

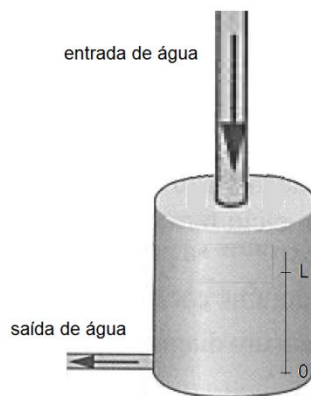
Lista no. 4
Energia: origens, conversão e uso

1) Uma usina térmica opera com eficiência termodinâmica de 40% e temperatura média de rejeição de calor igual a 310 K, devido às condições ambientais. Uma reforma na usina, com a troca do material da caldeira, irá permitir que a temperatura média de fornecimento de calor seja aumentada de 200 K. Considerando como aproximação que a planta opere segundo o ciclo de Carnot, estime qual será a eficiência termodinâmica da usina, após a reforma? Resposta: 0,57.

2) Em uma usina nuclear o reator gera 3900 MW de energia térmica entretanto a potência elétrica obtida é 1300 MW. a) Estime a eficiência térmica da usina. b) Estime a potência rejeitada neste processo de conversão de energia. Resposta: a) 0,33; b) 2600 MW.

3) Suponha a situação de enchimento com água de um reservatório cilíndrico aberto de base com área de $0,3 \text{ m}^2$. Água é fornecida com uma vazão mássica constante de $\dot{m}_e = 15 \text{ kg/s}$. Suponha que a água saia através de um tubo próximo a base do reservatório com uma vazão mássica variável, dependente da altura interna do líquido, L , dada por $\dot{m}_s = 2,7L \text{ kg/s}$, onde a altura L é dada em metros. Considere que o reservatório esteja vazio inicialmente. Utilizando a equação de balanço de massa com dependência temporal obtenha a evolução da altura da coluna de água no reservatório em função do tempo, isto é, $L(t)$.

Resposta: $L(t) = \frac{\dot{m}_e}{2,7} \left(1 - e^{-\frac{2,7}{\rho A} t} \right) = 5,56(1 - e^{-0,009t})$ = onde ρ é a densidade da água, A é a área da base do cilindro e t é o tempo dado em segundos.



4) Uma usina termoeletrica a gás natural, cuja eficiência termodinâmica é igual a 45%, consome $1 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{dia}$ de gás natural. a) Calcule a energia total gerada durante um ano de operação. b) Calcule a potência em W da usina. c) Após alterações nos queimadores, a usina passa a consumir óleo combustível. Considerando que sua eficiência termodinâmica não sofrerá alterações, calcule a taxa de consumo de óleo combustível por dia.

5) Uma usina térmica a gás natural opera com eficiência termodinâmica de 40 %. Considere que sua potência nominal seja de 400 MW. Calcule o consumo médio diário de gás natural, em m^3/dia . Dados: poder calorífico do gás natural = 10.000 kcal/kg; densidade relativa do gás natural = 0,60 da densidade do ar (nas condições de fornecimento). Resposta: $34,17 \text{ m}^3/\text{s}$ ou $2,95 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{dia}$.

6) Um reator nuclear opera com eficiência termodinâmica de 32 % e fator de carga ou capacidade de 95% (percentagem média da potência nominal que operou no período). Considere sua potência nominal (elétrica) como sendo de 600 MW. Após 3 anos de operação, sua carga total de urânio é removida e observa-se que ela produziu (burnup) cerca de 40.000 MWD/ton U (mega-watt-dia / tonelada de U). Calcule a carga total de urânio deste reator em toneladas no início do período. Dica: faça um balanço de energia em regime permanente considerando os dados de energia por unidade de massa para a entrada e de energia por unidade de tempo na saída. Resposta: 48,8 t U.

7) Em reatores nucleares calor é gerado nas varetas de combustível onde ocorrem reações de fissão do ^{235}U e é transferido para a água (refrigerante) que flui ao redor das varetas. Em uma usina nuclear semelhante à Angra 2 a vazão mássica de água subresfriada (comprimada) através do reator é 18000 kg/s ,

a pressão é 150 bar, a temperatura de entrada da água é 293 C e a temperatura de saída é 326 C. Utilizando a tabela A-7 de líquido comprimido subarrefecido (subresfriado) e interpolando (extrapolando) valores de entalpia determine a potência térmica deste reator nuclear. Dica: utilize a equação de balanço de energia em regime permanente. b) Determine o número de varetas de combustível do reator nuclear se cada uma gera em média 78 kW. c) Nestes reatores a distância de uma vareta a outra é de 1,29 cm e o comprimento ativo é de 366 cm. Considerando que estas são arranjadas para formar uma seção transversal quadrada, determine as dimensões das arestas deste reator cúbico. $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 10^{-5} \text{ bar}$. a) $P_{\text{term}} = 3498 \text{ MW}$; b) 44848 varetas; c) aproximadamente 273,5 cm x 273,5 cm x 336 cm.

8) Uma turbina a vapor opera em regime permanente. Na entrada, a vazão mássica de vapor é 1,3 kg/s, a pressão é 60 bar e a temperatura é 400 C, isto é, o vapor encontra-se superaquecido. Na saída, o vapor encontra-se saturado (título = 1) e a pressão é 0,1 bar. Utilizando a tabela de vapor superaquecido, determine a potência de trabalho realizada pelo vapor na turbina. Resposta: $P_{\text{trabalho}} = 770,3 \text{ KW}$.

9) Uma usina a gás natural rejeita 120 MW de calor. Suponha que a água de resfriamento do condensador seja coletada de um rio a 25 °C e que a elevação de temperatura ao retornar ao rio deva ser de 3 °C. a) Determine o fluxo mássico desta água de resfriamento. Compare com o fluxo mássico do rio Tamanduateí após um dia de chuva mediana ($\sim 10^5 \text{ kg/s}$ ou $100 \text{ m}^3/\text{s}$). b) O rio tem vazão para tal? Resposta: a) 9569,4 kg/s.

10) Qual é o ciclo termodinâmico utilizado nas usinas nucleares e usinas a carvão e nucleares? E nas usinas a gás natural?

11) Se uma usina elétrica a carvão queima 2 toneladas deste combustível para gerar 9090 kWh de eletricidade, calcule a eficiência global da usina. O poder calorífico deste carvão é 30 MJ/kg. Resposta: $\eta = 0,545$.

12) Dentre os combustíveis fósseis o carvão é o energético que tem maior horizonte na duração das reservas. O uso deste energético acarreta vários problemas de ordem ambiental. O processo de gaseificação diminui a emissão de poluentes e melhora a eficiência do energético obtido no uso final. Em uma planta de gaseificação são utilizadas 30 mil toneladas de carvão mineral para a produção de 7 milhões de metros cúbicos de gás natural em dia de operação. A classificação do carvão indica que seu potencial calorífico é 13,6 MJ/lb e o potencial calorífico do gás natural é 37 MJ/m³. Qual é a eficiência da planta (usina)? Dados: 1 lb = 453,6 g. Resposta: $\eta = 0,288$.