

Slezská univerzita v Opavě – Fyzikální ústav			
Fyzikální praktikum I – Mechanika a molekulová fyzika			
Jméno:	Ročník, obor:	Vyučující:	Datum měření:
Spolupracující:	Název úlohy: Studium vrhů		Datum odevzdání:
Číslo úlohy:			Hodnocení:

Úkol

Cílem úlohy je prakticky prostudovat vrhy, konkrétně pak tyto dvě jejich realizace:

1. měřením stanovit počáteční rychlost střely (z dětské pistolky, jde o vrh šikmý vzhůru), a to dvěma metodami – z délky vrhu a metodou užití balistického kyvadla.
2. měřením stanovit parametry vrhu vodorovného (pád kuličky ze stolu, jde o vrh vodorovný) a nalézt všechny rovnice, které tento vrh popisují.

Pomůcky

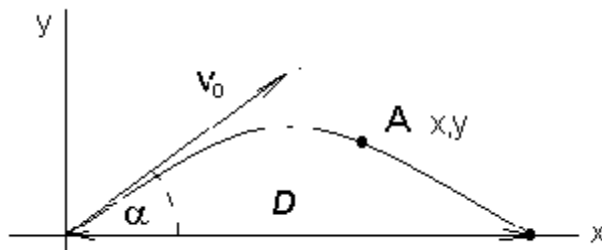
sestavy pro provedení obou vrhů
sestava pro balistické kyvadlo
váhy
pravítko, svinovací metr

Část 1

Teorie úlohy

1. k měření užitím šikmého vrhu

Doplňte sami to, co je zde uvedeno: V teorii popište, co je šikmý vrh, zdůrazněte, že je to pohyb složený a napište ze kterých dvou pohybů. Napište všechny rovnice pro šikmý vrh. Trajektorie šikmého vrhu je na obr. 1 – obrázek řádně překreslete a popište obě osy včetně jednotek.



Obr. 1 Šikmý vrh

Při pohybu tělesa, které budeme považovat za pohybující se hmotný bod, budeme zanedbávat odpor prostředí (napište, proč si to můžeme dovolit). Těleso se pohybuje v tíhovém poli Země a její pohyb je výsledkem řešení výše uvedených rovnic (ty tam máte dopsat).

Platí: pro bod vrhu $x_0 = y_0 = 0$, $v_{0x} = v_0 \cos \alpha$, $v_{0y} = v_0 \sin \alpha$ (významy všech písmen musí být

uvedeny – dopsat). Řešením jsou parametrické rovnice trajektorie $x = v_0 \cos \alpha t$, $y = v_0 \sin \alpha t - gt^2/2$.

Z nich pro dolet D ($y=0$, $x=D$) vyplývá

$$v_0 = \sqrt{\frac{D \cdot g}{\sin(2\alpha)}} \quad (1)$$

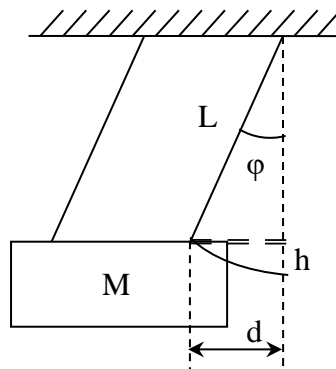
2. k měření užitím balistického kyvadla

Balistické kyvadlo je těleso hmotnosti M zavěšené na dvou bifilárních závěsích délky L (obr. 2). Vzhledem ke způsobu zavěšení může vykonávat pouze translační pohyb. Do tohoto tělesa, které je na počátku měření v klidu, vnikne těleso o hmotnosti m . V okamžiku srážky má těleso rychlost v_0 a pro zjednodušení předpokládejme, že těleso vstoupí do kyvadla vodorovně. Místo srážky je z měkké plastelíny, takže jde o nepružný ráz – viz obr. 2.

Platí zákon zachování hybnosti

$$m v_0 = V_0(M + m), \quad (2)$$

kde V_0 je počáteční rychlost kyvadla s tělesem.



Obr. 2 Balistické kyvadlo

Platí rovněž zákon zachování mechanické energie:

$$\frac{1}{2}(M + m)V_0^2 = (M + m)gh. \quad (3)$$

kde h je výška těžiště kyvadla v krajní poloze nad rovinou nulové potenciální energie (obě roviny přesněji specifikujte). Z rovnice (3) vyjádříme $V_0 = \sqrt{2gh}$ a dosadíme do (2)

$$v_0 = \frac{M + m}{m} \sqrt{2gh} \quad (4)$$

h vyjádříme pomocí délky L a výchylky d :

$$v_0 = \frac{M + m}{m} \sqrt{2g(L - \sqrt{L^2 - d^2})} \quad (5)$$

ad 1. Vlastní měření metodou šikmého vrhu

Postup měření:

1. Pro ověření vztahu (1) zvolte úhel šikmého vrhu α .
2. Potom změřte vzdálenost dopadu D projektilu od hlavně pistole pro 10 měření.

Nyní provedme vlastní měření, hodnoty zapisujeme do tabulky:

- následuje kompletní měření se zpracováním výsledků – viz Protokol - vzor

ad 2. Vlastní měření metodou balistického kyvadla

Postup měření:

1. Zvažte balistické kyvadlo a projektil a určete hmotnosti M a m .
2. Určete délku závěsu kyvadla L .
3. Pak 10 x změřte výchylku balistického kyvadla d po zasažení tělesem - projektilem.
4. Vypočtete rychlost tělesa podle vzorce (1) a (5).

Nyní provedme vlastní měření, hodnoty zapisujeme do tabulky:

- následuje kompletní měření se zpracováním výsledků – viz Protokol - vzor

Část 2

V další části provedeme měření pro nalezení parametrů vodorovného vrhu kuličky, počáteční rychlost vrhu změříme 10x, hodnoty zapisujeme do tabulky, spočteme počáteční rychlost kuličky včetně kombinované nejistoty měření. Potom zapíšeme parametrické rovnice vrhu i rovnici trajektorie vrhu.

Závěr

Porovnejte a zhodnoťte výsledky měření rychlosti střely oběma metodami, určete celkový výsledek s ohledem na zhodnocení přesnosti obou metod, všechny výsledky uveďte v Závěru. Dále v závěru uveďte získané výsledky pro Část 2.