

## Determining Whether Dew May Form on Telescope Optics During an Observing Session

Hello,

There have been many posts and discussions about the use of a dew-shield and a anti-dew heater at the telescope. While a dew-shield is always recommended to also block stray light an electrical heater takes power and may also degrade the performance of the optics if excess heat is provided. Especially in a portable setup, electrical power provided from rechargeable batteries may be rare and its availability may limit your observing time.

Inspired by an article from Dave Cole on his valuable website "The unofficial support site for the Celestron NexStar GPS series telescope" ([www.nexstar11.com](http://www.nexstar11.com)), the following approach was developed.

I bought a device from Conrad Electronics here in Germany which includes a clock, a sensor for relative humidity and two temperature sensors. One of the temperature sensors is built in the device and the other is connected by a cable to the device. Typically the first sensor is used to sense the indoor temperature and the second one to sense the outdoor temperature. Similar devices are probably available almost everywhere. Please make sure while selecting the device that the sensors provide a resolution of 0.1°C (just resolution, not the absolute accuracy).

Here are some pictures and data of the device I have chosen. The device has a 3 line display and can either show both temperatures and relative humidity simultaneously or shows time, temperature of the external sensor and relative humidity. So when not using the device to determine the dew point temperature you have a continuous display of the time available at your telescope. It is shown here mounted on top of the digital readout display of my electrical focuser.



In the next pictures you see how I routed the cable of the external sensor from the device to the corrector lens at the front of the optical tube assembly (OTA). The brackets I use from Baader Planetarium are hollow so I could simply route the sensor and its cable through it. The sensor is then attached by adhesive tape to the metal ring which holds the corrector lens. As you can see, the cable is thin enough so that the cover of the telescope can still be placed over the front of the telescope while having the sensor attached.



Cable going into the hollow top rail



Front of the OTA with the cable coming out of the rail system



Sensor attached to the corrector



Front cover of OTA can still be attached while sensor mounted

The device featured a green backlight display. I changed the green backlight by removing the green rubber cover from the internal light bulb and painting the bulb using red fingernail polish from my wife. Now the backlight is red which helps preserve the dark adaptation of my eyes.

Now a bit of theory on how to calculate the dew-point from the data provided by the sensors. The formula (see references 4 and 5) calculates the dew-point from relative humidity RH and ambient temperature Tamb. All temperatures are in Celsius.

The saturation vapour pressure over water is:  

$$EW = 10^{(0.66077 + 7.5 \cdot T_{amb}) / (237.3 + T_{amb})}$$

The saturation vapour pressure multiplied with the relative humidity in percent is:  

$$EW_{RH} = EW \cdot RH / 100$$

The dew-point is:  

$$Dp = ((0.66077 - \log_{10}(EW_{RH})) \cdot 237.3) / (\log_{10}(EW_{RH}) - 8.16077)$$

The formula can be simplified using the log of EW:  

$$\log EW = (0.66077 + 7.5 \cdot T_{amb}) / (237.3 + T_{amb}) + (\log_{10}(RH) - 2)$$

And thus the dew-point formula is:  

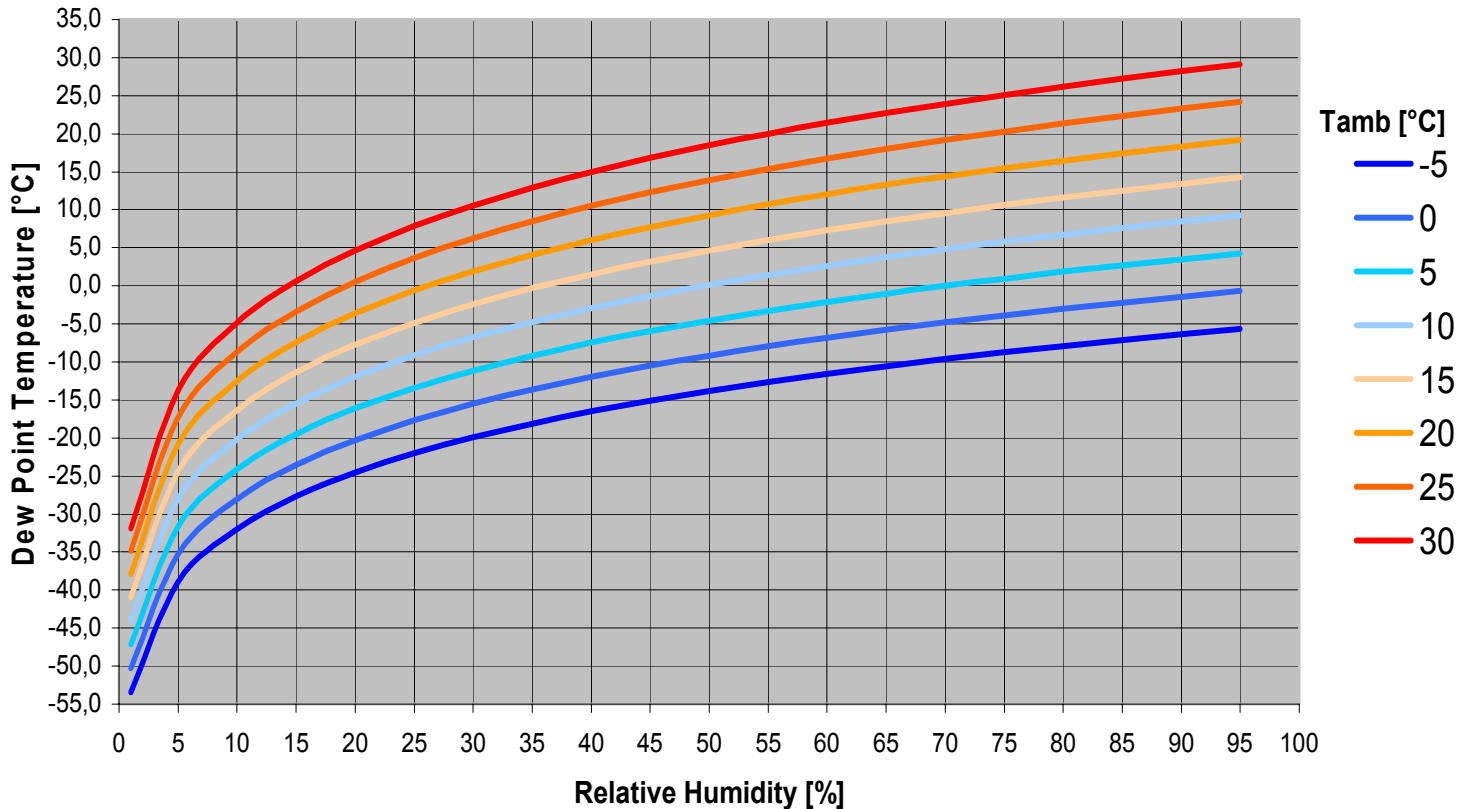
$$Dp = ((0.66077 - \log EW) \cdot 237.3) / (\log EW - 8.16077)$$

(this formula deviates from the exact formula by less than 1°C over the temperature range from -40°C to +100°C)

The following table shows the results of the formula over the common temperature range. On the vertical axis you select the ambient (internal temperature sensor) temperature. On the horizontal axis you select the relative humidity. In the table you find the temperature where dew can build up. If the temperature of the external sensor mounted at the corrector plate approaches this temperature you should switch your heater on.

Temp °C	relative humidity %																			
	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
-5	-53,4	-38,9	-32,0	-27,7	-24,5	-22,0	-19,9	-18,1	-16,5	-15,1	-13,8	-12,7	-11,6	-10,6	-9,6	-8,8	-7,9	-7,1	-6,4	-5,7
-4	-52,8	-38,2	-31,2	-26,9	-23,7	-21,2	-19,0	-17,2	-15,6	-14,2	-12,9	-11,7	-10,6	-9,6	-8,7	-7,8	-6,9	-6,2	-5,4	-4,7
-3	-52,2	-37,5	-30,4	-26,0	-22,8	-20,3	-18,2	-16,3	-14,7	-13,3	-12,0	-10,8	-9,7	-8,7	-7,7	-6,8	-6,0	-5,2	-4,4	-3,7
-2	-51,5	-36,7	-29,6	-25,2	-22,0	-19,4	-17,3	-15,4	-13,8	-12,4	-11,0	-9,8	-8,7	-7,7	-6,7	-5,8	-5,0	-4,2	-3,4	-2,7
-1	-50,9	-36,0	-28,8	-24,4	-21,2	-18,6	-16,4	-14,5	-12,9	-11,4	-10,1	-8,9	-7,8	-6,7	-5,8	-4,9	-4,0	-3,2	-2,4	-1,7
0	-50,3	-35,3	-28,0	-23,6	-20,3	-17,7	-15,5	-13,6	-12,0	-10,5	-9,2	-8,0	-6,8	-5,8	-4,8	-3,9	-3,0	-2,2	-1,4	-0,7
1	-49,6	-34,5	-27,3	-22,8	-19,5	-16,8	-14,6	-12,8	-11,1	-9,6	-8,3	-7,0	-5,9	-4,8	-3,9	-2,9	-2,1	-1,2	-0,5	0,3
2	-49,0	-33,8	-26,5	-22,0	-18,6	-16,0	-13,8	-11,9	-10,2	-8,7	-7,3	-6,1	-4,9	-3,9	-2,9	-2,0	-1,1	-0,3	0,5	1,3
3	-48,4	-33,1	-25,7	-21,1	-17,8	-15,1	-12,9	-11,0	-9,3	-7,8	-6,4	-5,2	-4,0	-2,9	-1,9	-1,0	-0,1	0,7	1,5	2,3
4	-47,8	-32,3	-24,9	-20,3	-17,0	-14,3	-12,0	-10,1	-8,4	-6,9	-5,5	-4,2	-3,1	-2,0	-1,0	0,0	0,9	1,7	2,5	3,3
5	-47,1	-31,6	-24,1	-19,5	-16,1	-13,4	-11,1	-9,2	-7,5	-5,9	-4,6	-3,3	-2,1	-1,0	0,0	0,9	1,8	2,7	3,5	4,3
6	-46,5	-30,9	-23,4	-18,7	-15,3	-12,5	-10,3	-8,3	-6,6	-5,0	-3,6	-2,3	-1,2	-0,1	1,0	1,9	2,8	3,7	4,5	5,3
7	-45,9	-30,2	-22,6	-17,9	-14,4	-11,7	-9,4	-7,4	-5,7	-4,1	-2,7	-1,4	-0,2	0,9	1,9	2,9	3,8	4,7	5,5	6,3
8	-45,3	-29,4	-21,8	-17,1	-13,6	-10,8	-8,5	-6,5	-4,8	-3,2	-1,8	-0,5	0,7	1,8	2,9	3,9	4,8	5,6	6,5	7,3
9	-44,6	-28,7	-21,0	-16,3	-12,8	-10,0	-7,6	-5,6	-3,9	-2,3	-0,9	0,5	1,7	2,8	3,8	4,8	5,8	6,6	7,5	8,3
10	-44,0	-28,0	-20,3	-15,5	-11,9	-9,1	-6,8	-4,7	-3,0	-1,4	0,1	1,4	2,6	3,7	4,8	5,8	6,7	7,6	8,5	9,3
11	-43,4	-27,3	-19,5	-14,7	-11,1	-8,3	-5,9	-3,9	-2,1	-0,5	1,0	2,3	3,6	4,7	5,8	6,8	7,7	8,6	9,4	10,2
12	-42,8	-26,5	-18,7	-13,8	-10,3	-7,4	-5,0	-3,0	-1,2	0,5	1,9	3,3	4,5	5,6	6,7	7,7	8,7	9,6	10,4	11,2
13	-42,2	-25,8	-17,9	-13,0	-9,4	-6,6	-4,2	-2,1	-0,3	1,4	2,8	4,2	5,4	6,6	7,7	8,7	9,7	10,6	11,4	12,2
14	-41,6	-25,1	-17,2	-12,2	-8,6	-5,7	-3,3	-1,2	0,6	2,3	3,8	5,1	6,4	7,5	8,6	9,7	10,6	11,5	12,4	13,2
15	-41,0	-24,4	-16,4	-11,4	-7,8	-4,9	-2,4	-0,3	1,5	3,2	4,7	6,1	7,3	8,5	9,6	10,6	11,6	12,5	13,4	14,2
16	-40,3	-23,7	-15,6	-10,6	-6,9	-4,0	-1,5	0,6	2,4	4,1	5,6	7,0	8,3	9,4	10,6	11,6	12,6	13,5	14,4	15,2
17	-39,7	-23,0	-14,8	-9,8	-6,1	-3,2	-0,7	1,5	3,3	5,0	6,5	7,9	9,2	10,4	11,5	12,6	13,5	14,5	15,4	16,2
18	-39,1	-22,2	-14,1	-9,0	-5,3	-2,3	0,2	2,3	4,2	5,9	7,4	8,9	10,1	11,3	12,5	13,5	14,5	15,5	16,4	17,2
19	-38,5	-21,5	-13,3	-8,2	-4,5	-1,5	1,1	3,2	5,1	6,8	8,4	9,8	11,1	12,3	13,4	14,5	15,5	16,4	17,3	18,2
20	-37,9	-20,8	-12,5	-7,4	-3,6	-0,6	1,9	4,1	6,0	7,7	9,3	10,7	12,0	13,2	14,4	15,5	16,5	17,4	18,3	19,2
21	-37,3	-20,1	-11,8	-6,6	-2,8	0,2	2,8	5,0	6,9	8,6	10,2	11,6	13,0	14,2	15,3	16,4	17,4	18,4	19,3	20,2
22	-36,7	-19,4	-11,0	-5,8	-2,0	1,1	3,7	5,9	7,8	9,5	11,1	12,6	13,9	15,1	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3	21,2
23	-36,1	-18,7	-10,2	-5,0	-1,1	1,9	4,5	6,7	8,7	10,5	12,0	13,5	14,8	16,1	17,3	18,4	19,4	20,4	21,3	22,2
24	-35,5	-18,0	-9,5	-4,2	-0,3	2,8	5,4	7,6	9,6	11,4	13,0	14,4	15,8	17,0	18,2	19,3	20,4	21,3	22,3	23,2
25	-34,9	-17,3	-8,7	-3,4	0,5	3,6	6,2	8,5	10,5	12,3	13,9	15,4	16,7	18,0	19,2	20,3	21,3	22,3	23,3	24,2
26	-34,3	-16,6	-8,0	-2,6	1,3	4,5	7,1	9,4	11,4	13,2	14,8	16,3	17,7	18,9	20,1	21,2	22,3	23,3	24,3	25,2
27	-33,7	-15,9	-7,2	-1,8	2,2	5,3	8,0	10,3	12,3	14,1	15,7	17,2	18,6	19,9	21,1	22,2	23,3	24,3	25,2	26,1
28	-33,1	-15,1	-6,4	-1,0	3,0	6,2	8,8	11,1	13,2	15,0	16,6	18,1	19,5	20,8	22,0	23,2	24,2	25,3	26,2	27,1
29	-32,5	-14,4	-5,7	-0,2	3,8	7,0	9,7	12,0	14,1	15,9	17,5	19,1	20,5	21,8	23,0	24,1	25,2	26,2	27,2	28,1
30	-31,9	-13,7	-4,9	0,6	4,6	7,8	10,6	12,9	14,9	16,8	18,5	20,0	21,4	22,7	23,9	25,1	26,2	27,2	28,2	29,1

The next diagram shows the data of the table above in a graphical representation. It can be placed at your telescope and used to easily determine the dew-point temperature in °C by selecting the curve for the ambient temperature ( $T_{amb}$  in the diagram are given in increments of 5°C from -5°C to +30°C), selecting the relative humidity in % on the x-axis and finally reading the dew point temperature on the y-axis.



Here are two examples:

RH=30%  $T_{amb}=25^{\circ}\text{C}$  -> dew-point = 6.2°C (dew is very unlikely, only if corrector gets below 6.2°C)

RH=70%  $T_{amb}=5^{\circ}\text{C}$  -> dew-point= 0°C (this may happen quickly, so monitor your corrector temp)

Summary:

The above table and diagram should give you a good feel for the likelihood of whether dew may form on your telescope. By monitoring the ambient temperature, the corrector temperature and the relative humidity with a simple measurement device, you can determine when to use your heater and thus possibly save a lot of electrical power. You can also adjust the power of your heater such as the temperature of the corrector is just slightly above the dew-point temperature. Finally you can use the 2 temperature sensors to monitor how far the OTA has cooled down when moving it out from a warm house to lower ambient temperatures.

I appreciate comments and I am happy to answer any questions. You can also download the above tables as Excel spreadsheets from my website.

Best regards

Matthias

Email: [DD1US@AMSAT.ORG](mailto:DD1US@AMSAT.ORG)

Homepage: <http://www.dd1us.de>

References:

- 1) Conrad Electronic [www.conrad.de](http://www.conrad.de), part number of the sensor module is "640202" , price is 17.95 €
- 2) Dave Cole's Website <http://www.nexstar11.com/>, reference using a temperature module
- 3) Campbell Scientific Tech. Note 16, "Calculating dew point from relative humidity and air temperature"
- 4) Willow Technologies Ltd., Application Note Dewpoint calculation
- 5) F.A.Berry,Jr. Handbook of Meteorology, McGraw-Hil Book Company, 1945, page 343
- 6) Bob Hardy Thunder Scientific Corporation, Albuquerque, NM, USA
- 7) Proceedings of the 3rd international Symposium on Humidity & Moisture, Teddington, London, UK 4/98