
Exercice 1 : Combustion de propane (environ 10 points)

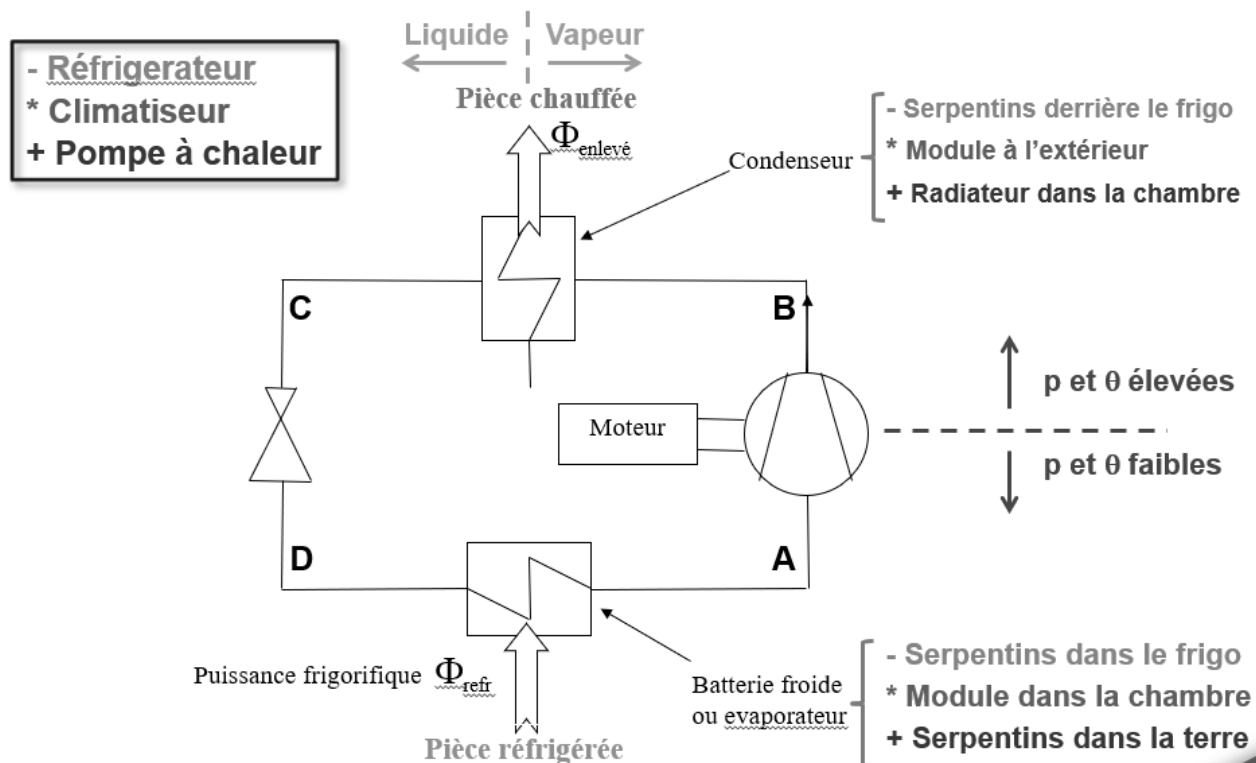
De propane (C_3H_8) et de l'air à 25 °C entrent en régime stationnaire dans une chambre de combustion adiabatique et les gaz d'échappement sortent de cette chambre à 600 K.

Déterminer

- Quelle quantité de l'**air** (en kmol) faut-il injecter dans la chambre de combustion dans le cas d'une combustion stœchiométrique de 1 kmol de propane.
- Quel travail peut être récupéré pendant cette combustion (pour le pouvoir calorifique : prendre le Propane commercial dans le tableau en Annexe ; $c_{p \text{ gaz d'échappement}} = 50 \text{ kJ}/(\text{kmol K})$; ne pas oublier l'azote dans les gaz d'échappement).

Exercice 2 : Pompe à chaleur (environ 10 points)

Une pompe à chaleur fonctionnant avec le réfrigérant R134a est utilisée pour chauffer une maison avec un flux thermique de 300 kW. La température dans l'évaporateur est de $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$, la pression dans le condenseur de 900 kPa. On étudie le cycle idéal.



- Indiquer dans le diagramme HFC 134a le cycle frigorifique sachant que de la vapeur saturée sort de l'évaporateur et du liquide saturé du condenseur.
- Déterminer le COP **de la pompe à chaleur**.
- Déterminer le coût de l'électricité par heure (**alimentant le compresseur**) si l'électricité coûte 0,08 €/kWh.
- Comparer le coût d'électricité de la pompe à chaleur avec le coût du gaz naturel par heure d'une chaudière à gaz si le pouvoir calorifique du gaz naturel est de 100 000 kJ/thermie et le coût du gaz naturel 0,75 €/thermie (1 thermie = 4,18 MJ).

Bonne chance !!!

Annexe

POUVOIRS CALORIFIQUES, MASSE VOLUMIQUE ET DENSITE

Nature du gaz	Pouvoir calorifique par unité de volume						Masse volumique normale kg/m ³	Densité (par rapport à l'air)	Pouvoir calorifique par unité de masse				Rapport $\frac{I_p}{P_p}$
	Supérieur P _p ou PCS		Inférieur I _p ou PCI		Supérieur P _p ou PCS				Inférieur I _p ou PCI				
	MJ/m ³	kWh/m ³	MJ/m ³	kWh/m ³	MJ/kg	kWh/kg			MJ/kg	kWh/kg			
Skikda	40,7	11,3	36,8	10,2	0,79	0,61	51,8	14,4	46,7	13,0	0,90		
Aizew	44,8	12,4	40,5	11,2	0,82	0,64	54,3	15,1	49,1	13,6	0,90		
Gasunie	39,3	10,9	35,5	9,9	0,82	0,64	47,8	13,3	43,1	12,0	0,90		
Lacq	40,6	11,3	36,5	10,1	0,74	0,57	55,2	15,3	49,7	13,8	0,90		
Ekofisk	44,4	12,3	40,1	11,1	0,86	0,66	51,8	14,4	46,8	13,0	0,90		
Groningue	35,2	9,8	31,7	8,8	0,83	0,64	42,2	11,7	38,0	10,6	0,89		
Propane commercial	99,19	27,63	91,58	25,42	1,99	1,54	49,74	13,8	45,98	12,76	0,925		
Butane commercial	132,59	36,80	119,76	33,23	2,59	2,00	49,32	13,69	45,56	12,64	0,924		
Air propane 7,5	27,27	7,57	25,18	6,99	1,49	1,15	-	-	-	-	0,925		
Air propane 15,6	56,53	15,69	52,21	14,49	1,68	1,30	-	-	-	-	0,925		
Air butane 7,3	26,33	7,31	23,83	6,61	1,55	1,20	-	-	-	-	0,905		
Gaz de cokerie 5,6	19,71	5,47	17,54	4,87	0,56	0,43	35,20	9,77	31,35	8,70	0,89		
Gaz de craquage (type Paris) 5,2	18,81	5,22	16,76	4,65	0,70	0,54	26,96	7,48	24,04	6,67	0,89		

Chimie			U 1		
Eléments chimiques					
Eléments	Symbole	Masse molaire [kg/kmol]	Eléments	Symbole	Masse molaire [kg/kmol]
Aluminium	Al	26,9815	Molybdène	Mo	95,94
Antimoine	Sb	121,75	Néodyme	Nd	144,240
Argent	Ag	107,870	Néon	Ne	20,183
Argon	Ar	39,948	Nickel	Ni	58,71
Arsenic	As	74,9216	Niobium	Nb	92,906
Azote	N	14,0067	Or	Au	196,967
Baryum	Ba	137,34	Osmium	Os	190,2
Béryllium	Be	9,0122	Oxygène	O	15,9994
Bismuth	Bi	208,980	Palladium	Pd	106,4
Bore	B	10,811	Phosphore	P	30,9738
Brome	Br	79,909	Platine	Pt	195,09
Cadmium	Cd	112,40	Plomb	Pb	207,19
Calcium	Ca	40,08	Potassium	K	39,102
Carbone	C	12,0112	Praséodyme	Pr	140,907
Cérium	Ce	140,12	Radium	Ra	226,04
Césium	Cs	132,905	Rhodium	Rh	102,905
Chlore	Cl	35,453	Rubidium	Rb	85,47
Chrome	Cr	51,996	Ruthénium	Ru	101,07
Cobalt	Co	58,9332	Samarium	Sm	150,35
Cuivre	Cu	63,54	Scandium	Sc	44,956
Erbium	Er	167,26	Sélénium	Se	78,96
Etain	Sn	118,69	Silicium	Si	28,086
Fer	Fe	55,847	Sodium	Na	22,9898
Fluor	F	18,9984	Soufre	S	32,046
Gadolinium	Gd	157,25	Strontium	Sr	87,62
Gallium	Ga	69,72	Tantale	Ta	180,948
Germanium	Ge	72,59	Tellure	Te	127,60
Hélium	He	4,0026	Thallium	Tl	204,37
Hydrogène	H	1,008	Thorium	Th	232,038
Indium	In	114,82	Thulium	Tm	168,934
Iode	I	126,9044	Titane	Ti	47,90
Iridium	Ir	192,2	Tungstène	W	183,85
Krypton	Kr	83,80	Uranium	U	238,03
Lanthane	La	138,91	Vanadium	V	50,942
Lithium	Li	6,939	Xénon	Xe	131,30
Magnésium	Mg	24,312	Yttrium	Y	88,905
Manganèse	Mn	54,9381	Zinc	Zn	65,37
Mercure	Hg	200,59	Zirconium	Zr	91,22