



**PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.
PETROBRAS**

Processo Seletivo Público Nível Superior

CADERNO DE PROVA

Aplicação: 28/3/2004

CARGO: **22**

Engenheiro(a) Naval Júnior

CESPE
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Criando Oportunidades para Realizar Sonhos

ATENÇÃO

**Neste caderno, confira atentamente o
NÚMERO e o NOME DO SEU CARGO.**

**Leia com atenção as instruções
constantes na capa do CADERNO DE
PROVA DE CONHECIMENTOS BÁSICOS
(capa colorida).**

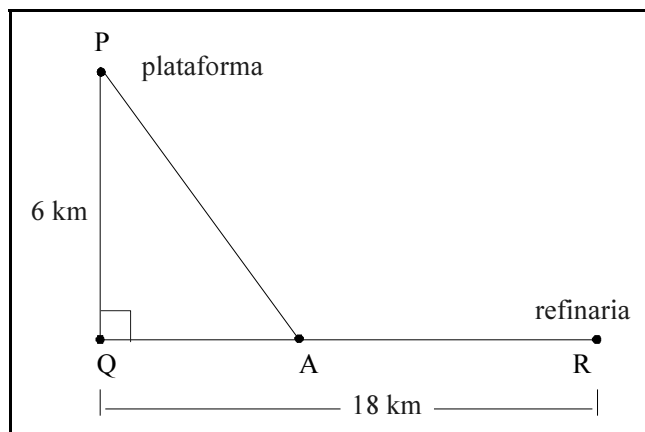
Conhecimentos Específicos

CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

RASCUNHO

Suponha que uma mancha de óleo no mar se espalhe circularmente de forma que a taxa na qual o raio do círculo da mancha varia em relação ao tempo seja de $1,5 \text{ km/h}$. Com base nessas informações, julgue os itens seguintes.

- 46 Se, em um determinado instante, a área da superfície da mancha de óleo é igual a $25\pi \text{ km}^2$, então 2 horas depois ela será superior a $60\pi \text{ km}^2$.
- 47 No instante em que o raio do círculo da mancha for igual a 1 km , a taxa na qual a área da superfície da mancha varia com o tempo é inferior a $8 \text{ km}^2/\text{h}$.



Na figura acima, o ponto P representa uma plataforma de petróleo em alto-mar, situada a 6 km do ponto Q, na costa. Deseja-se instalar um oleoduto ligando a plataforma a uma refinaria, representada pelo ponto R, também na costa, situado a 18 km do ponto Q. O trecho de P a Q está todo no mar e o de Q a R, em terra. Os segmentos PQ e QR são perpendiculares. O custo para instalação de dutos subaquáticos é igual a R\$ $150.000,00$ por km e para os dutos terrestres, R\$ $120.000,00$ por km . Construir o oleoduto ligando P a R diretamente, todo subaquático, é muito dispendioso, o mesmo ocorrendo com a construção seguindo os trechos PQ e QR. Dessa forma, busca-se uma solução alternativa, que é uma composição de um trecho subaquático e de um trecho terrestre. Considerando essas informações e que A seja um ponto de encontro dos dutos subaquático e terrestre, sobre o segmento QR, julgue os itens que se seguem.

- 48 O custo mínimo para a instalação do oleoduto ligando a plataforma à refinaria é superior a R\$ $2.500.000,00$.
- 49 O custo máximo para a instalação de um oleoduto ligando a plataforma à refinaria é 15% maior que o custo mínimo.
- 50 O comprimento do duto subaquático que minimiza os custos da instalação do oleoduto é superior a 9 km .

Considere que $f(t)$ é uma função que representa a quantidade de gás natural consumido em t anos, em bilhões de metros cúbicos, e que $\frac{df(t)}{dt} = 5 + 0,01t$

expressa a taxa de variação do consumo. Suponha, também, que um país tenha hoje ($t = 0$) uma reserva de 1.200 bilhões de m^3 de gás natural e o que é consumido não é repostado. Sob essas condições e lembrando que,

$$f(t) = \int_0^t \frac{df(s)}{ds} ds, \text{ julgue os itens que se seguem.}$$

- 51 Daqui a 80 anos, o país ainda possuirá mais de 750 bilhões de m^3 de gás natural.
- 52 A reserva de gás natural desse país se esgotará somente daqui a mais de 220 anos.

Para a fabricação do componente x , uma empresa desenvolveu os processos de produção I e II. A tabela abaixo apresenta a distribuição de probabilidade do tempo necessário para produzir esse componente, de acordo com o processo utilizado.

tempo gasto (T) para produzir o componente x (em minutos)	processos	
	I	II
$0 < T \leq 20$	0,3	0,6
$20 < T \leq 40$	0,5	0,3
$40 < T \leq 60$	0,2	0,1
total	1	1

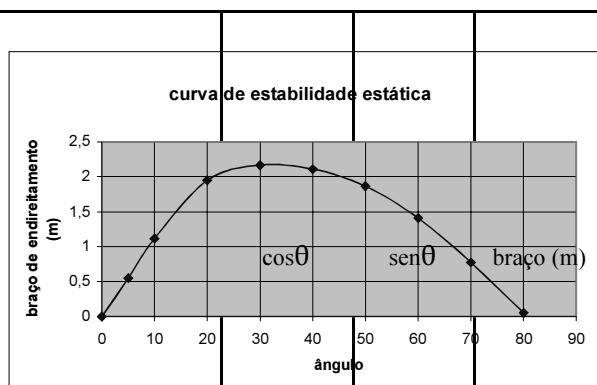
O custo de produção pelo processo I é igual a R\$ 120,00/componente, se $T \leq 24$. Caso contrário, o custo aumenta em a reais/componente. Já o custo de produção pelo processo II é igual a R\$ 200,00/componente, se $T \leq 20$. Caso contrário, o custo aumenta para R\$ 250,00/componente. Em cada intervalo de tempo apresentado na tabela acima, a distribuição é uniforme. A escolha do processo dependerá do custo/componente, do tempo médio gasto para produzir o componente e do coeficiente de variação do tempo gasto.

Com base nessa situação hipotética, julgue os itens a seguir.

- 53 A produção pelo processo I gasta, em média, 40 minutos/componente.
- 54 O custo esperado de produção do componente x pelo processo II será superior a R\$ 230,00.
- 55 Para que o custo esperado/componente da produção pelo processo II seja menor do que 75% do custo esperado pelo processo I, o valor de a deve ser inferior a R\$ 75,00.
- 56 Se 4 componentes forem produzidos pelo processo II, a probabilidade de exatamente 2 deles serem produzidos entre 0 e 20 minutos é inferior a 0,40.
- 57 O desvio-padrão do custo de produção/componente pelo processo II é inferior a R\$ 24,50.
- 58 Para que os dois processos forneçam distribuições de custos com o mesmo coeficiente de variação, o valor de a deve ser igual a R\$ 50,00.

Considere as informações abaixo, relativas a uma embarcação do tipo FPSO nas condições de carregamento apresentadas, indicadas no gráfico da curva de estabilidade estática para essa condição e na tabela dos valores do braço de endireitamento.

FPSO	
calado	21,00 m
deslocamento	300.000,000 ton
KM	21,200 m
GM	6,200 m
KG	15,000 m
YG	0,000 m



ângulo θ em graus			
0	1,000	0,000	0,000
5	0,996	0,087	0,549
10	0,985	0,174	1,116
20	0,940	0,342	1,951
30	0,866	0,500	2,167
40	0,766	0,643	2,110
50	0,643	0,766	1,867
60	0,500	0,866	1,409
70	0,342	0,940	0,774
80	0,174	0,985	0,053

Considerando as informações acima, julgue os itens a seguir.

- 59** Na análise da estabilidade estática de sistemas flutuantes do tipo FPSO (*floating production storage offloading units*), o critério IMO A167 estabelece diversas avaliações necessárias em relação à curva de estabilidade para diversas condições de carga, incluindo a necessidade de que o braço de endireitamento máximo tenha um tamanho superior a um valor de regra.
- 60** Segundo a IMO – MODU CODE, a área abaixo da curva de momento de estabilidade estática transversal de uma unidade flutuante de produção do tipo FPSO, até a segunda interseção com a curva de momento de vento, deve ser 40% superior em relação à área abaixo da curva de momento de vento (até o mesmo ângulo) atuante sobre a unidade.
- 61** A elevação de uma carga em uma embarcação provoca a elevação do centro de gravidade e a conseqüente diminuição do braço de endireitamento.

- 62** Para movimentações laterais de carga, a correção da curva de estabilidade deve ser feita considerando-se a variação lateral do centro de gravidade da unidade e o seno do ângulo de inclinação transversal em toda a curva de estabilidade estática.
- 63** Segundo o critério IMO A167, o GM inicial corrigido para o efeito de superfície livre não afeta a avaliação da estabilidade estática de unidades do tipo FPSO.
- 64** Segundo as regras IMO A167, um dos critérios importantes para navios oceânicos é a área abaixo da curva de estabilidade estática entre os ângulos 0 a 30 graus, que não pode ser inferior a 0,055 m-rad para qualquer condição de carga.
- 65** Na situação apresentada, uma elevação do centro de gravidade de 1,0 m levaria o braço de endireitamento para um valor igual a 0,5 m para 60 graus de banda.
- 66** Uma variação lateral do centro de gravidade de 1,0 m levaria a um ângulo de banda permanente superior a 15 graus.

O teste de inclinação é um método utilizado para estimar a posição do centro de gravidade de um navio leve. Nesse método, o navio é considerado um sistema de pesos constituídos por chapas, tanques, máquinas, mobiliários etc. A partir daí, calculam-se os momentos em relação à quilha, obtendo-se a coordenada do centro de gravidade. Para a aplicação desse teste, inicialmente, devem ser consideradas as condições climáticas no momento da prova de inclinação, não sendo desejável a ocorrência de chuva, vento e ondas. Em seguida, deve-se verificar a condição de carregamento do navio; caso haja tanques parcialmente cheios, devem ser aplicados critérios de efeito de superfície livre. Nesse contexto, julgue os itens seguintes.

- 67** Por meio do teste de inclinação, determina-se experimentalmente a posição vertical do centro de gravidade, com base na teoria de pequenas inclinações e no cálculo do momento de restauração.
- 68** O GM transversal de uma embarcação deve ser sempre maior que zero para que esta retorne à sua posição original após cessada a ação externa que a retirou do equilíbrio, qualquer que seja o ângulo de inclinação.
- 69** No efeito de superfície livre em um tanque parcialmente cheio, deve-se considerar a inércia da superfície do líquido, o fluido contido no tanque e o deslocamento em que se encontra a embarcação.
- 70** O critério da IMO MODU CODE para avaliação da estabilidade estática de uma plataforma do tipo semi-submersível baseia-se exclusivamente na avaliação da altura metacêntrica (GM) da embarcação.

Com o objetivo de descrever a variação das características hidrostáticas — como volume de deslocamento, posição do centro de carena etc. — com o calado de uma embarcação, devem ser definidas as curvas hidrostáticas. Cada curva hidrostática representa a característica respectiva como função do calado, sempre para a embarcação em flutuação paralela, isto é, sem trim ou banda. Com referência a esse assunto, julgue os itens subsequentes.

- 71** Nas curvas hidrostáticas de uma embarcação, a correção do deslocamento por centímetro de trim (CDCT) considera que, para pequenas inclinações equivolumétricas, a embarcação gira em torno de um eixo que passa pelo centro de flutuação.
- 72** Na curva de toneladas por centímetro de imersão (TCI), deve-se assumir que a área de linha d'água é constante entre duas fatias da embarcação compreendidas entre dois planos de flutuação bastante próximos.
- 73** A curva da posição longitudinal do centro de carena e a curva da posição longitudinal do centro de flutuação definem o centróide da área de flutuação e o centróide do volume submerso, respectivamente, de uma embarcação em seus diversos calados paralelos.
- 74** Em uma embarcação do tipo navio, em que o comprimento é bem maior que a boca, a inércia longitudinal também é sempre maior que a inércia transversal da área de linha d'água, justificando, assim, o fato de serem avaliadas somente as inclinações transversais da embarcação.

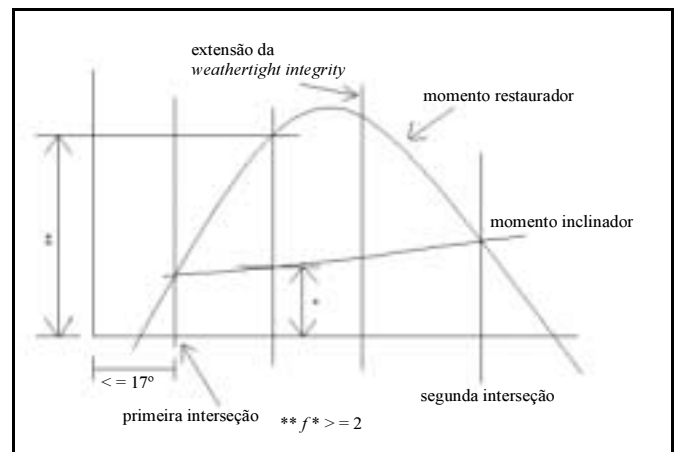
Na fase de projeto de uma embarcação, deve-se considerar sua estabilidade em condições de avaria, ou seja, que ela possa flutuar com segurança, mesmo tendo o casco perfurado, ou danificado, com invasão de água. Nesse contexto, é correto afirmar que

- 75** de acordo com o método da flutuabilidade perdida para estudo de avarias no casco, deve-se considerar que este perdeu a capacidade de gerar empuxo na região avariada, ou seja, uma parte do volume submerso da embarcação deixa de existir, fazendo que a mesma afunde em busca do equilíbrio peso-empuxo.

Em uma situação de estabilidade em avaria para unidades em colunas estabilizadoras, a plataforma deve ter borda livre suficiente e estar repartida por conveses estanques e subdivisões para garantir empuxo e estabilidade suficientes para conseguir enfrentar um momento inclinador induzido por um vento de 25,8 m/s (50 nós) vindo de qualquer direção relativa à unidade, em qualquer condição de operação ou de trânsito. A respeito dessa situação, julgue os itens que se seguem.

- 76** O ângulo de inclinação depois da avaria definida pela extensão de danos citada não deve ser maior que 30°.
- 77** Qualquer abertura abaixo da linha d'água final deve ser estanque (*watertight*), e aberturas no espaço de 4 m acima da linha d'água final também devem ser estanques (*watertight*).

- 78** A curva de momento inclinador, depois da ocorrência dos danos, deve ter da primeira interseção até o mínimo da integridade estanque ao tempo requerida ou da segunda interseção, o que for menor, uma faixa de no mínimo 7°. Dentro desse intervalo, a curva de momento restaurador deve alcançar um valor no mínimo duas vezes maior que o momento inclinador para o mesmo ângulo, de acordo com a figura abaixo.



Um engenheiro levantou, em um tanque de provas, a curva de resistência de um modelo de um navio em função da velocidade. Os valores das forças foram divididos pelo produto (massa específica da água $\times$ quadrado das velocidades $\times$ área molhada) para o modelo, formando o coeficiente C_t . Determinou os números de Reynolds para cada ponto da curva e utilizou como extrapolador a linha do ITTC, denotando seus valores por C_{ittc} , e expressou-os na mesma forma adimensional acima descrita. Calculou as diferenças $C_t - C_{ittc}$ para as várias velocidades, obtendo o coeficiente residual C_{res} . Utilizando um número adimensional característico do problema, determinou as velocidades do navio para cada ponto da curva. Para essas velocidades, calculou o C_{ittc} do navio, que foi somado ao C_{res} do modelo, obtendo o C_t do navio. Multiplicou esses valores pelo produto definido acima, determinando, dessa forma, a curva de resistência do casco liso do navio.

Com referência a essa situação, julgue os itens seguintes.

- 79** O número adimensional característico que deve ser usado para extrapolar os valores para o navio é o número de Reynolds.
- 80** Há um erro no procedimento descrito, uma vez que foi utilizado o coeficiente residual do modelo, e não o do navio, que nem foi calculado.
- 81** A linha do ITTC é um extrapolador cujos valores aproximam-se do valor da resistência friccional do navio e (ou) do modelo.
- 82** O coeficiente de resistência residual corresponde à resistência viscosa que o corpo sofre ao deslocar-se em um meio fluido.

Admitindo-se um tratamento linear para o problema de movimento de um navio no mar, determinou-se o operador de amplitude de resposta (RAO) de cada um dos seis movimentos, por meio das respostas em ondas monocromáticas. Conhecendo-se o espectro do mar em função da frequência, para a região em que o navio vai operar, multiplicou-se esse espectro pelos RAOs de cada movimento ao quadrado, gerando-se os espectros de resposta de cada movimento. Para cada movimento, determinou-se a área sob a curva do espectro- resposta, obtendo-se o momento de ordem zero (m_0); integrando-se o produto frequência $\times$ espectro, foi obtido o momento de ordem um (m_1).

Considerando a situação acima descrita, julgue os itens subseqüentes.

- 83** O RAO de movimento vertical tende a 1 (um) à medida que o período aumenta, o que reflete um predomínio de forças de Froude-Krylov e forças hidrostáticas em relação às forças de inércia, radiação e difração.
- 84** O RAO do movimento de *pitch* (movimento angular), em mar de ondas longitudinais entrando pela proa, tende a 1 (um) à medida que o período se aproxima de zero, o que reflete o predomínio das forças de inércia, radiação e difração sobre as forças de Froude-Krylov e hidrostáticas.
- 85** O valor de m_0 , acima calculado, representa a variância da variável aleatória do movimento do navio.
- 86** A altura média deve ser determinada pelo valor da densidade espectral para a frequência m_1/m_0 .
- 87** De forma geral, um navio em baixa velocidade tem seu centro de empuxo mais a vante que um navio em alta velocidade.
- 88** De forma geral, altos números de Froude significam navios com baixa resistência friccional.
- 89** Quando um navio desloca-se no mar com velocidade de avanço, a frequência dos movimentos de corpo rígido não depende somente da frequência das ondas e pode tornar-se nula. Entretanto, em mar de través, essa frequência é ditada unicamente pela frequência do mar.

O registro de um medidor de elevação das ondas do mar (ou de um medidor dos movimentos de corpo rígido de um navio) foi submetido à análise espectral, gerando o seu espectro. O espectro foi discretizado, concentrando-o em um número discreto de frequência, e foi determinada a área da curva do mesmo em torno de cada uma dessas frequências discretizadas. Nesse contexto, julgue os itens a seguir.

- 90** A elevação da onda é formada pela superposição de várias ondas com as frequências discretizadas e com suas amplitudes proporcionais à raiz quadrada dos valores das áreas da curva do espectro em torno dessas frequências.
- 91** Quanto maior o número de frequências discretizadas, melhor se descreve a aleatoriedade da onda, sem que seja necessária uma análise espectral cruzada para determinar as fases.

Um navio opera em uma região para a qual levantou-se a frequência de ocorrência dos pares altura significativa e período médio dos diversos estados de mar. Assumiu-se que, em cada estado de mar, os registros de elevação são de banda estreita. Admitiu-se que as ondas do mar e os movimentos do navio estão de acordo com a teoria linear do comportamento do navio no mar. Assumiu-se, ainda, que a distribuição marginal de alturas significativas — frequência de ocorrência de alturas para qualquer período — segue a distribuição de Weibull de dois parâmetros. Como prática de projeto, foi adotado que o nível de probabilidade para determinação do valor crítico é o inverso do número de realizações e que o período médio anual das ondas do mar é de 6,3 segundos. A respeito da situação acima descrita, julgue os itens seguintes.

- 92** Se em cada estado de mar com um número de ciclos N_c , a variável aleatória que representa os máximos do movimento vertical segue a distribuição de Rayleigh ($P(Z) = 1 - \exp((-Z^2)/2m_0)$), então o valor crítico (Z_{crit}) é dado por $Z_{crit} = (m_0)^{1/2} \ln(N_c)$.
- 93** Em cada estado de mar, as variáveis aleatórias de elevação da onda e movimentos do navio (deslocamento) seguem a distribuição de Gauss, com média zero.
- 94** Considerando as hipóteses estabelecidas, o nível de probabilidade exigido para um critério de longo prazo com um período de retorno de vinte anos é, aproximadamente, igual a $\frac{1}{100.000.000}$.

A queda de pressão (Δp) ocorre quando a água, com massa específica ρ e viscosidade dinâmica μ , escoar com velocidade V ao longo de um tubo de diâmetro D , comprimento L e rugosidade absoluta e . Essa relação funcional pode ser corretamente expressa da seguinte forma: $\Delta p = f(\rho, V, L, D, e, \mu)$.

- 95 Na situação acima descrita, a queda de pressão expressa em forma adimensional $\frac{\Delta p}{\rho V^2}$ é função de quatro grupos adimensionais.

Julgue os itens que se seguem.

- 96 A viscosidade cinemática ν tem dimensão de $ML^{-1}T^{-1}$, em que M representa a massa, L representa o comprimento e T , o tempo.
- 97 Considere que a água escoar em um tubo com diâmetro de 6 cm e velocidade média igual a 1 m/s. Após uma junta de redução, o diâmetro do tubo se reduz para 3 cm. Nessa situação, a velocidade média no segundo trecho do tubo é igual a 2 m/s.
- 98 Considere que uma placa plana horizontal de comprimento L encontra-se sob a ação de um fluxo uniforme horizontal com velocidade V_∞ . Nessa situação, a máxima espessura de deslocamento adimensional da camada limite (δ/L) tende a crescer, conforme aumenta o número de Reynolds.
- 99 Considere que uma comporta em formato de disco circular encontra-se instalada em uma parede vertical, em contato com a água. Nesse caso, o centro de aplicação da força hidrostática sobre a comporta coincide com o centro geométrico do disco circular.
- 100 O número de Froude é um grupo adimensional, que representa a razão entre as forças gravitacionais e as forças viscosas.
- 101 Para existir a função de corrente ψ , é necessário que o escoamento seja incompressível e irrotacional.
- 102 Considere que uma onda regular se propaga vindo de uma região de águas profundas para uma região de águas rasas. Sob o ponto de vista da teoria linear de ondas regulares, é correto afirmar que o comprimento dessa onda sofre uma redução conforme ela se aproxima da região de águas rasas.
- 103 Segundo a teoria linear de ondas, a velocidade de grupo é igual à metade da velocidade de fase (celeridade) quando a onda se propaga em águas profundas.
- 104 Um escoamento com velocidade uniforme incide sobre um cilindro circular liso, de diâmetro D . Nessa situação, a crise do arrasto — uma abrupta queda no coeficiente de arrasto C_D — ocorre em uma faixa do número de Reynolds entre 10^2 e 10^3 .
- 105 Considere que um campo de velocidades bi-dimensional e irrotacional é dado pela expressão $\vec{V}(x, y) = 2x\vec{i} + (3 - 2y)\vec{j}$. Nessa situação, o módulo da diferença entre a função potencial de velocidades $\phi(x, y)$ no ponto (2, 1) e no ponto (1, 1) é igual a 4; ou seja, $|\Delta\phi| = |\phi(2, 1) - \phi(1, 1)| = 4$.

- 106 Suponha que o potencial de velocidades de um escoamento irrotacional é dado por $\phi(x, y, z) = 5x^2y + 10yz^3 + 3z$. Nessa situação, o módulo do vetor velocidade $\|\vec{V}\|$ no ponto de coordenadas (0, 1, 0) é igual a 3, ou seja, $\|\vec{V}(0, 1, 0)\| = 3$.

- 107 Se o campo de velocidades de um escoamento é dado pela expressão

$$\vec{V}(x, y, z, t) = (x + y + z + t^2)\vec{i} + (x - y - z)\vec{j} + (x^2y + z)\vec{k},$$

então o escoamento é incompressível.

- 108 Se o campo de velocidades de um escoamento é dado pela expressão $\vec{V}(x, y, z, t) = (2x^2y + t^2)\vec{i} + 0\vec{j} + (y + y^2 + t^3)\vec{k}$, então a parcela convectiva da componente vertical da aceleração no ponto $x = 1, y = 2, z = 3$, no instante $t = 4$, é nula.

- 109 O número de Weber é um grupo adimensional que representa a razão entre as forças de inércia e as forças de tensão superficial.

- 110 Se o campo de velocidades de um escoamento é dado pela expressão

$$\vec{V}(x, y, z, t) = (xy^2 + 4 + z + t)\vec{i} + (x^2y + 12)\vec{j} + (x + e^t)\vec{k},$$

então o campo de velocidades é irrotacional.

RASCUNHO

Com base nos princípios de resistência dos materiais e da mecânica de estruturas, julgue os itens a seguir.

- 111 Os sistemas oceânicos com estrutura de aço são formados, basicamente, por painéis compostos por chapeamento, perfis leves e perfis pesados.
- 112 Em termos de mecanismo estrutural, um navio no mar pode ser corretamente considerado como uma viga de seção variável, sob ação de forças que não variam de intensidade e não são uniformemente distribuídas ao longo do comprimento.
- 113 As estruturas oceânicas estão submetidas a vários tipos de esforços, e, dessa forma, deverá haver material estrutural distribuído com dimensões adequadas, apenas para garantir que os membros estruturais não escoem.
- 114 Como o convés de um navio é mais distante do centróide da seção mestra do que do seu fundo, o módulo de seção ou módulo resistente do convés é maior que o do fundo.
- 115 Para uma unidade de chapeamento, com carga de compressão uniformemente distribuída nos seus lados mais longos, a tensão crítica de flambagem é maior que aquela calculada quando a carga de compressão está distribuída nos seus lados mais curtos.
- 116 Considere um eixo E_1 maciço, de seção circular com raio r , e um eixo E_2 — feito com o mesmo material e mesmo comprimento de E_1 . O eixo E_2 é vazado, com raio externo igual a $2r$ e com área de seção transversal igual à de E_1 . Nessa situação, quando ambos os eixos são submetidos a torques de mesma intensidade, o eixo E_1 deverá desenvolver tensão de cisalhamento máxima maior que a de E_2 .
- 117 Considere que uma viga bi-apoiada de comprimento L está submetida a uma carga uniforme com intensidade q , distribuída por todo o seu comprimento, perpendicularmente orientada em relação ao eixo da viga. Além disso, suponha que exista uma carga concentrada P , aplicada no meio do vão e com a mesma orientação da carga distribuída. Nessa situação, o momento fletor máximo atuando na viga é igual a $\frac{1}{4}(qL^2 + PL)$.
- 118 Uma viga em balanço, com área de seção transversal igual a A e submetida a uma carga axial P apresenta tensão normal igual a P/A em qualquer seção transversal e a tensão de cisalhamento é nula nessas ou em quaisquer outras seções.
- 119 Se a dilatação volumétrica específica ou a dilatação cúbica específica de um paralelepípedo, sob carregamento qualquer, é dada por $e = \epsilon_x + \epsilon_y + \epsilon_z$, em que ϵ_x , ϵ_y e ϵ_z são as deformações específicas normais nas direções dos eixos coordenados x , y e z , respectivamente, então, usando as expressões correspondentes à lei de Hooke generalizada, a dilatação volumétrica específica pode ser corretamente descrita da seguinte forma: $e = [(1 - 2\gamma)/E] \cdot (\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z)$, em que γ é o coeficiente de Poisson, E é o módulo de elasticidade e σ_x , σ_y e σ_z são as tensões normais nas direções dos eixos coordenados x , y e z , respectivamente.
- 120 O módulo seção ou módulo resistente de uma viga de seção retangular de largura b e altura h é dado por $W = (bh^2)/12$.
- 121 O momento fletor em uma seção qualquer de uma viga bi-apoiada, sob qualquer carregamento, pode ser corretamente calculado pela integral da curva de esforço cortante no intervalo entre o apoio esquerdo e a seção, ou no intervalo entre a seção e o apoio direito.

- 122 A fórmula de Euler dada por $P_{cr} = \frac{r^2 EI}{L^2}$ estabelece o valor

da carga crítica de flambagem de colunas para quaisquer condições de extremidade, em que E é o módulo de elasticidade do material, I é o momento de inércia da seção transversal e L , o comprimento da coluna.

- 123 Em um ponto qualquer de um corpo em equilíbrio sob ação de um sistema de forças externas, sempre existem três planos ortogonais passando por esse ponto, em que as componentes de tensão cisalhantes são nulas e as tensões normais correspondem às tensões principais.
- 124 Quando uma barra de ferro fundido de seção circular é tracionada até sua ruptura, em temperatura ambiente, tal ruptura ocorre em uma superfície perpendicular ao eixo da barra.
- 125 Quando uma barra de aço de seção circular é submetida a um torque até sua ruptura, em temperatura ambiente, a ruptura ocorre em uma superfície perpendicular ao eixo da barra.
- 126 Algumas propriedades físicas de materiais estruturais, como resistência, ductibilidade e resistência à corrosão podem ser modificadas por tratamento térmico, presença de ligas metálicas ou pelo próprio processo de manufatura. A rigidez, ou capacidade de resistir a deformações, de aços com baixo teor de carbono e aços com alto teor de carbono é diferente na região elástica linear. Assim, se em uma estrutura se substitui um aço com alto teor de carbono por outro com baixo teor de carbono, e todas as dimensões das peças são mantidas, a estrutura deverá ficar sobrecarregada devido à mudança da rigidez.

RASCUNHO

O campo de tensões a que estão submetidos os painéis de navios é bastante complexo. Por isso, muitas vezes, utiliza-se o princípio da superposição de efeitos, desdobrando o campo em três parcelas e estudando-as separadamente. A esse respeito, julgue os itens subseqüentes.

- 127** A primeira parcela é a correspondente às tensões do navio considerado como uma viga simples. São as denominadas tensões primárias (σ_1).
- 128** A parcela que corresponde às tensões de perfis associados ao chapeamento, desconsiderando-se as tensões primárias, denomina-se tensões secundárias (σ_2).
- 129** A parcela denominada tensões terciárias (σ_3) pode ser corretamente calculada considerando-se a pressão normal sobre as unidades de chapeamento, limitadas por perfis a ele associados.
- 130** Para o cálculo das tensões secundárias nos perfis leves, deve-se considerar que estes se apoiam nos perfis pesados, empregando a teoria simples de vigas, desprezando-se qualquer associação ao chapeamento e usando-se os deslocamentos dos apoios como condições de contorno.

A forma estrutural de um navio como um todo é, normalmente, estabelecida por requisitos de projeto que não estão diretamente ligados a considerações estruturais, cujas áreas principais são:

- ▶ ambiental – limitações de calado, boca, comprimento etc.;
- ▶ funcional – facilidade nas operações de carga e descarga, armazenagem adequada de carga etc.;
- ▶ legislativa – limitações estabelecidas por legislações nacionais e internacionais;
- ▶ outras áreas de conhecimento – por exemplo, requisitos de desempenho hidrodinâmico.

A respeito desse assunto, julgue os itens que se seguem.

- 131** Apesar de vários fatores não-estruturais afetarem a escolha da forma estrutural, usualmente os fatores mais importantes nessa escolha são relacionados a propriedades dos materiais, carregamento e comportamento estrutural.
- 132** Ao contrário do que ocorre nos navios, nas plataformas *offshore*, a forma estrutural deve ser estabelecida obedecendo, exclusivamente, aos requisitos hidrodinâmicos e estruturais.

Julgue os itens a seguir, relativos ao cálculo de cargas em estruturas flutuantes.

- 133** Quando um navio está navegando com o mar pela proa, as piores condições marítimas que ele pode sofrer são as deformações de tosamento ou alquebramento.
- 134** O cálculo aproximado do momento fletor em um mar real pode ser corretamente obtido pela superposição dos momentos fletores resultantes da combinação das ondas regulares que compõem esse mar.

Julgue os itens seguintes, relativos à mecânica estrutural de navios e a plataformas oceânicas.

- 135** O módulo de seção utilizado para o cálculo de tensões normais máximas pode ser corretamente calculado dividindo-se o momento de inércia da seção pela metade do valor do pontal moldado da seção.
- 136** Em plataformas fixas que não possuem uma simetria perfeita dos componentes estruturais, ocorre um acoplamento entre sua flexão e a torção globais.

Com referência à vibração de estruturas, julgue os itens que se seguem.

- 137** A frequência natural de vibração vertical do casco de um navio em águas tranquilas depende apenas de sua rigidez estrutural e das massas de sua estrutura e de sua carga interna.
- 138** A frequência natural da vibração da superestrutura de um navio praticamente independe de sua condição de carregamento: lastro ou plena carga.
- 139** Se um equipamento mecânico de peso P , em repouso sobre uma estrutura, causa uma deflexão estática de valor D , ao vibrar verticalmente com amplitude P , em qualquer frequência, sua resposta dinâmica terá amplitude D .
- 140** A vibração lateral de uma linha flexível vertical submersa, induzida por uma correnteza unidirecional perpendicular à linha, deverá acompanhar, necessariamente, a direção da correnteza.

Julgue os itens subseqüentes, relativos a sistemas estruturais com vários graus de liberdade.

- 141** Ao construir um modelo de uma estrutura, discretizado por meio do método dos elementos finitos, para análise estática de tensões, é correto utilizar qualquer sistema de unidades, desde que haja compatibilidade entre as unidades que representam rigidez, o deslocamento e a força para cada grau de liberdade.
- 142** Assim como na análise estática de estruturas com vários (n) graus de liberdade, calculam-se (n) deslocamentos, na análise dinâmica da mesma estrutura calculam-se (n) frequências naturais de vibração.

Acerca das características de sistemas propulsivos de navios, julgue os seguintes itens.

143 Os sistemas de propulsão combinados constituem uma alternativa eficiente para as embarcações cujo perfil de operação apresenta grandes variações nos níveis de potência de serviço. Em razão de suas características operacionais, as embarcações militares representam uma das aplicações típicas dos sistemas de propulsão combinados.

144 Em certas aplicações navais, a relação peso/potência representa um dos aspectos de maior relevância na seleção do sistema propulsivo. Nesses casos, as soluções baseadas na utilização de turbinas a vapor são as alternativas mais eficientes.

145 A solução baseada em motores a diesel de baixa rotação constitui a alternativa majoritariamente adotada atualmente para os sistemas propulsivos de navios mercantes de grande porte. Recentemente, as soluções baseadas em motores a diesel de média rotação têm sido adotadas em razão dos menores custos de instalação e de combustível apresentados por esses motores em relação aos motores a diesel de baixa rotação.

146 Nos sistemas de propulsão diesel-elétricos, não há ligação mecânica entre os motores de combustão principais e os propulsores propriamente ditos. Essa característica proporciona uma maior flexibilidade de arranjo para a instalação.

Os motores a diesel e as turbinas a gás são largamente empregados nas instalações marítimas, tanto nos sistemas de propulsão quanto nos sistemas de geração de eletricidade. Quanto às características de desempenho desses motores, julgue os itens que se seguem.

147 O processo de combustão nos motores a diesel é caracterizado pela auto-ignição da mistura ar-combustível. Em razão dessa característica, o desempenho da combustão nos motores a diesel é prejudicado em regimes de operação em alta rotação.

148 A análise termodinâmica do ciclo-padrão a ar diesel indica que a eficiência térmica dos motores a diesel é diretamente proporcional à razão de compressão. No entanto, valores elevados de razão de compressão podem ter efeito negativo no desempenho do motor. Por essa razão, os motores a diesel apresentam usualmente valores de razão de compressão inferiores a 10:1.

149 Diferentemente das turbinas a gás, a eficiência da combustão nos motores a diesel é pouco influenciada pela qualidade do combustível. Essa característica possibilita a utilização de diferentes tipos de combustível nos motores a diesel.

150 A análise termodinâmica do ciclo-padrão a ar Brayton indica que a eficiência térmica das turbinas a gás simples é função da relação de pressão isotérmica no compressor. Assim sendo, variações na pressão barométrica afetam diretamente a potência gerada pela turbina.

151 O rendimento do ciclo de funcionamento de uma turbina a gás pode ser melhorado pela introdução de um regenerador. Nesse caso, o rendimento térmico depende não somente da relação de pressão, mas também da relação entre as temperaturas máxima e mínima do ciclo.

152 O rendimento térmico em cargas parciais representa uma importante característica de desempenho dos motores de combustão interna. Nesse aspecto, as turbinas a gás apresentam um desempenho superior em relação aos motores a diesel.

Julgue os itens a seguir, relativos à operação do sistema de carga e descarga de um navio-tanque.

153 Considere que durante a operação de descarga foi observado que uma das bombas de carga apresentou indícios de cavitação. Nessa situação, como medida corretiva, deve-se optar pela redução da vazão da máquina mediante o estrangulamento de uma válvula em sua linha de sucção.

154 No decorrer de uma operação de descarga, a redução da coluna de líquido no interior dos tanques resulta na diminuição da pressão estática na sucção das bombas de carga. Em consequência, ocorre um aumento da vazão de operação das máquinas.

155 Ao longo do tempo, o aumento da rugosidade interna de uma tubulação provoca o aumento da perda da carga do fluido em escoamento. Como resultado, há redução da vazão de operação e consequente aumento da carga de operação das bombas.

156 Considerando que as bombas de carga possuem curvas de operação idênticas, a vazão total do sistema operando com duas máquinas associadas em paralelo deverá ser equivalente ao dobro da vazão que ocorre na operação isolada de apenas uma máquina.

Com referência a instalações auxiliares de navios, julgue os itens que se seguem.

157 Os sistemas de resfriamento do tipo central são caracterizados pela utilização de um único resfriador circulado pela água do mar. Esses resfriadores, denominados resfriadores centrais, são usualmente do tipo casco-tubo, em razão de suas vantagens quanto aos aspectos de peso e de facilidade de arranjo na praça de máquinas.

158 A ventilação de ambientes de praças de máquinas de navios envolve sistemas de insulflação e extração. Esses sistemas devem ser dimensionados de forma a manter a pressão ambiente no interior da praça de máquinas superior à pressão atmosférica.

159 Os grupos destilatórios empregados em navios utilizam usualmente a água de circulação do motor de combustão principal como fonte de calor. Considerando que a temperatura média da água de circulação na entrada do grupo destilatório situa-se em torno de 80 °C, a pressão na câmara de vaporização deve ser mantida abaixo da pressão atmosférica.

160 Considere a seguinte situação hipotética.

A caldeira auxiliar de um navio possui uma capacidade de produção de 10 ton/h de vapor d'água saturado a 700 kPa de pressão. Medições efetuadas a bordo indicam um consumo de 632,5 kg/h de óleo combustível.

Nessa situação, sabendo que o poder calorífico inferior do óleo combustível consumido equivale a 42.707 kJ/kg, é correto afirmar que a caldeira apresenta uma eficiência térmica de 87%. Nas condições de operação da caldeira, a variação total de entalpia da água equivale a 2.354 kJ/kg.

161 A análise termodinâmica indica que a eficiência do ciclo Rankine pode ser aumentada pela elevação da pressão na descarga da turbina a vapor. Sendo assim, a pressão de serviço do condensador deve ser preferencialmente mantida acima da pressão atmosférica.

162 Suponha que, como forma de aumentar a vazão de operação de um sistema de ventilação, a velocidade de acionamento do ventilador foi elevada em 10%. Em razão disso, de acordo com as leis de semelhança das máquinas dinâmicas, deve ocorrer um aumento da vazão equivalente a 10%.



A figura acima mostra a espiral de projeto de J. H. Evans (1959), que foi uma das primeiras tentativas de se construir uma metodologia de projeto de navio. A espiral de projeto, segundo Evans, seria um modelo adequado para a representação racional do processo global de projeto, com o objetivo de auxiliar a organizar o raciocínio do projetista, aumentar a eficiência da busca de soluções e permitir a automação do processo. Acerca das teorias referentes a projetos de navios, julgue os itens seguintes.

163 Após as teorias de Evans, a prática corrente de projeto de navios tem sido marcada pelo uso do navio de referência, pelo empirismo e por processos de tentativas e erros para estabelecer requisitos, determinar porte, dimensões e demais características das embarcações.

164 Evans designou os primeiros ciclos da espiral como estágios de síntese e o último, como ciclo de análise, pois o processo na última fase ocorre como forma de análise das características estabelecidas nos estágios anteriores, a partir da qual o processo pode ser reconfigurado.

165 A seleção racional do tamanho de um navio deve ter como linha mestra uma abordagem econômica nas fases preliminares do projeto.

166 De acordo com a prática tradicional, um projeto de navio deve ser dividido em estágios: preliminar ou básico, de contrato ou final e de detalhamento para construção. No projeto preliminar, deve ser determinado um pequeno conjunto de características do navio, tais como dimensões principais, coeficientes de forma, velocidade e potência.

167 Uma proposta de projeto integrado deve ser formulada no contexto de uma abordagem geral para o projeto e deve, de preferência, representar o processo por meio de diagramas de fluxo e interdependência de parâmetros.

Julgue os itens a seguir, relativos a planejamento e construção do navio.

- 168** Para a produção de um estaleiro ser competitiva, é altamente recomendado que primeiramente se construa a parcela de aço da embarcação em blocos, para posteriormente instalar, no dique ou no cais, a parcela correspondente aos equipamentos.
- 169** A programação de um projeto estrutural de casco deve ser feita estabelecendo-se um cronograma-mestre de projeto, um cronograma de planos-chave e um cronograma de planos de trabalho, determinando-se cada data de emissão bloco a bloco. O subgrupo de plano-chave deve estabelecer com os grupos de projeto de equipamentos as datas de recebimento da informação de projeto fornecida pelos fabricantes do motor principal e das caldeiras.
- 170** Os construtores mais produtivos do mundo optaram pelo método de fabricação por família de peças de tubo, que substitui o pensamento de trabalho em oficina com a lógica de tecnologia de grupo para a obtenção de benefícios da produção em série pela manufatura de muitos itens diferentes em quantidades variáveis.

Julgue os itens subseqüentes, referentes ao arranjo geral de um navio.

- 171** Atualmente, não é obrigatório que navios mercantes modernos de comprimento igual ou superior a 100 m possuam antepara de pique tanque a ré.
- 172** A separação entre a praça de bombas e a praça de máquinas visa isolar e proteger a praça de máquinas da região de carga, principalmente quando se trata de material perigoso.
- 173** O motor principal deve ser posicionado na posição mais elevada possível no navio, considerando que ele é o item de maior peso e de maior dimensão vertical.
- 174** O regulamento SOLAS refere-se à poluição e ao transporte a granel de cargas perigosas ao meio ambiente, em particular o transporte de petróleo cru, de seus derivados e de produtos químicos.
- 175** Todas as instalações de alojamento de um navio devem obedecer a padrões internacionais ditados por organizações como a Organização Internacional do Trabalho (OIT) e a Convenção de Genebra, visando assegurar condições mínimas de conforto e de segurança no trabalho (área mínima, mobiliário, ventilação, iluminação, turnos), além de configuração, construção e equipagem adequados para a prevenção e o combate a incêndio e rotas de fuga, em casos de emergências e sinistros, como os exigidos pela IMO.