplan, der alle Kräfte enthält, die auf das Auto wirken.

- 5 1.2.2 Berechnen Sie die mechanische Leistung, die der Motor im Zeitintervall  $[t_C; t_D]$  abgibt.

- 6 1.3 Die Bremskraft, die maximal auf ein Auto ausgeübt werden kann, ist bestimmt durch die Haftreibungszahl für den Autoreifen auf der Fahrbahn. Ab dem Punkt E bewegt sich das Auto auf horizontaler Fahrbahn mit einer Geschwindigkeit vom Betrag  $v_E = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . Berechnen Sie die Länge  $s_{Br}$  des Bremsweges, den das Auto mindestens benötigen würde, um von dieser Geschwindigkeit in den Stillstand abzubremsen, wenn die Haftreibungszahl  $\mu_H = 0,55$  beträgt.

- 2.0 Die Gültigkeit des Coulombschen Gesetzes für elektrische Punktladungen soll experimentell bestätigt werden.

- 9 2.1 Beschreiben Sie anhand einer Skizze einen Versuchsaufbau, mit dem der Betrag der Coulombkräfte, die zwei kleine, elektrisch geladene Kugeln aufeinander ausüben, bestimmt werden kann. Erläutern Sie die Funktionsweise der Versuchsanordnung.

- 2.2.0 Ein Deuteriumkern ( ${}^2_1\text{D}$ ) und ein Tritiumkern ( ${}^3_1\text{T}$ ) haben jeweils die Ladung  $Q_D = Q_T = +1e$ , wobei  $e$  die Elementarladung ist. Die Masse eines Deuteriumkerns

beträgt  $m_D = 3,34 \cdot 10^{-27}$  kg, die Masse eines Tritiumkerns  $m_T = 5,01 \cdot 10^{-27}$  kg. Die Kerne werden als kugelförmig angesehen.

$F_{el}$  sei der Betrag der elektrischen Kraft, mit der sich ein Deuterium- und ein Tritiumkern in einer bestimmten Entfernung  $r$  (Mittelpunktsabstand) von einander abstoßen.

$F_g$  sei der Betrag der Gravitationskraft, mit der sich die Kerne in dieser Entfernung  $r$  gegenseitig anziehen.

4 2.2.1 Berechnen Sie das Verhältnis  $F_{el} : F_g$  und begründen Sie anhand des Ergebnisses, dass die Gravitationskraft gegenüber der elektrischen Kraft vernachlässigbar ist.

5 2.2.2 Stellen Sie die Abhängigkeit des Betrages  $F_{el}$  der elektrischen Abstoßungskraft von der Entfernung  $r$  der beiden Kerne in einer Gleichung mit eingesetzten Daten dar, und zeichnen Sie das zugehörige  $r$ - $F_{el}$ -Diagramm für  $3,5 \cdot 10^{-15} \text{ m} \leq r \leq 21,0 \cdot 10^{-15} \text{ m}$ .

Wählen Sie für die Wertetabelle die Schrittweite  $\Delta r = 3,5 \cdot 10^{-15} \text{ m}$ .

Maßstab:  $2 \text{ N} \hat{=} 1 \text{ cm}$  ;  $3,5 \cdot 10^{-15} \text{ m} \hat{=} 1 \text{ cm}$

2.3.0 Für die folgenden Teilaufgaben wird der Tritiumkern als ruhend angenommen. Der Deuteriumkern soll von einer Entfernung  $r_1$  in eine Entfernung  $r_2$  zum Tritiumkern gebracht werden, wobei  $r_1, r_2 \in [3,5 \cdot 10^{-15} \text{ m} ; 21,0 \cdot 10^{-15} \text{ m}]$  und  $r_2 < r_1$ .

$W_{12}$  ist die Verschiebungsarbeit, die dabei am Deuteriumkern verrichtet werden muss.

2 2.3.1 Kennzeichnen Sie im Diagramm von 2.2.2 die Verschiebungsarbeit  $W_{12}$ .

3 2.3.2 Zeigen Sie, dass für die Verschiebungsarbeit  $W_{12}$  gilt:  $W_{12} = -2,31 \cdot 10^{-28} \text{ Jm} \cdot \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$ .

2.4.0 Eine Möglichkeit, Kernenergie zu nutzen, bietet sich mit der kontrollierten Kernverschmelzung (Kernfusion) von Deuterium und Tritium.

3 2.4.1 Bei dieser Kernfusion müssen Deuterium- und Tritiumkerne gegen die abstoßende elektrische Kraft auf die Entfernung  $r_2 = r_D + r_T = 3,5 \cdot 10^{-15} \text{ m}$ , wobei  $r_D$  und  $r_T$  die Radien der beiden Kerne sind, zusammengebracht werden, damit sie dann unter dem Einfluss der Kernkräfte verschmelzen können.

Berechnen Sie mit Hilfe von 2.3.2 den Mindestwert der kinetischen Energie, den ein Deuteriumkern in sehr großer Entfernung zu dem als ruhend angenommenen Tritiumkern haben müsste, damit es zu einer Fusion der Kerne kommt.

4 2.4.2 Im Reaktor werden die Deuterium- und Tritiumkerne durch ein starkes Magnetfeld, das diese Kerne auf stark gekrümmte Bahnen lenkt, eingeschlossen.

Betrachtet wird ein Deuteriumkern, dessen Bahngeschwindigkeit senkrecht zu den magnetischen Feldlinien gerichtet ist und den Betrag  $v = 1,1 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  besitzt.

Bestimmen Sie, wie groß der Betrag der magnetischen Flussdichte  $\vec{B}$  sein muss, um den Deuteriumkern auf einem Kreisbogen mit dem Radius  $r_K = 6,0 \text{ mm}$  zu halten.