



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX—XXXX

氘灯（200 nm～400 nm）光谱辐射照度校准规范

# **Calibration Specification for (200 nm～400 nm) Spectral Irradiance of Deuterium Lamps**

（征求意见稿）

20XX–XX–XX 发布 20XX–XX–XX 实施

**国家市场监督管理总局** 发 布



氘灯（200 nm～400 nm）光谱辐射照度校准规范

Calibration Specification for (200 nm ～400 nm) Spectral Irradiance of Deuterium Lamps

JJF xxxx—xxxx

归口单位：全国光学计量技术委员会

主要起草单位：中国计量科学研究院

苏州市计量测试院

参加起草单位：江苏省计量科学研究院

陕西省计量科学研究院

深圳市计量质量检测研究院

本规程委托全国光学计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

代彩红（中国计量科学研究院）

吴志峰（中国计量科学研究院）

黎俊（苏州市计量测试院）

参加起草人：

李玲（中国计量科学研究院）

张帆（江苏省计量科学研究院）

李奕（陕西省计量科学研究院）

杜岚（深圳市计量质量检测研究院）

**目 录**

引言 Ⅱ

1 范围 （1）

2 引用文件 （1）

3 概述 （1）

4 计量特性 （2）

4.1 光谱不稳定度 （2）

4.2光谱辐射照度 （2）

4.3相邻校准周期内变化率 （2）

5 校准条件 （2）

5.1 环境条件 （2）

5.2 测量标准及校准设备 （2）

6 校准项目和校准方法 （2）

6.1 校准项目 （2）

6.2 校准前检查 （3）

6.3 校准方法 （3）

7 校准结果表达 （4）

8 复校时间间隔 （5）

附录A 校准证书内页推荐格式 （6）

附录B 校准原始记录参考格式 （7）

附录C 测量不确定度评定示例 （9）

引言

JJF 1001《通用计量术语及定义》、JJF 1032《光学辐射计量名词术语及定义》、JJF 1059.1《测量不确定评定与表示》和JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》共同构成支撑本规范制定的基础性系列规范。

本规范为首次制定。

氘灯（200 nm～400 nm）光谱辐射照度校准规范

1 范围

本校准规范适用于氘灯在（200 nm～400 nm）波长范围内的光谱辐射照度的校准。氙灯等其它类型紫外光源的光谱辐射照度校准可参照本规范进行。

2 引用文件

本规范引用了以下文件：

JJG 384 光谱辐射照度标准灯

JJF 1754 氘灯光谱辐射亮度（250 nm～400 nm）校准规范

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 概述

氘灯是一种气体放电灯，灯丝阴极发射的热电子在电场加速下向阳极运动，与氘气分子产生非弹性碰撞而激发紫外辐射。按照窗口的形式可以分为端窗型和侧窗型，按照插脚方式可分为三只插脚（插座）式和三根插脚引线式。采用紫外玻璃窗口的氘灯的光谱范围为185 nm～400 nm，采用合成二氧化硅窗口的氘灯的光谱范围为160 nm～400 nm，采用MgF2窗口的氘灯的光谱范围为115 nm～400 nm。

由于氘灯发出的辐射主要集中在紫外波段，且具有高稳定性、复现性好，寿命长，体积小、使用方便等优点，使其成为国际上紫外波段常用的光谱辐射照度传递标准光源，用于保存和传递200 nm～400 nm波段光谱辐射照度量值，还可用于紫外波段光谱辐射计的校准等。

典型氘灯的结构示意图如图1所示，主要由灯壳、阴极、阳极、小孔、芯柱等组成。有的氘灯系统带有监测探测器，用于监测氘灯紫外辐射的变化。常用氘灯的功率是30 W，工作电流约为300 mA。

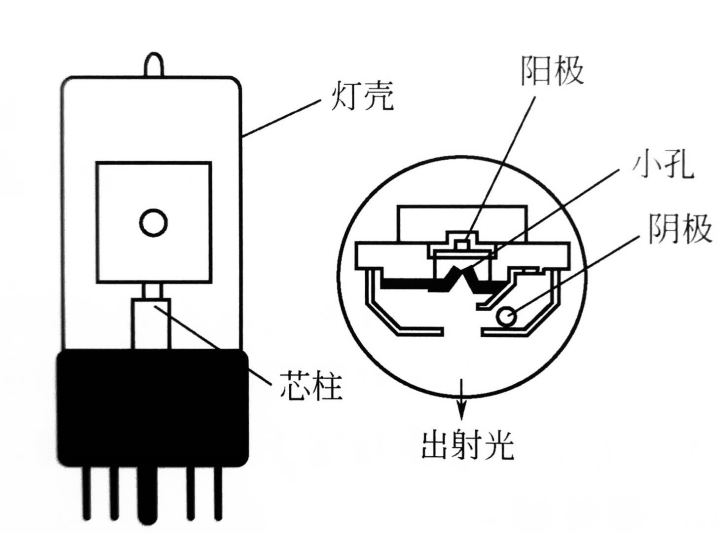


图1 典型氘灯的结构示意图

4 计量特性

4.1光谱不稳定度

经过20 min预热后，在200 nm～400 nm波长范围，30 min内氘灯的光谱不稳定度不超过1.5%。

4.2 光谱辐射照度

距离氘灯500 mm处，200 nm波长的光谱辐射照度≥0.03 μW/(cm2⋅nm)。

4.3 相邻校准周期内变化率

在200 nm～400 nm波长范围，氘灯相邻校准周期内光谱辐射照度最大变化率不超过±12%。相邻校准周期一般为50个小时或2年。

注：以上指标不适用于合格性判定，仅供参考。

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1环境温度：（23±5）℃，湿度：≤80％RH。

5.1.2 环境应清洁，无腐蚀性气体，周围无影响仪器正常工作的粉尘、震动和电磁场、杂散光的干扰。

5.2 测量标准及校准设备

5.2.1光谱辐射照度标准氘灯

光谱辐射照度标准氘灯应经过老化，相邻校准周期内变化率不超过±10%，200 nm～400 nm范围光谱辐射照度测量不确定度*U*≤9.0%（*k*=2）。

5.2.2 其他配套设备

入射光路：一般为积分球或漫射板。

单色仪：工作波长范围不小于200 nm～400 nm，波长示值误差应优于±0.2 nm，采样间隔应小于或等于5 nm，杂散光水平小于等于10-4；

数字电测仪表：读数的有效数字必须在三位以上。线性误差应优于±0.5%。

调整氘灯六维调整支架，确保氘灯发射面的中心与测量系统的光轴重合且垂直。采用光路准直系统调整并保持系统的光轴。

光阑和杂散光屏蔽系统用于屏蔽系统的杂散光。

6校准项目和校准方法

6.1校准项目

光谱不稳定度、光谱辐射照度、相邻校准周期内变化率。

6.2 校准前检查

校准前，应检查氘灯的外观。氘灯应标明制造厂名、出厂编号、型号，玻壳应透明，不得有气泡、结石、斑点、条纹、擦伤、发雾及影响透明度的缺陷，薄厚均匀。

氘灯电源如采用自带电源，应标明制造厂名、出厂编号、型号。氘灯电源显示部分和按键等不应有影响正常工作的缺陷，如影响其正常工作，则应立即通知送校单位。

6.3校准方法

6.3.1校准装置原理图

采用光谱比较测量法，在光谱辐射照度校准装置上进行校准。校准装置的框图如图2所示。



图2 光谱辐射照度校准装置的框图

6.3.2光谱不稳定度

点燃待测氘灯，预热20 min稳定后，在0 min，10 min，20 min，30 min分别用光谱辐射照度校准装置测量氘灯的光谱辐射照度值，设最小值为*E*min(λ)，最大值为*E*max(λ)，按式（1）计算光谱不稳定度*S*(λ)。

×100% (1)

式中：

*S*(λ)⎯—光谱不稳定度，%；

*E*min(λ)⎯—光谱辐射照度测量最小值，μW⋅cm-2⋅nm-1；

*E*max(λ)⎯—光谱辐射照度测量最大值，μW⋅cm-2⋅nm-1。

6.3.3光谱辐射照度

氘灯在使用前用酒精棉球轻轻擦拭窗口，避免用手触摸。操作时应轻拿轻放，保持氘灯玻壳清洁。调整氘灯位姿，确保氘灯发射面的中心与测量系统的光轴重合且垂直。氘灯通电预热时间应至少20 min。

校准时应选择合适的测量距离并做记录，通常为500 mm，也可根据校准需求选择其他合适的测量距离。

氘灯光谱辐射照度的校准采用光谱比较测量法，在光谱辐射照度校准装置上进行测量。校准方法如下：

1）将标准氘灯安装于光谱辐射照度校准装置上，测量每一波长λ处的光谱响应信号*V*s (λ)。

2）将待测氘灯安装于光谱辐射照度校准装置上，测量每一波长λ处的光谱响应信号*V*(λ)。

3）设标准氘灯的光谱辐射照度值为*E*s (λ)，则待测氘灯的光谱辐射照度值*E*(λ)为：

=*E*s (λ)⋅ （2)

式中：

*E*(*λ*)⎯—待测氘灯的光谱辐射照度值，μW⋅cm-2⋅nm-1；

*E*s (λ)⎯—标准氘灯的光谱辐射照度值，μW⋅cm-2⋅nm-1；

*V*s (λ)⎯—标准氘灯的光谱响应信号，V；

*V*(λ)⎯—被测氘灯的光谱响应信号，V。

氘灯校准波长点间隔应不大于10 nm。

6.3.4相邻校准周期内变化率

上一校准周期待测氘灯的光谱辐射照度为*E*0(*λ*)，本次校准的光谱辐射照度为*E*(*λ*)。按式（3）计算相邻校准周期内光谱辐射照度变化率Δ*E*(*λ*)。

(3)

式中：

Δ*E*(*λ*)⎯—相邻校准周期内光谱辐射照度变化率，%；

*E*0(*λ*)⎯—上一校准周期的光谱辐射照度值，μW⋅cm-2⋅nm-1；

*E*(*λ*)⎯—本次校准的光谱辐射照度值，μW⋅cm-2⋅nm-1。

取200～400 nm范围光谱辐射照度最大变化率作为校准结果。

7校准结果表达

经校准的氘灯发给校准证书。校准证书内页推荐格式见附录A。校准证书应至少包含以下内容：

a）标题：“校准证书”；

b）实验室名称和地址；

c）进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；

d）证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；

e）客户的名称和地址；

f）被校对象的描述和明确标识；

进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；

如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；

校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；

本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；

校准环境的描述（包括校准时试验装置内的温度和湿度）；

校准的波长范围；

校准结果及测量不确定度的说明；

对校准规范的偏离的说明；

校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识，以及签发日期；

校准结果仅对被校对象有效的声明；

未经实验室书面批准，不得部分复印证书或报告的声明。

8复校时间间隔

氘灯光谱辐射照度的建议复校时间间隔为2年或累计使用50个小时。根据实际使用情况，可以按照用户的需要确定氘灯的校准时间间隔。

附录 A

校准证书内页推荐格式

A.1光谱辐射照度校准结果：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 波长/nm | 光谱辐射照度*E*(*λ*) | 测量不确定度/%, *k*=2 | 波长/nm | 光谱辐射照度*E*(*λ*) | 测量不确定度/%, *k*=2 |
| 200 |  |  | 310 |  |  |
| 210 |  |  | 320 |  |  |
| 220 |  |  | 330 |  |  |
| 230 |  |  | 340 |  |  |
| 240 |  |  | 350 |  |  |
| 250 |  |  | 360 |  |  |
| 260 |  |  | 370 |  |  |
| 270 |  |  | 380 |  |  |
| 280 |  |  | 390 |  |  |
| 290 |  |  | 400 |  |  |
| 300 |  |  | / |  |  |

A.2光谱不稳定度：

A.3相邻校准周期变化率：

说明：

1. 光谱辐射照度*E*(*λ*)单位：μW⋅cm-2⋅nm-1
2. 校准距离： mm
3. 校准用标准氘灯：
4. 被校准氘灯的工作电流： mA；电压： V
5. 光谱辐射照度校准装置的光谱带宽： nm

其它有必要说明的事项

附录 B

校准原始记录参考格式(一)

第 页 /共 页

|  |
| --- |
| 原始记录编号： 证书编号： - |
| 客户名称： 电话： 送检日期：  客户地址： 邮编： 联系人：  检测类别： 校准 测试  制造厂： 型号规格： 出厂编号：  外观检查： 正常 有缺陷 其它说明： |
| 所依据的技术文件：  JJF ××××-×××× 《氘灯光谱辐射照度（200 nm~400 nm）》校准规范  其它文件： |
| 校准使用的主要基（标）准装置或主要标准器：  名称： 型号规格：  测量范围：  测量不确定度：  证书编号： 证书有效期至： |
| 校准方法：光谱比较测量法  用标准氘灯校准光谱辐射照度校准装置，得到200 nm～400 nm校准装置的光谱辐射照度响应度，再用光谱辐射照度校准装置测量被测氘灯的光谱辐射照度。 |
| 实验室环境条件： 温度： ℃ 相对湿度： % |

校准原始记录参考格式(二)

第 页 /共 页

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 光谱辐射照度校准结果：   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 波长/nm | 光谱辐射照度*E*(*λ*) | 测量不确定度 /%（*k*=2） | 波长/nm | 光谱辐射照度*E*(*λ*) | 测量不确定度 /%（*k*=2） | | 200 |  |  | 310 |  |  | | 210 |  |  | 320 |  |  | | 220 |  |  | 330 |  |  | | 230 |  |  | 340 |  |  | | 240 |  |  | 350 |  |  | | 250 |  |  | 360 |  |  | | 260 |  |  | 370 |  |  | | 270 |  |  | 380 |  |  | | 280 |  |  | 390 |  |  | | 290 |  |  | 400 |  |  | | 300 |  |  | / |  |  | | |
| 光谱不稳定度：  ×100% | 30 min内光谱不稳定度*S*(λ)≤ % |
| 相邻校准周期内变化率： | 相邻校准周期内变化率Δ*E*(*λ*)≤： % |
| 说明：   1. 光谱辐射照度*E* (λ)单位：μW⋅cm-2⋅nm-1 2. 校准距离： mm 3. 校准用标准氘灯： 4. 被校准氘灯的工作电流： mA；电压： V 5. 光谱辐射照度校准装置的光谱带宽： nm | |
| 复校时间间隔：  2年或累计使用50个小时。 | |
| 校准日期： 校准地点：  校准员： 核验员： | |

附录C

测量不确定度评定示例

本附录对氘灯在200 nm～400 nm光谱辐射照度的测量结果进行不确定度评定。

C .1 校准方法

用标准氘灯校准光谱辐射照度校准装置，得到200 nm～400 nm校准装置的光谱辐射照度响应度，再用校准装置测量被测氘灯的光谱辐射照度。

C .2 不确定度评定的数学模型

光谱辐射照度的修正因子的数学模型为：

(C.1)

式中：

*E*(λ)——待测氘灯的光谱辐射照度，μW⋅cm-2⋅nm-1；

*Es*(λ)——标准氘灯的光谱辐射照度，μW⋅cm-2⋅nm-1；

*V*(λ)——待测氘灯的光谱响应信号，V；

*Vs*(λ)——标准氘灯的光谱响应信号，V；

不确定度来源包括：测量重复性，安装与装调误差，标准氘灯的测量不确定度，电测系统，波长误差，带宽的影响，距离测量，测量系统的非线性、杂散辐射等。

假设各不确定度来源之间互不相关，则不确定度计算公式可表示为：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (C.2) |

C .3 输入量的相对标准不确定度评定

C .3.1 测量重复性

被测氘灯安装并预热后，测量条件固定，在200 nm～400 nm波长范围，连续进行多次（*n*≥6）重复测量，根据贝塞尔公式计算测量的相对实验标准偏差，即测量的重复性引起的相对标准不确定度*u*1 rel。本实例中的测量次数为6，计算的重复性不确定度见表C.1。

表C.1 测量的重复性（*n=*6）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 波长 /nm | 重复性% | 波长 /nm | 重复性% | 波长 /nm | 重复性% |
| 200 | 1.50 | 270 | 0.40 | 340 | 0.40 |
| 210 | 1.30 | 280 | 0.40 | 350 | 0.50 |
| 220 | 1.00 | 290 | 0.40 | 360 | 0.50 |
| 230 | 0.80 | 300 | 0.40 | 370 | 0.50 |
| 240 | 0.60 | 310 | 0.30 | 380 | 0.60 |
| 250 | 0.40 | 320 | 0.30 | 390 | 0.80 |
| 260 | 0.40 | 330 | 0.30 | 400 | 0.90 |

C .3.2 安装与装调

对被测氘灯进行多次安装和装调（*n*≥3），安装和装调带来的测量不确定度为*u*2rel。表C.2为3次安装和装调带来的测量不确定（采用极差算法）。

表C.2 安装和装调带来的不确定度（*n=*3）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 波长/nm | 安装和装调 /% | 波长/nm | 安装和装调 /% | 波长/nm | 安装和装调 /% |
| 200 | 1.60 | 270 | 0.43 | 340 | 0.55 |
| 210 | 1.50 | 280 | 0.43 | 350 | 0.60 |
| 220 | 1.10 | 290 | 0.43 | 360 | 0.60 |
| 230 | 0.90 | 300 | 0.35 | 370 | 0.60 |
| 240 | 0.70 | 310 | 0.35 | 380 | 0.60 |
| 250 | 0.43 | 320 | 0.35 | 390 | 0.90 |
| 260 | 0.43 | 330 | 0.35 | 400 | 0.95 |

C .3.3标准氘灯的量值溯源

标准氘灯的量值溯源不确定度*u*3rel见表C.3。

表C.3 标准氘灯的量值溯源不确定度（*k*=1）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 波长/nm | 标准氘灯的量值溯源 /% | 波长/nm | 标准氘灯的量值溯源/% | 波长/nm | 标准氘灯的量值溯源/% |
| 200 | 2.64 | 270 | 0.90 | 340 | 1.13 |
| 210 | 2.14 | 280 | 0.92 | 350 | 1.19 |
| 220 | 1.76 | 290 | 0.93 | 360 | 1.24 |
| 230 | 1.50 | 300 | 0.91 | 370 | 1.29 |
| 240 | 1.22 | 310 | 0.91 | 380 | 1.37 |
| 250 | 0.92 | 320 | 0.95 | 390 | 1.67 |
| 260 | 0.91 | 330 | 0.97 | 400 | 1.79 |

C .3.4 电测系统

被测氘灯的电测系统带来的光谱辐射照度测量不确定度*u*4 rel见表C.4。

表C.4 电测系统带来的测量不确定度

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 波长/nm | 电测系统 /% | 波长/nm | 电测系统 /% | 波长/nm | 电测系统 /% |
| 200 | 0.17 | 270 | 0.13 | 340 | 0.10 |
| 210 | 0.16 | 280 | 0.13 | 350 | 0.10 |
| 220 | 0.16 | 290 | 0.12 | 360 | 0.10 |
| 230 | 0.15 | 300 | 0.12 | 370 | 0.09 |
| 240 | 0.15 | 310 | 0.11 | 380 | 0.09 |
| 250 | 0.14 | 320 | 0.11 | 390 | 0.08 |
| 260 | 0.14 | 330 | 0.11 | 400 | 0.08 |

C .3.5 波长误差

公式（C.3）描述了氘灯不确定度与波长不确定度的关系。

 （C.3）

式中，是氘灯光谱分布对波长的导数，是波长的测量不确定度。

光谱比较测量系统的波长误差为0.025 nm，带来的光谱辐射照度测量不确定度*u*5rel见表C.5。

表C.5 波长误差带来的测量不确定度

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 波长/nm | 波长误差 /% | 波长/nm | 波长误差 /% | 波长/nm | 波长误差 /% |
| 200 | 0.25 | 270 | 0.14 | 340 | 0.08 |
| 210 | 0.19 | 280 | 0.12 | 350 | 0.08 |
| 220 | 0.18 | 290 | 0.12 | 360 | 0.06 |
| 230 | 0.18 | 300 | 0.11 | 370 | 0.06 |
| 240 | 0.17 | 310 | 0.11 | 380 | 0.03 |
| 250 | 0.16 | 320 | 0.10 | 390 | 0.03 |
| 260 | 0.15 | 330 | 0.09 | 400 | 0.03 |

C .3.6 距离测量

采用千分尺测量被测氘灯与校准装置之间的距离，测量误差为0.5 mm，对于500mm的测量距离，带来的光谱辐射照度测量不确定度*u*6 rel为0.25%。

C .3.7 测量系统的非线性

采用双光阑法测量系统的非线性，带来的测量不确定度*u*7 rel不超过0.5%。

C .3.8 杂散辐射

采用截止滤光片法测量系统的杂散辐射，带来的测量不确定度*u*8 rel见表C.6。

表C.6 杂散辐射带来的不确定度

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 波长/nm | 杂散辐射 /% | 波长/nm | 杂散辐射/% | 波长/nm | 杂散辐射/% |
| 200 | 0.50 | 270 | 0.10 | 340 | 0.10 |
| 210 | 0.25 | 280 | 0.10 | 350 | 0.10 |
| 220 | 0.20 | 290 | 0.10 | 360 | 0.10 |
| 230 | 0.15 | 300 | 0.10 | 370 | 0.10 |
| 240 | 0.12 | 310 | 0.10 | 380 | 0.10 |
| 250 | 0.10 | 320 | 0.10 | 390 | 0.10 |
| 260 | 0.10 | 330 | 0.10 | 400 | 0.10 |

C .4 合成相对标准不确定度

以上各不确定度分量不相关，各不确定度分量、合成相对标准不确定度*u*c、以及扩展不确定度的计算结果见表C.7所示。

表C.7 不确定度来源列表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **波长 /nm** | **A 类不确定度  %** | | **B类不确定度  %** | | | | | | **合成标准不确定度  %** | **扩展不确定度  %** |
| **测量重复性 % *u*1** | **安装与装调% *u*2** | **标准灯 % *u*3** | **电测系统 % *u*4** | **波长 % *u*5** | **距离 % *u*6** | **测量系统的非线性 % *u*7** | **杂散辐射 % *u*8** | ***u*c (%)** | ***U*(%) *k*=2** |
| **200** | 1.50 | 1.60 | 2.64 | 0.17 | 0.25 | 0.25 | 0.50 | 0.50 | **3.5** | **7.0** |
| **210** | 1.30 | 1.50 | 2.14 | 0.16 | 0.19 | 0.25 | 0.50 | 0.25 | **3.0** | **6.0** |
| **220** | 1.00 | 1.10 | 1.76 | 0.16 | 0.18 | 0.25 | 0.50 | 0.20 | **2.4** | **4.8** |
| **230** | 0.80 | 0.90 | 1.50 | 0.15 | 0.18 | 0.25 | 0.50 | 0.15 | **2.0** | **4.0** |
| **240** | 0.60 | 0.70 | 1.22 | 0.15 | 0.17 | 0.25 | 0.50 | 0.12 | **1.7** | **3.3** |
| **250** | 0.40 | 0.43 | 0.92 | 0.14 | 0.16 | 0.25 | 0.50 | 0.10 | **1.2** | **2.5** |
| **260** | 0.40 | 0.43 | 0.91 | 0.14 | 0.15 | 0.25 | 0.50 | 0.10 | **1.2** | **2.5** |
| **270** | 0.40 | 0.43 | 0.90 | 0.13 | 0.14 | 0.25 | 0.50 | 0.10 | **1.2** | **2.5** |
| **280** | 0.40 | 0.43 | 0.92 | 0.13 | 0.12 | 0.25 | 0.50 | 0.10 | **1.2** | **2.5** |
| **290** | 0.40 | 0.43 | 0.93 | 0.12 | 0.12 | 0.25 | 0.50 | 0.10 | **1.2** | **2.5** |
| **300** | 0.40 | 0.35 | 0.91 | 0.12 | 0.11 | 0.25 | 0.50 | 0.10 | **1.2** | **2.4** |
| **310** | 0.30 | 0.35 | 0.91 | 0.11 | 0.11 | 0.25 | 0.50 | 0.10 | **1.2** | **2.4** |
| **320** | 0.30 | 0.35 | 0.95 | 0.11 | 0.10 | 0.25 | 0.50 | 0.10 | **1.2** | **2.4** |
| **330** | 0.30 | 0.35 | 0.97 | 0.11 | 0.09 | 0.25 | 0.50 | 0.10 | **1.2** | **2.5** |
| **340** | 0.40 | 0.55 | 1.13 | 0.10 | 0.08 | 0.25 | 0.50 | 0.10 | **1.4** | **2.9** |
| **350** | 0.50 | 0.60 | 1.19 | 0.10 | 0.08 | 0.25 | 0.50 | 0.10 | **1.5** | **3.1** |
| **360** | 0.50 | 0.60 | 1.24 | 0.10 | 0.06 | 0.25 | 0.50 | 0.10 | **1.6** | **3.2** |
| **370** | 0.50 | 0.60 | 1.29 | 0.09 | 0.06 | 0.25 | 0.50 | 0.10 | **1.6** | **3.2** |
| **380** | 0.60 | 0.60 | 1.37 | 0.09 | 0.03 | 0.25 | 0.50 | 0.10 | **1.7** | **3.4** |
| **390** | 0.80 | 0.90 | 1.67 | 0.08 | 0.03 | 0.25 | 0.50 | 0.10 | **2.1** | **4.3** |
| **400** | 0.90 | 0.95 | 1.79 | 0.08 | 0.03 | 0.25 | 0.50 | 0.10 | **2.3** | **4.6** |