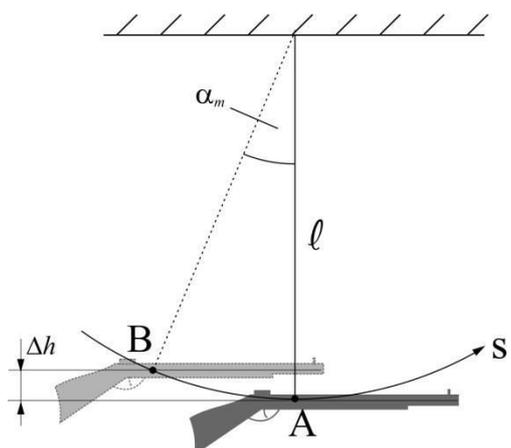


- BE 1.0 In einem Biathlonverein werden die Kleinkalibergewehre routinemäßig überprüft. Das betrachtete Gewehr besitzt die Masse $m_G = 4,80 \text{ kg}$. Die verwendeten Kugeln haben jeweils die Masse $m_K = 2,6 \text{ g}$. Bei den folgenden Überlegungen werden die Masse der beschleunigten Luft sowie der Luftwiderstand vernachlässigt.
- 1.1.0 Bei einem ersten Test wird die Funktionsfähigkeit des Gewehrs überprüft. Dazu wird ein Schuss auf eine Zielscheibe abgefeuert. Während des Abschusses übt das Gewehr kurzzeitig einen Kraftstoß auf den Schützen aus, den sogenannten Rückschlag. Die Kugel verlässt den Lauf mit der Geschwindigkeit \vec{v}_K . Bei einem neuen Gewehr gilt für den Betrag dieser Geschwindigkeit $v_K = 380 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.
- 3 1.1.1 Erläutern Sie, wie es zu dem Rückschlag kommt.
- 4 1.1.2 Während des Abschusses erfährt die Kugel im Lauf die mittlere Beschleunigung \vec{a} . Der Lauf besitzt die Länge $\Delta s = 66 \text{ cm}$. Berechnen Sie den Betrag a der mittleren Beschleunigung und die Dauer Δt der Beschleunigung der Kugel bei einem neuen Gewehr.
- 3 1.1.3 Berechnen Sie den Betrag des Kraftstoßes, den der Schütze während des Rückschlags spürt.
- 1.2.0 Um die aktuelle Abschussgeschwindigkeit der Kugel zu bestimmen, wird das Gewehr an einer Leine im Schwerpunkt des Gewehrs aufgehängt. Dieser befindet sich dann im Punkt A mit der Koordinate $s_A = 0 \text{ m}$ (siehe Skizze). Der Schuss wird mit Hilfe einer Fernsteuerung ausgelöst. Unmittelbar nach dem Schuss fliegt die Kugel mit der Geschwindigkeit \vec{u}_K nach rechts und das Gewehr schwingt mit der Geschwindigkeit \vec{u}_G nach links. Eine Drehbewegung des Gewehrs tritt dabei nicht auf. Erreicht der Schwerpunkt des Gewehrs bei dieser Schwingung den Umkehrpunkt B, ist die Leine um den maximalen Winkel $\alpha_m = 3,5^\circ$ ausgelenkt. Die Höhe des Schwerpunktes hat dann gegenüber dem Punkt A um Δh zugenommen. Für die Pendellänge gilt $\ell = 1,1 \text{ m}$. u_G ist der Betrag der Geschwindigkeit \vec{u}_G .
- 
- 6 1.2.1 Zeigen Sie durch allgemeine Herleitung, dass für u_G gilt: $u_G = \sqrt{2 \cdot g \cdot \ell \cdot (1 - \cos \alpha_m)}$, wobei g der Betrag der Fallbeschleunigung ist. Erläutern Sie kurz den physikalischen Ansatz Ihrer Herleitung.
- 4 1.2.2 Berechnen Sie u_G und ermitteln Sie den Betrag u_K der Abschussgeschwindigkeit dieser Kugel.
- 6 1.2.3 Der Schuss wird zum Zeitpunkt $t_0 = 0 \text{ s}$ ausgelöst. Der Schwerpunkt des Gewehrs befindet sich in diesem Moment im Punkt A mit $s_A = 0 \text{ m}$ und bewegt sich mit der Geschwindigkeit \vec{u}_G des Betrags $u_G = 0,20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ nach links. Anschließend schwingt der Schwerpunkt harmonisch mit der Periodendauer T und der Amplitude $s_m = 6,7 \text{ cm}$.
Leiten Sie ausgehend von der Zeit-Elongation-Gleichung dieser harmonischen Schwingung einen allgemeinen Zusammenhang zwischen T , u_G und s_m her.
Berechnen Sie T und geben Sie die Zeit-Geschwindigkeit-Gleichung der Bewegung des Schwerpunkts für $t \geq 0 \text{ s}$ mit eingesetzten Werten an. [Teilergebnis: $T = 2,1 \text{ s}$]
- 4 1.2.4 Das Experiment wird an einem Schießstand durchgeführt. Eine spezielle Schutzwand befindet sich in der Entfernung $e = 50,5 \text{ m}$ vor der Mündung des Gewehrs. Der Betrag der Abschussgeschwindigkeit der Kugel ist $u_K = 0,37 \frac{\text{km}}{\text{s}}$. Der Lauf des waagrecht hängenden Gewehrs muss beim Abschuss mindestens die Höhe h_m über dem horizontalen Erdboden haben, damit die Kugel nicht vor der vertikalen Schutzwand den Boden trifft. Berechnen Sie die Höhe h_m .