FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Curso MIEIC Data 30/6/09

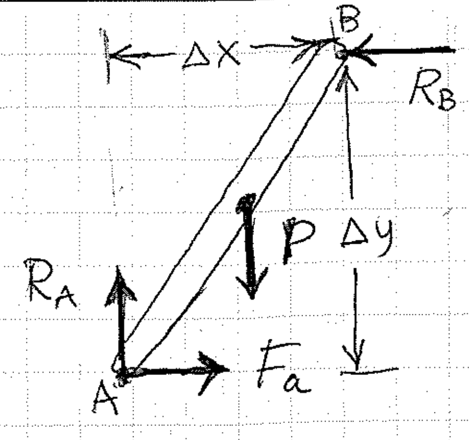
Disciplina Física 1 Ano 1º Semestre 2º

Nome Jaime Villate

Espaço reservado para o avaliador

PONTOS 1 e 4

① Forças externas:



equação 1: $\sum_{i=1}^{n} T_{Ai} = 0 \implies R_B \Delta y - P \dfrac{\Delta X}{2} = 0$

$$\implies R_B = \frac{\Delta X}{2\Delta y} P$$

equação 2: $\sum_{i=1}^{n} F_{ix} = 0 \implies F_a = R_B = \dfrac{\Delta X}{2\Delta y} P$

equação 3: $\sum_{i=1}^{n} F_{iy} = 0 \implies R_A = P$

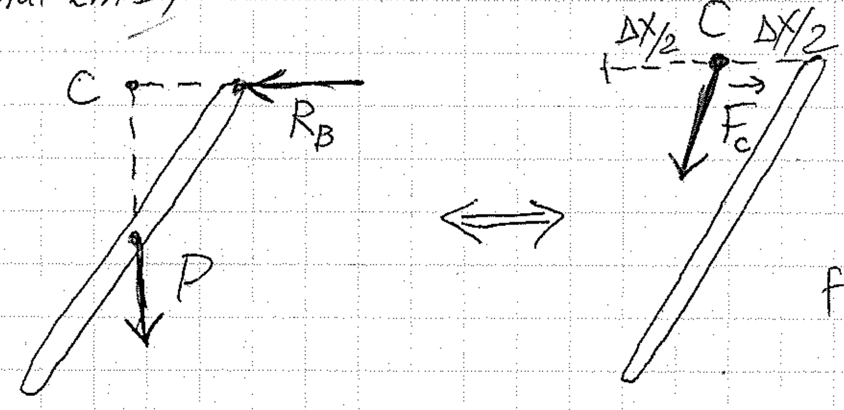
$$\mu \geq \frac{F_a}{R_A} \implies \mu \geq \frac{\Delta X}{2\Delta y} \qquad \frac{\Delta X}{2\Delta y} = \frac{2.5}{12}$$

$$\mu \geq 0.21$$

O valor mínimo de μ é 0.21

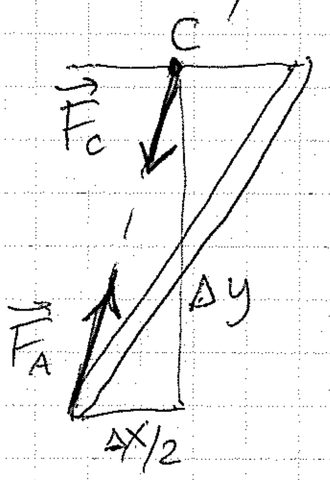
① Outro método diferente:

ⓐ Combinam-se as forças P(peso) e R_B (reacção normal em B)



uma única força em C.

ⓑ Para que o sistema esteja em equilíbrio, $\vec{F_c}$ deverá apontar para A e a força em A deverá apontar para C:



$$\vec{F_C} = -\vec{F_A}$$

$$\mu \geq \frac{F_a}{R_A} \qquad \frac{F_a}{R_A} = \frac{F_{Ax}}{F_{Ay}} = \frac{\Delta X/2}{\Delta y}$$

$$\Longrightarrow \mu \geq \frac{\Delta X}{2y}$$

$$\mu_{min} = \frac{\Delta X}{2\Delta y} = \frac{2.5}{2 \cdot 6} = 0.21$$

(2) (a) pontos de equilíbrio: $\begin{cases} F=0 \\ v=0 \end{cases}$

$$\Longleftrightarrow \begin{cases} x^3-4x=0 \\ v=0 \end{cases} \Longleftrightarrow \begin{cases} x(x+2)(x-2)=0 \\ v=0 \end{cases}$$

Existem três pontos de equilíbrio (x,v):

$$(0,0)\ ,\ (2,0)\ ,\ (-2,\ 0)$$

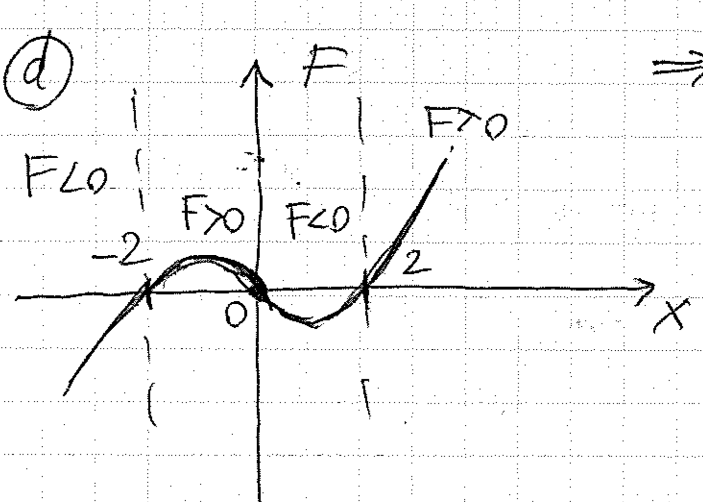
(b) $U(x) = -\int F\,dx = -\int (x^3-4x)\,dx = -\frac{x^4}{4}+2x^2$

$$E = \frac{1}{2}mv^2 + U(x) = \frac{1}{2}v^2 - \frac{x^4}{4} + 2x^2$$

(c) $\begin{cases} \dot{x} = v \\ \dot{v} = \frac{F}{m} \end{cases} \Longleftrightarrow \begin{cases} \dot{x} = v \\ \dot{v} = x^3-4x \end{cases}$

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial v}{\partial x} & \frac{\partial v}{\partial v} \\ \frac{\partial (x^3-4x)}{\partial x} & \frac{\partial (x^3-4x)}{\partial v} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 3x^2-4 & 0 \end{bmatrix}$$

(d)



$\Longrightarrow$ $(-2,0)$ é ponto de equilíbrio instável

$(0,0)$ é ponto de equilíbrio estável

$(2,0)$ é ponto de equilíbrio instável

(Como $\lim_{x\to+\infty} F = +\infty$, o gráfico é como indicado)

Trata-se dum sistema conservativo e, portanto, só pode ter pontos de sela ou centros. Assim:

$(-2,0)$ é ponto de sela

$(0,0)$ é um centro

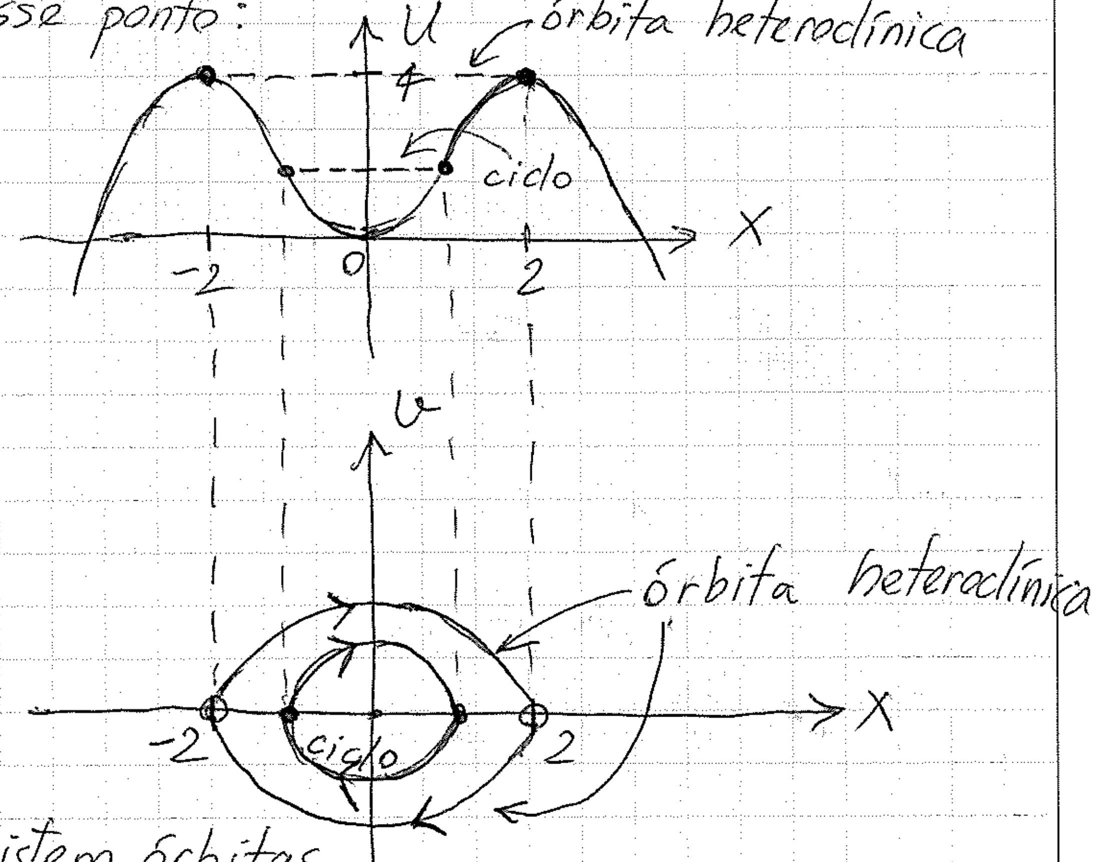
$(2,0)$ é ponto de sela

(e) Energia potencial nos pontos de equilíbrio:

$$U(-2) = -\frac{(-2)^4}{4} + 2(-2)^2 = -4 + 8 = 4$$

$$U(0) = 0 \qquad U(2) = -\frac{2^4}{4} + 2\cdot 2^2 = 4$$

por serem pontos de equilíbrio instável, U é máximo local em $x = \pm 2$. E como $x=0$ é estável, U é mínimo local nesse ponto:



Não existem órbitas homoclínicas

Perguntas

3. A

4. E

5. B

6. E

7. D

8. B

9. E

10. A

11. B

12. D

13. C

14. D

15. E

16. C

17. D