



Prova Escrita de Física e Química A

10.º e 11.º Anos de Escolaridade

Prova 715/Época Especial

15 Páginas

Duração da Prova: 120 minutos. Tolerância: 30 minutos.

2013

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta indelével, azul ou preta.

Pode utilizar régua, esquadro, transferidor e máquina de calcular gráfica.

Não é permitido o uso de corretor. Em caso de engano, deve riscar de forma inequívoca aquilo que pretende que não seja classificado.

Escreva de forma legível a numeração dos itens, bem como as respetivas respostas. As respostas ilegíveis ou que não possam ser claramente identificadas são classificadas com zero pontos.

Para cada item, apresente apenas uma resposta. Se escrever mais do que uma resposta a um mesmo item, apenas é classificada a resposta apresentada em primeiro lugar.

Para responder aos itens de escolha múltipla, escreva, na folha de respostas:

- o número do item;
- a letra que identifica a única opção escolhida.

Nos itens de construção de cálculo, apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efetuados e apresentando todas as justificações e/ou conclusões solicitadas.

A prova inclui uma tabela de constantes na página 2, um formulário nas páginas 2 e 3, e uma tabela periódica na página 4.

As cotações dos itens encontram-se no final do enunciado da prova.

TABELA DE CONSTANTES

Velocidade de propagação da luz no vácuo	$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Módulo da aceleração gravítica de um corpo junto à superfície da Terra	$g = 10 \text{ m s}^{-2}$
Constante de Gravitação Universal	$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
Constante de Avogadro	$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante de Stefan-Boltzmann	$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
Produto iônico da água (a 25 °C)	$K_w = 1,00 \times 10^{-14}$
Volume molar de um gás (PTN)	$V_m = 22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$

FORMULÁRIO

- **Conversão de temperatura (de grau Celsius para kelvin)** $T = \theta + 273,15$

T – temperatura absoluta (temperatura em kelvin)
 θ – temperatura em grau Celsius

- **Densidade (massa volúmica)** $\rho = \frac{m}{V}$

m – massa
 V – volume

- **Efeito fotoelétrico** $E_{\text{rad}} = E_{\text{rem}} + E_c$

E_{rad} – energia de um fotão da radiação incidente no metal
 E_{rem} – energia de remoção de um eletrão do metal
 E_c – energia cinética do eletrão removido

- **Concentração de solução** $c = \frac{n}{V}$

n – quantidade de soluto
 V – volume de solução

- **Relação entre pH e concentração de H₃O⁺** $\text{pH} = -\log \{[\text{H}_3\text{O}^+] / \text{mol dm}^{-3}\}$

- **1.^a Lei da Termodinâmica** $\Delta U = W + Q + R$

ΔU – variação da energia interna do sistema (também representada por ΔE_i)
 W – energia transferida, entre o sistema e o exterior, sob a forma de trabalho
 Q – energia transferida, entre o sistema e o exterior, sob a forma de calor
 R – energia transferida, entre o sistema e o exterior, sob a forma de radiação

- **Lei de Stefan-Boltzmann** $P = e \sigma A T^4$

P – potência total irradiada pela superfície de um corpo
 e – emissividade da superfície do corpo
 σ – constante de Stefan-Boltzmann
 A – área da superfície do corpo
 T – temperatura absoluta da superfície do corpo

- **Energia ganha ou perdida por um corpo devido à variação da sua temperatura** $E = m c \Delta T$

m – massa do corpo
 c – capacidade térmica mássica do material de que é constituído o corpo
 ΔT – variação da temperatura do corpo

- **Taxa temporal de transferência de energia, sob a forma de calor, por condução** $\frac{Q}{\Delta t} = k \frac{A}{\ell} \Delta T$

Q – energia transferida, sob a forma de calor, por condução,
através de uma barra, no intervalo de tempo Δt
 k – condutividade térmica do material de que é constituída a barra
 A – área da secção da barra, perpendicular à direção de transferência de energia
 ℓ – comprimento da barra
 ΔT – diferença de temperatura entre as extremidades da barra

- Trabalho realizado por uma força constante, \vec{F} , que atua sobre um corpo em movimento retilíneo $W = Fd \cos\alpha$
 d – módulo do deslocamento do ponto de aplicação da força
 α – ângulo definido pela força e pelo deslocamento
- Energia cinética de translação $E_c = \frac{1}{2} mv^2$
 m – massa
 v – módulo da velocidade
- Energia potencial gravítica em relação a um nível de referência $E_p = m g h$
 m – massa
 g – módulo da aceleração gravítica junto à superfície da Terra
 h – altura em relação ao nível de referência considerado
- Teorema da energia cinética $W = \Delta E_c$
 W – soma dos trabalhos realizados pelas forças que atuam num corpo, num determinado intervalo de tempo
 ΔE_c – variação da energia cinética do centro de massa do corpo, no mesmo intervalo de tempo
- Lei da Gravitação Universal $F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$
 F_g – módulo da força gravítica exercida pela massa pontual m_1 (m_2) na massa pontual m_2 (m_1)
 G – constante de Gravitação Universal
 r – distância entre as duas massas
- 2.^a Lei de Newton $\vec{F} = m \vec{a}$
 \vec{F} – resultante das forças que atuam num corpo de massa m
 \vec{a} – aceleração do centro de massa do corpo
- Equações do movimento retilíneo com aceleração constante $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$
 x – valor (componente escalar) da posição
 v – valor (componente escalar) da velocidade
 a – valor (componente escalar) da aceleração
 t – tempo
- Equações do movimento circular com velocidade linear de módulo constante $a_c = \frac{v^2}{r}$
 a_c – módulo da aceleração centrípeta
 v – módulo da velocidade linear
 r – raio da trajetória
 T – período do movimento
 ω – módulo da velocidade angular
- Comprimento de onda $\lambda = \frac{v}{f}$
 v – módulo da velocidade de propagação da onda
 f – frequência do movimento ondulatório
- Função que descreve um sinal harmónico ou sinusoidal $y = A \sin(\omega t)$
 A – amplitude do sinal
 ω – frequência angular
 t – tempo
- Fluxo magnético que atravessa uma superfície, de área A , em que existe um campo magnético uniforme, \vec{B} $\Phi_m = B A \cos\alpha$
 α – ângulo entre a direção do campo e a direção perpendicular à superfície
- Força eletromotriz induzida numa espira metálica $|\varepsilon_i| = \frac{|\Delta \Phi_m|}{\Delta t}$
 $\Delta \Phi_m$ – variação do fluxo magnético que atravessa a superfície delimitada pela espira, no intervalo de tempo Δt
- Lei de Snell-Descartes para a refração $n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$
 n_1, n_2 – índices de refração dos meios 1 e 2, respetivamente
 α_1, α_2 – ângulos entre a direção de propagação da onda e a normal à superfície separadora no ponto de incidência, nos meios 1 e 2, respetivamente

TABELA PERIÓDICA

1

H	1,01
----------	------

Número atómico Elemento	
Massa atómica relativa	

Li	6,94
Be	9,01

B	10,81
C	12,01

N	14,01
O	16,00

P	30,97
S	32,07

As	74,92
Ge	72,64

Br	79,90
Kr	83,80

Ca	40,08
Sc	44,96

Ti	47,87
V	50,94

Mn	54,94
Fe	55,85

Co	58,93
Ni	58,69

Zn	65,41
Cu	63,55

Rh	102,91
Pd	106,42

Ag	112,41
In	114,82

Cd	114,82
Sn	118,71

In	121,76
Te	127,90

I	126,90
Xe	131,29

Yb	173,04
Rn	174,98

[222,02]

18

La	138,91
Ce	140,12

Pr	140,91
Nd	144,24

Pm	145
Sm	150,36

Gd	157,25
Tb	158,92

Dy	162,50
Ho	164,93

Er	167,26
Tm	168,93

Yb	173,04
Lu	174,98

[222,02]

Para responder aos itens de escolha múltipla, **selecione a única opção (A, B, C ou D)** que permite obter uma afirmação correta ou responder corretamente à questão colocada.

Se apresentar mais do que uma opção, a resposta será classificada com zero pontos, o mesmo acontecendo se a letra transcrita for ilegível.

Utilize unicamente valores numéricos das grandezas referidas na prova (no enunciado, na tabela de constantes e na tabela periódica).

Utilize os valores numéricos fornecidos no enunciado.

GRUPO I

Na sua obra *Princípios Matemáticos de Filosofia Natural*, editada pela primeira vez em 1687, Newton estabeleceu as três leis da Dinâmica e mostrou que tanto a queda de um corpo à superfície da Terra (por exemplo, a queda de um fruto da árvore para o solo) como o movimento da Lua na sua órbita podem ser explicados pela existência de uma força, resultante da interação entre cada um desses corpos e a Terra. Essa força depende das massas dos dois corpos que interatuam e da distância entre os seus centros de massa.

Assim, um fruto cai da árvore porque é atraído para a Terra. Mas, embora tendo uma massa muito inferior à da Terra, também o fruto atrai a Terra.

M. Ferreira, G. Almeida, *Introdução à Astronomia e às Observações Astronómicas*,
Plátano Edições Técnicas, 6.^a ed., 2001 (adaptado)

1. Considere que m representa a massa de um fruto que se encontra acima da superfície da Terra e que d representa a distância entre o centro de massa do fruto e o centro de massa da Terra.

A intensidade da força com que a Terra atrai esse fruto é

- (A) inversamente proporcional a m .
- (B) diretamente proporcional a d .
- (C) diretamente proporcional a m^2 .
- (D) inversamente proporcional a d^2 .

2. A força com que a Terra atrai um fruto e a força com que esse fruto atrai a Terra têm intensidades

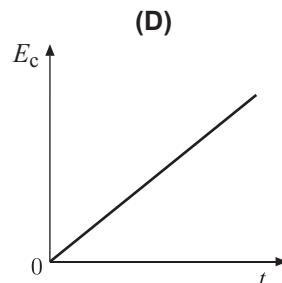
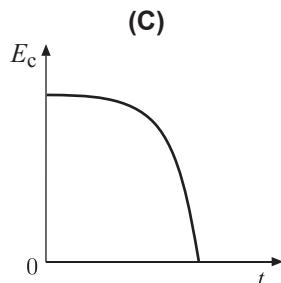
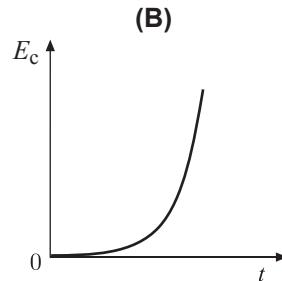
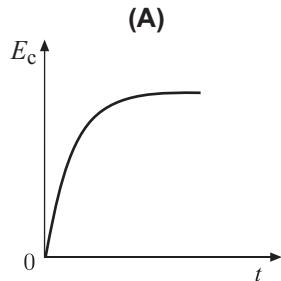
- (A) iguais e determinam acelerações de módulos diferentes em cada um desses corpos.
- (B) iguais e determinam acelerações de módulos iguais em cada um desses corpos.
- (C) diferentes e determinam acelerações de módulos diferentes em cada um desses corpos.
- (D) diferentes e determinam acelerações de módulos iguais em cada um desses corpos.

3. Conclua, justificando, se o trabalho realizado pelo peso de um fruto que cai da árvore para o solo depende da forma da trajetória descrita pelo fruto.

4. Considere um fruto que cai de uma árvore, abandonado de uma posição situada a 1,60 m acima do solo.

Admita que a resistência do ar é desprezável e que o fruto pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

- 4.1. Qual é o esboço do gráfico que pode representar o modo como varia a energia cinética, E_c , do fruto em função do tempo, t , durante a queda?



- 4.2. Qual é o módulo da velocidade com que o fruto passa na posição situada a 0,70 m do solo?

(A) $v = 5,6 \text{ m s}^{-1}$

(B) $v = 4,2 \text{ m s}^{-1}$

(C) $v = 3,7 \text{ m s}^{-1}$

(D) $v = 2,6 \text{ m s}^{-1}$

- 4.3. Admita que, no seu movimento de translação em torno da Terra, a Lua descreve uma órbita circular, de raio $3,84 \times 10^5 \text{ km}$.

Determine o quociente entre o módulo da aceleração da Lua, no movimento de translação referido, e o módulo da aceleração do fruto, no movimento de queda considerado.

Apresente todas as etapas de resolução.

$$\text{Massa da Lua} = 7,35 \times 10^{22} \text{ kg}$$

$$\text{Massa da Terra} = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$$

GRUPO II

O planeta Terra é um sistema que recebe energia quase exclusivamente do Sol. Dessa energia, recebida sob a forma de radiação, cerca de 50% é absorvida pela superfície da Terra, cerca de 20% é absorvida pela sua atmosfera e cerca de 30% é refletida para o espaço.

1. O albedo médio da Terra é, assim, cerca de

- (A) 70%
- (B) 50%
- (C) 30%
- (D) 20%

2. Qual é a relação entre a potência da radiação absorvida pelo planeta Terra e a potência da radiação emitida pelo planeta Terra para o espaço?

3. Justifique a afirmação seguinte.

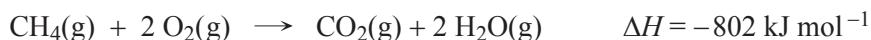
O comprimento de onda da radiação de máxima intensidade emitida pelo Sol é muito inferior ao comprimento de onda da radiação de máxima intensidade emitida pela Terra.

GRUPO III

1. O metano, CH_4 , principal constituinte do gás natural, é um combustível muito usado.

1.1. Represente a molécula de metano, utilizando a notação de Lewis. Refira o número total de eletrões de valência ligantes dessa molécula.

1.2. A combustão completa do metano pode ser representada por



Calcule a energia libertada quando, por combustão completa de metano, se consomem $2,0 \text{ m}^3$ de oxigénio, em condições normais de pressão e de temperatura.

Apresente todas as etapas de resolução.

2. O metano pode ser usado como combustível no aquecimento de um bloco de chumbo.

2.1. Admita que o bloco de chumbo se encontra inicialmente à temperatura de 0°C .

A essa temperatura, o bloco

- (A) emite um conjunto de radiações que constitui um espectro descontínuo.
- (B) emite radiação de uma única frequência.
- (C) não emite qualquer radiação.
- (D) emite um conjunto de radiações que constitui um espectro contínuo.

2.2. Na tabela seguinte, estão registadas as elevações de temperatura, $\Delta\theta$, do bloco de chumbo, de massa $3,2 \text{ kg}$, em função da energia, E , que lhe é fornecida.

E / J	$\Delta\theta / {}^\circ\text{C}$
$8,0 \times 10^2$	2,05
$1,6 \times 10^3$	3,85
$2,4 \times 10^3$	5,85
$3,2 \times 10^3$	7,95
$4,0 \times 10^3$	9,85

Determine a capacidade térmica mássica do chumbo.

Comece por apresentar a equação da reta que melhor se ajusta ao conjunto de valores apresentados na tabela, referente ao gráfico da elevação de temperatura do bloco de chumbo, em função da energia que lhe é fornecida (utilize a calculadora gráfica).

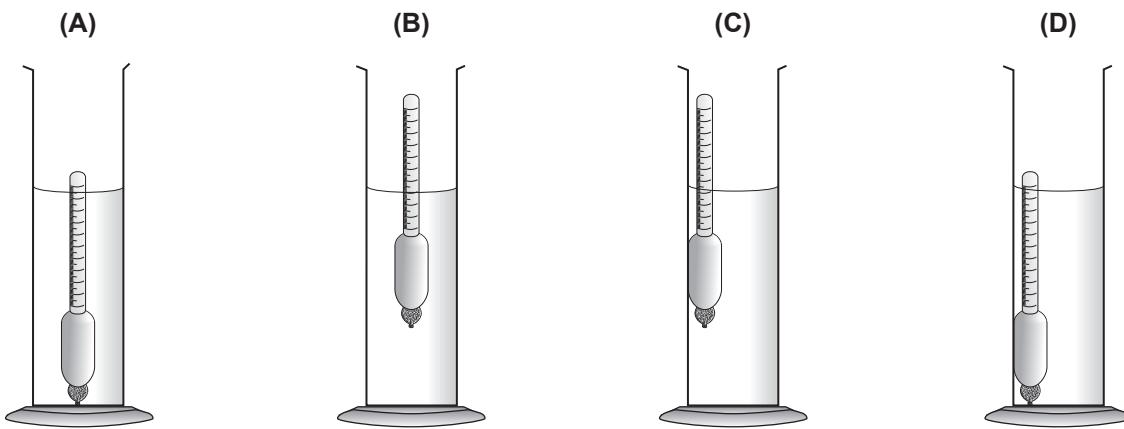
Apresente todas as etapas de resolução.

GRUPO IV

O vinho é uma mistura líquida essencialmente constituída por água e etanol, embora nela existam também outras substâncias dissolvidas. A oxidação do etanol pode dar origem à formação do ácido acético, um dos constituintes dos vinagres.

1. Pretende-se medir a densidade (ou massa volúmica) de um vinho, utilizando um densímetro.

Em qual dos esquemas seguintes se encontra corretamente representada a posição do densímetro quando se pretende efetuar aquela medição?



2. O grau de acidez de um vinagre é expresso em termos da massa de ácido acético, CH_3COOH ($M = 60,06 \text{ g mol}^{-1}$), em gramas, dissolvida em 100 cm^3 desse vinagre.

Um vinagre comercial de grau de acidez 6,0% é diluído 20 vezes, preparando-se um volume total de $500,0 \text{ cm}^3$ de solução diluída.

Determine a quantidade de ácido acético dissolvida na solução diluída de vinagre.

Apresente todas as etapas de resolução.

3. O ácido acético é um ácido monoprótico fraco, cuja reação de ionização em água pode ser traduzida por



Considere uma solução $0,0200 \text{ mol dm}^{-3}$ de ácido acético, $\text{CH}_3\text{COOH(aq)}$, cujo pH, a 25°C , é 3,23.

Determine a percentagem de ácido acético não ionizado na solução.

Apresente todas as etapas de resolução.

GRUPO V

Na titulação de uma solução de ácido acético, $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$, com uma solução de hidróxido de sódio, $\text{NaOH}(\text{aq})$, uma base forte, a reação que ocorre pode ser traduzida por



1. Considere que o volume de solução de ácido acético a titular é $25,0 \text{ cm}^3$ e que se adicionou $50,0 \text{ cm}^3$ de $\text{NaOH}(\text{aq})$ de concentração $0,100 \text{ mol dm}^{-3}$ até ser atingido o ponto de equivalência da titulação.

Determine a concentração da solução de ácido acético.

Comece por calcular a quantidade de NaOH adicionada até ter sido atingido o ponto de equivalência da titulação.

Apresente todas as etapas de resolução.

2. Na Figura 1, estão representadas uma curva de titulação de um ácido forte com uma base forte (Curva A) e uma curva de titulação de um ácido fraco com uma base forte (Curva B).

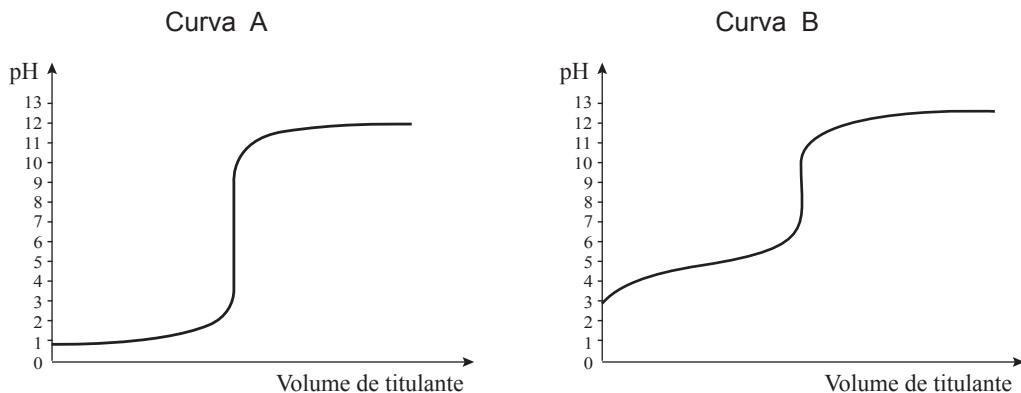


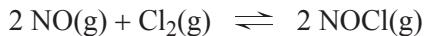
Figura 1

Conclua, justificando, a partir das curvas de titulação apresentadas, em qual das situações o número de indicadores ácido-base suscetíveis de serem utilizados será mais reduzido.

Comece por referir qual a função de um indicador ácido-base, numa titulação.

GRUPO VI

1. Considere a reação química, em fase gasosa, traduzida por



Preveja, justificando, como variará a concentração de $\text{Cl}_2\text{(g)}$ se ocorrer um aumento de pressão, por diminuição do volume, no sistema químico, inicialmente em equilíbrio, à temperatura T .

2. A molécula de Cl_2 é constituída por átomos de cloro.

- 2.1. Num átomo de cloro, no estado fundamental, o número de orbitais ocupadas é

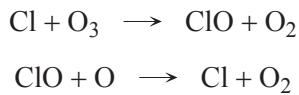
- (A) 3
- (B) 5
- (C) 8
- (D) 9

- 2.2. Um dos eletrões de valência menos energéticos de um átomo de cloro, no estado fundamental, pode ser caracterizado pelo conjunto de números quânticos

- (A) $\left(3, 1, 0, -\frac{1}{2}\right)$
- (B) $\left(3, 1, 1, +\frac{1}{2}\right)$
- (C) $\left(3, 0, 0, -\frac{1}{2}\right)$
- (D) $\left(3, 0, 1, +\frac{1}{2}\right)$

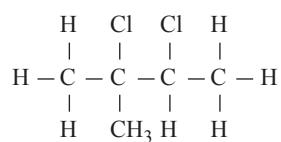
- 2.3. Os átomos de cloro são agentes destruidores da camada de ozono estratosférico.

Um mecanismo reacional que traduz a destruição do ozono pode ser representado pelas seguintes equações:



Escreva a equação que corresponde à soma destas duas equações.

2.4. Os átomos de cloro podem substituir átomos de hidrogénio nas moléculas dos alcanos, como na molécula a seguir representada.



Qual é o nome do composto acima representado, de acordo com a nomenclatura IUPAC?

- (A)** 2,3-dicloro-2-metilbutano
- (B)** 2-cloro-2-metil-3-clorobutano
- (C)** 2,3-dicloro-3-metilbutano
- (D)** 2-cloro-3,3-clorometilbutano

GRUPO VII

1. Na Figura 2, estão representados dois sinais elétricos, A e B, visualizados simultaneamente no ecrã de um osciloscópio, com a mesma base de tempo selecionada nos dois canais.

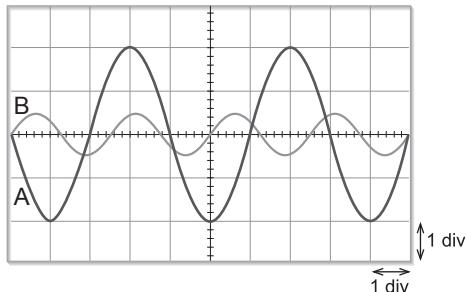


Figura 2

- 1.1. A frequência do sinal B é

- (A) 4 vezes superior à frequência do sinal A.
- (B) 1,6 vezes inferior à frequência do sinal A.
- (C) 1,6 vezes superior à frequência do sinal A.
- (D) 4 vezes inferior à frequência do sinal A.

- 1.2. Verificou-se que o sinal A pode ser descrito pela equação

$$U = 2,0 \sin (5,0 \pi \times 10^2 t) \quad (\text{SI})$$

A base de tempo do osciloscópio estava, assim, regulada para

- (A) 0,5 ms / div
- (B) 1 ms / div
- (C) 2 ms / div
- (D) 5 ms / div

2. Os microfones de indução permitem converter sinais sonoros em sinais elétricos. Neste tipo de microfones, a vibração da membrana provoca a oscilação de uma bobina imersa num campo magnético.

Quanto mais rapidamente se movimentar a bobina, maior será

- (A) o fluxo magnético através da bobina e menor será a força eletromotriz induzida na bobina.
(B) a taxa de variação temporal do fluxo magnético através da bobina e menor será a força eletromotriz induzida na bobina.
(C) o fluxo magnético através da bobina e maior será a força eletromotriz induzida na bobina.
(D) a taxa de variação temporal do fluxo magnético através da bobina e maior será a força eletromotriz induzida na bobina.

3. Um campo magnético pode ser criado por um íman, como o representado na Figura 3.

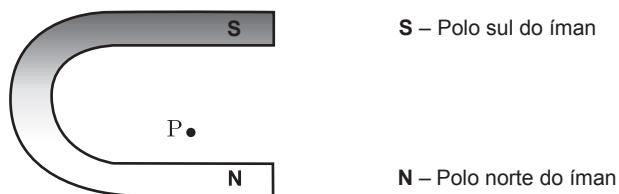
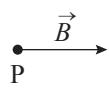


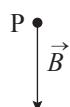
Figura 3

Qual dos seguintes vetores pode representar o campo magnético criado no ponto P pelo íman representado na figura?

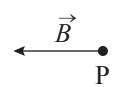
(A)



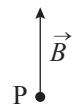
(B)



(C)



(D)



FIM

COTAÇÕES

GRUPO I

1.	.....	5 pontos
2.	.....	5 pontos
3.	.....	10 pontos
4.	.....
4.1.	.....	5 pontos
4.2.	.....	5 pontos
4.3.	.....	15 pontos
		45 pontos

GRUPO II

1.	.....	5 pontos
2.	.....	5 pontos
3.	.....	10 pontos
		20 pontos

GRUPO III

1.	.....
1.1.	.....	10 pontos
1.2.	.....	10 pontos
2.	.....
2.1.	.....	5 pontos
2.2.	.....	10 pontos
		35 pontos

GRUPO IV

1.	.....	5 pontos
2.	.....	10 pontos
3.	.....	10 pontos
		25 pontos

GRUPO V

1.	.....	10 pontos
2.	.....	15 pontos
		25 pontos

GRUPO VI

1.	.....	10 pontos
2.	.....
2.1.	.....	5 pontos
2.2.	.....	5 pontos
2.3.	.....	5 pontos
2.4.	.....	5 pontos
		30 pontos

GRUPO VII

1.	.....
1.1.	.....	5 pontos
1.2.	.....	5 pontos
2.	.....	5 pontos
3.	.....	5 pontos
		20 pontos

TOTAL **200 pontos**