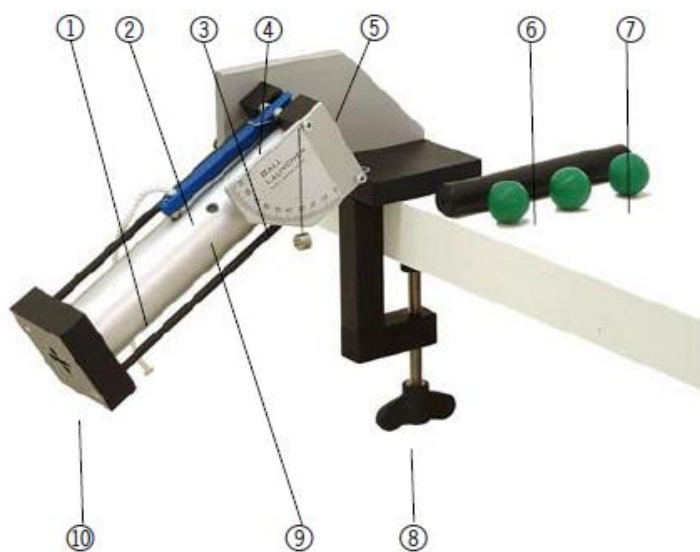


1002654 Aparelho de lançamento 1002655 Suporte para o dispositivo de lançamento

Manual de instruções

12/15 MH



- 1 Cano com mecanismo interno de lançamento
- 2 Alavanca de lançamento com corda
- 3 Escala angular
- 4 Abertura
- 5 Te para o dispositivo de lançamento
- 6 Vara de carregamento
- 7 Bolas de plástico 3x
- 8 Parafuso de fixação
- 9 Perfuração de observação 3x
- 10 Tampa de fundo
- 11 Parafuso de fixação M8x20 com disco de matéria plástica para fixar o dispositivo de lançamento no suporte (não visível)

Fig.1: Componentes

1. Indicações de segurança

- Para comprovar se há uma bola dentro do dispositivo de lançamento e se a mola está tensa, só devem ser utilizadas as perfurações de observação (9). É terminantemente proibido olhar para dentro do cano pela abertura (4). Perigo de ferimento!
- Nunca apontar em pessoas!
- Durante as experiências deve-se utilizar óculos de proteção.
- Armazenar o dispositivo de lançamento sempre com a mola distendida e sem bola no cano.
- Para obter a sensação da energia do lançamento, pode-se por uma mão a proximidade da abertura do cano e lançar uma bola na mão. a energia é relativamente pequena (quando uma das bolas de plástico é lançada a mão a 5 m normalmente também acontece nada).

2. Descrição, dados técnicos

O dispositivo de lançamento serve para a determinação experimental da parábola de lançamento em lançamentos horizontais ou inclinados. Podem ser ajustados ângulos entre 0° e 90°. Também podem ser realizadas 3 velocidades de lançamento por meio da variação da tensão da mola, as quais produzem lançamentos de aprox. 1,1 m, 2,3 m e 4,5 m num ângulo de lançamento de 45°. Graças aos claros pontos de descanso na regulagem da tensão da mola, a reprodutibilidade é muito alta. O desvio padrão do dispositivo de lançamento encontra-se abaixo de 1 % com um ângulo de lançamento de 45°. Sendo que a fixação do dispositivo de lançamento ocorre de tal maneira que o eixo de rotação do ajuste de ângulo de lançamento passa pelo centro da bola no momento do lançamento, a altura do lançamento é independente do ângulo de lançamento.

3. Utilização e manutenção

- O dispositivo de lançamento pode ser montado no suporte 1002655 ou no pêndulo balístico 1002656. Aqui só será descrito o suporte, para o pêndulo balístico já existe um manual de instruções específico.
- O suporte 1002655 é aparafusado numa mesa de trabalho robusta com uma pinça de fixação. Logo, como é mostrado na Fig. 1, o dispositivo é fixado no suporte, sendo que o ângulo de lançamento pode ser ajustado fazendo-se uso da escala (3).
- O carregamento com uma bola sempre ocorre com a mola distendida, colocando-se a bola solta no interior do cilindro de material plástico. Depois, empurra-se a bola no cano com a vara de carregamento até atingir-se a tensão de mola desejada. A vara de carregamento deve ser retirada lentamente, já que senão a aspiração ao retirar-la poderia levar a bola junto. O controle da posição da bola só deve acontecer pelas perfurações de observação laterais. Nunca olhe para dentro do cano!
- Antes do lançamento deve-se garantir que não se encontrem pessoas na linha de voo. Para efetuar o lançamento, puxa-se a corda da alavanca de lançamento, sendo que deve-se puxar a corda na perpendicular da alavanca de lançamento.
- O dispositivo de lançamento não necessita manutenção e não deve ser lubrificado ou sujado de qualquer outra forma. Com exceção da área da escala, ele pode ser limpo com acetona, álcool caseiro ou com benzina caseira. Deve-se evitar a imersão em água já que a mola pode oxidar-se.
- A escala angular pode ser calibrada após, por exemplo, uma desmontagem do dispositivo de lançamento. Para tal, coloca-se o dispositivo de lançamento na posição vertical (90°), lança-se uma bola e observa-se se a bola lançada volta a cair na abertura do cano (para evitar que a bola se danifique com as arestas do cano ela deveria ser pega com a mão logo antes de bater na abertura). Se a bola não cair no ponto certo deve-se corrigir o ângulo de lançamento e recomeçar a experiência. Após ter atingido assim a posição vertical exata, soltase levemente os parafusos de fixação da escala, gira-se esta até a marca de 90° e ela é novamente fixada.
- O armazenamento do dispositivo de lançamento deve sempre ocorrer com a mola distendida e com o parafuso de fixação levemente apertado (11).

4. Execução e análise da experiência

4.1 Montagem da experiência

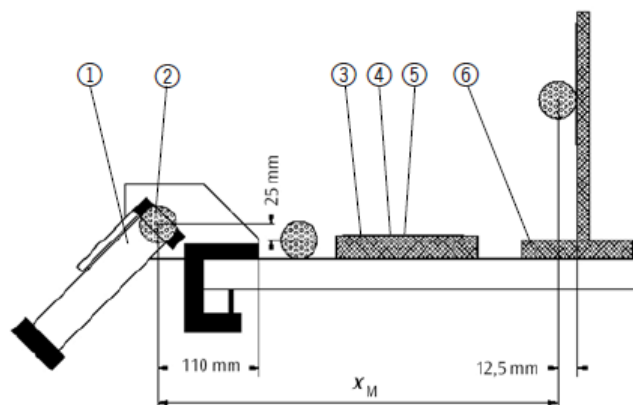


Fig. 2: Montagem da experiência, legenda: (1) dispositivo de lançamento, (2) posição de lançamento da bola, (3) livro, tábua, etc. 25 mm de altura, (4) papel, (5) papel carbono, (6) por ex, quadro branco.

- Uma montagem possível da experiência está representada esquematicamente (não proporcional) na Fig. 2. Quando a bola aterrissa diretamente sobre a mesa de trabalho, deve-se levar em conta uma altura de lançamento de $y_0 = 2,5$ cm.
- No caso de um lançamento contra uma parede vertical deve-se deduzir o raio da bola (1,25 cm) da distância horizontal “ponto de lançamento até parede” para se manter o valor de distância medido x_M . O valor medido de altura y_M resulta da distância “ponto de colisão na parede até mesa de trabalho” menos 3,75 cm.

4.2 Execução da experiência

- É de utilidade para a experiência anotar-se o número da experiência, a tensão da mola (1, 2 ou 3), o ângulo de lançamento, assim como os valores x_M e y_M . Exemplo:

No	Tensão de mola	Angulo de lançamento φ	Distância de lanç. x_M em cm	Altura do alvo y_M em cm
1	1	45°	0,2	0,166
2	1	45°	0,4	0,262
3	1	45°	0,6	0,293
4	1	45°	0,7	0,274
5	1	45°	0,8	0,244
6	1	45°	1,09	0,126
7	1	45°	1,14	0
8	2	45°	2,34	0
9	3	45°	4,60	0

Nr.	v_0 em m/s
1	3,38
2	3,37
3	3,39
4	3,36
5	3,36
6	3,35
7	3,36
8	4,80

4.3 Análise da experiência

- A origem do sistema de coordenadas é colocada por praticidade no centro da bola no momento do lançamento. Então é válido:

$$v_x = v_0 \cos \varphi \quad (1)$$

$$v_y = v_0 \sin \varphi \quad (2)$$

$$y = v_y t - \frac{1}{2} g t^2 \quad (3)$$

$$x = v_x t \quad (4)$$

- Da equação 4 decorre diretamente $t = x/v_x$, com o qual o tempo na equação 3 pode ser eliminado.
- Se ainda por meio das equações 1 e 2 forem eliminados os valores v_x e v_y contidos na equação assim obtida, obtém-se

$$y = x \tan \varphi - x^2 \frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \varphi} \quad (5),$$

a equação da parábola de lançamento. Nesta equação, só a velocidade inicial v_0 ainda é desconhecida, já que nas experiências os percursos x e y foram medidos. Determinando-se v_0 para as diversas experiências, resulta então:

- A velocidade de lançamento com a menor tensão da mola é então de aproximadamente 3,37 m/s. Com este valor pode ser agora calculada a parábola de lançamento conforme a equação 5 e comparado o valor com os outros valores de medição. O resultado está representado na Fig. 3.

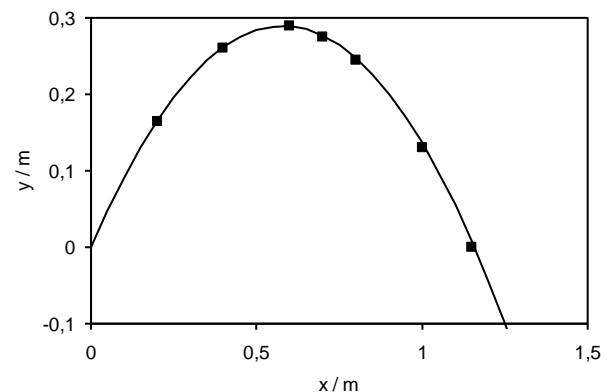


Fig. 3 comparação dos valores medidos e do cálculo, x = distância de vôo, y = altura do vôo, símbolos = valores medidos, linha = equação 5