TRABALHO PRÁTICO 1 e 2

**INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONÓMICA**

**U.C. Física I**

Ano Letivo 2020/21

Movimento retilíneo com aceleração constante

*e*

Força de atrito num plano inclinado

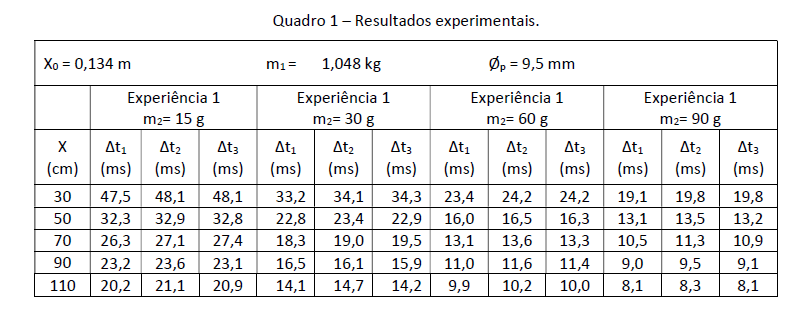
**Docente:** Rui Marçal e Olívio Patrício

**Elementos do Grupo:**

* 26049 – Rogério Marques
* 26042 – Rubén Torrado
* 26045 – Alexandre Palhais
* 26014 – Marina Costa

**Data:** 24/12/20

Trabalho Prático 1



|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| X0 = 0,134m | m1 = 1048 g | mcarrinho = 548 g | madicional = 500 g | Øp = 9,5 x 10-3 m |
|  | Experiência 1  (m2 = 15 g) | Experiência 2  (m2 = 30 g) | Experiência 3  (m2 = 60 g) | Experiência 4  (m2 = 90 g) |
| X (metros) | vinstantânea média (m/s) | vinstantânea média (m/s) | vinstantânea média (m/s) | vinstantânea média (m/s) |
| 0,3 | 0,20 | 0,28 | 0,4 | 0,49 |
| 0,5 | 0,29 | 0,41 | 0,58 | 0,72 |
| 0,7 | 0,35 | 0,5 | 0,71 | 0,87 |
| 0,9 | 0,41 | 0,59 | 0,84 | 1,03 |
| 1,1 | 0,46 | 0,66 | 0,95 | 1,16 |

**Quadro 2: Velocidade instantânea média a que o pino passa o feixe da fotocélula (m/s)**

Notas: Para o cálculo da velocidade convertemos os tempos de milissegundos (ms) para segundos (s) e utilizámos como distancia o diâmetro do pino em metros. As medições do tempo foram realizadas três vezes para cada distância entre a fotocélula e X0 do pino para diminuir o erro das medições (é possível realizar uma média mais acertada dos 3 tempos).

Para calcular a velocidade instantânea média, fizemos a média dos 3 intervalos de tempo e dividimos o diâmetro do pino por este valor do tempo médio.

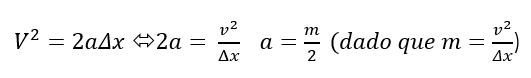
|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Experiência 1  (m2 = 15 g) | Experiência 2  (m2 = 30 g) | Experiência 3  (m2 = 60 g) | Experiência 4  (m2 = 90 g) |
| Δx (metros) | v2 | v2 | v2 | v2 |
| 0,166 | 0,04 | 0,078 | 0,160 | 0,240 |
| 0,366 | 0,084 | 0,168 | 0,336 | 0,518 |
| 0,566 | 0,123 | 0,250 | 0,504 | 0,757 |
| 0,766 | 0,168 | 0,348 | 0,706 | 1,061 |
| 0,966 | 0,212 | 0,436 | 0,903 | 1,346 |

**Quadro 3: Relação entre o quadrado da velocidade instantânea (m.s-1) e a posição da fotocélula relativamente à posição inicial do pino.**

Δx = xcélula - 0,134

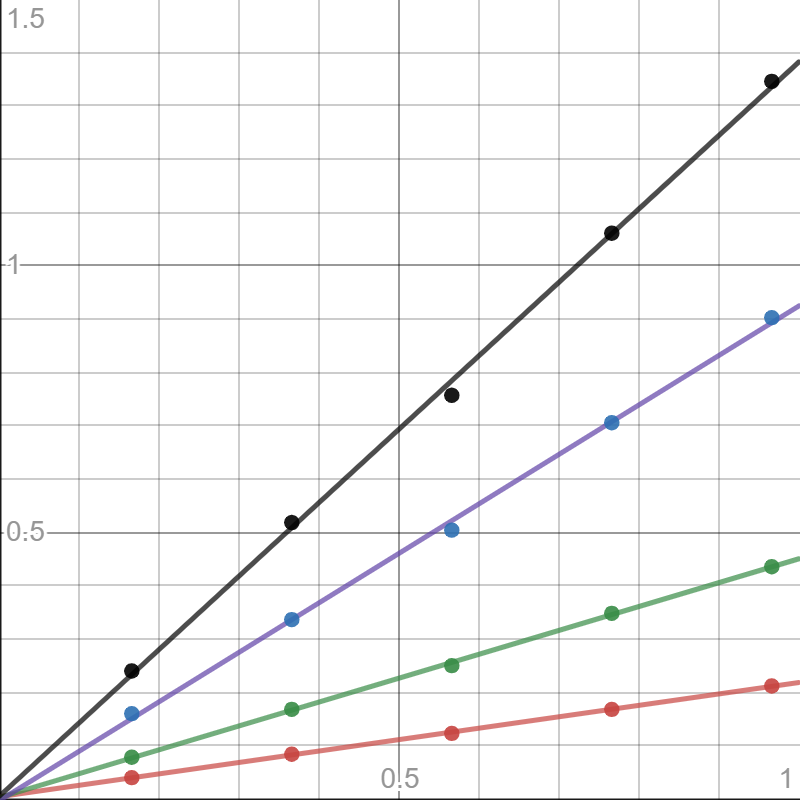
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Experiência 1 (m2 = 15 g) | Experiência 2 (m2 = 30 g) | Experiência 3  (m2 = 60 g) | Experiência 4  (m2 = 90 g) |
| v2(Δx)=0.214Δx+0.004276 | v2 (Δx)=0.448Δx+0.002432 | v2(Δx)=0.928Δx−0.003448 | v2(Δx)=1.3775Δx+0.004735 |
| 0,107m/s2 | 0,224m/s2 | 0,464m/s2 | 0,68875m/s2 |
| aceleração média = 0,3709375m/s2 | | | |
| Incerteza = 0,2241199717 | | | |
| desvio padrão = 0,1120599859 | | | |
| valor final = 0,371m/s2+-0,1121 | | | |

**Quadro 4**



**Equação das retas da velocidade instantânea média em função da distância entre a célula fotoelétrica e a posição inicial**

Valor das acelerações = declive da reta/2



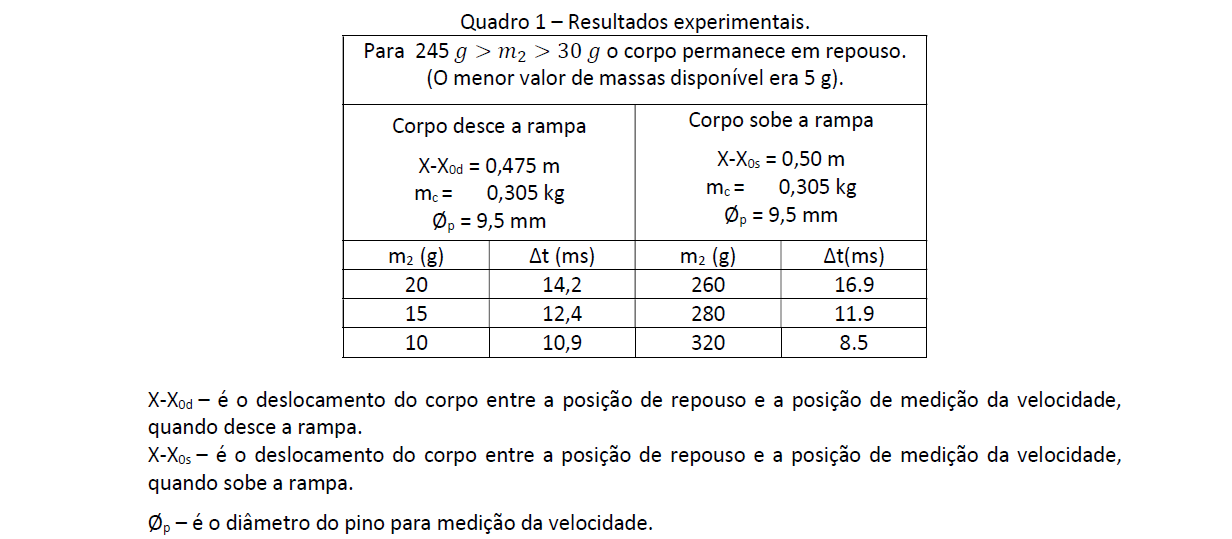
v2(m/s)

Δx (m)

**Portanto, o declive da reta obtido será duas vezes a aceleração do carro e é diretamente proporcional à velocidade ao quadrado e a massa que puxa o fio e inversamente proporcional a distância percorrida, ou seja, a distância entre a posição inicial e a posição da célula fotoelétrica.**

**Por sua vez, as forças motoras condicionadas pela massa que puxa o fio irá aumentar a velocidade instantânea e aceleração do carro enquanto que as forcas resistentes como o atrito irão fazê-la diminuir.**

**Conclusão:** Concluímos que ao aumentar a massa que puxa o fio que está preso ao carro, maior a velocidade instantânea a que o pino passa na fotocélula, acontecendo o mesmo com a aceleração. Verificamos também que quanto maior é Δx, maior é a velocidade instantânea também.

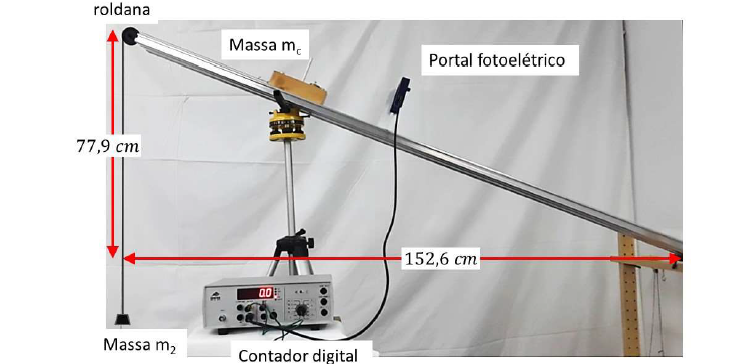
Trabalho Prático 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Nota: Para 30 g < m2 < 245 g, o corpo permanece em repouso (massa menor disponível: 5 g)** | | | | | | | | | | |
| **Corpo desce a rampa X-X0d = 0,475 m mc = 305 g Øp = 0,0095 m** | | | | | **Corpo sobe a rampa X-X0s = 0,5 m mc = 305 g Øp = 0,0095 m** | | | | | |
|  | |
|  | |
|  | |
| **m2 (g)** | **𝑣 (m/s)** | **𝑎⃗ (m/s2)** | **P de m2 (N)** | **Fa (N)** | **m2 (g)** | **𝑣 (m/s)** | **𝑎⃗ (m/s2)** | **P de m2 (N)** | **Fa (N)** |  | |
| **20** | 0,67 | 47,11 | 0,20 | 16,46 | **260** | 0,56 | 33,25 | 2,55 | 5,39 |  | |
| **15** | 0,77 | 61,77 | 0,15 | 20,97 | **280** | 0,80 | 67,06 | 2,74 | 5,76 |  | |
| **10** | 0,95 | 95,00 | 0,10 | 31,18 | **320** | 1,12 | 131,53 | 3,14 | 2,52 |  | |

**Quadro 5: Tabela resumo com os dados resultantes das medições efetuadas**

Notas: Para o cálculo da velocidade convertemos os tempos de milissegundos (ms) para segundos (s) e utilizámos como distancia o diâmetro do pino em metros. Também para o cálculo das forças, convertemos as massas em kg.

**A forma como procedemos ao tratamento de dados foi:**

1. Com a ajuda do excel, calculámos as velocidades para cada massa m2, convertendo o tempo de milissegundos para segundos e o diâmetro do pino de milímetros para metros. A fórmula que utilizámos foi a seguinte: ;
2. A seguir, calculámos as acelerações para cada massa m2, utilizando a fórmula: ;
3. De seguida, calculámos o peso da massa do carrinho e o da massa m2, utilizando a seguinte fórmula: ;
4. Sabendo o carrinho (= 2,989 ), calculámos a seguir , recorrendo à fórmula seguinte: . Para saber o ângulo , tivemos que calcular a hipotenusa da seguinte imagem:

Hipotenusa

Ao sabermos a hipotenusa, de valor 1,71 m, conseguimos descobrir o ângulo , que vale aproximadamente . Com isto tudo, ;

1. Finalmente, utilizando todos os valores previamente calculados, fomos descobrir qual era o valor de para cada massa m2. Para isso, utilizámos duas fórmulas:

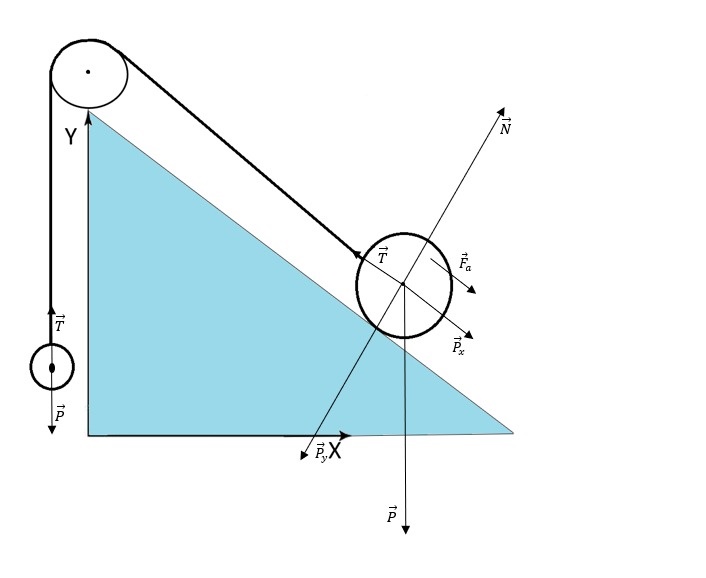
e

A primeira fórmula serviu para descobrir o valor da tensão (T). Rapidamente notámos que cada T iria ter valor negativo, e, portanto, decidimos o seguinte:

* **Se o movimento do carrinho é a descer (m2 < 30 g), T será negativo pois estará a opor-se ao movimento do carrinho, agindo, portanto, como se fosse uma força de atrito;**
* **Se o movimento do carrinho é a subir (m2 > 245 g), T será positivo pois estará a favor do movimento do carrinho e a puxá-lo para cima.**

Com isto estabelecido e a tensão calculada, partimos para a segunda fórmula, **a fórmula da 2ª Lei de Newton**, para descobrirmos finalmente o valor de para cada .

* **Se o movimento do carrinho é a descer (m2 < 30 g), a direção de será oblíqua, fazendo um ângulo de ;**
* **Se o movimento do carrinho é a subir (m2 > 245 g), a direção de será oblíqua, fazendo um ângulo de .**



**Diagrama de forças do corpo livre das massas m1 e m2**

**Nota:** O sentido de pode inverter dependendo se o carrinho está a subir ou descer.

Analisando os gráficos e as linhas de tendência, podemos chegar à conclusão de que a **força de atrito diminui com o aumento da massa** .

Isto poderá ser talvez explicado pelo facto de que quando o carrinho está a descer (m2 < 30 g), o impulso gerado pela massa irá estar a ajudar a força de atrito a “puxar o carrinho para trás”, enquanto que se o carrinho estiver a subir (m2 > 245 g), o impulso já não estará a adicionar à força de atrito, mas pelo contrário, estará a contrariá-la.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **N de mc =** | **2,66** |  |
|  | **Fa (N)** | **Fa (N)** |  |
|  | 16,46 | 5,39 |  |
|  | 20,97 | 5,76 |  |
|  | 31,18 | 2,52 |  |
| **𝜇** | **𝜇 médio** | **𝜇 médio** | **𝜇** |
| 6,18 | 8,59 | 1,71 | 2,02 |
| 7,88 | 2,16 |
| 11,71 | 0,95 |

**Quadro 6: Tabela com os diferentes coeficientes de atrito (𝜇) e as respetivas médias**

**Nota:** A fórmula utilizada para calcular o coeficiente de atrito para cada Fa foi a seguinte:

**Conclusão:** A força de atrito num plano inclinado pode variar dependendo da massa , pois esta gera um impulso sobre o carrinho, que pode ajudar a força de atrito ou contrariá-la, dependendo se o carrinho tende a descer ou a subir o plano, respetivamente.

Sendo que quando é muito baixo (<30 g), o corpo desce a rampa, e quando é alto (>245 g) o corpo sobe a rampa, a **força de atrito diminui com o aumento da massa** .

Visto que a força de atrito varia com a massa , isto leva à conclusão de que o valor do coeficiente de atrito (𝜇) também varia com a massa .