

Versuch 222 : Heißluftmotor - Auswertung

Teil 1: Betrieb als Kältemaschine

Konstanten			
Name der Größe	Wert	Fehler	Einheit
c_wasser	4180	-	J/(kg K)
rho_wasser	1000	10	kg/m ³

Berechnung Q2			
Name der Größe	Messwert	Fehler	Einheit
Heizspannung U_H	5,4	0,01	V
Heizstrom I_H	5,3	0,05	A
Drehzahl Motor f	288,2	2	1/min
Wärmemenge Q2 = W_H	0,0993060374739764	0,00117746728524303	60°J
	5,95836224843858	0,0706480371145818	J
Leistung Kältemaschine P	28,62	0,275152684886047	W

Berechnung W_M			
Name der Größe	Messwert	Fehler	Einheit
Motorspannung U_M	23,9	0,1	V
Motorstrom I_M	1,6	0,2	A
Drehzahl Motor f	288,2	2	1/min
mechanische Arbeit W_M	0,132685634975711	0,0166205190918604	60°J
	7,96113809854268	0,997231145511624	J

Volumenstrom dV			
#Messung	Messwert	Fehler	Einheit
ΔV1	219,8	2	ml/min
ΔV2	221,3	2	ml/min
ΔV3	220,7	2	ml/min
ΔV4	223,3	2	ml/min
ΔV5	221,9	2	ml/min
Mittelwert	221,4	0,894427190999916	0,588217646794111

Berechnung Q1			
Größe	Messwert	Fehler	Einheit
T_zu	290,35	0,2	K
T_ab	293,45	0,2	K
ΔT	-3,09999999999997	0,282842712474619	K
Drehzahl Motor f	288,2	2	1/min
Wärmeabgabe Q1	-9,9545496183205	-0,917629424431417	J

Energiebilanz		Σ= Q1+Q2+W_M	
	Summe	Fehler	Einheit
Energiebilanz Σ	3,96495072866076	1,35702058322964	J

Teil 2: Betrieb als Kältemaschine & Wärmepumpe

Konstanten			
Name der Größe	Wert	Fehler	Einheit
spez. Schmelzwärme λ = -Gefrierwärme	335000	-	J/kg

Analyse Diagramm und Messwert			
Gefrierzeit des Wassers T [s]	Fehler Zeit [s]	Wassermenge [ml]	Fehler Wassermenge [ml]
180	20	1,0	0,1

Bestimmung der Kälteleistung			
Masse des Wassers m [kg]	Fehler Masse [kg]	Kälteleistung P_k = λ * m / T [W]	Fehler P_k [W]
0,001	0,000100498756211209	1,86111111111111	0,278829471711792

Vergleich mit Teil 1		
Differenz P-P_k [W]	ΔDifferenz [W]	σ-Intervall
26,7588888888889	0,391733167213445	68

Teil 3.1: Betrieb als Wärmekraftmaschine - Leerlaufmessung

gemessene Größen - Einzelwerte

Name der Größe	Wert	Fehler	Einheit
Heizspannung U_H	11,86	0,01	V
Heizstrom I_H	13,0	0,05	A
T_{zu}	290,45	0,2	K
T_{ab}	296,95	0,2	K
ΔT	-6,5	0,282842712474619	K

Drehzahlen Motor f

#Messung	Messwert	Fehler	Einheit
f_1	313,8	2,0	1/min
f_2	313,4	2,0	1/min
f_3	314,8	2,0	1/min
		Fehler systematisch	Fehler statistisch
Mittelwert	314,0	1,15470053837925	0,416333199893235

Volumenstrom dV

#Messung	Messwert	Fehler	Einheit
$\Delta V1$	220,8	2	ml/min
$\Delta V2$	221,5	2	ml/min
$\Delta V3$	222,0	2	ml/min
$\Delta V4$	219,9	2	ml/min
$\Delta V5$	222,8	2	ml/min
		Fehler systematisch	Fehler statistisch
Mittelwert	221,4	0,894427190999916	0,496990945591567

Flächen pV-Diagramm

#Messung	Messwert	Fehler	Einheit
A_1	25501	100	hPa*cm ³
A_2	25183	100	hPa*cm ³
A_3	25318	100	hPa*cm ³
		Fehler systematisch	Fehler statistisch
Mittelwert	25334	57,7350269189626	92,1466222929522

gesuchte Größen

Name der Größe	Wert	Fehler systematisch	Fehler statistisch	Einheit
Drehzahl Motor f	314,0	1,15470053837925	0,416333199893235	1/min
elektr. Leistung P_{el}	154,18	0,0509901951359279	-	W
zugeführte Wärme Q_{el}	29,4611464968153	0,15872706260204	-	J
abgeführte Leistung P_{ab}	-100,2573	4,49462731422208	0,225054066528715	W
abgeführte Wärme Q_{ab}	-19,1574458598726	0,86173055079423	0,0499454316843894	J
Leistung aus pV-Diagr. P_{pV}	13,2581266666667	0,0573585718351056	0,0513275422159092	W
Wärme pV-Diagr. $Q_{pV} = W_{pV}$	2,5334	0,00577350269189626	0,00921466222929522	J
therm. Wirkungsgrad η_{th}	0,0859912223807671	0,00050303517959713	0,000312773375275511	dimensionslos

Energiebilanz $\Sigma = Q_{el} + Q_{ab} + W_{pV} + Q_V = 0$

Name der Größe	Wert	Fehler systematisch	Fehler statistisch	Einheit
Verlustwärme Q_V $Q_V = (-Q_{el}) - Q_{ab} - W_{pV}$	-12,8371006369427	0,58229455531879	0,745494985156612	J

Teil 3.2: Betrieb als Wärmekraftmaschine - Drehmomentsmessung

Messwerte

Kraft F [N]	Fehler Kraft ΔF [N]	Fläche pV-Diagr. A [J]	Fehler Fläche ΔA [J]	Drehzahl f [1/min]	Fehler Δf [1/min]	Heizstrom I_H [A]	Fehler ΔI_H [A]	Heizspannung U_H [V]	Fehler ΔU_H [V]
0,75	0,05	3,2007	0,01	228,0	2,0	12,8	0,50	11,88	0,05
		3,1502	0,01	228,6	2,0				
		3,1436	0,01	230,2	2,0				
0,60	0,05	2,9643	0,01	239,4	2,0	13,1	0,50	11,88	0,05
		2,9800	0,01	238,6	2,0				
		2,9930	0,01	239,0	2,0				
0,40	0,05	2,8792	0,01	267,3	2,0	11,35	0,50	11,73	0,05
		2,8773	0,01	269,0	2,0				
		2,8731	0,01	270,4	2,0				
0,22	0,05	2,6797	0,01	289,8	2,0	10,55	0,50	11,74	0,05
		2,6932	0,01	292,2	2,0				
		2,6518	0,01	295,9	2,0				

Mittelwerte

Kraft F [N]	Mittelwert Fläche [J]	Fehler systematisch [J]	Fehler statistisch [J]	Mittelwert Drehzahl [1/min]	Fehler systematisch [1/min]	Fehler statistisch 1/min]
0,75	3,16483333333333	0,00577350269189626	0,0180342575240691	228,933333333333	1,15470053837925	0,656590520119737
0,60	2,9791	0,00577350269189626	0,00829718827876842	239,0	1,15470053837925	0,230940107675854
0,40	2,87653333333333	0,00577350269189626	0,00180215919878843	268,9	1,15470053837925	0,89628864398324
0,22	2,6749	0,00577350269189626	0,012189749792346	292,633333333333	1,15470053837925	1,77419778428949

Länge Prony-Zaun [m]: 0,25

F = 0,75N

Name der Größe	Wert	Fehler systematisch	Fehler statistisch	Einheit
mechanische Arbeit $W_D = 2\pi L \cdot F$	1,17809724509617	0,0785398163397448	-	J
Wärme pV-Diagr. W_{pV}	3,16483333333333	0,00577350269189626	0,0180342575240691	J
therm. Wirkungsgrad η_{th}	0,0794112834556989	0,00314889589338748	0,000506595482937861	dimensionslos
mechanische Wärme Q_{el}	39,8536983110076	1,57864555117206	0,114302098876177	J
eff. Wirkungsgrad η_{eff}	0,0295605500875381	0,00229232053461908	0,0000847809127417102	dimensionslos

F = 0,60N

Name der Größe	Wert	Fehler systematisch	Fehler statistisch	Einheit
mechanische Arbeit $W_D = 2\pi L \cdot F$	0,942477796076938	0,0785398163397448	-	J
Wärme pV-Diagr. W_{pV}	2,9791	0,00577350269189626	0,00829718827876842	J
therm. Wirkungsgrad η_{th}	0,0762507282322804	0,00295475585019326	0,0152516242599944	dimensionslos
mechanische Wärme Q_{el}	39,0697907949791	1,51208037185356	7,81395815899593	J
eff. Wirkungsgrad η_{eff}	0,024122929171099	0,00221646165966867	0,00482458583421988	dimensionslos

F = 0,40N

Name der Größe	Wert	Fehler systematisch	Fehler statistisch	Einheit
mechanische Arbeit $W_D = 2\pi L \cdot F$	0,628318530717959	0,0785398163397448	-	J
Wärme pV-Diagr. W_{pV}	2,87653333333333	0,00577350269189626	0,00180215919878843	J
therm. Wirkungsgrad η_{th}	0,096831149885309	0,00431012038824703	0,000328406242462001	dimensionslos
mechanische Wärme Q_{el}	29,706693938267	1,32095088089335	0,099017376077183	J
eff. Wirkungsgrad η_{eff}	0,0211507390227824	0,00280614309632884	0,0000704989483003833	dimensionslos

F = 0,22N

Name der Größe	Wert	Fehler systematisch	Fehler statistisch	Einheit
mechanische Arbeit $W_D = 2\pi L \cdot F$	0,345575191894877	0,0785398163397448	-	J
Wärme pV-Diagr. W_{pV}	2,6749	0,00577350269189626	0,012189749792346	J
therm. Wirkungsgrad η_{th}	0,105331807828562	0,00503448404883074	0,000798894538341122	dimensionslos
mechanische Wärme Q_{el}	25,39498803964	1,21255143993232	0,153966504768154	J
eff. Wirkungsgrad η_{eff}	0,0136080076649556	0,00316024502693644	0,0000825035780194509	dimensionslos

