

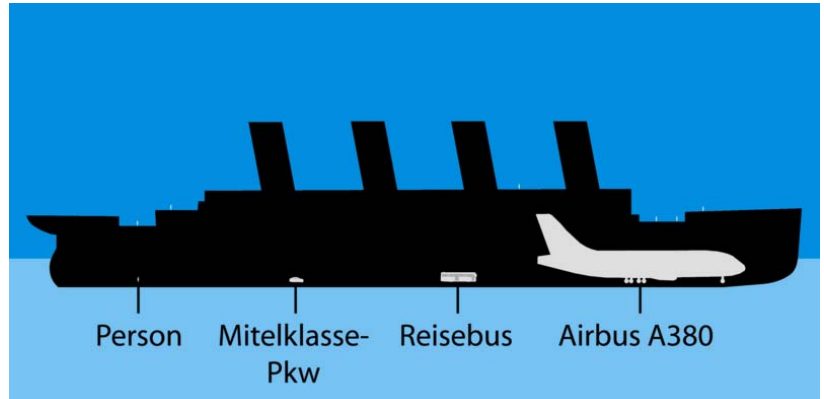


N.º _____ NOME: _____

TURMA: _____

CLASSIFICAÇÃO

O navio transatlântico *Titanic* da *British White Star Line*, foi o maior objecto móvel já construído pelo homem até então. Media cerca de 268,25 metros (ou seja, quase 3 campos de futebol) por 28 metros de largura e uma altura aproximada de um prédio de 10 andares. Saiu do porto de Southampton, na Inglaterra, no dia 10 de Abril de 1912 com destino a Nova Iorque, transportando aproximadamente 2 223 pessoas a bordo entre passageiros e tripulantes. Às 23h40 do dia 14, colide com um iceberg e afunda 2 horas depois. Foi o desastre marítimo mais famoso do Século XX.



O Sr. William Carter, passageiro da 2ª classe do navio e um curioso da física, reparou que um dos candeeiros suspensos na sala de estar consistia numa mola que suspendia o foco. Observando com atenção, verificou que o candeeiro se estava a deslocar num movimento vertical, com um deslocamento de 22 cm. Estimou que o candeeiro subia e descia 10 vezes em 12 segundos, tendo começado a contar o tempo quando o candeeiro inicia o movimento de subida, estando no ponto mais baixo.

1. Considerando que o candeeiro estava a efectuar um Movimento Harmónico Simples, a equação que pode descrever a posição do mesmo pode ser:

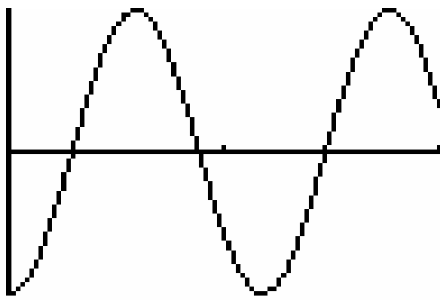
A. $x(t) = 22 \sin(\pi t + \frac{3\pi}{2})$

D. $x(t) = 0,11 \sin(1,7\pi t + \pi)$

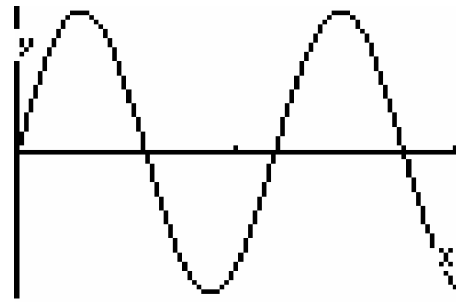
B. $x(t) = 0,22 \sin\left(\frac{12\pi}{10}t + \pi\right)$

C. $x(t) = 0,11 \sin(1,7\pi t + \frac{3\pi}{2})$

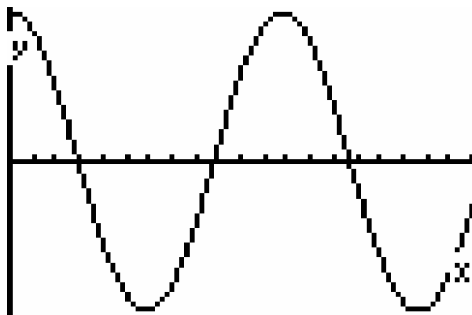
2. A função da **velocidade** com o tempo, pode ser representada por um dos seguintes gráficos. Escolha o correcto, justificando a sua opção:



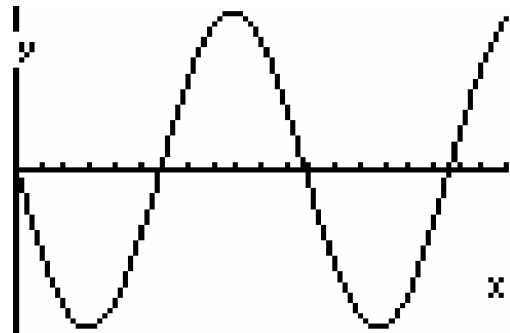
A.



B.



C.

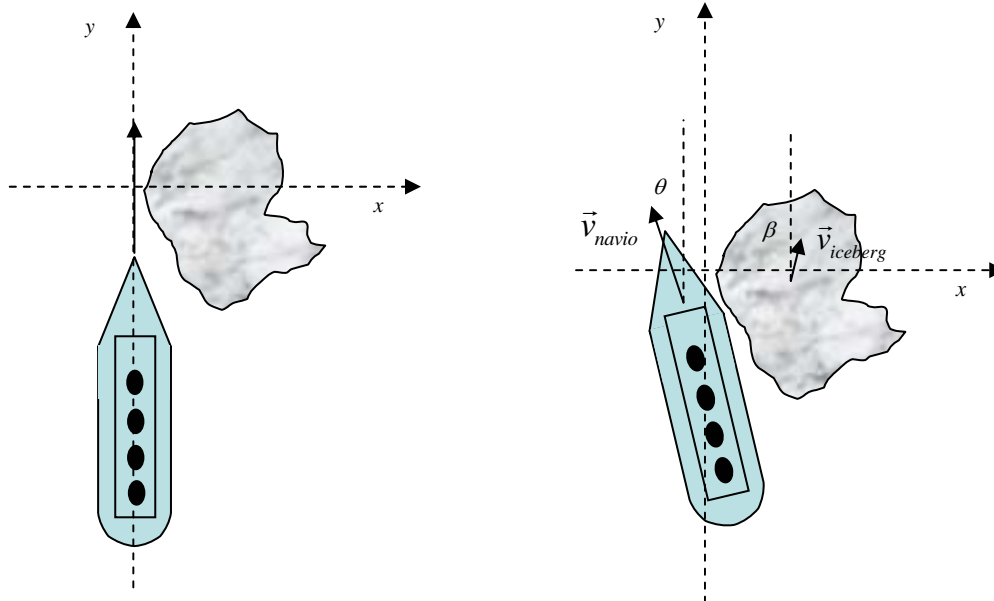


D.

“Às **23h40**, um dos vigias do mastro, Frederick Fleet, avistou uma sombra mais escura que o mar a frente. A imensa sombra cresceu rapidamente e revelou-se em um imenso iceberg na direcção ao navio. Imediatamente o pânico deu lugar aos reflexos e o vigia tocou o sino de alerta do mastro 3 vezes e ergueu o comunicador para falar com a ponte de comando. Preciosos segundos se perderam até que o comunicador foi atendido e o vigia gritou "Iceberg logo à frente". O primeiro-oficial que ouvira e vira a imensa massa de gelo na direcção ao navio, entrou na ponte de comando. Gritou ordenando ao timoneiro "tudo a estibordo", e à casa de máquinas, "toda a velocidade para trás". Na ponte de comando e no mastro de proa, os tripulantes só observavam inertes o imenso iceberg vindo de encontro ao navio.”

http://pt.wikipedia.org/wiki/RMS_Titanic

O navio deslocava-se à velocidade de 22 nós, o que corresponde a 41 km/h. A sua massa era de 66.000 ton. Considere que a colisão com o iceberg se deu como se apresenta no esquema seguinte:



Antes da colisão

Após a colisão

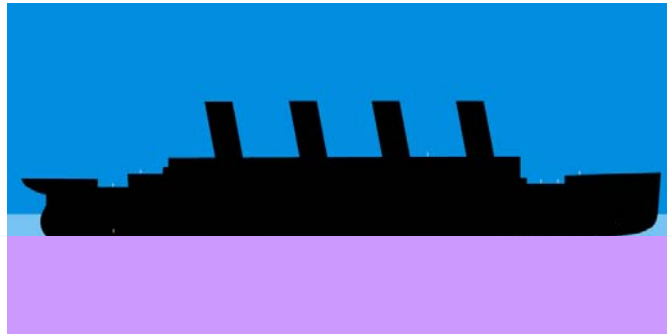
O ângulo θ é de 25° e o ângulo β é de 5° . A massa do iceberg estimasse que era de 15.000 ton.

3. Considerando desprezáveis os atritos, determine a velocidade do iceberg, após a colisão.

4. Descreva como procederia para verificar se a colisão foi elástica.

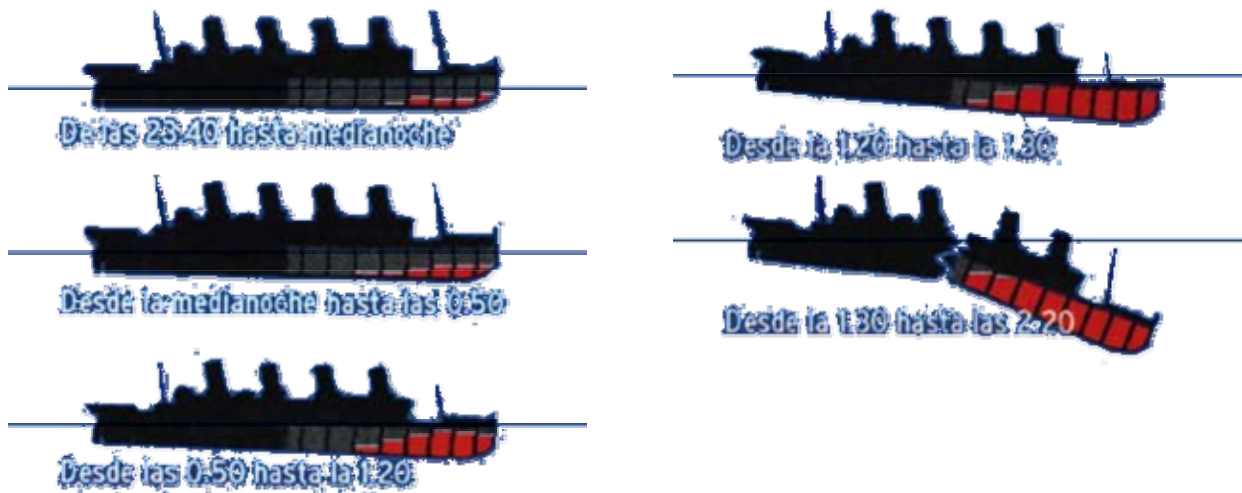
Apesar das manobras de emergência o navio colide com o iceberg 37 segundos após o ter avistado. A colisão ocorre às **23h40**, na Latitude $41^\circ 46'N$ e Longitude $50^\circ 14'W$. Arestas do iceberg fazem um rasgo de 90 metros no casco deixando abertos os 6 compartimentos estanques. Vinte minutos depois, o convés já tinha começado a inclinar-se.

5. Marque, no desenho abaixo, a localização aproximada do centro de massa do navio. Tenha em atenção a sua distribuição de massa aproximada e a estabilidade necessária.

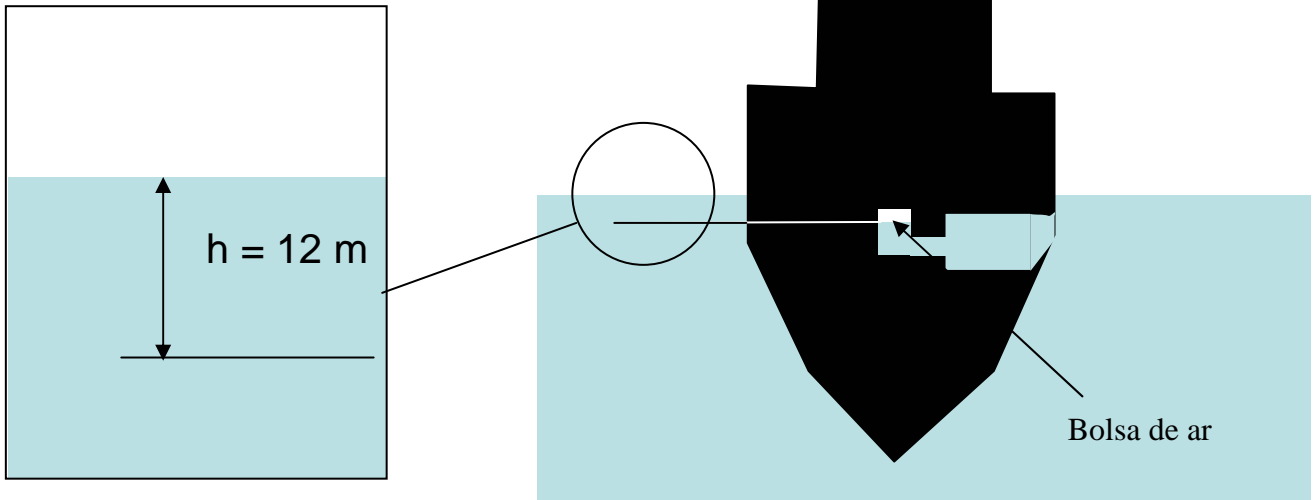


Com o rasgo no casco, o navio começa a meter água muito depressa, deslocando o seu centro de massa.

6. Na sequência abaixo, marque o centro de massa e identifique o seu deslocamento. Justifique a sua resposta.



Com a água a entrar pelo navio, inundando em primeiro lugar os porões, criam-se diversas bolsas de ar.



Sabendo que a massa volúmica da água do mar é de $1,03 \text{ g/cm}^3$:

7. Determine a pressão a que se encontra o ar naquela bolsa.

O Comandante do navio, Capitão Smith, executou os procedimentos de segurança, fechando as portas estanques entre os compartimentos do navio. No entanto esta medida veio a mostrar-se uma autêntica ratoeira para os passageiros, uma vez que os impedia de chegar ao exterior da embarcação. Auxiliados pelos técnicos do navio, alguns passageiros tentam, com um macaco hidráulico abrir uma das portas estanques. O êmbolo de força tem o diâmetro de 20 cm e o êmbolo elevador 40 cm.

8. Se o peso da porta for de $4 \times 10^4 \text{ N}$, verifique se é possível, com este macaco, abrir a porta. Justifique.

Façamos uma visita aos porões por onde entra a água. Num deles, a uma profundidade, relativamente à superfície, de 16 m, a água sem controlo.

9. A velocidade de escoamento da água através deste orifício, pode ser determinada pela expressão:

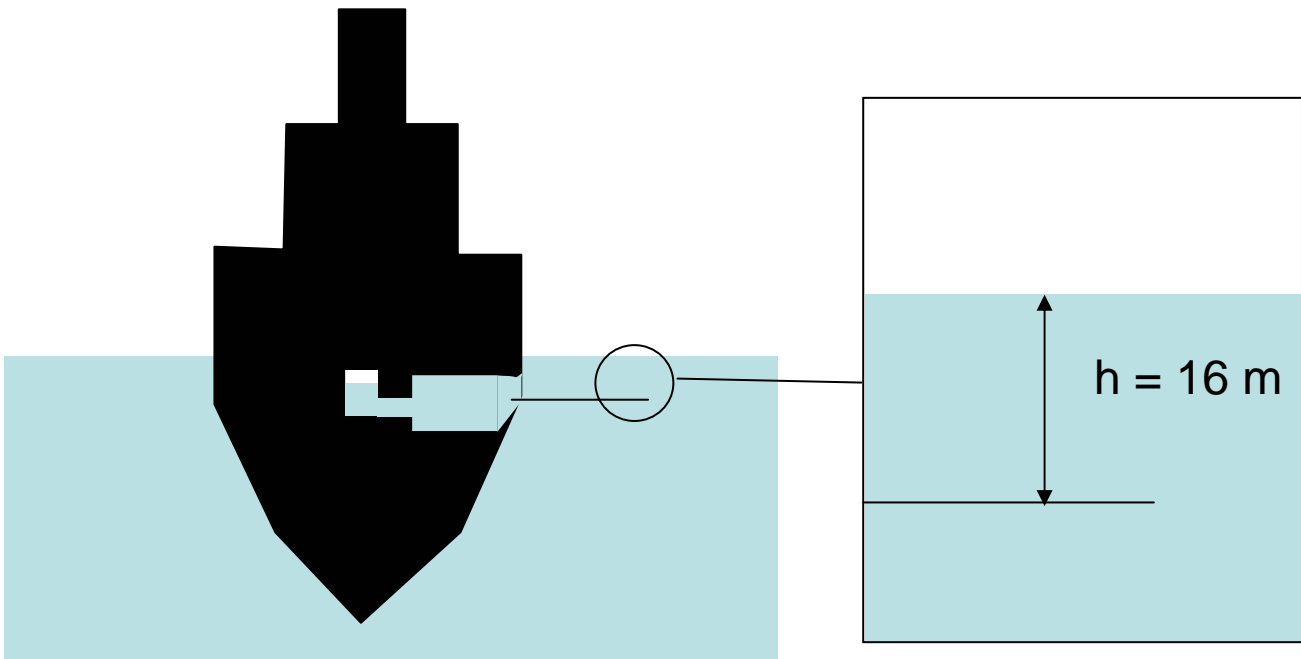
A. $v = 2\sqrt{\rho h}$

D. $v = \sqrt{2\rho h}$

B. $v = \sqrt{2gh}$

E. $v = 2\sqrt{\rho gh}$

Escolha a expressão correcta e apresente o seu raciocínio.



Inundado o porão, a água passa, através de uma porta, para um corredor de secção recta rectangular (com 2,0 m de lado por 3,0 m de altura). Após subir um lanço de escadas, entra num corredor de serviço de secção recta quadrada de 2,0 m² de área. Sabe-se que a água circula no corredor de maior secção a uma velocidade de 18,0 m.s⁻¹, e que este corredor se encontra a uma profundidade, relativamente à superfície de 14 m. O corredor de menor secção encontra-se 2 m acima do anterior.

10. Qual a velocidade de escoamento da água no corredor de menor secção?

11. Qual o caudal de água que escoar pelo corredor de menor secção?

A primeira chaminé não aguentando mais a pressão exercida sobre ela tomba na água, vitimando dezenas de pessoas no convés e na água. A água gélida avança rapidamente, arrasando tudo pela frente. Muitos são sugados pelas janelas para dentro do navio pela força das águas. A popa do *Titanic* agora eleva-se fora da água mostrando as suas imponentes hélices de bronze. Os que conseguem ainda caminhar arrastam-se para o castelo de popa do navio. O navio parte-se em 2 partes. Enquanto a proa desce, ela inclina a popa, deixando-a "em pé". A popa flutua por uns dois minutos e começa a descer. As **2h20**, o navio mergulha a pique nas profundezas do oceano.

12. Se considerarmos que a proa se comporta como uma esfera, e que leva apenas 4 s a percorrer os primeiros 10m, altura em que atinge a velocidade terminal ($\rho_{\text{destroço}} = 7,0 \text{ kg/cm}^3$), quanto tempo leva este pedaço do navio a chegar ao fundo, a 3600 metros de profundidade ($\mu = 1,07 \text{ cP}$)?



13. A pressão, a esta profundidade é de:

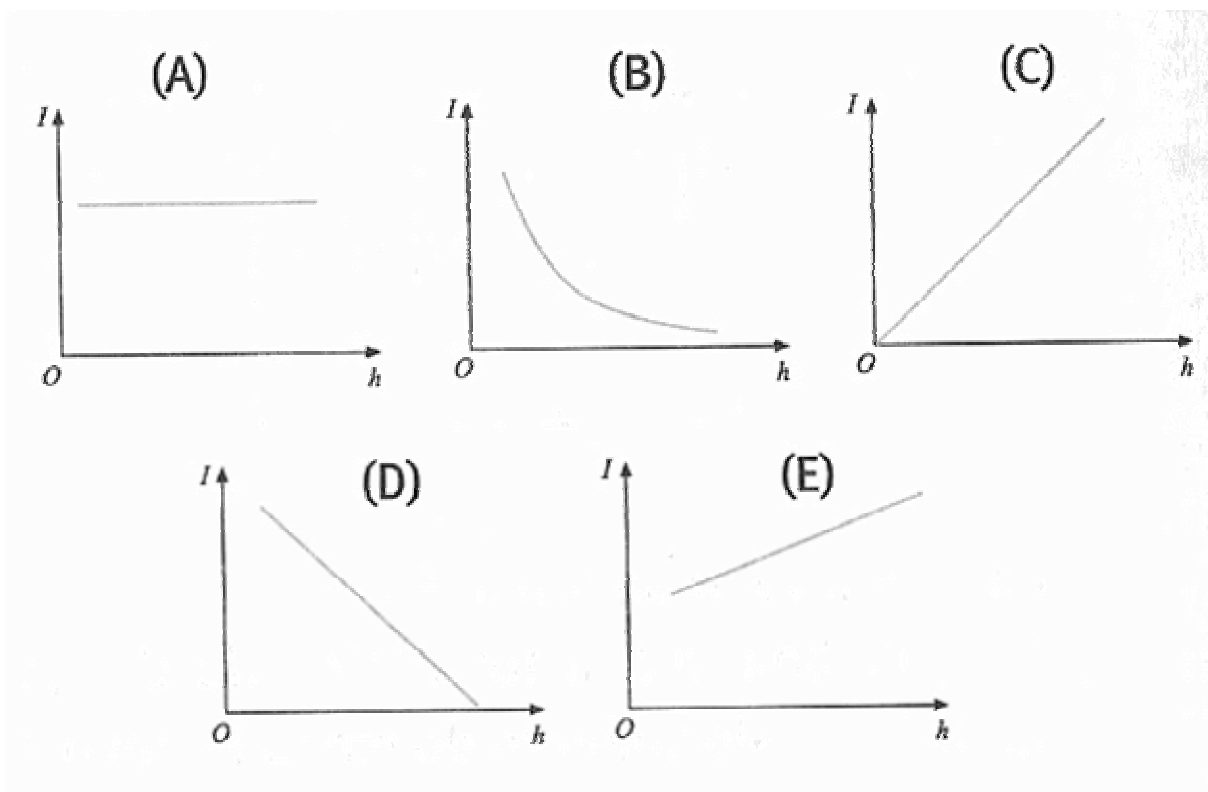
A. $3,71 \times 10^7 \text{ Pa}$

B. $3,71 \times 10^4 \text{ Pa}$

C. $7,31 \times 10^6 \text{ Pa}$

Apresente os cálculos que tiver que efectuar.

14. Conforme mergulha no oceano, o valor da Impulsão I exercida sobre o destroço, em função da profundidade h , é traduzida por qual dos gráficos seguintes:



Justifique a sua escolha.

A maior tragédia deste naufrágio consistiu no número de passageiros mortos. Das 2 223 pessoas a bordo, apenas 706 foram resgatadas. Mais de 1 500 morreram. Nos dias de hoje, com os modernos sistemas de comunicações e localização (GPS), o socorro às vítimas seria muito mais rápido, podendo poupar-se muitas vidas. Estes satélites, circundam a Terra duas vezes por dia a uma altitude de 20200 quilómetros. Os satélites meteorológicos NOAA encontram-se em orbitas muito mais baixas. No máximo, a sua orbita está a 2900 km de altitude.

15. Para aqueles dois satélites, relacione as respectivas velocidades orbitais.

16. Qual daqueles satélites deverá estar sujeito a um campo gravítico mais intenso? Justifique.

THE NEW YORK HERALD.
 WEDNESDAY, APRIL 16, 1912. NEW YORK, TUESDAY, APRIL 15, 1912. TWENTY-EIGHT PAGES. PRICE THREE CENTS.

THE TITANIC SINKS WITH 1,800 ON BOARD; ONLY 675, MOSTLY WOMEN AND CHILDREN, SAVED

MOST APPALLING DISASTER IN MARINE HISTORY OCCURS WHEN WORLD'S LARGEST STEAMSHIP STRIKES GIANTIC ICEBERG AT NIGHT

Scores of World's Most Widely Known Persons, Including Colonel John Jacob Astor and His Wife, William T. Stead and Elder Struss Among Those Whose Fate Is in Doubt.

J. Bruce Ismay, Head of the White Star Line; Mr. and Mrs. George D. Widener, the Governor of Rhode and Mrs. Henry B. Harris Are Some of Those Saved.

In the disaster of night and in a storm which blew from the north, west of the White Star line and west of all other steamships, sank the greatest of the sea at her last voyage. The Titanic, which was on her way from the Cape Race, Newfoundland and Labrador to New York, struck an iceberg which was 100 feet high and 100 feet wide. The ship was on her way from the Cape Race, Newfoundland and Labrador to New York, and she was on her way from the Cape Race, Newfoundland and Labrador to New York. The ship was on her way from the Cape Race, Newfoundland and Labrador to New York, and she was on her way from the Cape Race, Newfoundland and Labrador to New York.



COLLISION WITH ICEBERG - Apr 14 - Lat 41° 46', lon 50° 14', the British steamer TITANIC collided with an iceberg seriously damaging her bow; extent not definitely known.

Apr 14 - The German steamer AMERIKA reported by radio telegraph passing two large icebergs in lat 41° 27', lon 50° 08',--TITANIC (Br ss).

Apr 14 - Lat 42° 06', lon 49° 43', encountered extensive field ice and saw seven icebergs of considerable size.--TISL (Ger ss).

J. J. KNAPP
 Captain, U. S. Navy;
 Hydrographer.

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	$g = 10 \text{ m s}^{-2}$
Massa da Terra	$M_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$
Constante da Gravitação Universal	$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
Constante de Planck	$h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Carga elementar	$e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$
Massa do electrão	$m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Massa do protão	$m_p = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$
$K_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$	$K_0 = 9,00 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$

Questão Cotação

1. 12

2. 12

3. 12

4. 12

5. 12

6. 12

7. 12

8. 12

9. 13

10. 13

Questão

Cotação

11. 13

12. 13

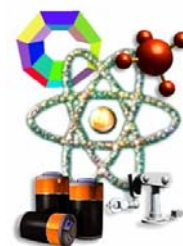
13. 13

14. 13

15. 13

16. 13

TOTAL 200



FORMULÁRIO

- **2.ª Lei de Newton**..... $\vec{F} = m \vec{a}$
 \vec{F} – resultante das forças que actuam num corpo de massa m
 \vec{a} – aceleração do centro de massa do corpo

- **Módulo da força de atrito estático** $F_a \leq \mu_e N$
 μ_e – coeficiente de atrito estático
 N – módulo da força normal exercida sobre o corpo pela superfície em contacto

- **Lei de Hooke** $F = -k x$
 F – valor da força elástica
 k – constante elástica da mola
 x – elongação

- **Velocidade do centro de massa de um sistema de n partículas** $\vec{V}_{CM} = \frac{m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + \dots + m_n \vec{v}_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}$
 m_i – massa da partícula i
 \vec{v}_i – velocidade da partícula i

- **Momento linear total de um sistema de partículas** $\vec{P} = M \vec{V}_{CM}$
 M – massa total do sistema
 \vec{V}_{CM} – velocidade do centro de massa

- **Lei fundamental da dinâmica para um sistema de partículas** $\vec{F}_{ext} = \frac{d\vec{P}}{dt}$
 \vec{F}_{ext} – resultante das forças exteriores que actuam no sistema
 \vec{P} – momento linear total

- **Lei fundamental da hidrostática** $p = p_0 + \rho g h$
 p, p_0 – pressão em dois pontos no interior de um fluido em equilíbrio, cuja diferença de alturas é h
 ρ – massa volúmica do fluido

- **Lei de Arquimedes**..... $I = \rho V g$
 I – impulsão
 ρ – massa volúmica do fluido
 V – volume de fluido deslocado

- **Equação de Bernoulli** $p_A + \rho g h_A + \frac{1}{2} \rho v_A^2 = p_B + \rho g h_B + \frac{1}{2} \rho v_B^2$
 p_A, p_B – pressão em dois pontos A e B no interior de um fluido, ao longo de uma mesma linha de corrente
 h_A, h_B – alturas dos pontos A e B
 v_A, v_B – módulos das velocidades do fluido nos pontos A e B
 ρ – massa volúmica do fluido

- **3.ª Lei de Kepler** $\frac{R^3}{T^2} = \text{constante}$
 R – raio da órbita circular de um planeta
 T – período do movimento orbital desse planeta

- **Lei de Newton da Gravitação Universal** $\vec{F}_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \vec{e}_r$
 \vec{F}_g – força exercida na massa pontual m_2 pela massa pontual m_1
 r – distância entre as duas massas
 \vec{e}_r – vector unitário que aponta da massa m_2 para a massa m_1
 G – constante da gravitação universal