POLITECNICO DI MILANO

SCUOLA DI INGEGNERIA INDUSTRIALE
CORSO DI ENERGETICA GENERALE

PROVA SCRITTA DEL 15-02-13

Nome e Cognome ..... **Matr.**.....

Tema 1 (punti 9)

Si consideri un sistema in cui avviene la seguente reazione chimica endotermica:
$CH_3OH + H_2O = 3\ H_2 + CO_2$. Nell'ipotesi che Ta = 298,15 K e che:

- i prodotti e i reagenti siano miscele di gas ideali alla temperatura di 600 K e a pressione totale pari a 1 bar;
- il calore necessario affinché la reazione possa avvenire provenga da una sorgente termica a temperatura costante pari a 800 K,

calcolare:

a) la quantità di energia termica necessaria affinchè possa avvenire la reazione chimica endotermica, espressa in kJ per unità di mole di metanolo;
b) l'exergia distrutta nel sistema considerato, espressa in kJ per unità di mole di metanolo;
c) il rendimento exergetico del sistema considerato.

Se la reazione avvenisse alla pressione totale costante di 2 bar di quanto cambierebbe l'exergia distrutta?

Ai fini del calcolo, si utilizzino i dati riportati in tabella.

[redacted]

(*) I valori riportati includono solo il contributo derivante da T.

Tema 2 (punti 9)

Si ipotizzi di analizzare il funzionamento estivo di un sistema di teleriscaldamento alimentato dall'energia termica prodotta in centrale da un impianto di cogenerazione con motori a combustione interna alimentati da CH_4 e da una caldaia alimentata da biomasse vegetali (per le quali si assume che l'exergia chimica sia pari al PCI). Il calore prodotto viene trasportato tramite acqua liquida in pressione a 110°C e ceduto alle utenze termiche. L'acqua liquida ritorna in centrale a 70°C. Ai fini del calcolo si supponga di trascurare le perdite di massa e le perdite termiche.

Il calore, in parte, alimenta utenze termiche finali che lo impiegano per la climatizzazione tramite frigoriferi ad assorbimento, con l'obiettivo di mantenere la temperatura a 24°C, e, per la restante parte, viene utilizzato per scaldare l'acqua calda sanitaria da 15°C a 55°C.

Sapendo che:
- l'impianto cogenerativo ha un rendimento di primo principio pari a 0,84 e un rendimento exergetico pari a 0,42;
- la caldaia a biomasse ha un rendimento energetico pari a 0,85;
- la portata dell'acqua liquida in pressione che percorre la rete di teleriscaldamento è pari a 0,25 kg/s;
- la portata dell'acqua destinata ad usi sanitari è pari a 0,05 kg/s;
- il calore prodotto dalla caldaia rappresenta in media il 30% del calore complessivamente ceduto all'acqua liquida in pressione;
- i frigoriferi ad assorbimento hanno un rapporto tra calore estratto dalla sorgente fredda e calore fornito dalla sorgente calda pari a 0,7;
- la Ta è pari a 28°C,

si richiede di calcolare:

a) l'exergia distrutta nel sistema energetico complessivo, evidenziando le parti da cui è composta tale exergia distrutta, come ottenibili dai dati disponibili;
b) il rendimento exergetico del sistema energetico complessivo.

Tema 3 (punti 7)

Si consideri un produttore che dispone di un impianto parzialmente cogenerativo ad alto rendimento, alimentato da gas naturale (schematizzabile come CH_4 con PCI = 46 MJ/kg), con potenza elettrica pari a 80 MW, un indice elettrico effettivo pari a 2,5, un fattore di utilizzo medio di 4500 ore/anno e un rendimento medio del 65%. Si assuma inoltre che tale impianto abbia un indice elettrico C di massimo recupero termico pari a 1,12 e un rendimento η_{cv} (rendimento elettrico nell'ipotesi di funzionamento esclusivamente elettrico, senza recuperi termici) pari a 50,4%.

Calcolare, con riferimento ad un anno:

a) i costi totali associati ai certificati verdi, nell'ipotesi che siano acquistati a 84 €/MWh. La quota d'obbligo si assume pari al 6,05%;

b) i ricavi totali derivanti dai certificati bianchi, nell'ipotesi che tali certificati siano ceduti al GSE a 93,68 €/tep (a tal fine, come previsto dalla normativa vigente, η_{es} = 0,46, η_{ts} = 0,90 e il coefficiente correttivo K = 1,21);

c) i costi totali derivanti dall'acquisto delle quote di emissione di CO_2, nell'ipotesi che non siano state assegnate quote a titolo gratuito e che ciascuna sia acquistata a un prezzo medio di 10 €/t.

Nome e Cognome ..... **Matr.**.....

Tema 4 **(punti 5. Ogni risposta esatta 1 punto, ogni risposta errata -0,5 punti)**

1- Con riferimento al bilancio di energia primaria in Italia nel 2010, qual è l'incidenza del consumo finale di petrolio per i trasporti sulla disponibilità totale di petrolio per il consumo interno?

12% 37% 55% 71%

2- Nell'ipotesi che gli incentivi per gli impianti fotovoltaici incidano per il 60% sul totale dei costi di incentivazione coperti tramite la componente tariffaria A3, quanto paga all'anno un cliente domestico in maggior tutela per coprire i costi degli incentivi per gli impianti fotovoltaici (si faccia riferimento alla struttura della bolletta elettrica per il II trimestre 2012 e ad un consumo annuale medio di 2700 kWh)?

35 € 23 € 48 € 12 €

3- Lo strumento incentivante dei certificati verdi presuppone che lo Stato definisca:

a. il prezzo unitario di ritiro dell'energia elettrica immessa in rete
b. l'incentivo totale da erogare
c. il valore unitario del premio da erogare per l'energia elettrica prodotta, che si somma ai ricavi di vendita dell'energia elettrica
d. la quantità di energia elettrica da incentivare

4- Se 1 MWh di energia termica prodotta con l'utilizzo di resistenze elettriche venisse prodotto con pompe di calore e se il risparmio che ne deriva venisse incentivato con i certificati bianchi, quanto varrebbe l'incentivo (ipotizzare che l'energia elettrica viene prodotta da gas naturale con un rendimento del 50%, che la pompa di calore ha un COP pari a 4 e che 1 certificato bianco = 1 tep = 90 euro)?

3,8 € 47,2 € 11,6 € 29,5 €

5- Dopo l'incidente di Fukushima, nel mondo sono entrati in funzione (connessi alla rete elettrica) 10 nuovi reattori nucleari per una potenza

complessiva di circa 7000 MWe, per 8000 ore all'anno. Quale superficie verrebbe richiesta per installare i pannelli fotovoltaici sufficienti per produrre in un anno la stessa energia? Si assuma che 1 kWe di fotovoltaico richieda una superficie di 10 m^2 e che produca per 1200 ore all'anno

2 km^2 25 km^2 470 km^2 2200 km^2