



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
Escola de Minas – Departamento de Engenharia Mecânica
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica - PROPEM



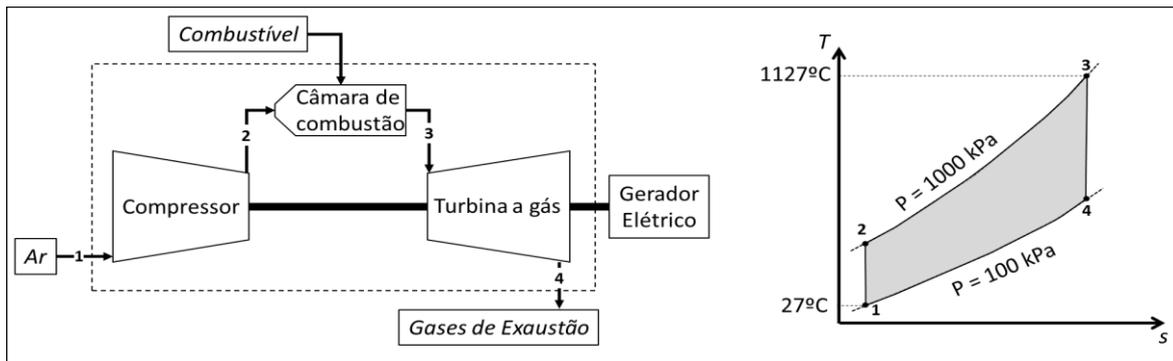
PROVA ESCRITA DE CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS
EDITAL PROPEM 01/2020

Código do candidato

INSTRUÇÕES:

- 1) Esta prova é constituída de 4 (quatro) questões de igual peso;
- 2) A duração da prova é de 3h30min;
- 3) Será permitido o uso de calculadora científica simples, validada pelo aplicador de prova. Não será permitido o empréstimo entre os candidatos. A prova será sem consulta;
- 4) Responda as questões a tinta, na folha de respostas;
- 5) Os celulares devem ser mantidos desligados, fora do alcance do candidato(a), durante todo o tempo de resolução da prova.

Questão 1) Considere uma turbina a gás que opera em ciclo aberto, analisada por meio do ciclo padrão a ar Brayton, conforme a figura a seguir acompanhada do diagrama temperatura versus entropia do ciclo ideal correspondente.



Existem formas de maximizar a produção de trabalho da turbina a gás. Para isso é necessário ajustar as temperaturas em diferentes etapas do ciclo. Além disso, os dois principais fatores que afetam o desempenho de turbinas a gás são a eficiência dos componentes e a temperatura de entrada na turbina.

Sabendo que a eficiência do ciclo de Carnot é dada pela equação (1) e que a eficiência de uma máquina térmica é dada pela equação (2), faça o que se pede nos itens a seguir.

$$\eta_{Carnot} = 1 - \left(\frac{T_f}{T_q} \right) \quad \text{Equação (1)}$$

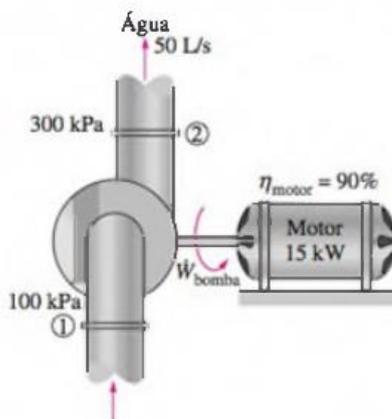
$$\eta_{máq} = \frac{W}{Q} \quad \text{Equação (2)}$$

Em que: T_f é a temperatura da fonte fria, T_q é a temperatura da fonte quente, W é a potência desenvolvida e Q é a taxa de calor fornecida.

- Disserte sobre os modos de aumento da eficiência de uma turbina a gás; (60%)
- Calcule a máxima eficiência da turbina demonstrada na Figura. (40%)

Questão 2) Uma bomba consome 15 kW de energia elétrica enquanto bombeia água com $\rho = 980 \text{ kg/m}^3$ a uma vazão de 50 L/s. Os diâmetros de entrada e saída do tubo são 12 cm e 8 cm, respectivamente. Se a elevação da pressão na bomba for de 200 kPa e a eficiência do motor for de 90%:

- a) descreva fisicamente os termos das equações de conservação da massa e da energia; (20%)
b) determine a eficiência mecânica da bomba. (80%)



$$\frac{\partial}{\partial t} \int_{vc} e \rho dV + \int_{sc} \left(\frac{p}{\rho} + u + \frac{V^2}{2} + gz \right) \rho \vec{V} \cdot \vec{n} dA = \int_{sc} (\delta \dot{q} - \delta \dot{w}) dA - \dot{H}_T$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_{vc} \rho dV + \int_{sc} \rho \vec{V} \cdot \vec{n} dA = 0 \quad \eta_{motor} = \frac{W_{eixo}}{W_{motor}}$$

$$\eta_{bomba} = \frac{W_{fluido}}{W_{eixo}}$$

PROVA ESCRITA DE CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS	Código de identificação / número de inscrição
---	--

Questão 3) No torneamento de um aço ABNT 1045 a velocidade de corte utilizada é de 250m/min, o avanço é de 0,15mm/volta e a profundidade de corte é de 2mm. Conhecendo as características do processo responda:

- a) Qual material de ferramenta de corte é a melhor escolha? (30%)
- b) Qual condição de interface cavaco ferramenta deve ocorrer? Explique. (70%)

PROVA ESCRITA DE CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS	Código de identificação / número de inscrição
---	--

Questão 4) Em relação ao processo de difusão, responder:

- A) O que se entende por difusão em estado estacionário e por difusão em estado não estacionário? (20%)
- B) Que temperatura (em °C) é necessária para obter 0,5%C a 0,5mm abaixo da superfície de um aço com 0,2%C em 2h, quando 1,1%C está presente na superfície? Considere que o tratamento no aço foi realizado em alta temperatura. (80%)

FÓRMULAS

$$D = D_0 \exp(-Q_d/RT)$$

$$J_x = -D \frac{dc}{dx} \qquad \frac{c(x,t)-c_0}{c_s-c_0} = 1 - \operatorname{erf}(Z) \qquad Z = \frac{x}{2\sqrt{D.t}}$$

DADOS: Número de Avogrado: $6,02 \times 10^{23}$ átomos/mol

1eV = $1,6 \times 10^{-19}$ J

Constante dos gases: 8,31 J/mol K

Tabulação de valores da função erro (Z)

<i>z</i>	<i>erf(z)</i>	<i>z</i>	<i>erf(z)</i>	<i>z</i>	<i>erf(z)</i>
0	0	0.55	0.5633	1.3	0.9340
0.025	0.0282	0.60	0.6039	1.4	0.9523
0.05	0.0564	0.65	0.6420	1.5	0.9661
0.10	0.1125	0.70	0.6778	1.6	0.9763
0.15	0.1680	0.75	0.7112	1.7	0.9838
0.20	0.2227	0.80	0.7421	1.8	0.9891
0.25	0.2763	0.85	0.7707	1.9	0.9928
0.30	0.3286	0.90	0.7970	2.0	0.9953
0.35	0.3794	0.95	0.8209	2.2	0.9981
0.40	0.4284	1.0	0.8427	2.4	0.9993
0.45	0.4755	1.1	0.8802	2.6	0.9998
0.50	0.5205	1.2	0.9103	2.8	0.9999

Tabulação de dados de difusão

<i>Diffusing Species</i>	<i>Host Metal</i>	<i>D</i> ₀ (m ² /s)	<i>Activation Energy Q_d</i>		<i>Calculated Values</i>	
			<i>kJ/mol</i>	<i>eV/atom</i>	<i>T</i> (°C)	<i>D</i> (m ² /s)
Fe	α-Fe (BCC)	2.8×10^{-4}	251	2.60	500	3.0×10^{-21}
					900	1.8×10^{-15}
Fe	γ-Fe (FCC)	5.0×10^{-5}	284	2.94	900	1.1×10^{-17}
					1100	7.8×10^{-16}
C	α-Fe	6.2×10^{-7}	80	0.83	500	2.4×10^{-12}
					900	1.7×10^{-10}
C	γ-Fe	2.3×10^{-5}	148	1.53	900	5.9×10^{-12}
					1100	5.3×10^{-11}
Cu	Cu	7.8×10^{-5}	211	2.19	500	4.2×10^{-19}
Zn	Cu	2.4×10^{-5}	189	1.96	500	4.0×10^{-18}
Al	Al	2.3×10^{-4}	144	1.49	500	4.2×10^{-14}
Cu	Al	6.5×10^{-5}	136	1.41	500	4.1×10^{-14}
Mg	Al	1.2×10^{-4}	131	1.35	500	1.9×10^{-13}
Cu	Ni	2.7×10^{-5}	256	2.65	500	1.3×10^{-22}

Source: E. A. Brandes and G. B. Brook (Editors), *Smithells Metals Reference Book*, 7th edition, Butterworth-Heinemann, Oxford, 1992.