**Cálculo III – Primeira Avaliação – 18/04/2024**
**Prof. Rafael B. de R. Borges**

**Nome:** ______________________________________________

**Matrícula:** ____________________ **Curso:** ____________________

**Atenção!** É proibido:

- Portar **folha própria de rascunho, celular, calculadora** e qualquer outro dispositivo eletrônico durante a prova. Guarde-os na mochila, que deve ser guardada na frente da sala.
- **Desgrampear o caderno de provas.**

O descumprimento das duas regras acima pode causar a anulação da sua prova. Portanto, tenha cautela.

Instruções gerais para a prova:

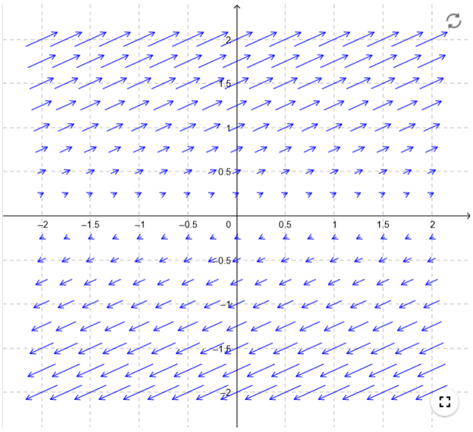
- Só escreva nesta capa o que foi pedido no cabeçalho acima.
- Você pode resolver as questões na ordem que quiser.
- De preferência, resolva as questões a lápis e escreva a caneta apenas a resposta final. Questões feitas apenas a lápis não poderão ser revisadas depois.
- Faça uma prova organizada. Há folhas de sobra para você fazer as questões. E, caso falte, é só pedir que eu grampeio mais.
- Parênteses são muito importantes. Use-os. Exemplos:
  - "$x$ vezes $-6$" é $x \cdot (-6)$, não $x \cdot -6$, ou, pior, $x - 6$.
  - $x - \dfrac{1}{y+2}$ é $\dfrac{x \cdot (y+2) - 1}{y+2}$, não $\dfrac{x \cdot y + 2 - 1}{y+2}$.
- Manipulações algébricas inválidas serão (muito) descontadas. As crianças do nosso Brasil dependem de que você saiba Matemática!
- Lembre-se: é melhor não simplificar, do que tentar — e se complicar!
- Mas você tem que saber o valor de expressões básicas como $\operatorname{sen} 0$, $\cos \pi$, $\ln 1$, $e^0$ etc.
- **Não serão aceitas respostas sem desenvolvimento.** Mostre que você sabe o que está fazendo.

Boa prova!

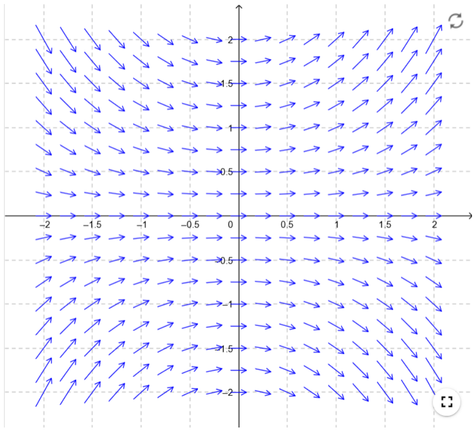
**C**

**1**. (1 ponto) Assinale a figura que corresponde ao campo vetorial $\vec{F}(x, y) = (2, xy)$. Justifique a sua resposta.

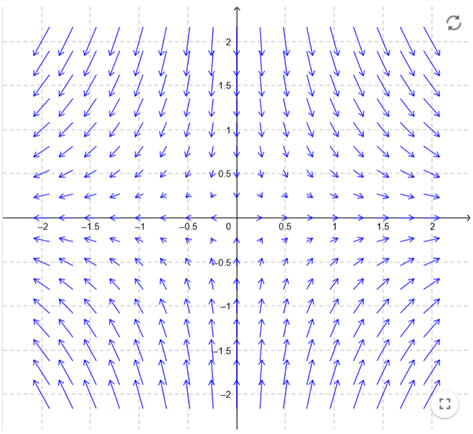
A.



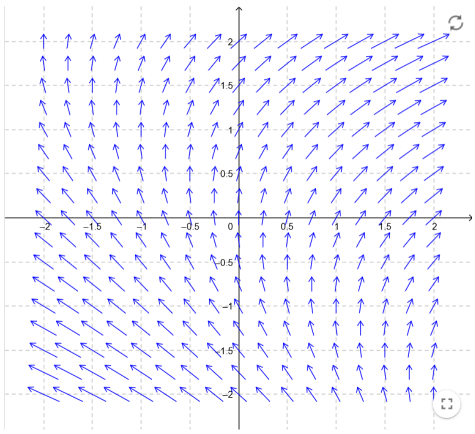
B.



C.



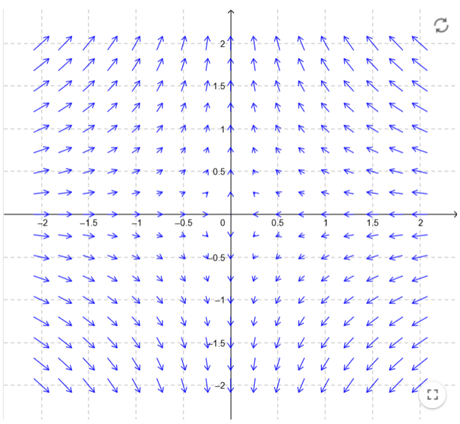
D.



**Solução:**

Alternativa correta: B

**2**. (1 ponto) Assinale a função que corresponde à figura abaixo. Justifique.



A. $\vec{F}(x,y) = (x^2, y)$

B. $\vec{F}(x,y) = (e^x, y)$

C. $\vec{F}(x,y) = (-x, y)$

D. $\vec{F}(x,y) = (2y, x)$

**Solução:**
Alternativa correta: C

**3**. (1 ponto) Assinale a única alternativa correta:

A. Se $\vec{F}(x,y) = (P(x,y), Q(x,y))$ é um campo conservativo, então $P_x = Q_y$.

B. Se $\vec{F}(x,y) = \nabla f$, então $\displaystyle\int_C \vec{F} \cdot d\vec{r} = f(y) - f(x)$.

C. Se $\displaystyle\oint_C \vec{F} \cdot d\vec{r} = 0$ em uma dada curva fechada $C$, então $\vec{F}(x,y)$ é um campo conservativo.

D. Se $\vec{F}(x,y)$ é um campo conservativo e $C$ é uma curva fechada, então

$$\oint_C \vec{F} \cdot d\vec{r} = 0.$$

**Solução:**
Alternativa correta: D

**4**. (2 pontos) Seja $f(x,y) = x^2 y$ e seja $C$ o segmento de reta que vai de $A = (0,2)$ a $B = (2,-1)$. Calcule

$$\int_C f \, ds.$$

**Solução:**
Temos

$$\begin{aligned} &\vec{r}(t) = \overrightarrow{OA} + \overrightarrow{AB} \cdot t = (2t, 2-3t), \qquad 0 \le t \le 1, \\ &\vec{r'}(t) = (2,-3), \qquad \|\vec{r'}(t)\| = \sqrt{2^2 + (-3)^2} = \sqrt{13}. \end{aligned}$$

Assim,

$$\begin{aligned} \int_C f \, ds &= \int_0^1 [x(t)]^2 y(t) \, \|\vec{r'}(t)\| \, dt = \int_0^1 (2t)^2 (2-3t)\sqrt{13} \, dt \\ &= 4\sqrt{13} \int_0^1 2t^2 - 3t^3 \, dt = 4\sqrt{13} \left[ \frac{2t^3}{3} - \frac{3t^4}{4} \right]_{t=0}^{1} = -\frac{\sqrt{13}}{3}. \end{aligned}$$

**5**. Seja $\vec{F}(x,y) = (2x+y, x+4y)$ e considere $C$ a curva parametrizada por

$$\vec{r}(t) = (t^2, t^3), \qquad 0 \le t \le 1.$$

Calcule $\displaystyle\int_C \vec{F} \cdot d\vec{r}$:

a) (2 pontos) Diretamente.

**Solução:**
Temos

$$\vec{r'}(t) = (2t, 3t^2).$$

Assim,

$$\begin{aligned}
\int_C \vec{F} \cdot d\vec{r} &= \int_0^1 (2x(t)+y(t), x(t)+4y(t)) \cdot \vec{r'}(t)\, dt \\
&= \int_0^1 (2t^2+t^3, t^2+4t^3) \cdot (2t, 3t^2)\, dt \\
&= \int_0^1 (4t^3+2t^4)+(3t^4+12t^5)\, dt = t^4+t^5+2t^6 \Big|_{t=0}^{1} = 4.
\end{aligned}$$

b) (2 pontos) Usando o Teorema Fundamental das Integrais de Linha.

**Solução:**
Denote $P = 2x+y$ e $Q = x+4y$, de forma que $\vec{F} = (P,Q)$. Vamos verificar que $\vec{F}$ é conservativo pelo teste das derivadas cruzadas:

$$P_y = 1 = Q_x. \qquad\qquad \text{(OK)}$$

Portanto, há uma função potencial $f(x,y)$ tal que $\vec{F} = \nabla f = (f_x, f_y)$. Assim,

$$\begin{aligned}
f(x,y) &= \int f_x\, dx = \int P\, dx = \int 2x+y\, dx = x^2+yx+g(y), \\
f_y &= \frac{\partial}{\partial y}\left[x^2+yx+g(y)\right] = x+g'(y) \\
&= Q = x+4y, \\
\therefore \quad & g'(y) = 4y \quad \therefore \quad g(y) = 2y^2 \\
\therefore \quad & f(x,y) = x^2+yx+2y^2.
\end{aligned}$$

Logo, pelo TFIL,

$$\begin{aligned}
\int_C \vec{F} \cdot d\vec{r} &= \int_C \nabla f \cdot d\vec{r} = f(\vec{r}(1)) - f(\vec{r}(0)) \\
&= f(1^2, 1^3) - f(0^2, 0^3) = f(1,1) - f(0,0) \\
&= (1^2+1\cdot 1+2\cdot 1^2) - (0^2+0\cdot 0+2\cdot 0^2) = 4.
\end{aligned}$$