



เลขที่นั่งสอบ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ข้อสอบกลางภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2561

วิชา INC 331 Industrial Process Measurement

สำหรับนักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุมและเครื่องมือวัด

ชั้นปีที่ 3 , 3(สหกิจ)

สอบวัน ~~อังคาร~~ ที่ ๙ ตุลาคม 2561

เวลา 9.00 – 12.00 น.

คำแนะนำ

1. ข้อสอบมี 15 หน้า (รวมใบปะหน้าและเอกสารประกอบการสอบ 1 แผ่น)
2. ให้เขียนคำตอบในข้อสอบ
3. ให้นักศึกษาเขียน ชื่อ-สกุล, และ รหัสนักศึกษา ในข้อสอบทุกแผ่น
4. อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณตามระเบียบมหาวิทยาลัย
5. ห้ามนำเอกสารทุกชนิดเข้าห้องสอบ

คำเตือน

1. เมื่อนักศึกษาทำข้อสอบเสร็จ ต้องยกมือบอกรรณการคุมสอบเพื่อขออนุญาตออกนอกห้องสอบ ห้ามนักศึกษานำข้อสอบ กระดาษคำตอบ หรือสมุดคำตอบออกจากห้องสอบไม่ว่าในกรณีใดๆ หากฝ่าฝืนจะได้รับการพิจารณาโทษ ให้ได้คะแนน "0" ในการสอบรายวิชานั้นในครั้งนั้น
2. นักศึกษาที่กระทำการทุจริตในการสอบ จะได้รับการพิจารณาโทษ ให้ปรับตกในรายวิชาที่กระทำการทุจริต (F) และเพิกถอนรายวิชาอื่น (W) ที่ลงทะเบียนในภาคการศึกษา หรืออาจได้รับโทษสูงสุดให้พ้นสภาพการเป็นนักศึกษา

รศ.ดร. วันจักรี เล่นวารี

ผู้ประสานงาน

โทร 0-2470-9096

ข้อสอบนี้ได้ผ่านการประเมินจากภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุมและเครื่องมือวัด

ผศ.ดร. สุตชาย บุญโต

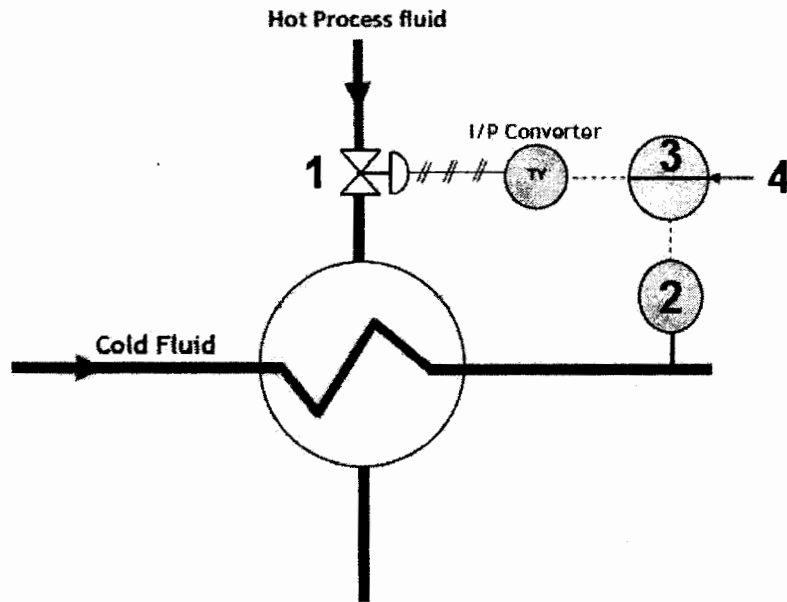
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุมและเครื่องมือวัด

Section 1: System and Applications (Assoc.Prof.Dr. Wanchak Lenwari)

1. In process industries explain the meaning of process control, batch control and manufacturing system. Also give two names of industries for each system. (6 marks)

2. Draw the structure of a typical large process control system. (5 marks)

3. From a given figure, answer the following questions.



- 3.1 What is PV (Process Variable) of this system? _____ (1 mark)
- 3.2 What is MV (Manipulated Variable) of this system? _____ (1 mark)
- 3.3 What is the function of the device No.1? _____ (1 mark)
- 3.4 What is the function of the device No.2? _____ (1 mark)
- 3.5 What is the function of the device No.3? _____ (1 mark)
- 3.6 What is the name of variable No.4? _____ (1 mark)
- 3.7 Write down the block diagram of this control system and also explain its working process.
(6 marks)

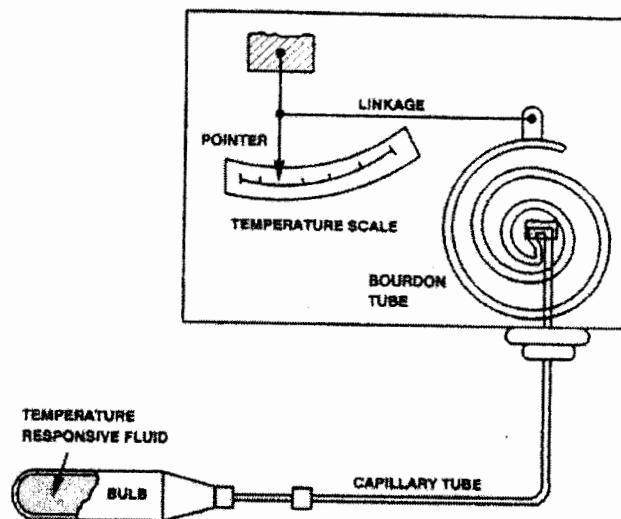
Section 2: Temperature Measurement (Assoc.Prof.Dr. Wanchak Lenwari)

Note. One page of thermocouple table is attached in the last page.

1. What is the SI unit for temperature? _____ (1 mark)
2. Explain the meaning of thermal equilibrium. (2 marks)

3. What is the absolute zero temperature? (2 marks)

4. From a figure below, answer the following questions.



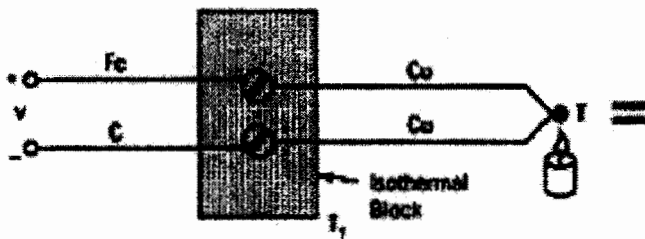
- 4.1 What is the name of this device? _____ (1 mark)
- 4.2 Explain the principle of this device and its applications. (5 marks)

5. Explain the Seebeck effect and write down its equation. (3 marks)

6. For each of thermocouple circuits given below, 1. Draw the reduced form of circuit 2. Write down the equation of the output voltage and 3. Answer which law is applied to obtain the reduced form?

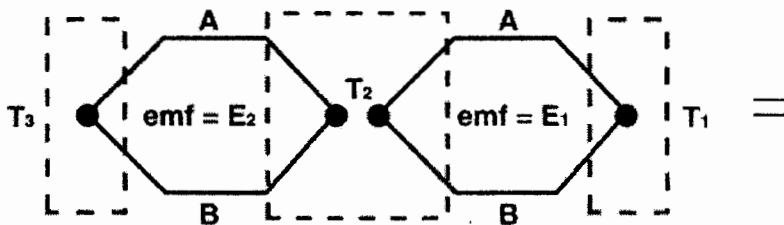
(3 marks for each circuit)

6.1



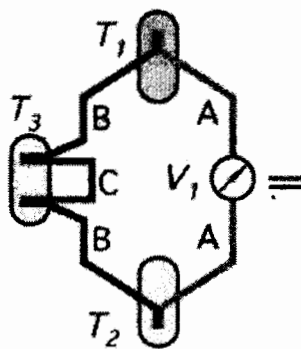
Law of _____

6.2



Law of _____

6.3

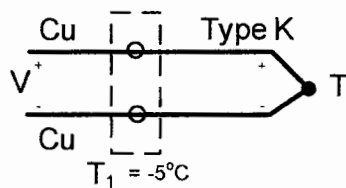


Law of _____

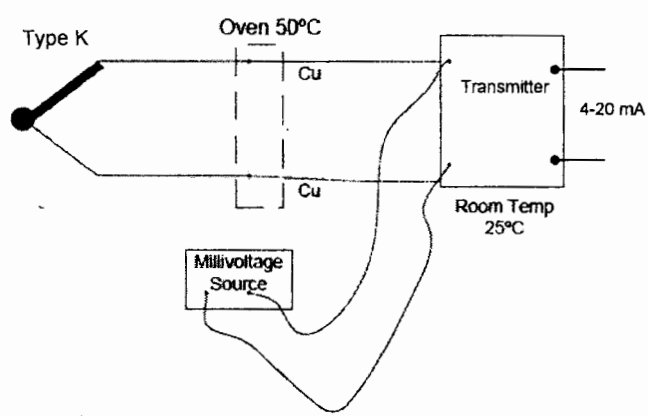
7. When using thermocouple for temperature measurement the reference junction may not be held at 0°C, but at the surrounding temperature of T1°C instead. Without any compensation, the thermocouple output will be reduced by T1°C. One of the methods is an electronic or electrical reference compensation. Explain this method in detail. (6 marks)

8. What is the main difference between thermocouple wire and extension wire? (2 marks)

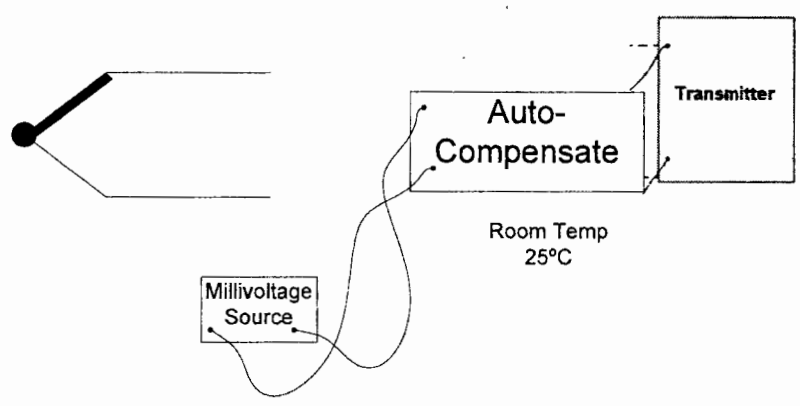
9. From a figure below, if the measured voltage (V) is between -1 mV and 5 mV, calculate the temperature range of this measurement in degrees Celsius. (5 marks)



10. From a given figure, thermocouple type K is used to measure temperature between -10 °C to 250 °C , explain the procedure to calibrate the transmitter using millivolt source. (5 marks)



11. From a given figure, thermocouple type K is used to measure temperature between -10 °C to 250 °C , explain the procedure to calibrate the transmitter using millivolt source. (5 marks)



12. Which type of RTD connection is the most popular type used in process control? Also draw that connection for temperature measurement. (3 marks)

13. RTD (PT-100) is used to measure the temperature of one material. If the measured resistance of RTD is 109.625Ω , calculate the temperature of this material. Assume $R_t = R_0(1 + \alpha t)$ and $\alpha = 0.00385 \Omega / \Omega / ^\circ\text{C}$ (5 marks)

14. Which applications are suitable for non-contact temperature measurement? (3 marks)

15. For temperature measurement with non-contact technology explain the meaning of the following factors. (6 marks)

15.1 Distance to Target (Spot) Ratio

15.2 Emissivity

Section 3: Instrument Characteristic (Dr. Tanagorn Jennawasin)

1. จากตารางหน่วยฐาน SI (SI base units) ด้านล่าง

Base quantity	Name of Base Unit	Symbol
Length	meter	m
Mass	kilogram	kg
Time	second	s
Electric current	ampere	A
Thermodynamic temperature	kelvin	K
Amount of substance	mole	mol
Luminous intensity	candela	cd

จงแสดงหน่วยของปริมาณต่อไปนี้ ในรูปของหน่วยฐาน SI (3 คะแนน)

ปริมาณ	หน่วย
ความถี่ (Frequency)	_____
กำลัง (Power)	_____
ความต้านทานไฟฟ้า (Electric resistance)	_____

2. โวลต์มิเตอร์ชนิดเดียวกัน 3 ตัว ได้แก่ A, B และ C ได้ถูกใช้ในการวัดแหล่งจ่ายแรงดันมาตรฐานขนาด 12.00 โวลต์ โวลต์มิเตอร์แต่ละตัวได้วัดค่า 4 ครั้ง และบันทึกค่าที่วัดได้ลงในตารางต่อไปนี้

โวลต์มิเตอร์ A (โวลต์)	โวลต์มิเตอร์ B (โวลต์)	โวลต์มิเตอร์ C (โวลต์)
12.10	15.10	14.18
11.70	10.15	14.15
12.25	16.20	14.20
12.40	11.80	14.16

จงเติมชื่อมิเตอร์ที่เหมาะสมลงในช่องว่างต่อไปนี้ (3 คะแนน)

- 2.1 โวลต์มิเตอร์ _____ มีความเที่ยงตรงแต่ไม่แม่นยำ
 2.2 โวลต์มิเตอร์ _____ มีความแม่นยำ
 2.3 โวลต์มิเตอร์ _____ ไม่มีทั้งความเที่ยงตรงและความแม่นยำ

3. เจจวัดความดันในช่วง 0-10 บาร์ ได้ถูกระบุไว้ว่ามีความผิดพลาดเท่ากับ $\pm 1.0\%$ ของค่าที่อ่านได้เต็มสเกล
จงใช้ข้อมูลที่ให้มาตอบคำถามต่อไปนี้ (3 คะแนน)

3.1 จงหาความผิดพลาดสูงสุดที่เป็นไปได้ในการอ่านค่าความดันใดๆ

คำตอบ = _____ บาร์

3.2 จงหาค่าความดันต่ำสุดที่ทำให้ความผิดพลาดไม่เกิน 2.5% ของค่าที่อ่านได้

คำตอบ = _____ บาร์

4. เครื่องชั่งน้ำหนักแบบสปริงเครื่องหนึ่ง มีคุณลักษณะการเบี่ยงเบน (Deflection) ของสปริงเทียบกับโหลดที่
ต้องการชั่ง ดังแสดงในตาราง

โหลด (กิโลกรัม)	0	1	y	3
การเบี่ยงเบน (มิลลิเมตร)	5	x	38	71

สมมติว่าคุณลักษณะการเบี่ยงเบนเทียบกับโหลดเป็นแบบเชิงเส้น (Linear) จงตอบคำถามต่อไปนี้

4.1 จงหาค่าของ x และ y (3 คะแนน)

x= _____ มิลลิเมตร, y= _____ กิโลกรัม

4.2 จงหาความไวของเครื่องชั่งในหน่วย เมตร/กิโลกรัม (2 คะแนน)

คำตอบ= _____

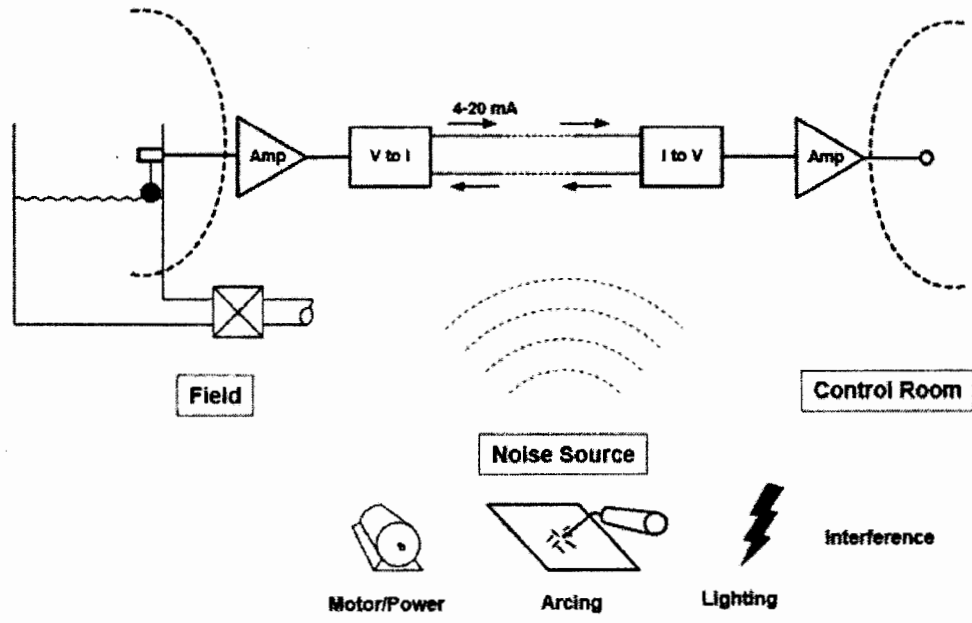
5. จงอธิบายความหมายของคำสำคัญต่อไปนี้โดยสังเขป (6 คะแนน)

5.1 มาตรฐานการวัด (Measurement standards) _____

5.2 การสอบเทียบเครื่องมือวัด (Calibration) _____

5.3 การเลื่อนศูนย์ (Zero drift) _____

3. จากรูปที่ 1, จงอธิบายคำต่อไปนี้โดยเขียนลงในที่ว่างที่จัดไว้สำหรับแต่ละคำ (10 คะแนน)



รูปที่ 1

- ระบบกระบวนการ (Process system)

- สัญญาณมาตรฐานอุตสาหกรรม (Industry standard signal)

- พิสัยการวัด (Measurement range)

- การส่งในรูปของกระแส (Current transmission)

- ความแม่นยำการวัด (Measurement accuracy)

4. Noise และ Interference คืออะไร? Coupling mechanism of electromagnetic interference คืออะไร และจะสามารถลดผลกระทบของมันได้อย่างไร? ตอบคำถามโดยอธิบายคำต่อไปนี้ในที่ว่างที่จัดไว้ (10 คะแนน)

- Noise

- Interference

K^oC**TABLE 9 Type K Thermocouple**— thermoelectric voltage as a function of temperature (°C); reference junctions at 0 °C

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	°C
Thermoelectric Voltage in Millivolts												
-270	-6.458											-270
-260	-6.411	-6.444	-6.446	-6.448	-6.450	-6.452	-6.453	-6.455	-6.456	-6.457	-6.458	-260
-250	-6.404	-6.408	-6.413	-6.417	-6.421	-6.425	-6.429	-6.432	-6.435	-6.438	-6.441	-250
-240	-6.344	-6.351	-6.358	-6.364	-6.370	-6.377	-6.382	-6.388	-6.393	-6.399	-6.404	-240
-230	-6.262	-6.271	-6.280	-6.289	-6.297	-6.306	-6.314	-6.322	-6.329	-6.337	-6.344	-230
-220	-6.158	-6.170	-6.181	-6.192	-6.202	-6.213	-6.223	-6.233	-6.243	-6.252	-6.262	-220
-210	-6.035	-6.048	-6.061	-6.074	-6.087	-6.099	-6.111	-6.123	-6.135	-6.147	-6.158	-210
-200	-5.891	-5.907	-5.922	-5.936	-5.951	-5.965	-5.980	-5.994	-6.007	-6.021	-6.035	-200
-190	-5.730	-5.747	-5.763	-5.780	-5.797	-5.813	-5.829	-5.845	-5.861	-5.876	-5.891	-190
-180	-5.550	-5.569	-5.588	-5.606	-5.624	-5.642	-5.660	-5.678	-5.695	-5.713	-5.730	-180
-170	-5.354	-5.374	-5.395	-5.415	-5.435	-5.454	-5.474	-5.493	-5.512	-5.531	-5.550	-170
-160	-5.141	-5.163	-5.185	-5.207	-5.228	-5.250	-5.271	-5.292	-5.313	-5.333	-5.354	-160
-150	-4.913	-4.936	-4.960	-4.983	-5.006	-5.029	-5.052	-5.074	-5.097	-5.119	-5.141	-150
-140	-4.669	-4.694	-4.719	-4.744	-4.768	-4.793	-4.817	-4.841	-4.865	-4.889	-4.913	-140
-130	-4.411	-4.437	-4.463	-4.490	-4.516	-4.542	-4.567	-4.593	-4.618	-4.644	-4.669	-130
-120	-4.138	-4.166	-4.194	-4.221	-4.249	-4.276	-4.303	-4.330	-4.357	-4.384	-4.411	-120
-110	-3.852	-3.882	-3.911	-3.939	-3.968	-3.997	-4.025	-4.054	-4.082	-4.110	-4.138	-110
-100	-3.554	-3.584	-3.614	-3.645	-3.675	-3.705	-3.734	-3.764	-3.794	-3.823	-3.852	-100
-90	-3.243	-3.274	-3.306	-3.337	-3.368	-3.400	-3.431	-3.462	-3.492	-3.523	-3.554	-90
-80	-2.920	-2.953	-2.986	-3.018	-3.050	-3.083	-3.115	-3.147	-3.179	-3.211	-3.243	-80
-70	-2.587	-2.620	-2.654	-2.688	-2.721	-2.755	-2.788	-2.821	-2.854	-2.887	-2.920	-70
-60	-2.243	-2.278	-2.312	-2.347	-2.382	-2.416	-2.450	-2.485	-2.519	-2.553	-2.587	-60
-50	-1.889	-1.925	-1.961	-1.996	-2.032	-2.067	-2.103	-2.138	-2.173	-2.208	-2.243	-50
-40	-1.527	-1.564	-1.600	-1.637	-1.673	-1.709	-1.745	-1.782	-1.818	-1.854	-1.889	-40
-30	-1.156	-1.194	-1.231	-1.268	-1.305	-1.343	-1.380	-1.417	-1.453	-1.490	-1.527	-30
-20	-0.778	-0.816	-0.854	-0.892	-0.930	-0.968	-1.006	-1.043	-1.081	-1.119	-1.156	-20
-10	-0.392	-0.431	-0.470	-0.508	-0.547	-0.586	-0.624	-0.663	-0.701	-0.739	-0.778	-10
0	0.000	-0.039	-0.079	-0.118	-0.157	-0.197	-0.236	-0.275	-0.314	-0.353	-0.392	0
0	0.000	0.039	0.079	0.119	0.158	0.198	0.238	0.277	0.317	0.357	0.397	0
10	0.397	0.437	0.477	0.517	0.557	0.597	0.637	0.677	0.718	0.758	0.798	10
20	0.798	0.838	0.879	0.919	0.960	1.000	1.041	1.081	1.122	1.163	1.203	20
30	1.203	1.244	1.285	1.326	1.366	1.407	1.448	1.489	1.530	1.571	1.612	30
40	1.612	1.653	1.694	1.735	1.776	1.817	1.858	1.899	1.941	1.982	2.023	40
50	2.023	2.064	2.106	2.147	2.188	2.230	2.271	2.312	2.354	2.395	2.436	50
60	2.436	2.478	2.519	2.561	2.602	2.644	2.685	2.727	2.768	2.810	2.851	60
70	2.851	2.893	2.934	2.976	3.017	3.059	3.100	3.142	3.184	3.225	3.267	70
80	3.267	3.308	3.350	3.391	3.433	3.474	3.516	3.557	3.599	3.640	3.682	80
90	3.682	3.723	3.765	3.806	3.848	3.889	3.931	3.972	4.013	4.055	4.096	90
100	4.096	4.138	4.179	4.220	4.262	4.303	4.344	4.385	4.427	4.468	4.509	100
110	4.509	4.550	4.591	4.633	4.674	4.715	4.756	4.797	4.838	4.879	4.920	110
120	4.920	4.961	5.002	5.043	5.084	5.124	5.165	5.206	5.247	5.288	5.328	120
130	5.328	5.369	5.410	5.450	5.491	5.532	5.572	5.613	5.653	5.694	5.735	130
140	5.735	5.775	5.815	5.856	5.896	5.937	5.977	6.017	6.058	6.098	6.138	140
150	6.138	6.179	6.219	6.259	6.299	6.339	6.380	6.420	6.460	6.500	6.540	150
160	6.540	6.580	6.620	6.660	6.701	6.741	6.781	6.821	6.861	6.901	6.941	160
170	6.941	6.981	7.021	7.060	7.100	7.140	7.180	7.220	7.260	7.300	7.340	170
180	7.340	7.380	7.420	7.460	7.500	7.540	7.579	7.619	7.659	7.699	7.739	180
190	7.739	7.779	7.819	7.859	7.899	7.939	7.979	8.019	8.059	8.099	8.138	190
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	°C