



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
การสอบกลางภาคเรียนที่ 1/2550

วิชา MTE 241 อุณหพลศาสตร์
สอบวันที่ 9 สิงหาคม 2550

Thermodynamics

ป.ตรี ชั้นปีที่ 3ก,ข
เวลา 9.00-12.00 น.

คำแนะนำ

1. ข้อสอบมีทั้งหมด 2 ตอน ให้ทำทุกข้อ ทำลงในข้อสอบ
2. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณ
3. ไม่อนุญาตให้นำเอกสาร และตำราเข้าห้องสอบ
4. ข้อมูลต่าง ๆ เพียงพอในการทำข้อสอบแล้ว

ชื่อ.....นามสกุล.....รหัสประจำตัว.....เลขที่.....

เมื่อนักศึกษาทำข้อสอบเสร็จ ต้องยกมือบอกกรรมการคุมสอบ
เพื่อขออนุญาตออกนอกห้องสอบ
ห้ามนักศึกษานำข้อสอบและกระดาษคำตอบออกนอกห้องสอบ
นักศึกษาที่ทุจริตในการสอบ อาจถูกพิจารณาโทษสูงสุดให้พ้นสภาพการเป็นนักศึกษา

ผศ. ทวีวัฒน์ สุภารส
ผู้ออกข้อสอบ

สำหรับคณะกรรมการการประเมินข้อสอบของภาควิชา ฯ

ข้อสอบวิชา MTE 241 อุณหพลศาสตร์นี้ได้ผ่านการตรวจสอบจากคณะกรรมการการประเมิน
ข้อสอบแล้ว และให้ใช้เป็นข้อสอบกลางภาคเรียนที่ 1/2550 ได้

ดร.อนุศิษฐ์ อันมานะตระกูล
ประธานคณะกรรมการการประเมินข้อสอบของภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

ชื่อ.....เลขประจำตัวสอบ.....เลขที่.....

ตอนที่ 1 จงอธิบายข้อความต่อไปนี้พอเข้าใจโดยสังเขป (ข้อละ 1 คะแนน)

1.1 อุณหพลศาสตร์หมายถึง.....

.....
.....

1.2 ระบบควบคุมปริมาตรทางอุณหพลศาสตร์หมายถึง

.....
.....

1.3 เส้นขอบเขตทางอุณหพลศาสตร์มีลักษณะอย่างไร

.....
.....

1.4 งานทางอุณหพลศาสตร์หมายถึง

.....
.....

1.5 การสมดุลทางความร้อนของอุณหพลศาสตร์หมายถึง

.....
.....

1.6 พลังงานทางอุณหพลศาสตร์หมายถึง

.....

1.7 ความดันทางอุณหพลศาสตร์หมายถึง

.....
.....

1.8 ความดันทางอุณหพลศาสตร์ประกอบด้วยความดันใดบ้าง

.....
.....

1.9 ระบบโคเคเคียวทางอุณหพลศาสตร์หมายถึง

.....
.....

1.10 กฎการหล่อเย็นของนิวตันมีความหมายอย่างไร

.....
.....

ชื่อ.....นามสกุล.....รหัสประจำตัว.....

1.11 ความร้อน แตกต่างหรือเหมือนกัน กับงานอย่างไร

.....
.....
.....

1.12 ความจุความร้อนจำเพาะแสดงถึงคุณสมบัติใดของสารทำงานทางอุณหพลศาสตร์

.....
.....
.....

1.13 กระบวนการใดทางอุณหพลศาสตร์ไม่มีการสูญเสียความร้อนขณะดำเนินกระบวนการ.....เนื่องจากสาเหตุ.....

1.14 สารบริสุทธิ์ทางอุณหพลศาสตร์หมายถึง

.....
.....
.....

1.15 น้ำเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลวปริมาตรจำเพาะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....
.....
.....

1.16 จุดไครภาคของสารทำงานหมายถึง

.....
.....
.....

1.17 ความร้อนสัมผัสทางอุณหพลศาสตร์มีคุณสมบัติอย่างไร

.....
.....
.....

1.18 ความร้อนแฝงทางอุณหพลศาสตร์มีคุณสมบัติอย่างไร

.....
.....
.....

1.19 ขณะที่ความดันของระบบลดลงมีผลทำให้อุณหภูมิจุดเดือดของระบบมีค่าเป็นอย่างไร

.....
.....
.....

1.20 จากสมการ $Pv^n = \text{constant}$ จงอธิบายขอบเขตการใช้งานสมการดังกล่าว

.....
.....
.....

1.21 งานสำหรับกระบวนการความดันคงที่คือ

.....
.....
.....

1.22 การอนุรักษ์พลังงานสำหรับระบบปิดหมายถึง

.....

.....

1.23 การอนุรักษ์พลังงานสำหรับระบบเปิดหมายถึง

.....

.....

1.24 กระบวนการย้อนกลับได้ทางอุณหพลศาสตร์หมายถึง

.....

.....

1.25 กระบวนการใดทางอุณหพลศาสตร์ที่เป็นกระบวนการแบบย้อนกลับได้

.....

.....

1.26 กระบวนการโพลีโทรปิกทางอุณหพลศาสตร์หมายถึง

.....

.....

1.27 จงอธิบายความหมายของสมการ $\sum_i m_i = \sum_e m_e$

.....

.....

1.28 จงอธิบายความหมายของสมการ $\frac{dE_{cv}}{dt} = Q_{cv}^o - W_{cv}^o$

.....

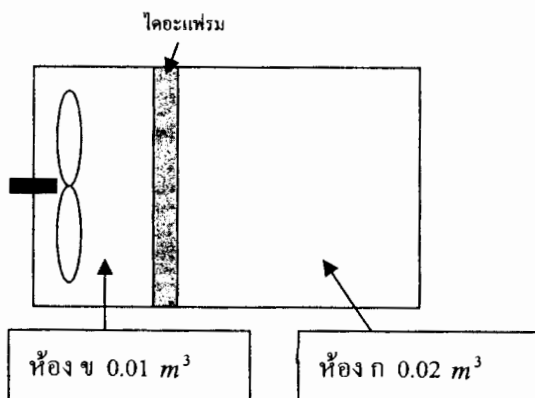
.....

ชื่อ.....นามสกุล.....รหัสประจำตัว.....

ตอนที่ 2 จงแสดงวิธีทำต่อไปนี้

ข้อที่ 1 อากาศมวล 1 ความดันบรรยากาศ บรรจุอยู่ในกระบอกสูบ สถานะเริ่มต้น มีปริมาตรจำเพาะ $0.8 \text{ m}^3/\text{kg}$ อุณหภูมิ 290 K อากาศถูกอัดตัวอย่างช้า ๆ ไม่คิดการสูญเสียความร้อนเนื่องจากความเสียดทาน จนปริมาตรจำเพาะลดลงเหลือ $0.2 \text{ m}^3/\text{kg}$ อุณหภูมิ 580 K ถ้าการอัดตัวของอากาศเป็นไปตามกระบวนการ $Pv^{1.5} = \text{const}$ จงคำนวณหางานและอัตราความร้อนของกระบวนการดังกล่าว (10 คะแนน)

ข้อที่ 2 พิจารณาเครื่องมือดังรูปซึ่งหุ้มฉนวนกันความร้อนอย่างดี ภายในกั้นด้วยแผ่นไดอะแฟรมแบ่งออกเป็น 2 ห้อง ห้อง ก. เป็น สูญญากาศ มีปริมาตร 0.02 m^3 ห้อง ข. มีปริมาตร 0.01 m^3 บรรจุสารทำความเย็น R-12 ที่อุณหภูมิ 25°C จำนวน 1.0 กก. สารทำความเย็น R-12 ถูกกวนด้วยใบพัดจนกระทั่งแผ่นไดอะแฟรมฉีกขาด เมื่อความดันในระบบเพิ่มขึ้นเป็น 2 MPa จงคำนวณหา (10 คะแนน)



- งานที่เกิดจากใบพัด
- คุณภาพเอนทัลปี R-12 ขณะไดอะแฟรมขาด
- ความดันสุดท้ายของ R-12 หลังไดอะแฟรมขาด และ R-12 กลับสู่สภาวะเดิม

A-12 Appendix

TABLE A-7 Properties of Saturated Refrigerant 12 (Liquid-Vapor): Temperature Table

Temp. °C	Press. bars	Specific volume cm ³ /g		Internal energy kJ/kg		Enthalpy kJ/kg			Entropy kJ/kg · K		Temp. °C
		Sat. liquid v_f	Sat. vapor v_g	Sat. liquid u_f	Sat. vapor u_g	Sat. liquid h_f	Evap. h_{fg}	Sat. vapor h_g	Sat. liquid s_f	Sat. vapor s_g	
-40	0.6417	0.6595	241.91	-0.04	154.07	0	169.59	169.59	0	0.7274	-40
-35	0.8071	0.6656	195.40	4.37	156.13	4.42	167.48	171.90	0.0187	0.7219	-35
-30	1.0041	0.6720	159.38	8.79	158.20	8.86	165.33	174.20	0.0371	0.7170	-30
-28	1.0927	0.6746	147.28	10.58	159.02	10.65	164.46	175.11	0.0444	0.7153	-28
-26	1.1872	0.6773	136.28	12.35	159.84	12.43	163.59	176.02	0.0517	0.7135	-26
-25	1.2368	0.6786	131.17	13.25	160.26	13.33	163.15	176.48	0.0552	0.7126	-25
-24	1.2880	0.6800	126.28	14.13	160.67	14.22	162.71	176.93	0.0589	0.7119	-24
-22	1.3953	0.6827	117.17	15.92	161.48	16.02	161.82	177.83	0.0660	0.7103	-22
-20	1.5093	0.6855	108.85	17.72	162.31	17.82	160.92	178.74	0.0731	0.7087	-20
-18	1.6304	0.6883	101.24	19.51	163.12	19.62	160.01	179.63	0.0802	0.7073	-18
-15	1.8260	0.6926	91.02	22.20	164.35	22.33	158.64	180.97	0.0906	0.7051	-15
-10	2.1912	0.7000	76.65	26.72	166.39	26.87	156.31	183.19	0.1080	0.7019	-10
-5	2.6096	0.7078	64.96	31.27	168.42	31.45	153.93	185.37	0.1251	0.6991	-5
0	3.0861	0.7159	55.39	35.83	170.44	36.05	151.48	187.53	0.1420	0.6965	0
4	3.5124	0.7227	48.95	39.51	172.04	39.76	149.47	189.23	0.1553	0.6946	4
8	3.9815	0.7297	43.40	43.21	173.63	43.50	147.41	190.91	0.1686	0.6929	8
12	4.4962	0.7370	38.60	46.93	175.20	47.26	145.30	192.56	0.1817	0.6913	12
16	5.0591	0.7446	34.42	50.67	176.78	51.05	143.14	194.19	0.1948	0.6898	16
20	5.6729	0.7525	30.78	54.44	178.32	54.87	140.91	195.78	0.2078	0.6884	20
24	6.3405	0.7607	27.59	58.25	179.85	58.73	138.61	197.34	0.2207	0.6871	24
26	6.6954	0.7650	26.14	60.17	180.61	60.68	137.44	198.11	0.2271	0.6865	26
28	7.0648	0.7694	24.78	62.09	181.36	62.63	136.24	198.87	0.2335	0.6859	28
30	7.4490	0.7739	23.51	64.01	182.11	64.59	135.03	199.62	0.2400	0.6853	30
32	7.8485	0.7785	22.31	65.96	182.85	66.57	133.79	200.36	0.2463	0.6847	32
34	8.2636	0.7832	21.18	67.90	183.59	68.55	132.53	201.09	0.2527	0.6842	34
36	8.6948	0.7880	20.12	69.86	184.31	70.55	131.25	201.80	0.2591	0.6836	36
38	9.1423	0.7929	19.12	71.84	185.03	72.56	129.94	202.51	0.2655	0.6831	38
40	9.6065	0.7980	18.17	73.82	185.74	74.59	128.61	203.20	0.2718	0.6825	40
42	10.088	0.8033	17.28	75.82	186.45	76.63	127.25	203.88	0.2782	0.6820	42
44	10.587	0.8086	16.44	77.82	187.13	78.68	125.87	204.54	0.2845	0.6814	44
48	11.639	0.8199	14.88	81.88	188.51	82.83	123.00	205.83	0.2973	0.6802	48
52	12.766	0.8318	13.49	86.00	189.83	87.06	119.99	207.05	0.3101	0.6791	52
56	13.972	0.8445	12.24	90.18	191.10	91.36	116.84	208.20	0.3229	0.6779	56
60	15.259	0.8581	11.11	94.43	192.31	95.74	113.52	209.26	0.3358	0.6765	60
112	41.155	1.792	1.79	175.98	175.98	183.35	0	183.35	0.5687	0.5687	112

Source: Tables A-7 through A-9 are adapted from K. Wark, *Thermodynamics*, 4th ed., McGraw-Hill, New York, 1983, as based on data from Freon Products Division, E. I. du Pont de Nemours & Company, 1969.

TABLE A-9 Properties of Superheated Refrigerant 12

T °C	v cm ³ /g	u kJ/kg	h kJ/kg	s kJ/kg · K	v cm ³ /g	u kJ/kg	h kJ/kg	s kJ/kg · K
$p = 0.6 \text{ bar} = 0.06 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = -41.42^\circ\text{C}$)					$p = 1.0 \text{ bar} = 0.10 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = -30.10^\circ\text{C}$)			
Sat.	257.5	153.49	168.94	0.7290	160.0	158.15	174.15	0.7171
-40	259.3	154.16	169.72	.7324				
-20	283.8	163.91	180.94	.7785	167.7	163.22	179.99	.7406
0	307.9	174.05	192.52	.8225	182.7	173.50	191.77	.7854
10	319.8	179.26	198.45	.8439	190.0	178.77	197.77	.8070
20	331.7	184.57	204.47	.8647	197.3	184.12	203.85	.8281
30	343.5	189.96	210.57	.8852	204.5	189.57	210.02	.8488
40	355.2	195.46	216.77	.9053	211.7	195.09	216.26	.8691
50	367.0	201.02	223.04	.9251	218.8	200.70	222.58	.8889
60	378.7	206.69	229.41	.9444	226.0	206.38	228.98	.9084
80	402.0	218.25	242.37	.9822	240.1	218.00	242.01	.9464

$p = 1.4 \text{ bars} = 0.14 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = -21.91^\circ\text{C}$)					$p = 1.8 \text{ bars} = 0.18 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = -15.38^\circ\text{C}$)			
Sat.	116.8	161.52	177.87	0.7102	92.2	164.20	180.80	0.7054
-20	117.9	162.50	179.01	.7147				
-10	123.5	167.69	184.97	.7378	92.5	164.39	181.03	.7181
0	128.9	172.94	190.99	.7602	99.1	172.37	190.21	.7408
10	134.3	178.28	197.08	.7821	103.4	177.77	196.38	.7630
20	139.7	183.67	203.23	.8035	107.6	183.23	202.60	.7846
30	144.9	189.17	209.46	.8243	111.8	188.77	208.89	.8057
40	150.2	194.72	215.75	.8447	116.0	194.35	215.23	.8263
50	155.3	200.38	222.12	.8648	120.1	200.02	221.64	.8464
60	160.5	206.08	228.55	.8844	124.1	205.78	228.12	.8662
80	170.7	217.74	241.64	.9225	132.2	217.47	241.27	.9045
100	180.9	229.67	255.00	.9593	140.2	229.45	254.69	.9414

$p = 2.0 \text{ bars} = 0.20 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = -12.53^\circ\text{C}$)					$p = 2.4 \text{ bars} = 0.24 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = -7.42^\circ\text{C}$)			
Sat.	83.5	165.37	182.07	0.7035	70.3	167.45	184.32	0.7004
0	88.6	172.08	189.08	.7325	72.9	171.49	188.99	.7177
10	92.6	177.50	196.02	.7548	76.3	176.98	195.29	.7404
20	96.4	183.00	202.28	.7766	79.6	182.53	201.63	.7624
30	100.2	188.56	208.60	.7978	82.8	188.14	208.01	.7838
40	104.0	194.17	214.97	.8184	86.0	193.80	214.44	.8047
50	107.7	199.86	221.40	.8387	89.2	199.51	220.92	.8251
60	111.4	205.62	227.90	.8585	92.3	205.31	227.46	.8450
80	118.7	217.35	241.09	.8969	98.5	217.07	240.71	.8836
100	125.9	229.35	254.53	.9339	104.5	229.12	254.20	.9208
120	133.1	241.59	268.21	.9696	110.5	241.41	267.93	.9566

A-10 Appendix

TABLE A-9 (Continued)

T °C	v cm ³ /g	u kJ/kg	h kJ/kg	s kJ/kg · K	v cm ³ /g	u kJ/kg	h kJ/kg	s kJ/kg · K
$p = 8.0 \text{ bars} = 0.80 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = 32.74^\circ\text{C}$)					$p = 9.0 \text{ bars} = 0.90 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = 37.37^\circ\text{C}$)			
Sat.	21.88	183.13	200.63	0.6845	19.42	184.81	202.29	0.6832
40	22.83	187.81	206.07	.7021	19.74	186.55	204.32	.6897
50	24.07	194.19	213.45	.7253	20.91	193.10	211.92	.7136
60	25.25	200.52	220.72	.7474	22.01	199.56	219.37	.7363
80	27.48	213.13	235.11	.7894	24.07	212.37	234.03	.7790
100	29.59	225.77	249.44	.8289	26.01	225.13	248.54	.8190
120	31.62	238.51	263.81	.8664	27.85	237.97	263.03	.8569
140	33.59	251.39	278.26	.9022	29.64	250.90	277.58	.8930
160	35.52	264.41	292.83	.9367	31.38	263.99	292.23	.9276
180	37.42	277.60	307.54	.9699	33.09	277.23	307.01	.9609

$p = 10.0 \text{ bars} = 1.00 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = 41.64^\circ\text{C}$)					$p = 12.0 \text{ bars} = 1.20 \text{ MPa}$ ($T_{\text{sat}} = 49.31^\circ\text{C}$)			
Sat.	17.44	186.32	203.76	0.6820	14.41	188.95	206.24	0.6799
50	18.37	191.95	210.32	.7026	14.48	189.43	206.81	.6816
60	19.41	198.56	217.97	.7259	15.46	196.41	214.96	.7065
80	21.34	211.57	232.91	.7695	17.22	209.91	230.57	.7520
100	23.13	224.48	247.61	.8100	18.81	223.13	245.70	.7937
120	24.84	237.41	262.25	.8482	20.30	236.27	260.63	.8326
140	26.47	250.43	276.90	.8845	21.72	249.45	275.51	.8696
160	28.07	263.56	291.63	.9193	23.09	263.70	290.41	.9048
180	29.63	276.84	306.47	.9528	24.43	276.05	305.37	.9385
200	31.16	290.26	321.42	.9851	25.74	289.55	320.44	.9711

ตารางคุณสมบัติของอากาศ

TABLE A-17

Ideal-gas properties of air

T K	h kJ/kg	P _r	u kJ/kg	v _r	s° kJ/kg · K	T K	h kJ/kg	P _r	u kJ/kg	v _r	s° kJ/kg · K
200	199.97	0.3363	142.56	1707.0	1.29559	580	586.04	14.38	419.55	115.7	2.37348
210	209.97	0.3987	149.69	1512.0	1.34444	590	596.52	15.31	427.15	110.6	2.39140
220	219.97	0.4690	156.82	1346.0	1.39105	600	607.02	16.28	434.78	105.8	2.40902
230	230.02	0.5477	164.00	1205.0	1.43557	610	617.53	17.30	442.42	101.2	2.42644
240	240.02	0.6355	171.13	1084.0	1.47824	620	628.07	18.36	450.09	96.92	2.44356
250	250.05	0.7329	178.28	979.0	1.51917	630	638.63	19.84	457.78	92.84	2.46048
260	260.09	0.8405	185.45	887.8	1.55848	640	649.22	20.64	465.50	88.99	2.47716
270	270.11	0.9590	192.60	808.0	1.59634	650	659.84	21.86	473.25	85.34	2.49364
280	280.13	1.0889	199.75	738.0	1.63279	660	670.47	23.13	481.01	81.89	2.50985
285	285.14	1.1584	203.33	706.1	1.65055	670	681.14	24.46	488.81	78.61	2.52589
290	290.16	1.2311	206.91	676.1	1.66802	680	691.82	25.85	496.62	75.50	2.54175
295	295.17	1.3068	210.49	647.9	1.68515	690	702.52	27.29	504.45	72.56	2.55731
300	300.19	1.3860	214.07	621.2	1.70203	700	713.27	28.80	512.33	69.76	2.57277
305	305.22	1.4686	217.67	596.0	1.71865	710	724.04	30.38	520.23	67.07	2.58810
310	310.24	1.5546	221.25	572.3	1.73498	720	734.82	32.02	528.14	64.53	2.60319
315	315.27	1.6442	224.85	549.8	1.75106	730	745.62	33.72	536.07	62.13	2.61803
320	320.29	1.7375	228.42	528.6	1.76690	740	756.44	35.50	544.02	59.82	2.63280
325	325.31	1.8345	232.02	508.4	1.78249	750	767.29	37.35	551.99	57.63	2.64737
330	330.34	1.9352	235.61	489.4	1.79783	760	778.18	39.27	560.01	55.54	2.66176
340	340.42	2.149	242.82	454.1	1.82790	780	800.03	43.35	576.12	51.64	2.69013
350	350.49	2.379	250.02	422.2	1.85708	800	821.95	47.75	592.30	48.08	2.71787
360	360.58	2.626	257.24	393.4	1.88543	820	843.98	52.59	608.59	44.84	2.74504
370	370.67	2.892	264.46	367.2	1.91313	840	866.08	57.60	624.95	41.85	2.77170
380	380.77	3.176	271.69	343.4	1.94001	860	888.27	63.09	641.40	39.12	2.79783
390	390.88	3.481	278.93	321.5	1.96633	880	910.56	68.98	657.95	36.61	2.82344
400	400.98	3.806	286.16	301.6	1.99194	900	932.93	75.29	674.58	34.31	2.84856
410	411.12	4.153	293.43	283.3	2.01699	920	955.38	82.05	691.28	32.18	2.87324
420	421.26	4.522	300.69	266.6	2.04142	940	977.92	89.28	708.08	30.22	2.89748
430	431.43	4.915	307.99	251.1	2.06533	960	1000.55	97.00	725.02	28.40	2.92128
440	441.61	5.332	315.30	236.8	2.08870	980	1023.25	105.2	741.98	26.73	2.94468
450	451.80	5.775	322.62	223.6	2.11161	1000	1046.04	114.0	758.94	25.17	2.96770
460	462.02	6.245	329.97	211.4	2.13407	1020	1068.89	123.4	776.10	23.72	2.99034
470	472.24	6.742	337.32	200.1	2.15604	1040	1091.85	133.3	793.36	23.29	3.01260
480	482.49	7.268	344.70	189.5	2.17760	1060	1114.86	143.9	810.62	21.14	3.03449
490	492.74	7.824	352.08	179.7	2.19876	1080	1137.89	155.2	827.88	19.98	3.05608
500	503.02	8.411	359.49	170.6	2.21952	1100	1161.07	167.1	845.33	18.896	3.07732
510	513.32	9.031	366.92	162.1	2.23993	1120	1184.28	179.7	862.79	17.886	3.09825
520	523.63	9.684	374.36	154.1	2.25997	1140	1207.57	193.1	880.35	16.946	3.11883
530	533.98	10.37	381.84	146.7	2.27967	1160	1230.92	207.2	897.91	16.064	3.13916
540	544.35	11.10	389.34	139.7	2.29906	1180	1254.34	222.2	915.57	15.241	3.15916
550	555.74	11.86	396.86	133.1	2.31809	1200	1277.79	238.0	933.33	14.470	3.17888
560	565.17	12.66	404.42	127.0	2.33686	1220	1301.31	254.7	951.09	13.747	3.19834
570	575.59	13.50	411.97	121.2	2.35531	1240	1324.93	272.3	968.95	13.069	3.21751