

הנחיות לחישוב התנגשות במטוטלת בליסטית

מק"ט 12490

המוצר המצורף בזה שונה מעט מהמוצר 1249, מטוטלת בליסטית, בכמה פרטים עקרוניים, הדורשים תשומת-לב לדיוק במשקלם ובאורכם של מרכיבי המערכת ובדרך החישוב.

השימוש במתקן דומה לשימוש במוצר 1249, שלו נמצא באתר תדריך מפורט, אך חישוביו שונים, בגלל הסיבות הבאות:

1. מסתו של המוט, שנושא בקצהו את המשקולת, אינה זניחה ביחס למסת המשקולת.
2. מסת המשקולת אינה גדולה מאוד בהשוואה למסת הגולה, עובדה שמחייבת דיוק רב בשקילה ובמדידות.

ניתן לפרק את המוט מצירו, ואת המשקולת מהמוט, ויש לשקול אותם בדיוק נמרץ, כך גם את הגולה שנוֹרֶית; יש למדוד בדיוק רב את אורכו של המוט.

נגדיר ערכים לשם רישום שתי המשוואות לשני האירועים: התנגשות פלסטית והמרת אנרגיה.

המסה של הגולה m_1 ; המסה של המשקולת m_2 ; המסה של מוט המטוטלת m_3 ;

אורך מוט המטוטלת l ; זווית הפרישה α ; מהירות הלוע של הגולה v ;

המהירות המשותפת לשני הגופים לאחר ההתנגשות u ; המהירות הזוויתית של המוט ω ;

מומנט אינרציה של המוט סביב ציר בקצהו $\frac{1}{3}m_3l^2$; מומנט אינרציה של המשקולת סביב הציר m_2l^2 ;

הערה לגבי החישובים: החישובים גולשים לנושא הגוף הקשיח, שאינם כלולים בתכנית הלימודים בפיזיקה בתיכון (ל-5 יח"ל), אך מתאימים לרמת המעבדה בלימודי ההנדסאות והלאה.

משוואת ההתנגשות הפלסטית:

$$m_1 l v + 0 = (m_1 + m_2) l \omega + \frac{1}{3} m_3 l^2 \omega$$

כאשר: $\omega = \frac{u}{l}$

משוואת המרת אנרגיה קינטית לאנרגיה של מסה בשדה הכובד ("אנרגיה פוטנציאלית"):

$$(m_1 + m_2) l \cdot \frac{\omega^2}{2} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} m_3 l^2 \omega^2 = (m_1 + m_2) g \cdot l (1 - \cos \alpha) + m_3 g \frac{l}{2} (1 - \cos \alpha)$$

שני נעלמים u, α ושתי משוואות. ניתן לחלץ את מהירות הלוע v .

עתה ניתן לאשרר את ערכה של מהירות הלוע באמצעות זריקה אופקית, כמתואר בתדריך הנזכר מעלה.