

**Olimpíada  
Brasileira  
de Física  
2006**



## **Olimpíada Brasileira de Física 2006**

### **Gabarito - Terceira Fase**

#### **Segunda Série Experimental**

1) *Considerando que a maior parte das questões da prova experimental levavam a respostas abertas, cada uma das soluções apresentadas pelos alunos foi lida integralmente e o raciocínio por ele desenvolvido cuidadosamente seguido. Dessa forma, as soluções aqui apresentadas devem servir como referência, pois na correção das questões levou-se em conta a exatidão e coerência do raciocínio desenvolvido pelos alunos, cujo desenrolar nem sempre coincidia com a solução aqui proposta, que serviu como referência, mas não como única solução.*

2) *Na correção procurou-se levar em conta o que os alunos responderam e não apenas a resposta final.*

3) *Apenas um professor, supervisionado pelos demais integrantes da comissão elaboradora das questões, corrigiu **todas** as provas experimentais da 1ª. série, o que contribuiu significativamente para a manutenção dos critérios de correção*

<b>Questão nº 1</b>		<b>Nota</b>
-------------------------	--	-------------

a) Transcreva os dados da **Tabela 1** e determine o valor médio do peso das arruelas.

Arruela	Peso (N)	Arruela	Peso (N)
A1	Os pesos oscilavam entre 0,09N e 0,14N (em média)	A6	Os pesos oscilavam entre 0,09N e 0,14N (em média)
A2		A7	
A3		A8	
A4		A9	
A5		A10	
		<b>Peso Médio</b>	Média aritmética das medidas

b) Explique como foi determinado o valor médio do peso das arruelas.

Pela média aritmética dos pesos das arruelas.

<b>Questão nº 2</b>		<b>Nota</b>
-------------------------	--	-------------

a) Em relação a um eixo e a um observador, quando o sentido do movimento de rotação de um corpo rígido é considerado anti-horário?

É necessário escrever a resposta. Algumas das respostas possíveis:

- Quando o sentido de rotação é oposto ao do movimento dos ponteiros de um relógio analógico.
- Quando o seu torque é positivo
- Quando o momento resultante é anti-horário

b) Transcreva os dados da **Tabela 2**, calcule o que for solicitado e complete a tabela abaixo.

Seqüência	qtidade arruelas Lado 1	Códigos arruelas	Peso das arruelas mais gancho $P_1(N)$	$d_1(m)$	qtidade arruelas Lado 2	Códigos arruelas	Peso das arruelas mais gancho $P_2(N)$	$d_2(m)$	Momento Lado 1 Anti horário (+)	Momento Lado 2 Horário (-)	Momento Resultante
1	2		Peso das arruelas		3		Peso das arruelas		Multiplicar $P_1$ por $d_1$	Multiplicar $P_2$ por $d_2$	Comparar $M_{horário}$ com o $M_{antihorário}$ . Indicar sentido (+) ou (-) $M_{resultante}$
2	1		+ peso gancho		4		+ peso gancho				

- c) Considerando que o travessão está em equilíbrio horizontal, que cuidados experimentais devem ser tomados para que o momento resultante seja o mais próximo de zero?

É necessário escrever a resposta. Elas devem dizer respeito a cuidados experimentais.

Exemplos de respostas:

- manter a horizontalidade;
- fazer medidas corretas.

Questão nº 3	Nota
-----------------	------

- a) O que é centro de gravidade de um corpo?

Ponto do corpo onde se considera que atua a resultante das forças de atração gravitacional.

Ponto do corpo onde atua a resultante da força peso.

E mais uma série de respostas que, de uma ou outra forma, explicitavam a condição acima.

- b) A que distância do ponto de suspensão encontra-se o centro de gravidade do travessão?

Nessa montagem, o centro de gravidade se situava a 5,0 cm do ponto de suspensão.

- c) Transcreva os dados da Tabela 3, complete a tabela abaixo e calcule o valor do peso do travessão ( $T_{\text{CALC}}$ ).

Sequência	quantidade arruelas	Códigos arruelas colocadas	Peso das arruelas mais gancho $P_2(\text{N})$	$d_2(\text{m})$	$d_1(\text{m})$	Peso do travessão $T_{\text{CALC}}(\text{N})$
1	2		Peso das arruelas + peso gancho			Cerca de 0,70N
2	3					Cerca de 0,70N
3	4					Cerca de 0,70N

- d) Utilizando resultados de medidas da seqüência 1 da tabela e apresentando cálculos, explique, detalhadamente, como foi calculado o peso do travessão.

É necessário escrever a resposta.

- Pendurar o travessão por um ponto fora do seu centro de gravidade, para que a força peso não seja anulada.

- Equilibrar o travessão com arruelas.

- Aplicar a condição de equilíbrio de rotação.

- Na equação isolar o termo Peso do travessão.

- Substituir os termos da equação pelos dados de uma das seqüências e calcular o peso do travessão.

- e) Com os valores obtidos na tabela, determine o valor médio do peso calculado do travessão.

Sequência	Peso do travessão $T_{\text{CALC}}(\text{N})$
1	Cerca de 0,70N
2	Cerca de 0,70N
3	Cerca de 0,70N
Valor médio $T_{\text{CALCMED}}$	Média aritmética das medidas

f) No quadro abaixo, coloque os valores de  $T_{DIN}$  (peso do travessão obtido no dinamômetro) e  $T_{CALCMED}$  (peso médio do travessão, calculado) que você obteve.

$T_{DIN}$ (N)	$T_{CALCMED}$ (N)
Cerca de 0,70N	Valor obtido em 3.e

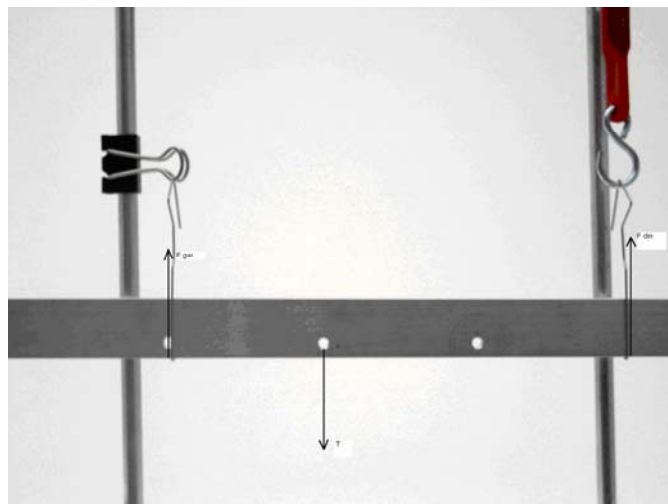
g) tomando como referência o peso do travessão determinado com o dinamômetro ( $T_{DIN}$ ), calcule a **diferença percentual relativa** entre os valores obtidos para o travessão com o dinamômetro ( $T_{DIN}$ ) e o valor médio do peso do travessão  $T_{CALCMED}$ .

$$\text{Diferença percentual relativa} = ( |\text{valor de referência} - \text{valor médio obtido}| / \text{valor de referência} ) \cdot 100\%$$

$$\text{Dif. \% relativa} = ( |0,70 - T_{\text{calc}}| / 0,70 ) \cdot 100\%$$

Questão nº 4	Nota

a) Na foto, represente a **força**  $F_{GAR}$  exercida pela garra presa diretamente à haste, a **força**  $T$  (peso do travessão) e a **força**  $F_{DIN}$  (exercida pelo dinamômetro) através de segmentos de reta orientados representando forças.



b) Transcreva, na tabela abaixo, os valores constantes na **Tabela 4** e calcule o valor da força  $F_{GAR}$  exercida pela garra presa diretamente à haste (**lado 1**) para cada nova posição de  $d_2$ . Apresente os cálculos feitos para cada seqüência e registre valores obtidos para  $F_{GAR}$  na tabela. Se precisar, use como peso do travessão aquele determinado pelo dinamômetro no procedimento experimental III ( $T_{DIN}$ ).

Pode-se resolver essa questão aplicando a condição de equilíbrio de translação ou a de rotação.

No caso da condição de equilíbrio de translação temos:  $F_{gar} + T_{din} = T + P_{arruelas}$

No caso da condição de equilíbrio de rotação temos:  $F_{gar} = ( F_{din} \times d_2 ) / 0,050$  ou alguma outra equação equivalente (pois depende do ponto que se toma como eixo)

- cálculo com os dados da seqüência 1:

Valor esperado em torno de 0,35 N

- cálculo com os dados da seqüência 2:

Valor esperado em torno de 0,42 N

- cálculo com os dados da seqüência 3:

Valor esperado em torno de 0,48 N

Seqüência	$d_1$ (m)	$d_2$ (m)	$F_{din}$ (N)	$F_{gar}$ (N)
1	0,050	0,050	Em torno de 0,35	Em torno de 0,35
2	0,050	0,100	Em torno de 0,21	Em torno de 0,42
3	0,050	0,150	Em torno de 0,16	Em torno de 0,48

- c) Justifique o fato de que, à medida que  $d_2$  vai aumentando, o valor de  $F_{DIN}$  vai diminuindo e o valor de  $F_{GAR}$  vai aumentando.

Pode-se justificar tanto pela condição de equilíbrio de translação quanto de rotação. Basicamente o que se deve escrever é que, como a condição de equilíbrio deve ser satisfeita (qualquer que seja ela), aumentando-se  $F_{din}$  tem-se uma diminuição de  $F_{gar}$ .

- d) Demonstre, com os dados da tabela anterior e para cada seqüência, que a Resultante das forças que atuam no travessão é zero e portanto é válida a primeira condição de equilíbrio de um corpo rígido.

É necessário mostrar que  $F_{din} + F_{gar}$  sempre dará um valor próximo do peso do travessão.

Questão nº		Nota
5		

- a) Determine o valor da força  $F_{GAR}$  que o travessão está exercendo sobre o gancho preso à haste (**lado 1**) em cada uma das seqüências. Se for necessário, use o peso do travessão determinado pelo dinamômetro  $T_{DIN}$ . Considere o peso dos ganchos como 0,04 N. Apresente os cálculos feitos para obter o resultado.

Pode-se resolver essa questão aplicando a condição de equilíbrio de translação ou a de rotação.

No caso da condição de equilíbrio de translação temos:  $F_{gar} + T_{din} = T + P_{arruelas}$

No caso da condição de equilíbrio de rotação temos:  $F_{gar} \times d - \text{Peso}_{arruelas} \times 0,050 + F_{din} \times 0,100 = 0$  ou alguma outra equação equivalente (pois depende do ponto que se toma como eixo)

(Aqui serão colocados valores para nenhuma, duas, três, quatro e seis arruelas pelo fato de ter havido uma pequena divergência entre os dados constantes da prova e os solicitados no caderno de respostas. Como consideramos aquilo que foi feito pelos alunos em função do texto da prova e do caderno de respostas, apresentamos os possíveis valores. Tal cuidado também será tomado na próxima tabela)

- cálculo do valor da força  $F_{GAR}$  na seqüência **1** (nenhuma arruela)  
Valor esperado em torno de 0,35 N, para  $F_{din}$  em torno de 0,35 N
- cálculo do valor da força  $F_{GAR}$  na seqüência com **DUAS** arruelas  
Valor esperado em torno de 0,42 N, para  $F_{din}$  em torno de 0,53 N
- cálculo do valor da força  $F_{GAR}$  na seqüência com **TRÊS** arruelas  
Valor esperado em torno de 0,44 N, para  $F_{din}$  em torno de 0,63 N
- cálculo do valor da força  $F_{GAR}$  na seqüência com **QUATRO** arruelas  
Valor esperado em torno de 0,46 N, para  $F_{din}$  em torno de 0,74 N
- cálculo do valor da força  $F_{GAR}$  na seqüência com **SEIS** arruelas  
Valor esperado em torno de 0,55 N, para  $F_{din}$  em torno de 0,96 N

b) Transcreva os dados da **Tabela 5** e complete a tabela.

Seqüência	Qtidade Arruelas	Peso das arruelas mais gancho (N)	$d_A$ (m)	$d_1$ (m)	$d_2$ (m)	$F_{DIN}$ (N) cerca de	$F_{GAR}$ (N) cerca de
1	0	Peso das arruelas + peso gancho	0,050	0,100	0,100	0,35	0,35
	2		0,050	0,100	0,100	0,53	0,42
2	3		0,050	0,100	0,100	0,63	0,45
	4		0,050	0,100	0,100	0,74	0,48
3	6		0,050	0,100	0,100	0,96	0,55

c) determine o valor do peso do travessão  $T_{CALC}$  para cada uma das seqüências, calcule o seu valor médio e ache a diferença percentual entre esse valor médio e o valor do peso do travessão determinado pelo dinamômetro no procedimento experimental III ( $T_{DIN}$ ). Com esses dados, complete a tabela abaixo..

- cálculo do valor do peso do travessão na seqüência 1

$$T_1 = F_{din} + F_{gar} - P_{arruelas}$$

- cálculo do valor do peso do travessão na seqüência 2

$$T_2 = F_{din} + F_{gar} - P_{arruelas}$$

- cálculo do valor do peso do travessão na seqüência 3

$$T_3 = F_{din} + F_{gar} - P_{arruelas}$$

Seqüência	Peso do travessão calculado $T_{CALC}$ (N)	Valor medido com o dinamômetro $T_{DIN}$ (N)	Erro relativo percentual
1	$T_1$	Em torno de 0,70N	Calcular
2	$T_2$		
3	$T_3$		
<b>Valor médio <math>T_{CALCMEDIO}</math> (N)</b>	Média aritmética		

d) Enuncie as condições de equilíbrio de um corpo rígido.

É necessário enunciar. Apenas a apresentação de equações não será considerado integralmente correto.

- condição de equilíbrio de translação:

A resultante das forças atuantes no corpo deve ser zero.

- condição de equilíbrio de rotação:

A soma dos momentos atuantes no corpo deve ser zero.

e) Elas foram demonstradas nessas atividades? Justifique sua resposta.

É necessário justificar a resposta, positiva ou negativa e essa justificativa deve ser coerente e decorrente da experiência..

Sim. Pois a soma dos momentos atuantes foi bem próxima de zero

Não. Justificar.

f) Que melhorias e cuidados você propõe para que os resultados dessa prática sejam mais confiáveis?

As respostas podem ser bastante variadas. É necessário, entretanto, que elas digam respeito a condições de realização do experimento.