

Taylor Cap 4

Energia

Em qual das situações abaixo há trabalho resultante não nulo feito sobre o objeto especificado?

I- Um *livro* é empurrado com velocidade constante sobre uma mesa

II- Um *carro* faz uma curva com velocidade de 30 km/h

III- Uma *fruta* está caindo da árvore (ainda no início da queda)

- A) I apenas B) II apenas C) III apenas
D) I e III apenas E) Outra combinação

Uma *fruta* está caindo da árvore.

Qual o SINAL do trabalho feito pela força gravitacional sobre a fruta ao longo de um pequeno intervalo de tempo?

A) +

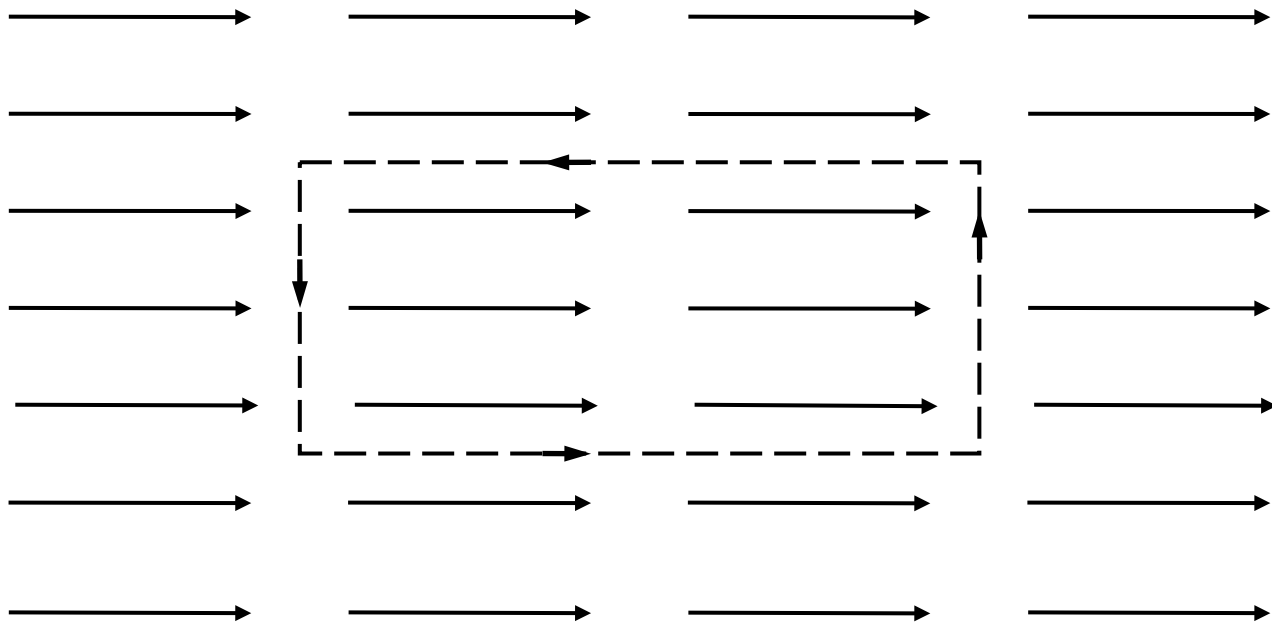
B) -

C) 0

D) Depende da escolha do sistema de coordenadas

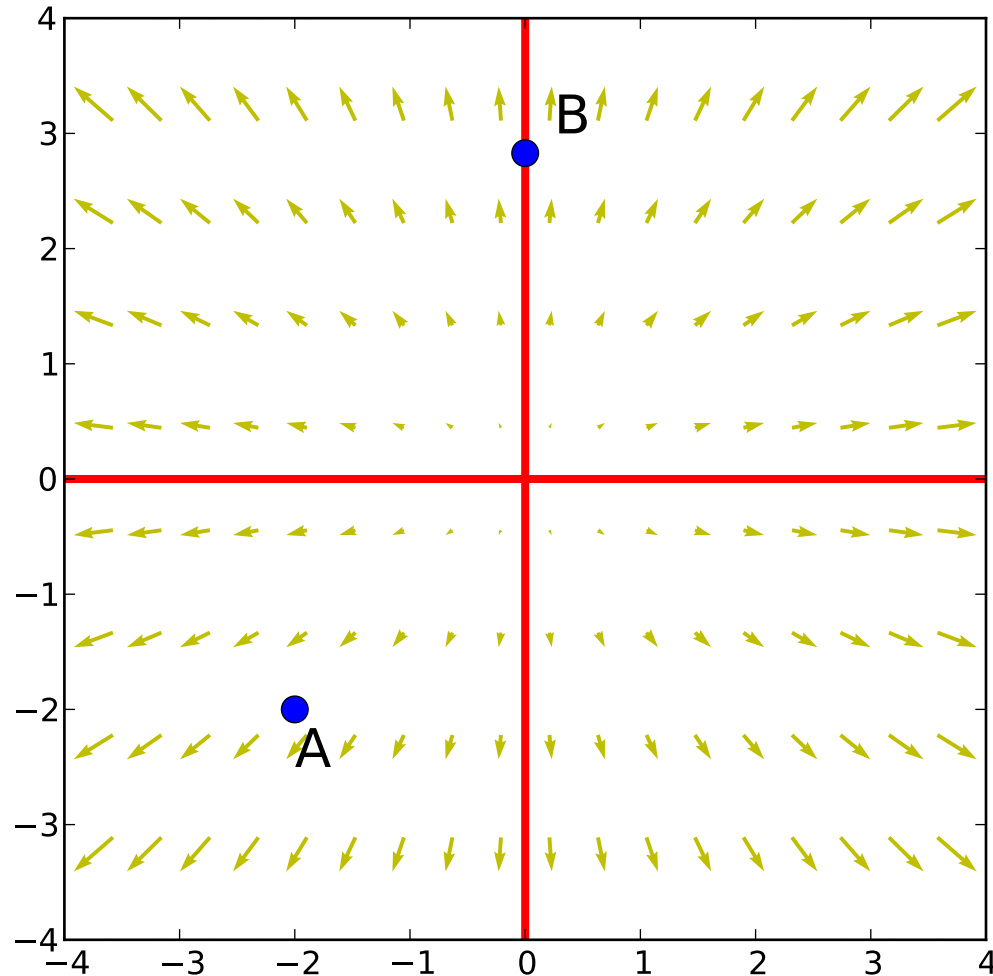
Considere o campo vetorial $\vec{E} = E_0 \hat{i}$, onde E_0 é uma constante, e considere o caminho fechado L mostrado. O que se pode dizer sobre a integral de linha $\oint \vec{E} \cdot d\vec{I}$?

- A) Ela é positiva
- B) Ela é negativa
- C) Ela é nula
- D) Impossível determinar só com estas informações!



$$\vec{f} = x\hat{i} + y\hat{j}$$

$$B = (0, \text{Sqrt}[8])$$



$$A = (-2, -2)$$

Quando calculamos integrais de linha em coordenadas cartesianas (2D), nós partimos de $\vec{r} = x \hat{x} + y \hat{y}$ e usamos que $d\vec{r} = dx \hat{x} + dy \hat{y}$

Para calcular o trabalho feito pela força F : $W = \int \vec{F} \cdot d\vec{r}$ em coordenadas polares 2D, $\vec{r} = r \hat{r}$ como devemos escrever o $d\vec{r}$?

A) $d\vec{r} = dr \hat{r}$

B) $d\vec{r} = \hat{r} dr d\phi$

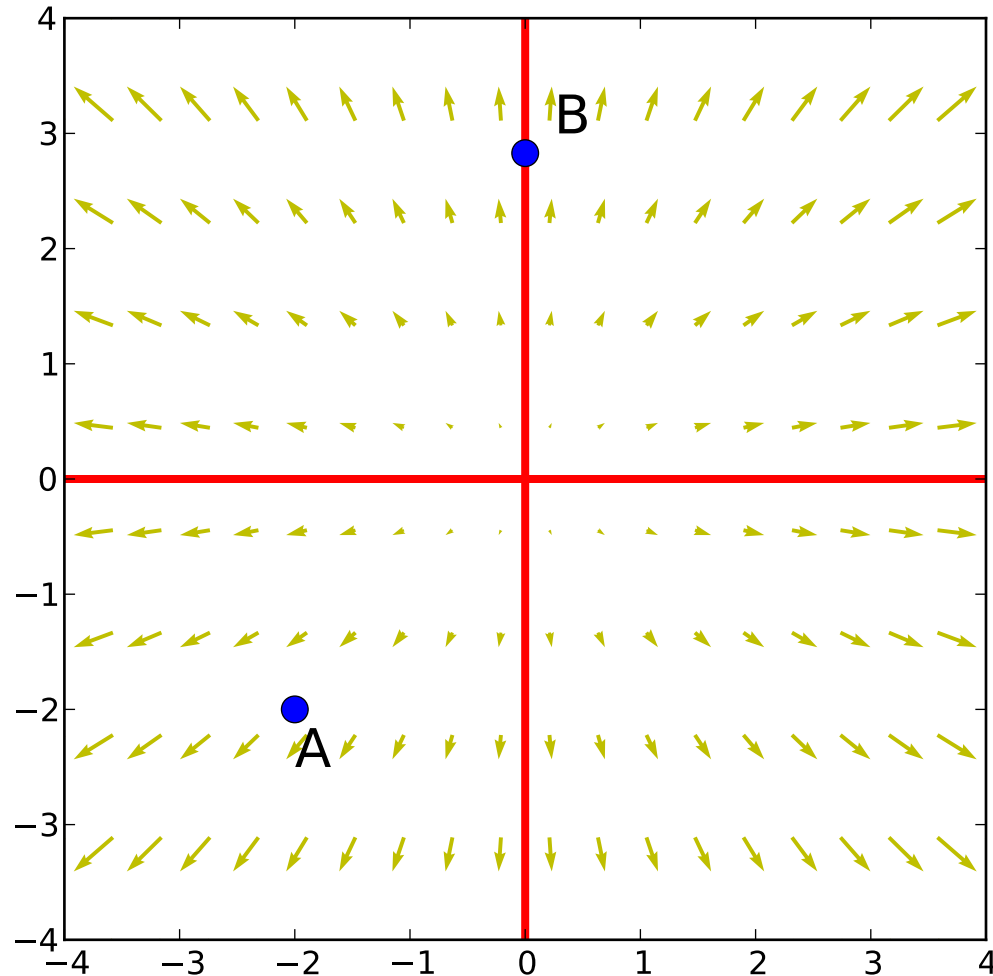
C) $d\vec{r} = \hat{r} r dr d\phi$

D) $d\vec{r} = dr \hat{r} + d\phi \hat{\phi}$

E) $d\vec{r} = dr \hat{r} + r d\phi \hat{\phi}$

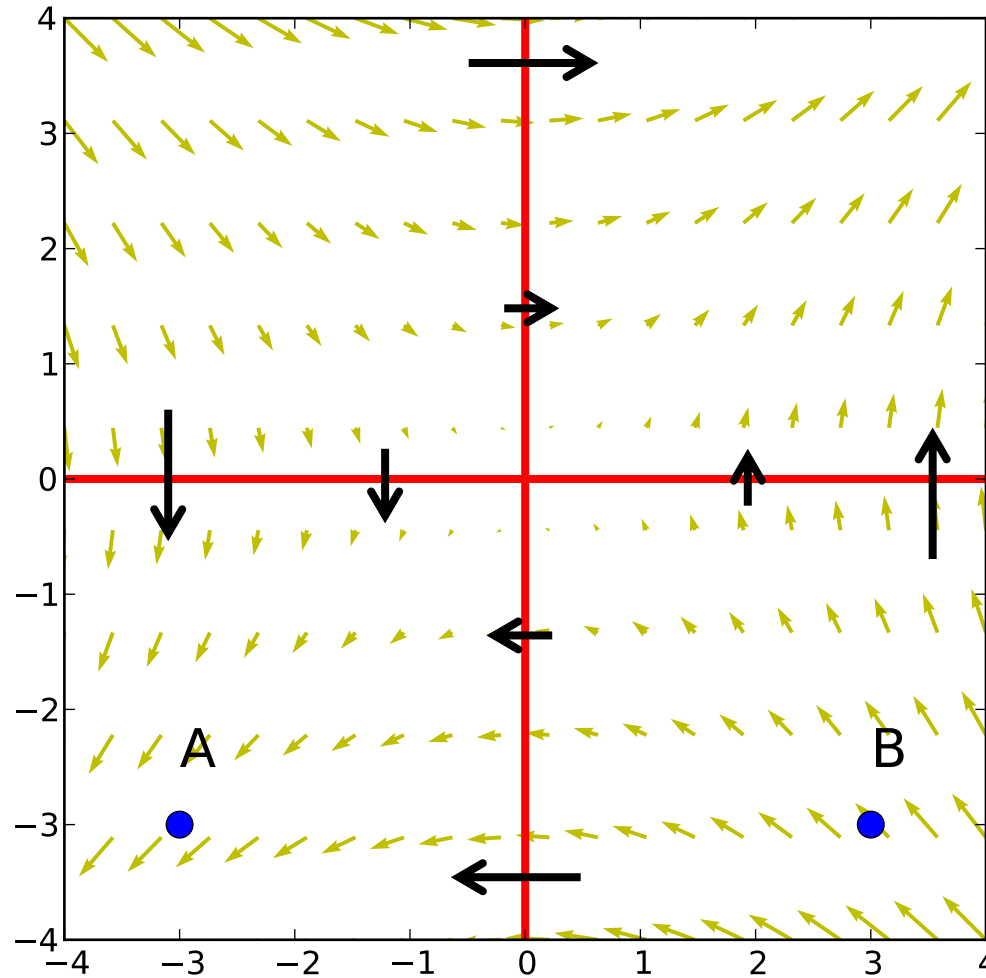
$$\vec{f} = x\hat{i} + y\hat{j}$$

$$B = (0, \text{Sqrt}[8])$$



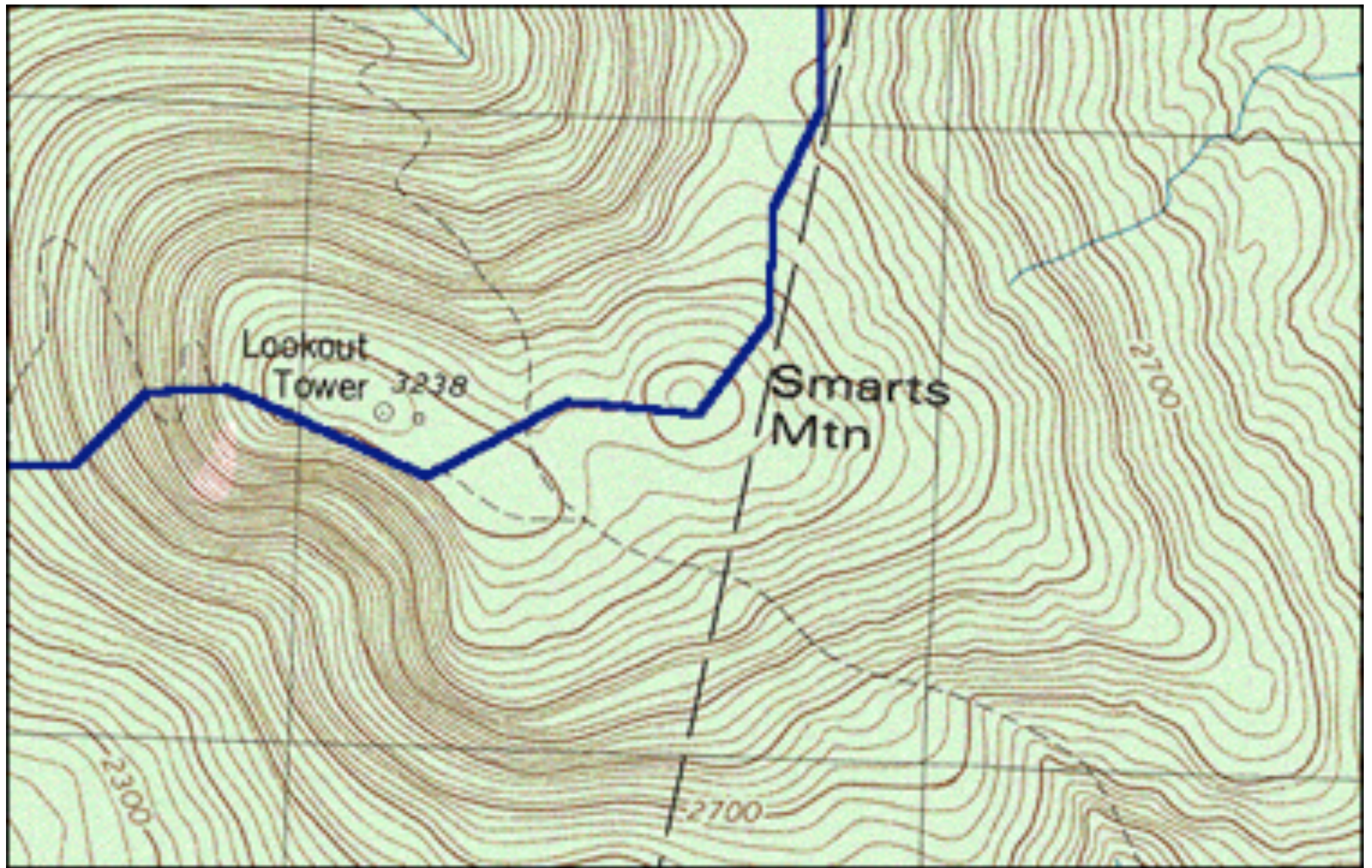
$$A = (-2, -2)$$

$$\vec{f} = y\hat{i} + x\hat{j}$$



$A = (-3, -3)$

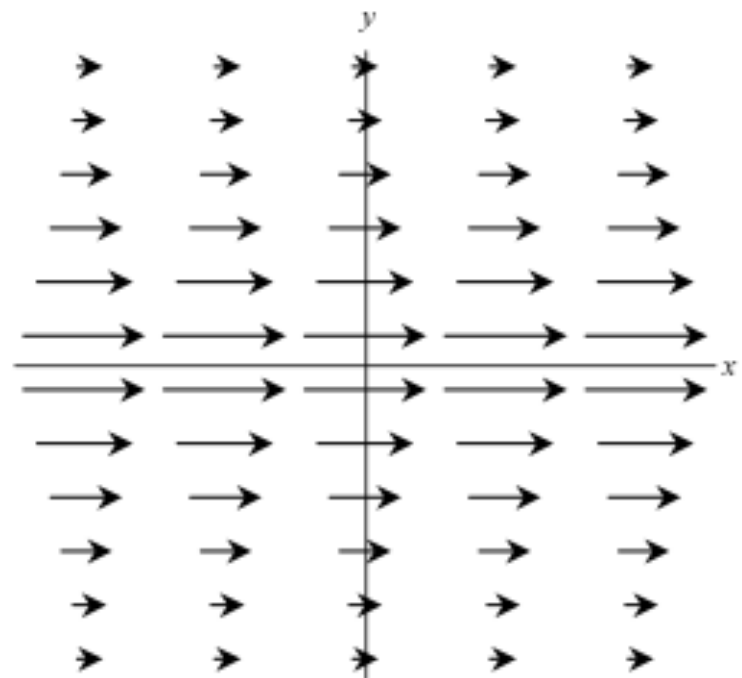
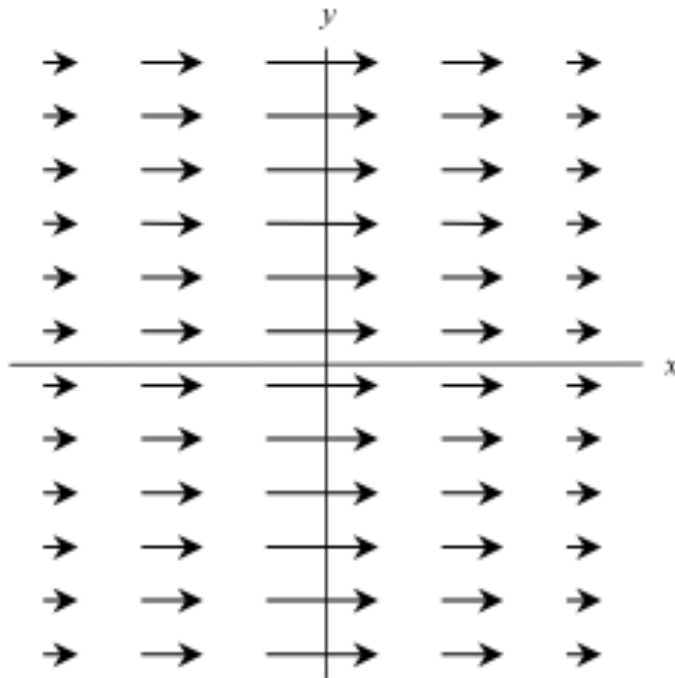
$B = (3, -3)$



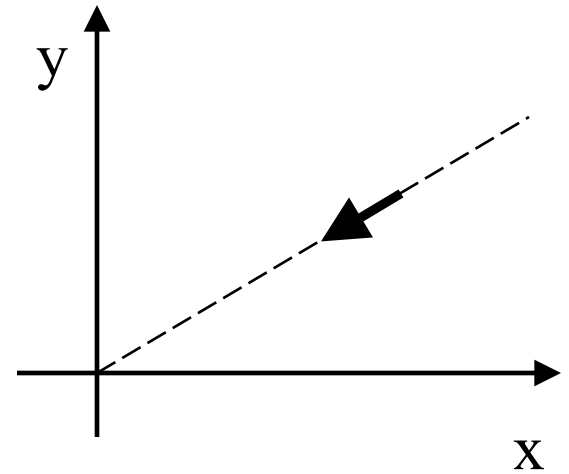
Você concorda ou discorda das afirmações abaixo:

- 1) “Se uma força é conservativa, o módulo da força está relacionado com o valor da energia potencial. Quanto maior for a energia potencial, maior será o módulo da força.”
- 2) “Se uma força é conservativa, o módulo da força está relacionado com o valor da energia potencial. Sobre uma curva de nível equipotencial, o módulo da força tem que ser o mesmo em todos os pontos desta curva.”

Como são as equipotenciais para os 2 campos de força abaixo?



Considere um “passo” infinitesimal dirigido radialmente para a origem como mostrado. Em coordenadas polares, a expressão correta para o $d\vec{r}$ é:



A) $d\vec{r} = +dr \hat{r}$

B) $d\vec{r} = -dr \hat{r}$

C) Neither of these.

cartesian : $d\vec{r} = dx \hat{x} + dy \hat{y}$

spherical: $d\vec{r} = dr \hat{r} + r d\theta \hat{\theta} + r \sin\theta d\phi \hat{\phi}$

Você concorda ou discorda das afirmações abaixo?

- 1) “Se uma força é conservativa, seu módulo está relacionado com a energia potencial. Quanto maior for a energia potencial, maior será o módulo da força”
- 2) “Se uma força é conservativa, seu módulo está relacionado com a energia potencial. O módulo desta força deve ser o mesmo em todos os pontos de uma mesma equipotencial.”

- A) Concordo com 1 e 2
- B) Concordo apenas com 1
- C) Concordo apenas com 2
- D) Discordo de ambas

Quais das forças abaixo são conservativas?

I- atrito (se for independente da velocidade, como μN)

II- gravitacional (no caso em que é não uniforme)

III- a força normal (entre dois sólidos)

A) apenas i B) apenas ii C) apenas iii

D) apenas i e ii E) Outra combinação

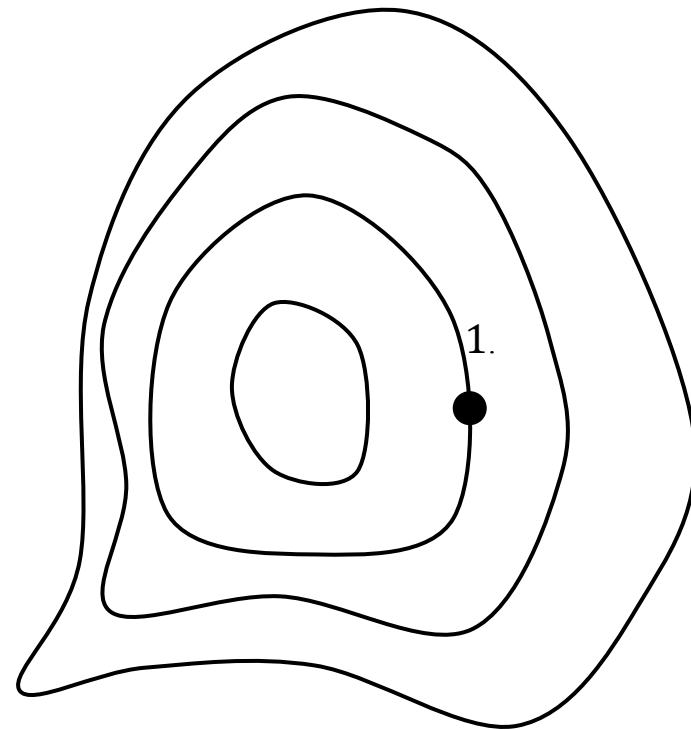
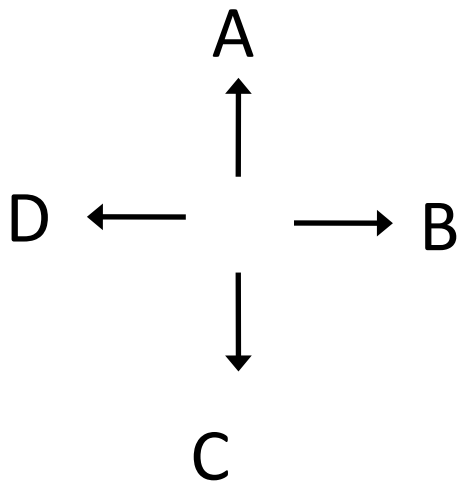
Uma carga q está sujeita a um campo elétrico $\vec{E} = E_0 \hat{x}$.

Como deve-se escrever a energia potencial $U(\vec{r})$? (Suponha $U(0)=0$)

- A) $+qE_0x\hat{x}$
- B) $-qE_0x\hat{x}$
- C) $+qE_0x$
- D) $-qE_0x$
- E) Nenhuma destas

Considere as curvas de nível da função $u(x,y)$ abaixo, onde a curva central corresponde ao maior valor de u .

Em que direção aponta ∇u , no ponto 1?

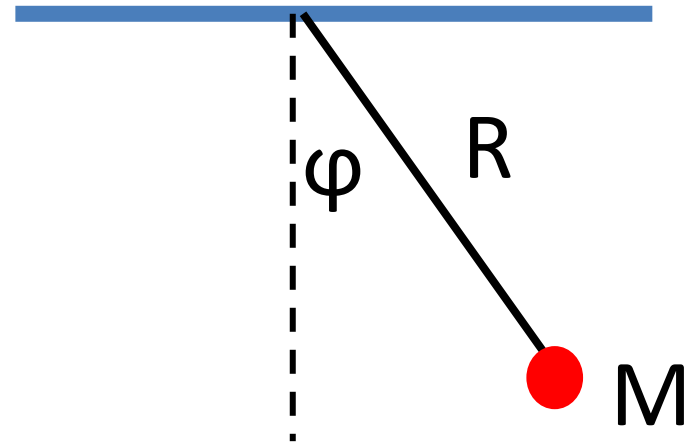


E) Outra

Justifique sua resposta!

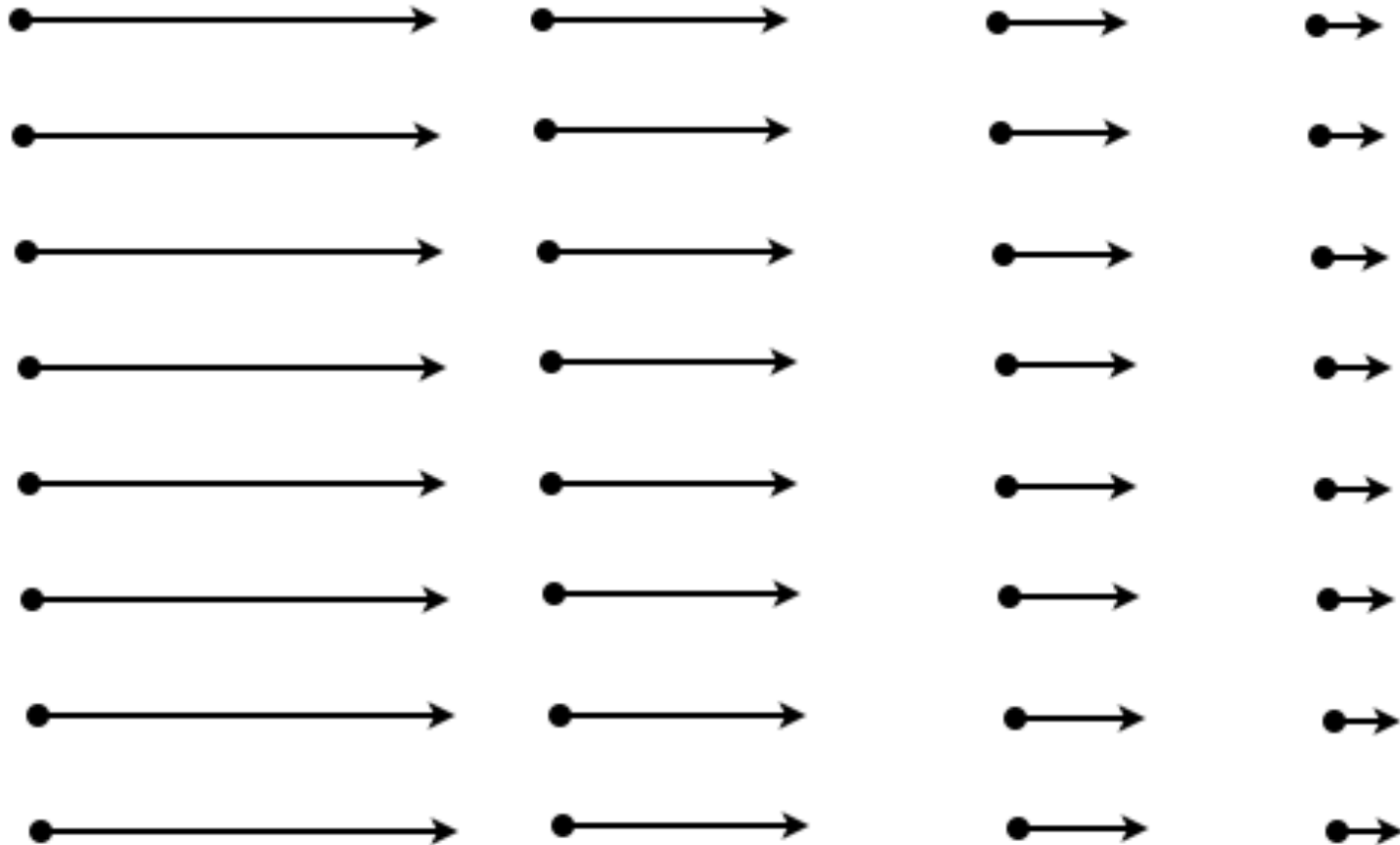
Qua a energia potencial de M como função de ϕ ? (Tome $U=0$ quando $\phi=0$)

- A) $MgR\cos\phi$
- B) $MgR(\cos(\phi)-1)$
- C) $MgR\sin(\phi)$
- D) $MgR(1-\cos(\phi))$
- E) $MgR(1-\sin(\phi))$



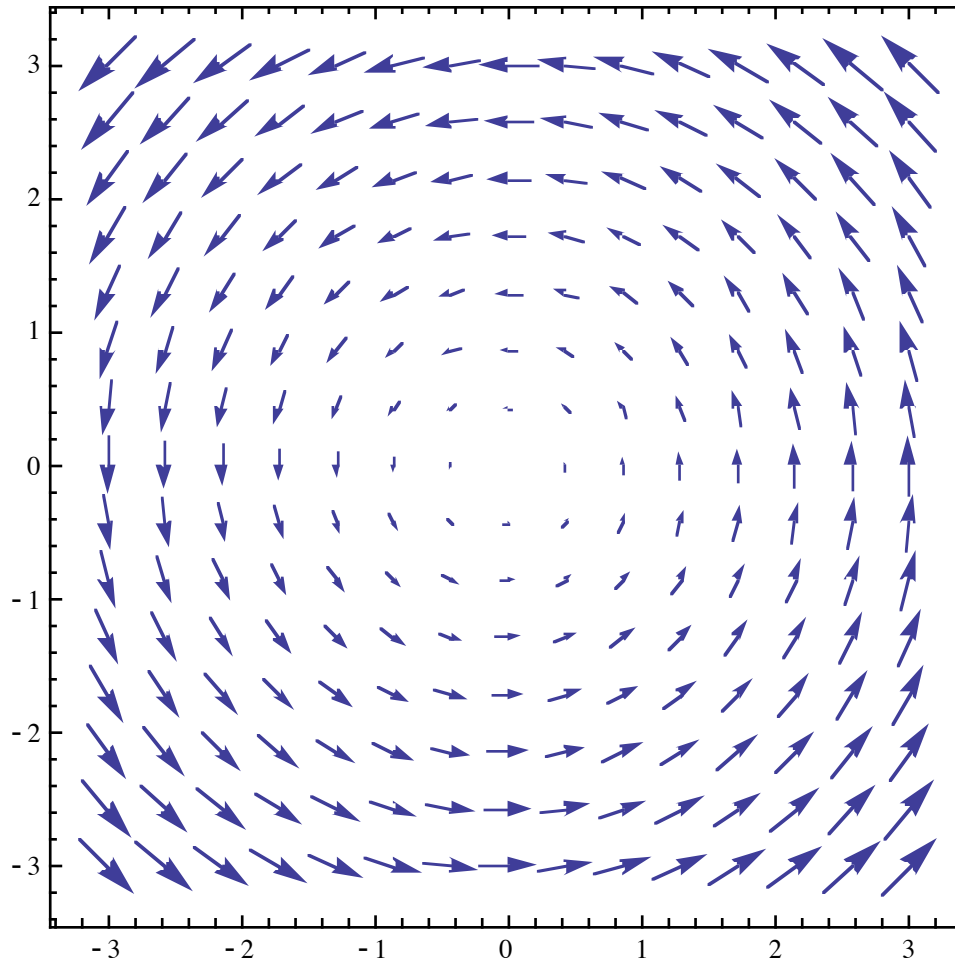
Quanto vale o rotacional ($\nabla \times \mathbf{F}$) do campo vetorial \mathbf{F} ?

- A) = 0 em todo o espaço mostrado
- B) $\neq 0$ em todo o espaço mostrado
- C) =0 em alguns lugares mostrados
- D) Falta informação

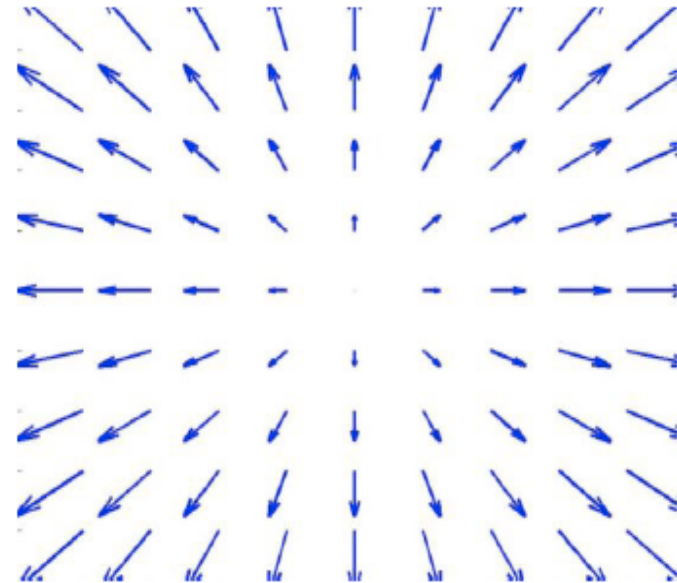
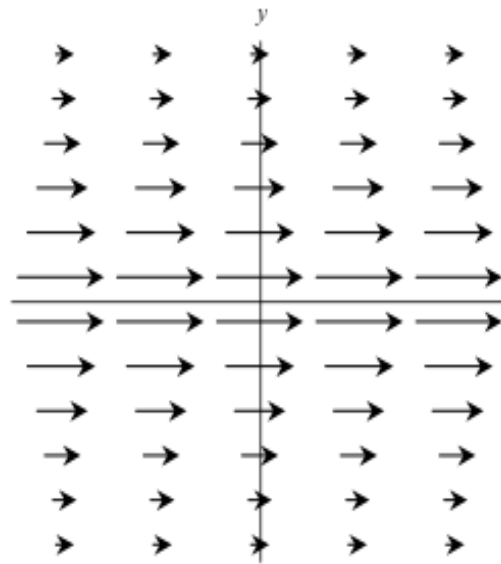
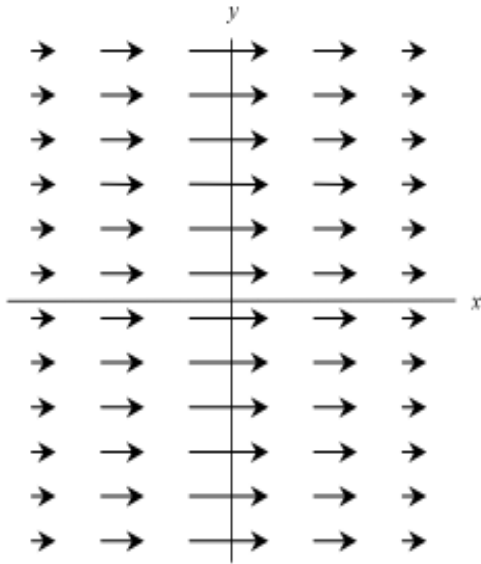


Quanto vale o rotacional ($\nabla \times \mathbf{F}$) do campo vetorial \mathbf{F} ?

- A) = 0 em todo o espaço mostrado
- B) $\neq 0$ em todo o espaço mostrado
- C) =0 em alguns lugares mostrados
- D) Falta informação

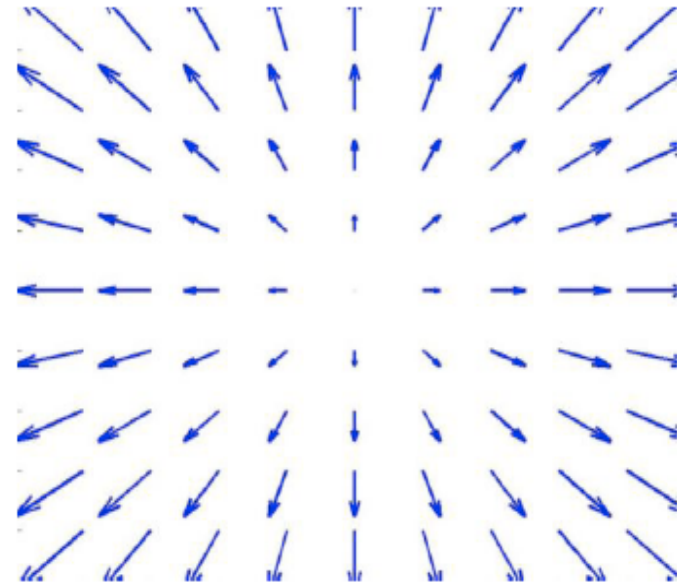
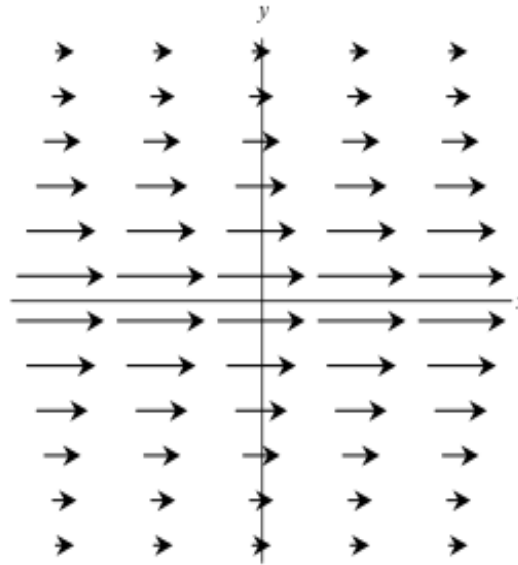
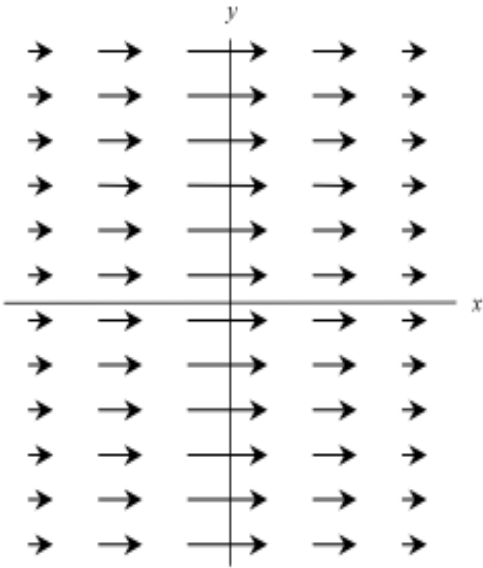


Como são as linhas equipotenciais para os 3 campos de força abaixo?

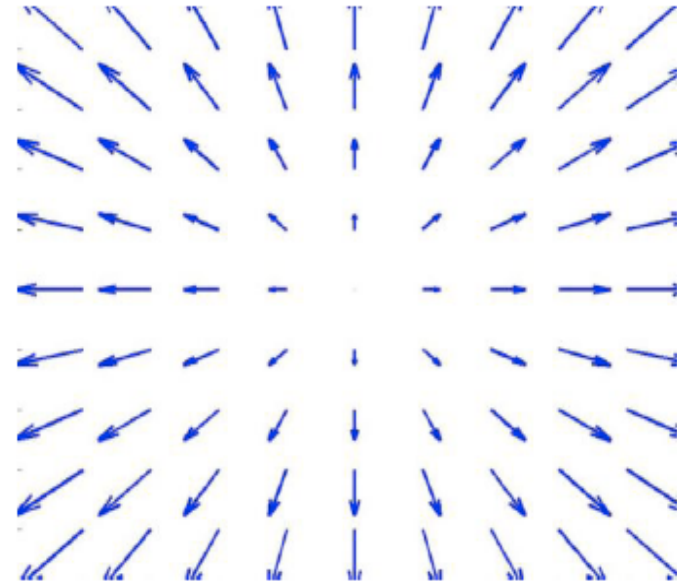
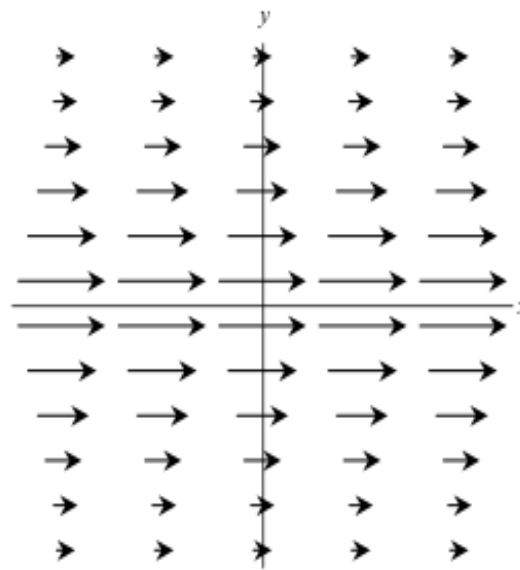
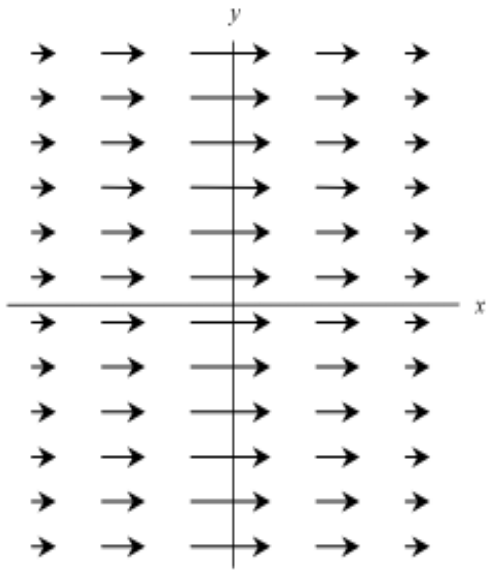


Quanto vale o rotacional ($\nabla \times \mathbf{F}$) do campo vetorial \mathbf{F} ?

- A) = 0 em todo o espaço mostrado
- B) $\neq 0$ em todo o espaço mostrado
- C) = 0 em alguns dos lugares mostrados
- D) Falta informação



Imagine vários caminhos fechados e verifique que a integral de linha sobre eles é nula nos casos em que o rotacional é nulo.

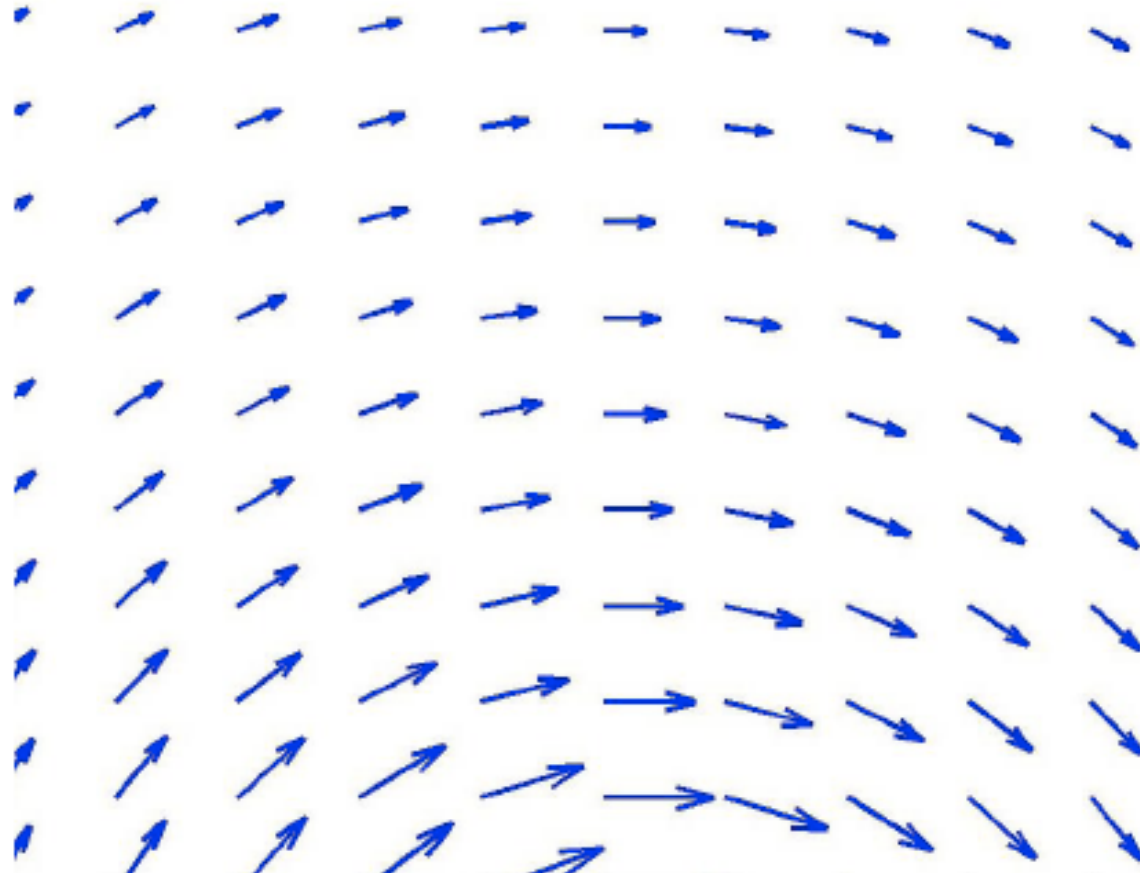


Questões para discussão:

- Porque aparece um sinal negativo em $F = -dU/dx$?
- Qual o significado físico do zero de energia potencial?

Quanto vale o rotacional ($\nabla \times \mathbf{F}$) do campo vetorial \mathbf{F} ?

- A) = 0 em todo o espaço mostrado
- B) $\neq 0$ em todo o espaço mostrado
- C) =0 em alguns lugares mostrados
- D) Falta informação



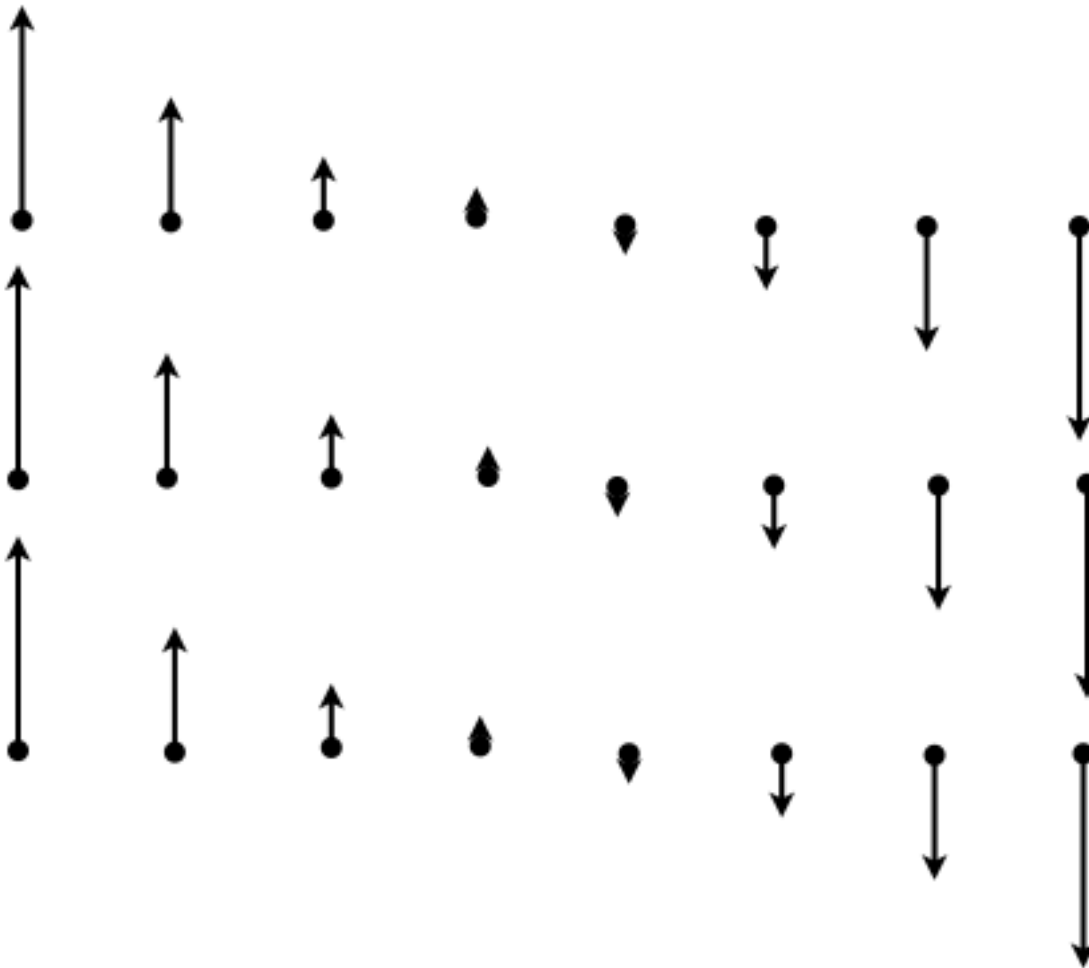
Quanto vale o rotacional ($\nabla \times \mathbf{F}$) do campo vetorial \mathbf{F} ?

A) = 0 em todo o espaço mostrado

B) $\neq 0$ em todo o espaço mostrado

C) =0 em alguns lugares mostrados

D) Falta informação



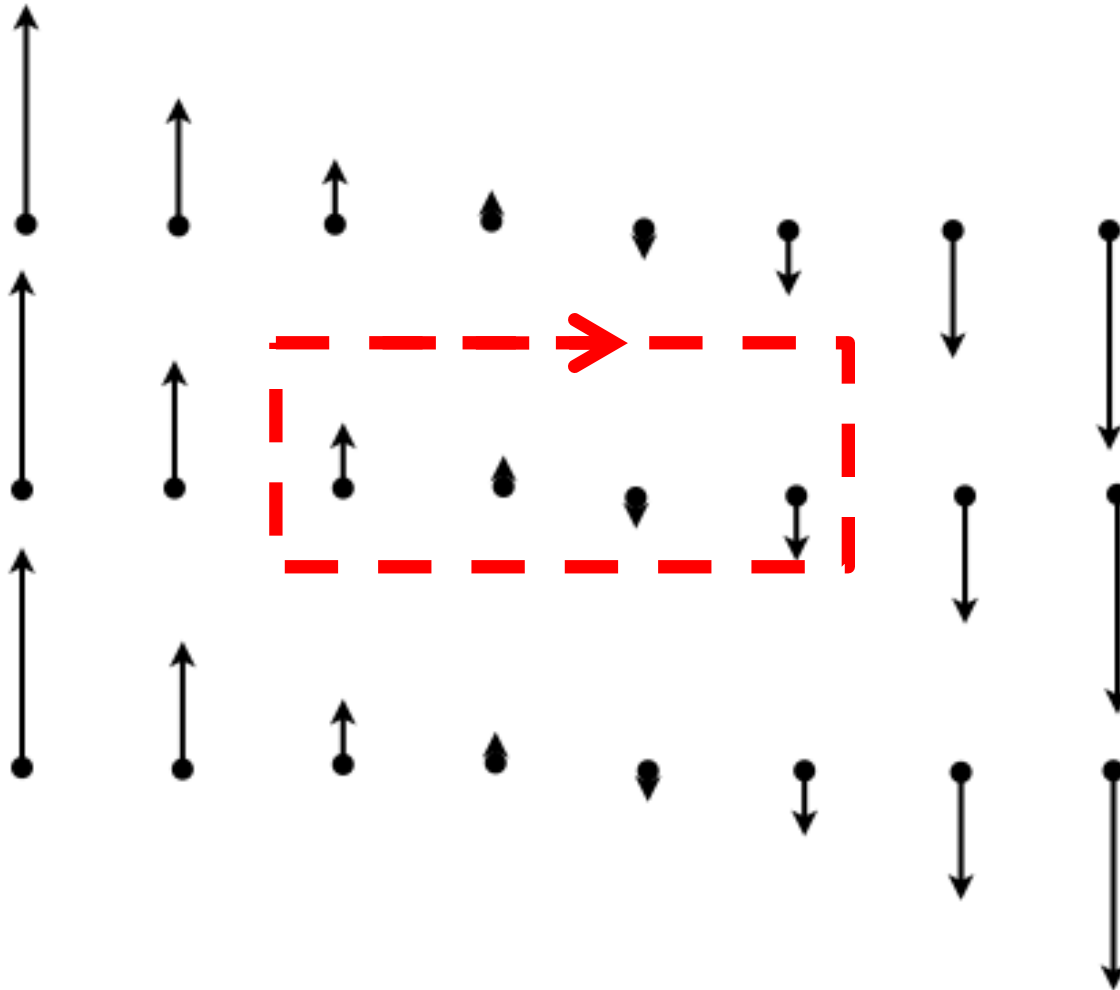
Quanto vale o rotacional ($\nabla \times \mathbf{F}$) do campo vetorial \mathbf{F} ?

A) = 0 em todo o espaço mostrado

B) $\neq 0$ em todo o espaço mostrado

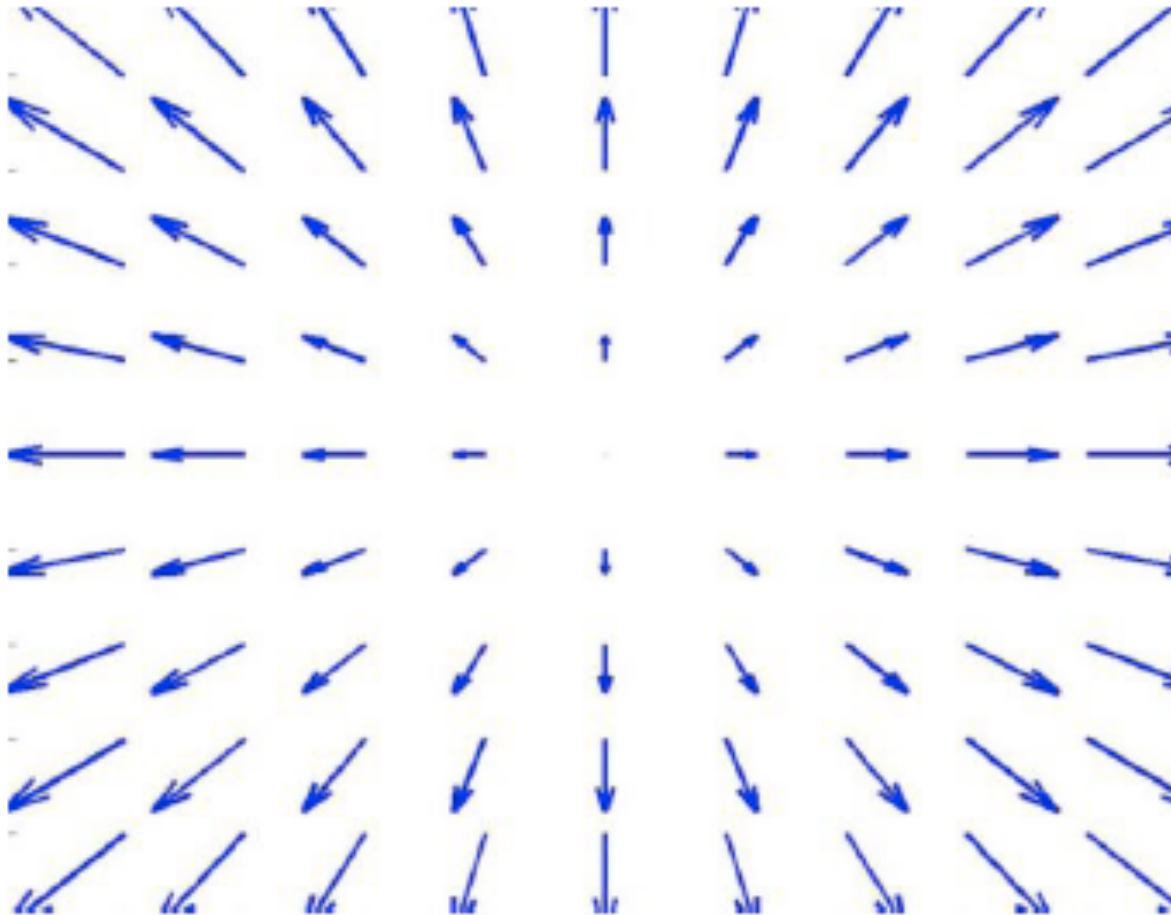
C) =0 em alguns lugares mostrados

D) Falta info

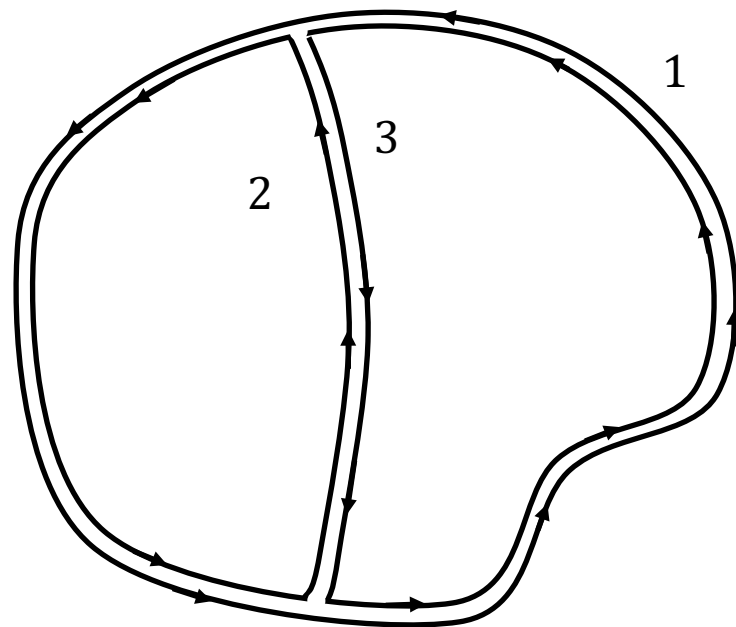


Considere a força coulombiana de uma carga positiva sobre uma carga de teste também positiva. Esta força é conservativa?

- A) Sim
- B) Não
- C) ???



Considere os três caminhos fechados 1, 2, e 3 ($1 = 2 + 3$) em um campo vetorial \mathbf{F} mostrados abaixo. O que se pode dizer a respeito do valor das 3 integrais de linha?



$$\text{A) } \oint_1 \vec{\mathbf{F}} \cdot d\vec{\mathbf{s}} > \oint_2 \vec{\mathbf{F}} \cdot d\vec{\mathbf{s}} + \oint_3 \vec{\mathbf{F}} \cdot d\vec{\mathbf{s}}$$

$$\text{B) } \oint_1 \vec{\mathbf{F}} \cdot d\vec{\mathbf{s}} < \oint_2 \vec{\mathbf{F}} \cdot d\vec{\mathbf{s}} + \oint_3 \vec{\mathbf{F}} \cdot d\vec{\mathbf{s}}$$

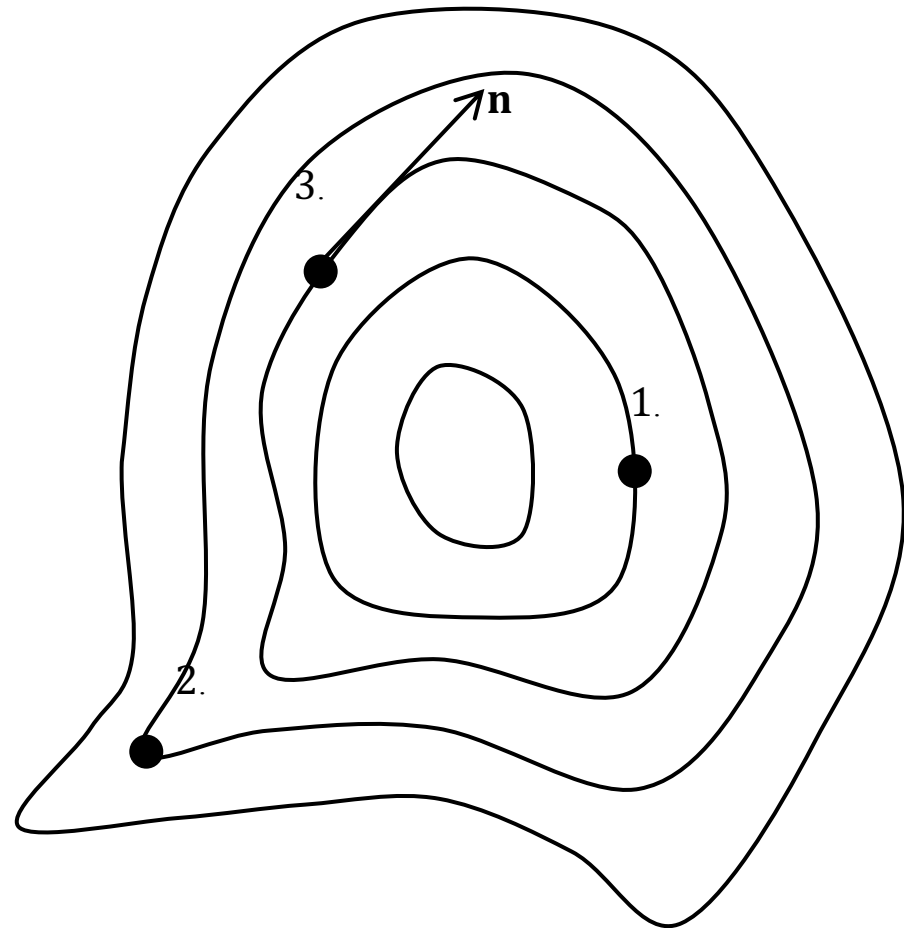
$$\text{C) } \oint_1 \vec{\mathbf{F}} \cdot d\vec{\mathbf{s}} = \oint_2 \vec{\mathbf{F}} \cdot d\vec{\mathbf{s}} + \oint_3 \vec{\mathbf{F}} \cdot d\vec{\mathbf{s}}$$

D) There is no way to decide without knowing $\vec{\mathbf{F}}$

Considere as curvas de nível de uma função $f(x,y)$; a curva de nível central corresponde ao maior valor de f . Qual o sinal da derivada direcional de $f(x,y)$ no ponto 3, na direção do vetor unitário \mathbf{n} (mostrado por uma seta)?

$$\vec{\mathbf{n}} \cdot \nabla f$$

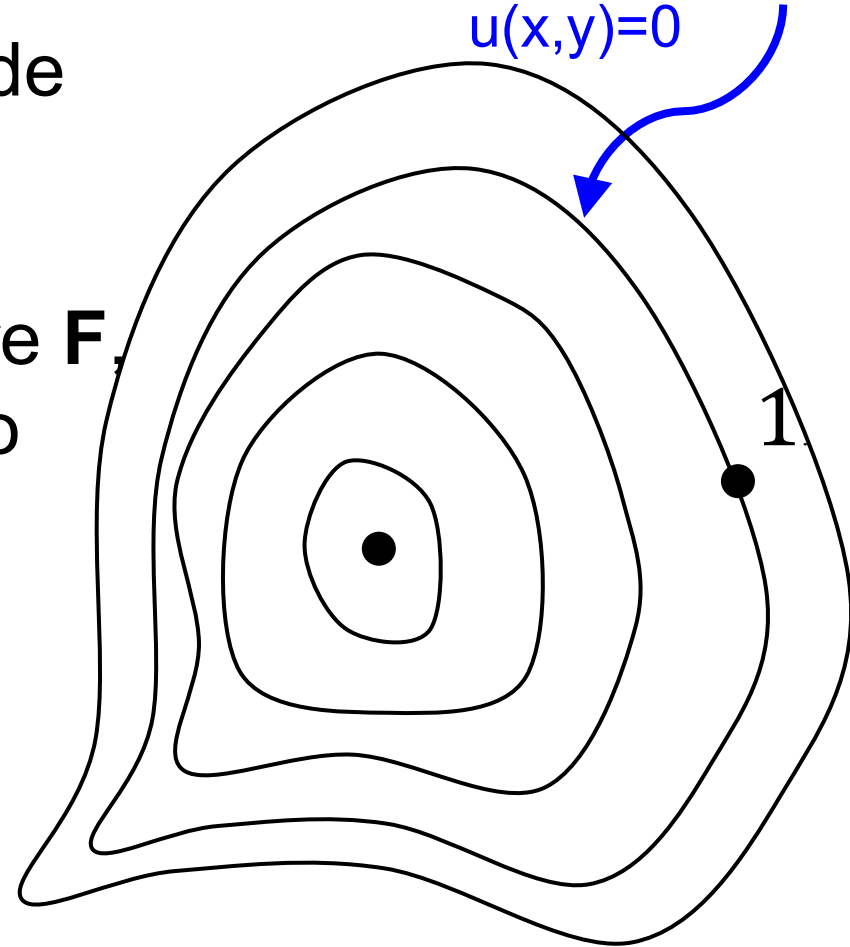
- A) >0
- B) <0
- C) $=0$
- D) ???



Considere as curvas de nível da energia potencial $u(x,y)$. O ponto 1 está sobre a curva para $u=0$. Podemos concluir que $\mathbf{F}(r_1)=0$?

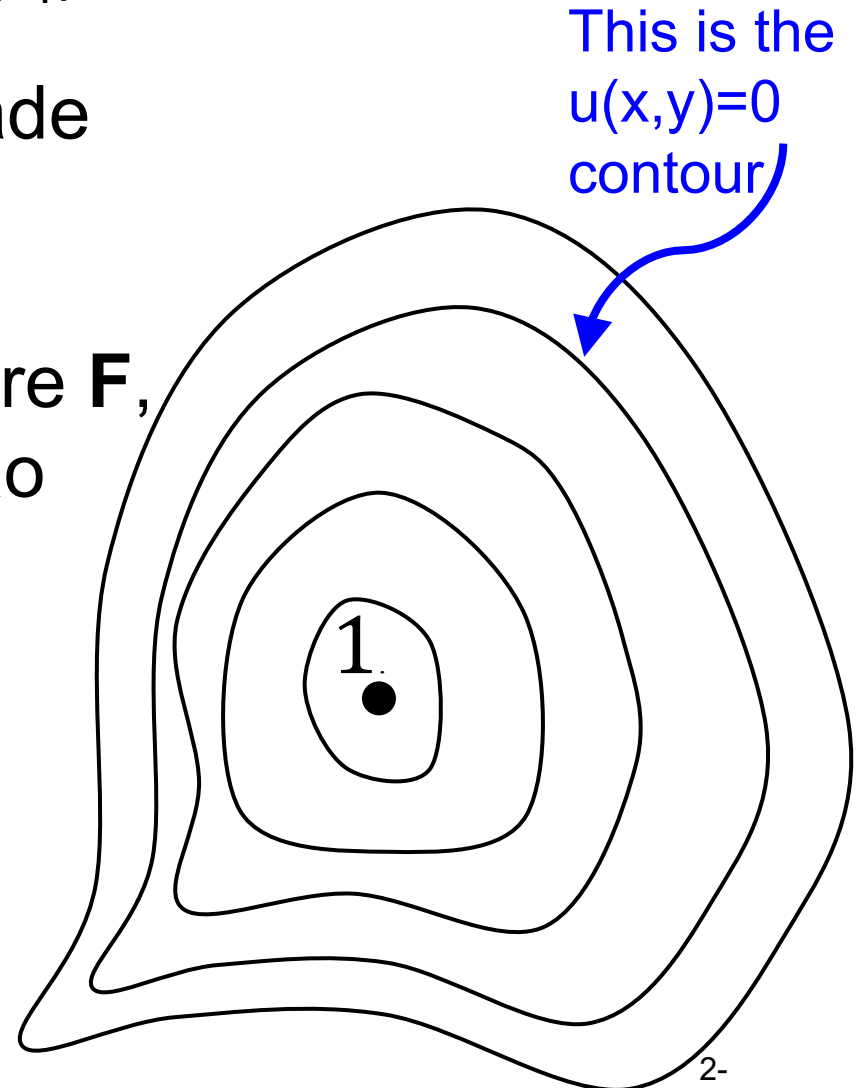
- A) Sim, isto *tem* que ser verdade
- B) Isto *pode* ser verdade!
- C) Isto *não pode* ser verdade
- D) Nada podemos afirmar sobre \mathbf{F} , porque só temos informação sobre u

Ponto 1 está na curva $u(x,y)=0$



Considere as curvas de nível da energia potencial $u(x,y)$. O ponto 1 está em um “extremo”, e $u(1)$ é não nulo. Podemos concluir que $\mathbf{F}(r_1)=0$?

- A) Sim, isto *tem* que ser verdade
- B) Isto *pode* ser verdade!
- C) Isto *não pode* ser verdade
- D) Nada podemos afirmar sobre \mathbf{F} , porque só temos informação sobre u



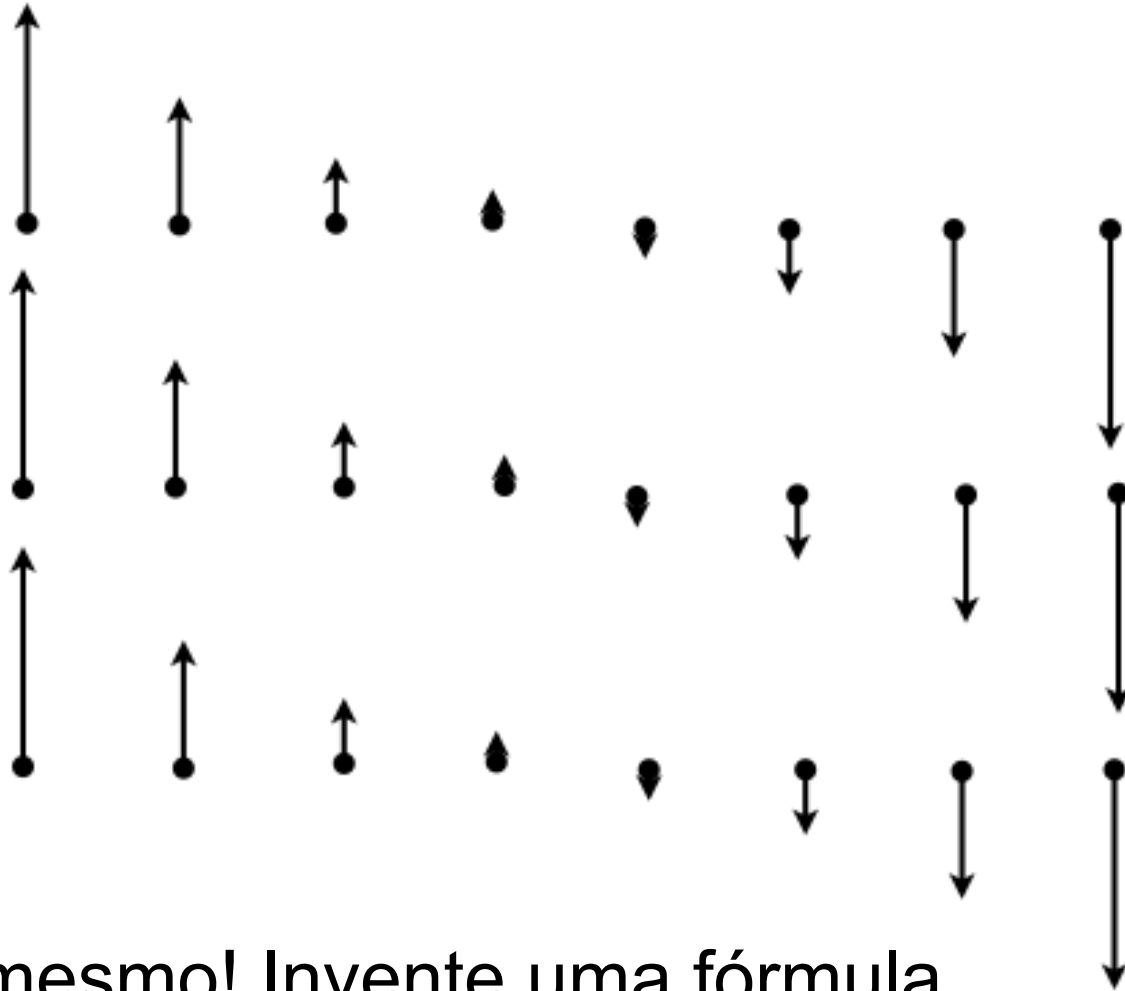
Quanto vale o rotacional do campo vetorial \mathbf{F} ($\nabla \times \mathbf{F}$)?

A) = 0 em todo lugar

B) $\neq 0$ em todo lugar

C) = 0 em alguns lugares

D) Falta info



Teste você mesmo! Invente uma fórmula para \mathbf{F} , e calcule seu rotacional.

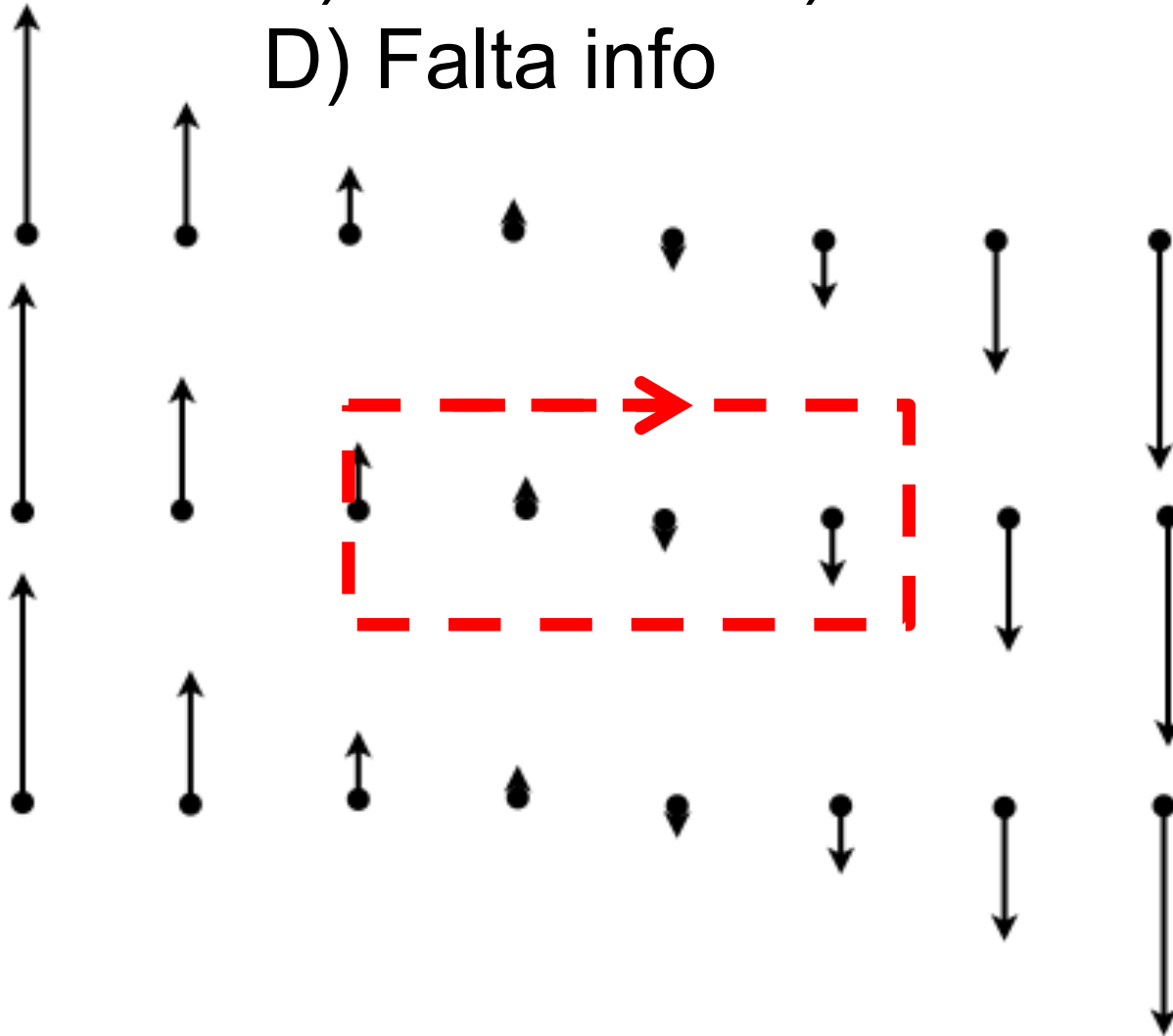
Qual o sinal da integral de linha $\oint \vec{F} \cdot d\vec{r}$ sobre o caminho vermelho mostrado?

A) = 0

B) > 0

C) < 0

D) Falta info



As sentenças abaixo são basicamente equivalentes!

- $\vec{F}(\mathbf{r})$ é uma força conservativa
- $\int_{\mathbf{r}_0}^{\mathbf{r}_1} \vec{F}(\mathbf{r}') \cdot d\vec{r}'$ é independente do caminho
- Energia potencial é $U(\mathbf{r}) = -\int_{\mathbf{r}_0}^{\mathbf{r}} \vec{F}(\mathbf{r}') \cdot d\vec{r}'$
- $\vec{F}(\mathbf{r}) = -\vec{\nabla} U(\mathbf{r})$
- $\vec{\nabla} \times \vec{F}(\mathbf{r}) = 0$
- $\oint \vec{F}(\mathbf{r}') \cdot d\vec{r}' = 0$

Se a força $F(r,t)$ depende *explicitamente* do tempo, a energia mecânica não é conservada.

Qual das equações abaixo (que foram todas usadas na DEMONSTRAÇÃO de que a energia é conservada para forças *conservativas*) é incorreta neste caso?

A) $dT = \vec{F} \cdot d\vec{r}$

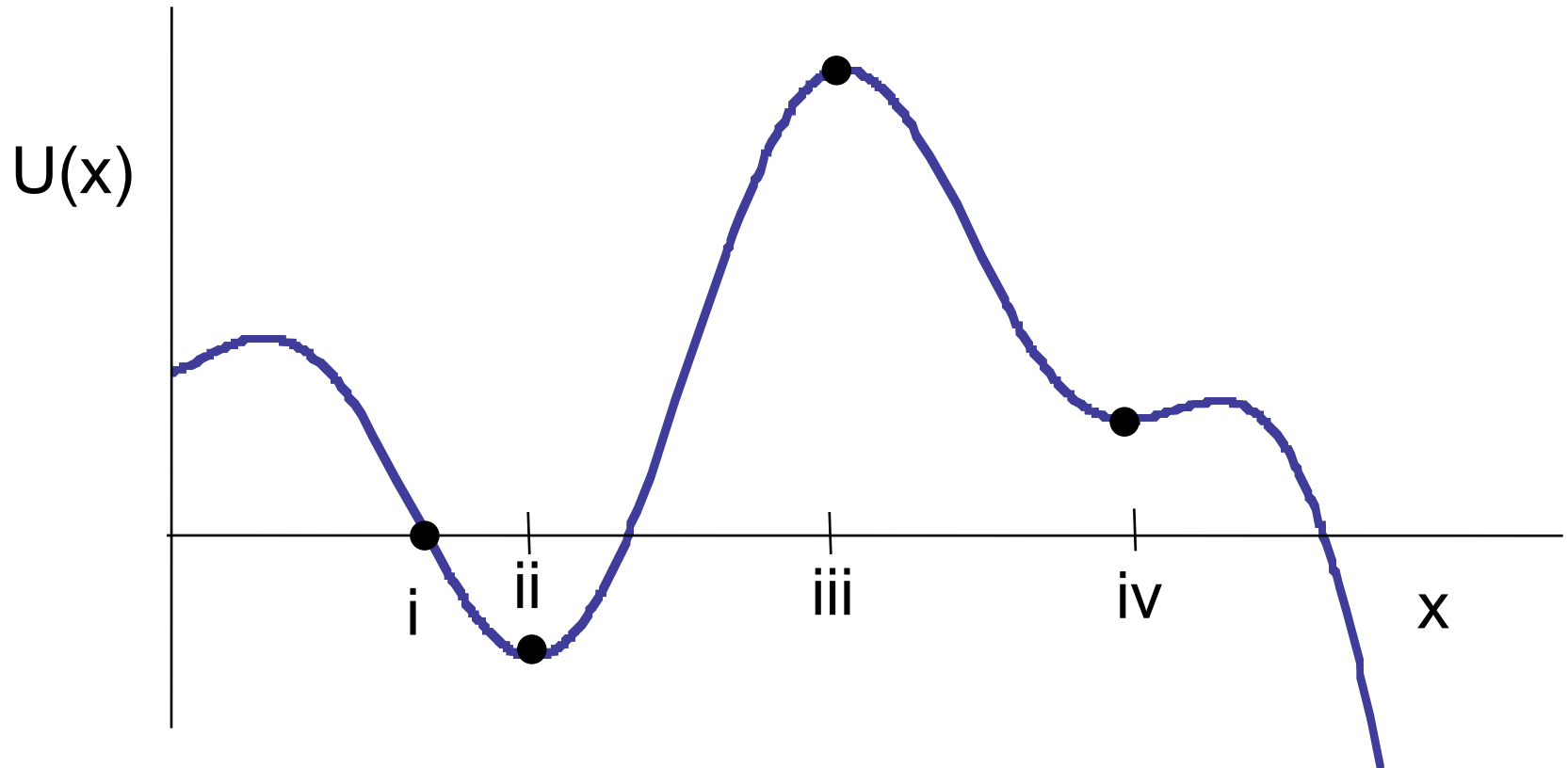
B) $U = -\int \vec{F} \cdot d\vec{r}$

C) $dU = \nabla U \cdot d\vec{r}$

D) All of the above are fine, something else is the problem

Dentre os 4 pontos mostrados, em qual a força = 0 ?

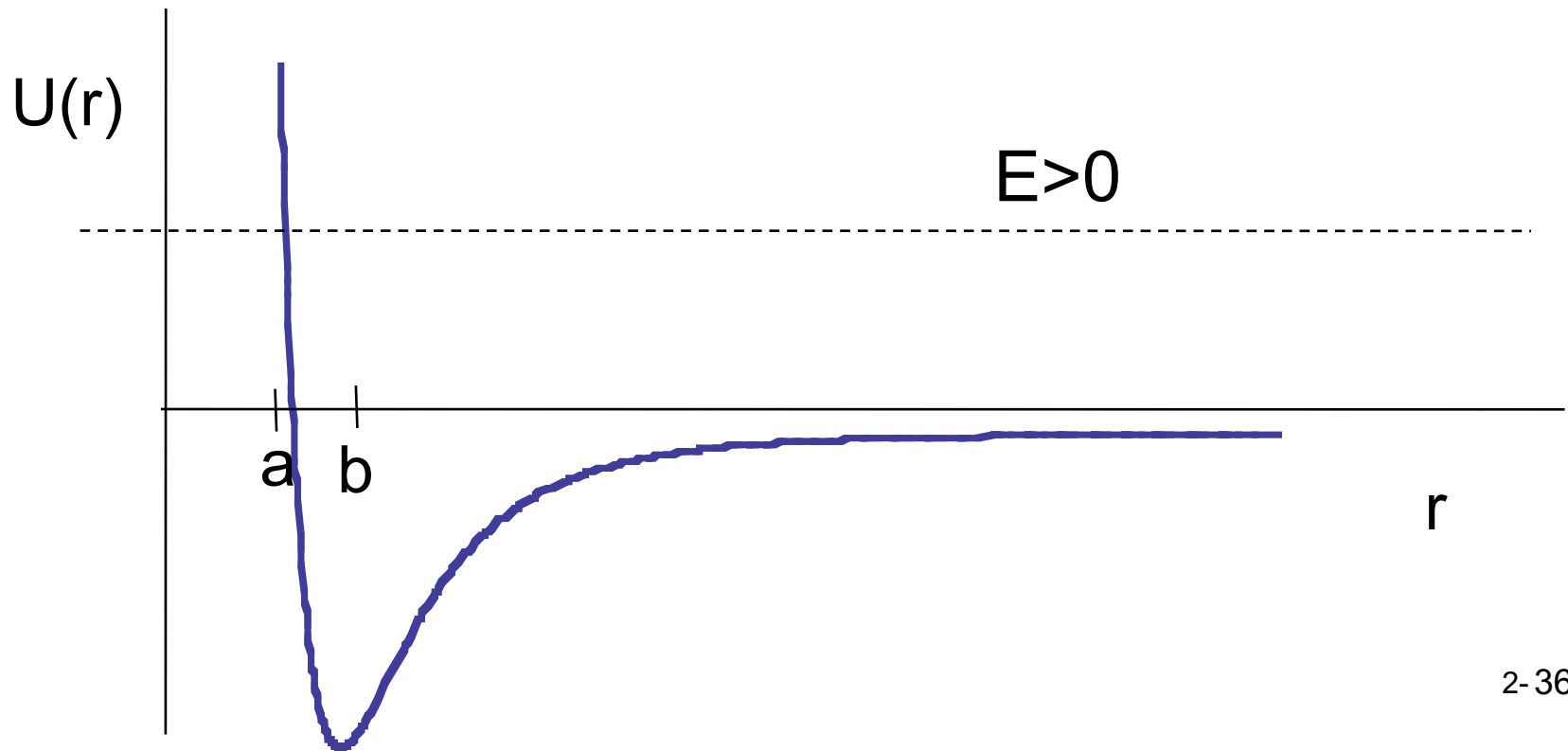
- A) i apenas B) ii apenas
C) ii & iv apenas D) ii, iii e iv apenas
E) Alguma outra combinação!



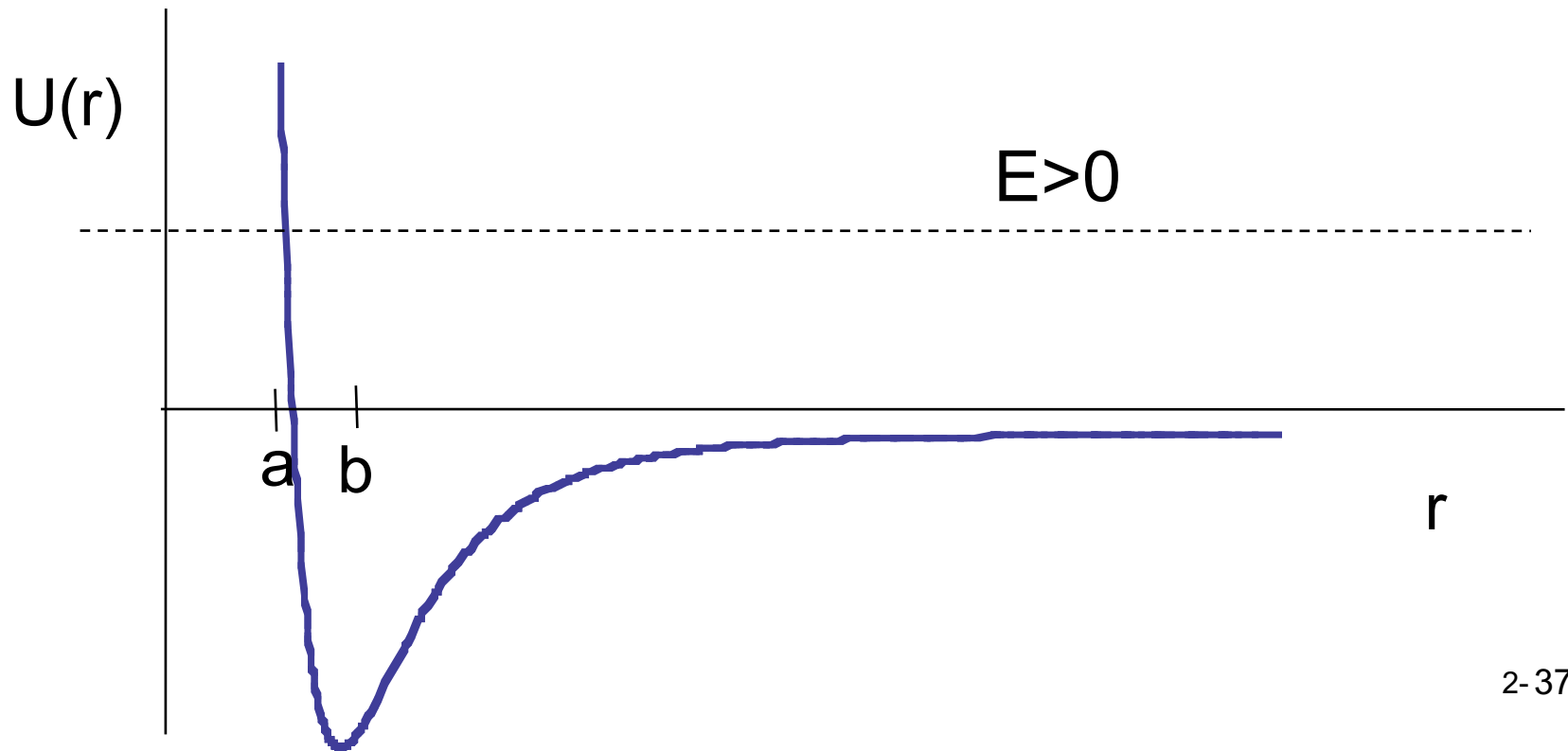
A figura mostra a energia potencial para uma molécula de HCl.

Para a energia mecânica E mostrada (pontilhada), qual a melhor descrição do movimento do átomo de H?

- A) Aprisionado em $r=a$ B) Oscila em torno de $r=b$
C) O átomo de H “foge” D) Outra/????



Para o gráfico abaixo (no qual $E > 0$): represente o gráfico de Energia Cinética vs r . Que informação ele te dá sobre o movimento?



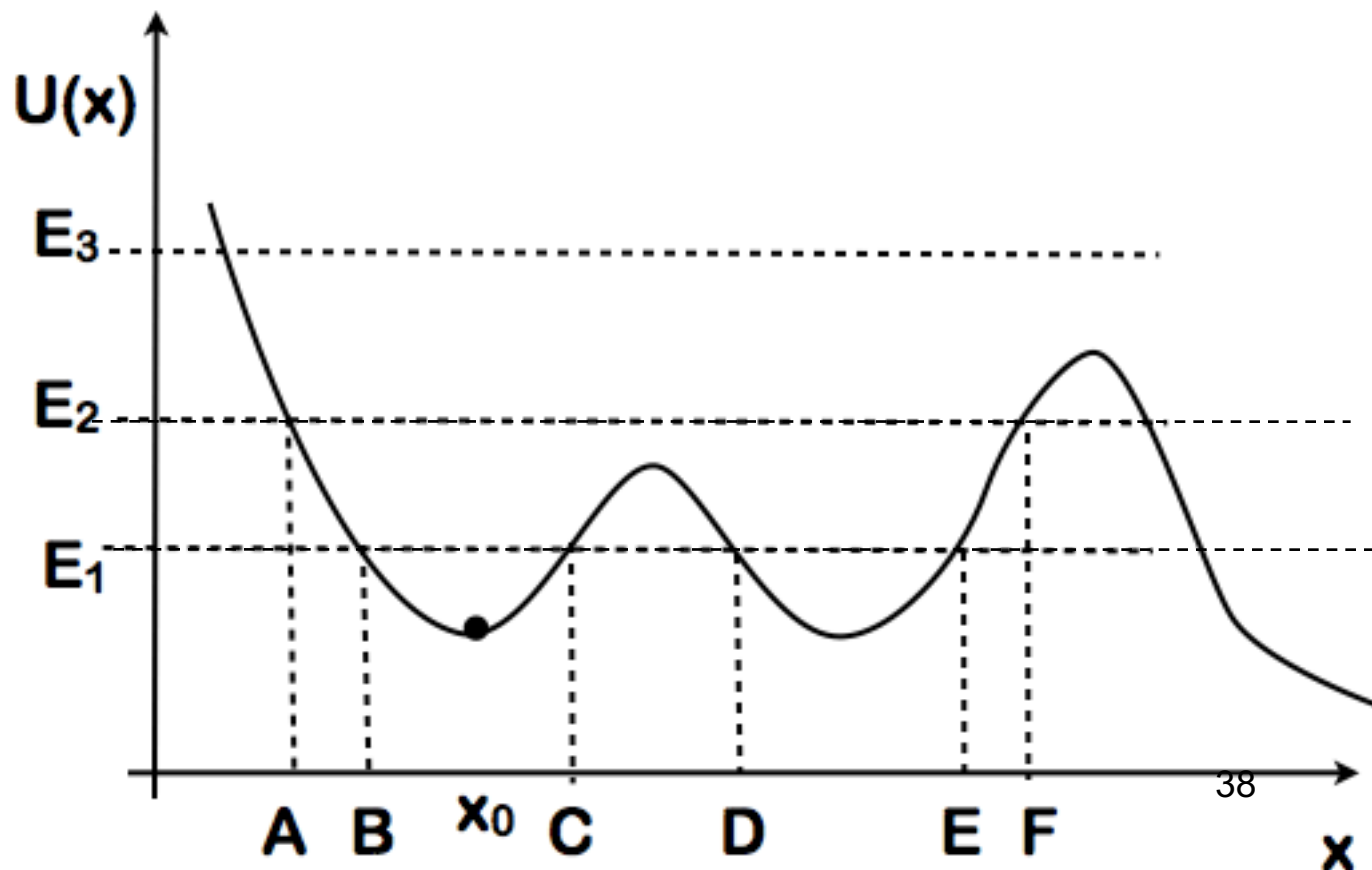
Que afirmações são verdadeiras sobre a partícula localizada em x_0 ?

I- Se tem energia E_1 , ela pode se mover entre B e E

II- Se tem energia E_2 seu movimento está limitado ao intervalo entre A&F, ela não pode escapar

III- Se tem energia E_3 seu movimento é ilimitado

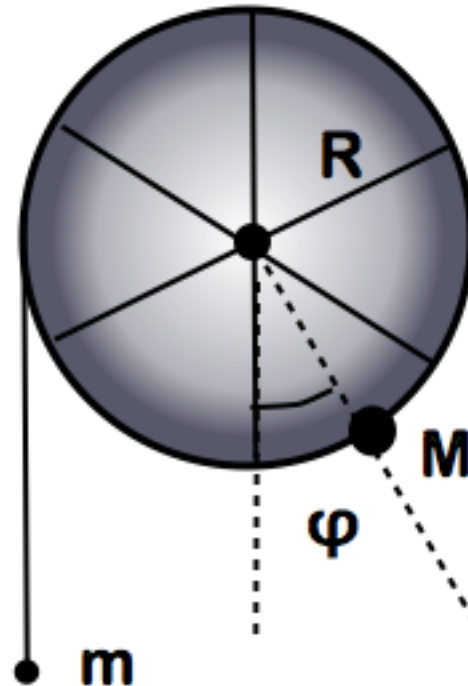
- A) Todas
- B) II apenas
- C) III apenas
- D) I&II
- E) II&III



Considere esta roldana de massa desprezível e sem atrito. M está grudada na lateral, e m está pendurada num fio enrolado na roldana.

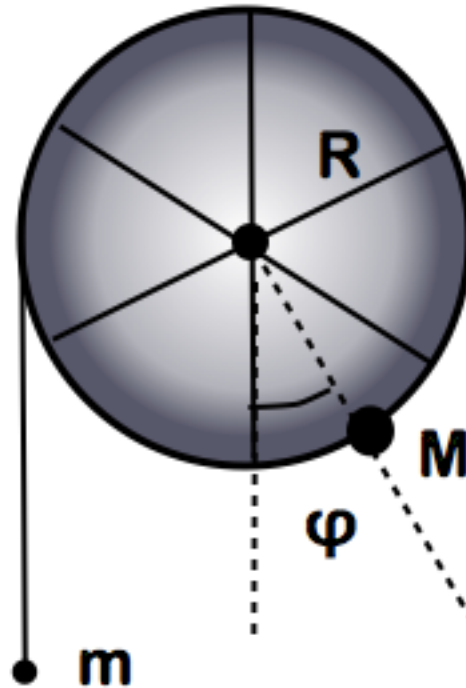
Qual a energia potencial de m em termos de φ ?

- A) $+mg\varphi$
- B) $-mg\varphi$
- C) $+mgR\varphi$
- D) $-mgR\varphi$
- E) Alguma coisa diferente destas!

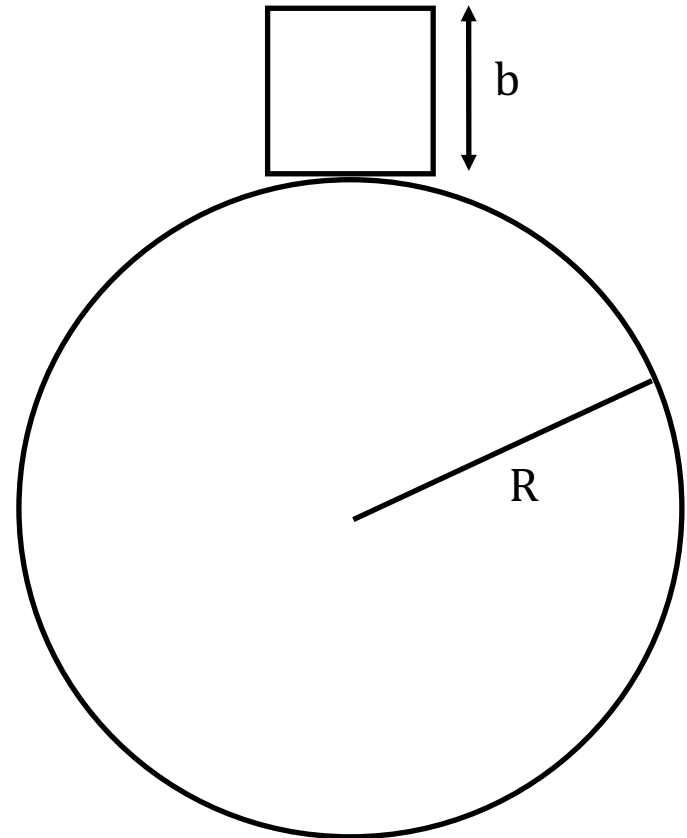


Qual a energia potencial de M em termos de φ ?

- A) $MgR\cos(\varphi)$
- B) $MgR\sin(\varphi)$
- C) $MgR(\cos(\varphi)-1)$
- D) $MgR(1-\cos(\varphi))$
- E) Nenhuma destas!



Um cubo de aresta b está equilibrado em cima de um cilindro estacionário de raio R . O cubo pode rolar sem deslizar sobre a superfície do cilindro. O cilindro está fixo e não pode se mover. O equilíbrio do cubo é estável?



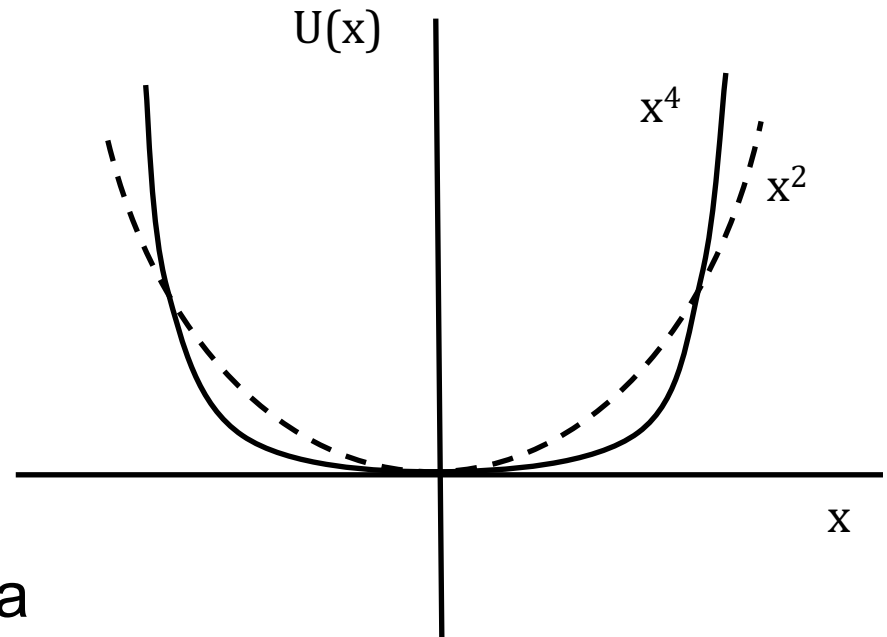
- A) Sim, ele é sempre estável
- B) Não, ele é sempre instável
- C) Ele é sempre indiferente
- D) A natureza do equilíbrio depende da relação entre os valores de b e R

Uma partícula oscila sujeita a um potencial unidimensional.
Quantas (quais?) das propriedades abaixo podem garantir que o movimento será um MHS?

- i) O período T é independente da amplitude A
- ii) A energia potencial é $U(x) \sim x^2$
- iii) A força é $F = -kx$ (lei de Hooke)
- iv) A posição depende senoidalmente do tempo: $x = A \sin(\omega t + a)$

- A) Só 1 destas propriedades pode garantir um MHS
- B) 2 destas propriedades podem garantir um MHS
- C) 3 destas propriedades podem garantir um MHS
- D) Todas (qualquer uma delas pode garantir um MHS)

Uma partícula oscila com amplitude A num poço de potencial . Comparado com o potencial harmônico x^2 , o potencial anarmônico x^4 tem um fundo mais achatado e laterais mais inclinadas. Se aumentarmos a amplitude da oscilação, o que vai acontecer com o período T da oscilação no potencial anarmônico x^4 ?



- A) T aumenta quando A aumenta
- B) T diminui quando A aumenta
- C) T permanece constante quando A aumenta

Resumo:

Em sistemas 1-D, $F(x) = -dU/dx$

Há equilíbrio quando $U'(x) = 0$

O equilíbrio é estável se $U''(x) > 0$

Gráfico de $U(x)$ vs x nos dá informação imediata
(sobre ligação, movimento, $v(x)$, $v(t)$, equilíbrio, ...)