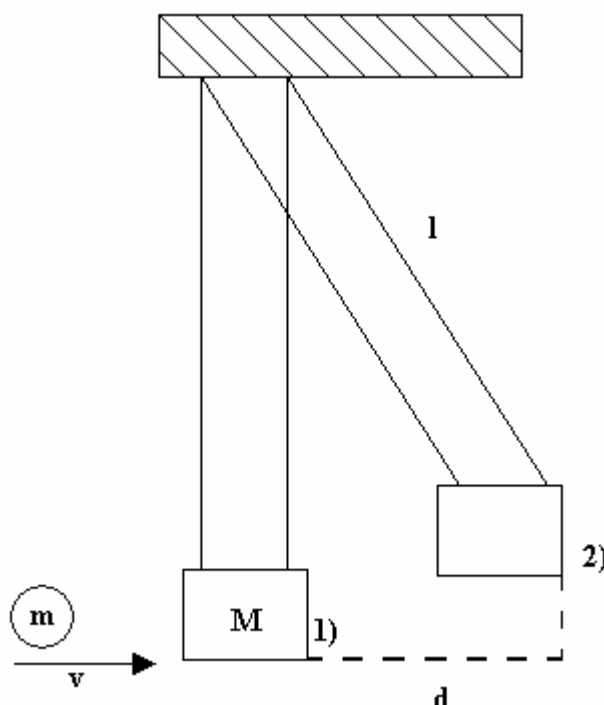


Školní rok: 2005/06	GYMNÁZIUM NÁCHOD	Třída: Septima A
Datum: 4.12.2005	Seminární práce	protokol č. 1
Jméno a příjmení: Jiří Zelený		

název: Balistické kyvadlo, rychlost střely a její kinetická energie, účinnost airsoftové zbraně



pomůcky: balistické kyvadlo (plechovka, pěnová výplň), airsoftová zbraň, BB projektily, provázek, železný stojan, metr, váhy, vodováha, siloměr

1) měření rychlosti střely a její kinetické energie

příprava: Nejprve sestavíme stojan. Použil jsem železnou konstrukci připevněnou ke dřevěné desce. Na ni zavěsíme pomocí bifilárního závěsu kyvadlo. Nejprve vysvětlím, co je to bifilární závěs. Je to zavěšení na dva stejně dlouhé provázky, pomocí čehož je zajištěna vodorovnost kyvadla. Je to totiž rovnoběžník, pokud je tedy vodorovné rameno držáku, pak je vodorovné i kyvadlo. Vodorovnost zajistíme pomocí vodováhy. Samotné kyvadlo jsem vyrobil z plechovky od nápoje, které jsem uříznul horní okraj, a na dno jsem vsunul kotouč jakési pěnové hmoty, která zajistila, aby se náboje neodrážely ven z plechovky. Předem také zvážíme projektily a kyvadlo.

postup měření: Připravíme si balistické kyvadlo. Umístil jsem je na hranu stolu tak, abych mohl na boční stěnu přilepit stupnici. K tomu mi posloužil čtverečkový papír, na kterém jsem vyznačil orientační hodnoty. Vše srovnáme do vodorovné polohy. Potom nabijeme zbraň. Také ji srovnáme do vodorovné polohy odjistíme a začneme střílet. Musíme střílet co nejpřesněji do středu kyvadla a zbraň držet stále ve vodorovné poloze. Spolupracovník nám odečte ze stupnice výchylku ve vodorovném směru. Měření opakujeme dle libosti.

vstupní údaje:

- M = 1) 10,51 g
 2) 10,53 g
 3) 10,55 g
 4) 10,57 g
 5) 10,59 g

m = 0,2 g
 l = 1,05 m

výpočet rychlosti:

$$v = \left(1 + \frac{M}{m}\right) \sqrt{2g(l - \sqrt{l^2 - d^2})}$$

v - rychlost broku

M- hmotnost kyvadla

m - hmotnost broku

g - gravitační zrychlení $g \doteq 9,81 \text{ m.s}^{-2}$

l - délka závěsu

d - délka výchylky od svislé polohy

	1	2	3	4	5
M (g)	10,55	10,57	10,59	10,61	10,63
m (g)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
l (m)	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
d (m)	0,37	0,37	0,36	0,35	0,35
v (m/s)	61,8	61,9	60,3	58,7	58,8

Naměřená rychlost kuličky není nikdy stejná. Je to dáno odchylkami v hmotnosti kuliček, nepřesnou střelbou a hlavně nepřesnostmi měření. Navíc pěnová náplň kyvadla se rychle opotřebovávala, a ztrácela tak svou funkci, což způsobovalo další nepřesnosti.

Průměrná úst'ová rychlost kuličky $v_{pr} = 60,3 \text{ m/s} = 217,08 \text{ km/h}$

Údaje výrobce: $v = 65 \text{ m/s} \Leftrightarrow m = 0,2 \text{ g}$, rozdíl je tedy okolo 8 %.

výpočet kinetické energie posuvného pohybu střely:

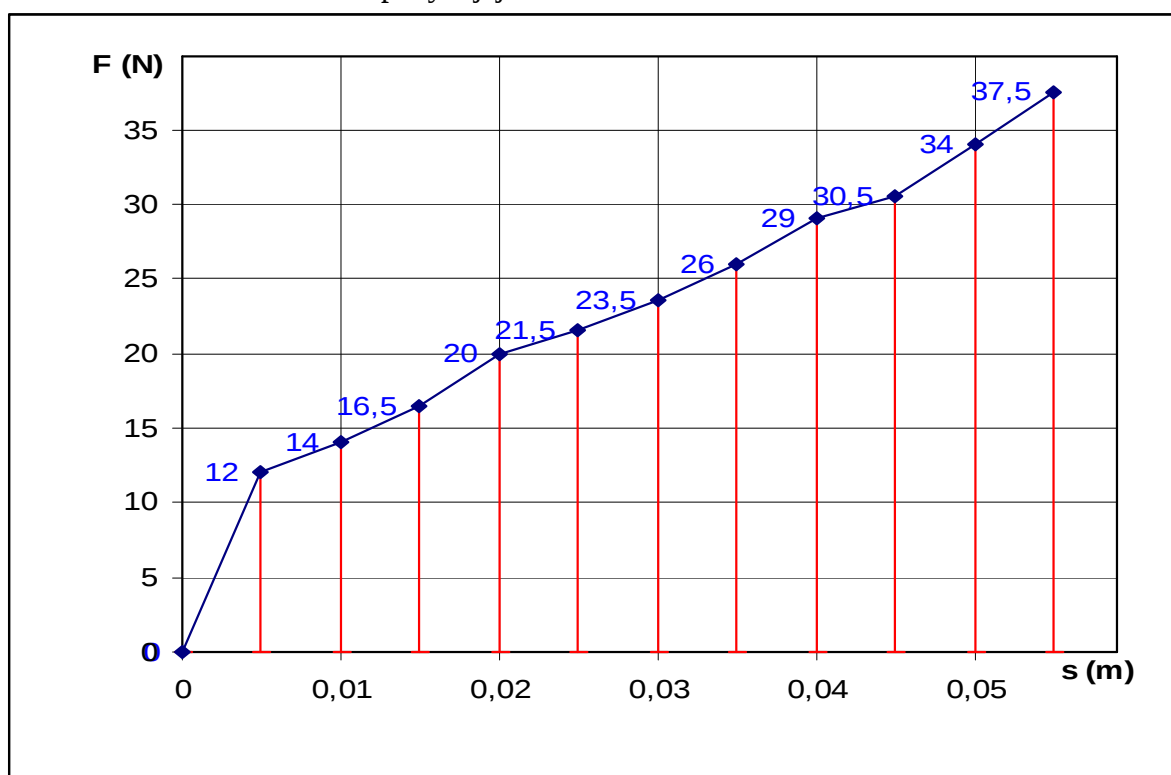
$$E_k = \frac{1}{2} mv^2$$

$$E_k = 0,363 \text{ J}$$

2) měření účinnosti zbraně

postup měření: Postupně táhneme siloměrem za napínací páku, a po pravidelných úsecích zapisujeme síly na siloměru. Potom páku zase pomalu pouštíme a na stejných místech opět odčítáme hodnoty ze siloměru. Siloměr držíme stále ve vodorovné poloze vzhledem k napínací páce.

Práce k napnutí vzduchovky: Tu vypočítáme pomocí plochy pod grafem. Sílu F dostaneme aritmetickým průměrem součtu naměřených hodnot při napínání páky a jejím uvolňování.



s (m)	0	0,005	0,01	0,015	0,02	0,025	0,03	0,035	0,04	0,045	0,05	0,055
F (N)	0	12,0	14,0	16,5	20,0	21,5	23,5	26,0	29,0	30,5	34,0	37,5
W (J)	0	0,030	0,065	0,076	0,091	0,104	0,113	0,124	0,138	0,149	0,161	0,179

Celková práce je tedy rovna součtu všech dílčích prací.

$$W = 1,229 \text{ J}$$

Pak tedy účinnost vzduchovky je $\eta = E_k/W \cdot 100$

$$\underline{\underline{\eta = 29,54\%}}$$



závěr: Rychlost kuličky je tedy něco okolo 60 m/s, což se téměř shoduje s údaji výrobce. Tato rychlost se zdá být na projektil z plynové zbraně poněkud malá, zbraně ale slouží pouze k imitaci boje, střelba do lidí s projektily vyšší energie by již na hráčích ponechávala výrazně nežádoucí stopy. Uvedl jsem, že počítáme energii posuvného pohybu. Kulička totiž také díky jednoduchému mechanismu rotuje, aby bylo dosaženo lepšího dostřelu. S rotací však při tomto měření nepočítáme. Účinnost airsoftové zbraně je docela dobrá, okolo 30%. Přesto zde dochází ke značným ztrátám. Například v pístu dochází nejprve ke stlačování vzduchu a pak teprve k jeho vytlačení ven z pístu. Dále dochází k obtékání vzduchu kolem kuličky. Také odporová síla vzduchu působící na kuličku je dost velká, vzhledem k tomu, že kulička je velmi malé těleso s nízkou hmotností.