

JJG

中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 246—91

发光强度标准灯

1991年9月4日批准

1992年5月1日实施

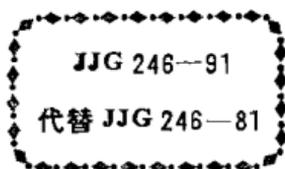
国家技术监督局

目 录

一	技术要求	(1)
二	检定条件	(3)
三	检定项目和检定方法	(4)
四	检定结果处理和检定周期	(9)
附录		
附录1	发光强度标准灯端电压的测量方法	(12)
附录2	发光强度标准灯稳定性的测量方法	(13)
附录3	测量系统不稳定性修正系数的计算方法	(14)
附录4	发光强度标准灯的保存与运输	(15)
附录5	普通灯泡(工作测光白炽灯)发光强度的检定 方法	(16)
附录6	发光强度标准灯的误差源	(17)

发光强度标准灯检定规程

Verification Regulation of
Standard Lamp of Luminous
Intensity



本检定规程经国家技术监督局于1991年9月4日批准，并自1992年5月1日起施行。

归口单位： 中国计量科学研究院

起草单位： 中国计量科学研究院

本规程技术条文由起草单位负责解释。

本规程主要起草人。

高执中（中国计量科学研究院）

发光强度标准灯检定规程

本规程适用于新制造、使用中一、二级发光强度标准灯的检定。

一 技术要求

1 发光强度标准灯（包括工作基准灯）是按特定要求制作的发光特性稳定的白炽灯。灯出厂前必须按技术要求进行老化。经老化以后的灯，在额定电流下点燃10h，灯端电压变化，对于真空灯应小于0.15%，对于充气灯应小于0.25%。

2 发光强度标准灯玻壳应无色、透明、洁净，在正面没有明显反碱、发雾、条纹、气泡、砂粒、擦伤等缺陷。

3 发光强度标准灯的灯丝为平面排列，灯丝与挂勾电极连接要牢固，且不应有明显弯曲现象，灯丝对所在平面的偏离应不超过如下规定：真空灯 ± 0.3 mm，充气灯 ± 0.5 mm。

标准灯的发光强度值是指灯正面法线方向的发光强度，为此，灯泡应明显标记测量方向。

灯头与玻壳的固定要牢固，没有明显的歪头、偏心现象。导丝应牢固地焊接在灯头上，且不应有影响正常使用的缺陷。

4 发光强度标准分为二级。一级标准由不少于5只的一级发光强度标准灯组成；二级标准由不少于3只的二级发光强度标准灯组成。

发光强度标准灯的光电参数应符合表1规定。

5 发光强度标准灯应具有良好的水平和垂直角度特性。对于一级标准灯，灯泡沿水平方向旋转 $\pm 1.5^\circ$ 时，其发光强度变化应不超过 $\pm 0.4\%$ ；对于二级标准灯，应不超过 $\pm 0.6\%$ 。灯泡沿垂直方向旋转 $\pm 1^\circ$ 时，其发光强度变化，对于一级标准灯应不超过 $\pm 0.4\%$ ，对于二级标准灯应不超过 $\pm 0.6\%$ 。

6 首次送检的标准灯应先进行稳定性实验，选取满足第1条的灯组送检。一年后进行复检时，根据单只灯发光强度的年变化率，按表2规定予以定级。

表 1

型 号	色温度(K) (额定值)	电压(V) (标称值)	电流(A) (参考值)	发光强度(cd) (参考值)
EDQ-1	2850	4	0.5	1.3
BDQ-2	2856	7	1.8	15
BDQ-3	2856	38	1.8	90
BDQ-4	2353	11	3.8	30
BDQ-5	2042	11	5.5	18
BDQ-6	2353	27	5.2	100
BDQ-7	2856	93	3.0	450
BDQ-8	2858	105	6.5	1 200

表 2

标准灯级别	发光强度年变化率 δ 应小于
一 级	0.7%
二 级	1.2%

标准灯发光强度的年变化率 δ 按下式计算:

$$\delta = \frac{I_1 - I_2}{I_1} \quad (1)$$

式中: I_1 ——首次检定时测得的发光强度值;

I_2 ——一年后复检时测得的发光强度值。

相邻两次检定之间, 标准灯的累计点燃时间不得少于10h。

7 各级发光强度标准灯的总不确定度和用来检定它的上一级发光强度标准灯的级别如表3所示。

表 3

待测标准灯级别	总不确定度	上一级标准级别
一 级	1.2%	工作基准
二 级	1.8%	一 级

二 检 定 条 件

8 测光设备

8.1 光度测量装置：由光轨、L-B光度计、滑车、灯架、光阑等组成。光轨长度要5 m以上，平直性良好。光轨调好后，平直性误差应不大于 ± 1 mm，1 m长的总误差不大于0.2 mm。L-B光度计必须视场清晰，界线分明，均匀对称。测量装置各部件外表面要发黑。

8.2 光电光度计：由性能稳定的光电接受器（光电池、硅光电二级管、光电倍增管等）、 $V(\lambda)$ 滤光器、快门、转盘、数字式仪表等组成。光电接收器的相对光谱响应度应修正成与CIE明视觉光谱光视效率基本接近，匹配误差不大于3%。

8.3 调整装置由水准仪、比高仪、灯丝平面调节仪组成。灯丝平面调节仪的对线误差不大于 ± 0.3 nm。

8.4 发光强度工作基准由分布温度（色温度）为2856K、2650K、2353 K和3150 K 4个灯组构成，每个灯组不少于5只。发光强度工作基准的总不确定度为（0.4~0.5）%。

9 供电与电测设备

电测仪表包括直流电位差计和与它配套的检流计、标准电阻、标准电池及数字电压表，控制各级基、标准所用电测仪表级别如表4所示。

上述电测仪表应定期送检，以保证测量数值准确。

供电设备应满足如下要求：直流稳压电源（或稳流电源）10 min内输出电压变化应不大于0.02%。

10 实验室应有良好的遮光设备，实验应在暗室中进行。光轨周围用黑绒布作围帐，避免周围环境的杂光进入测量系统。

表 4

基、标准名称	电位差计级别不低于	数字电压表级别不低于
工作基准	0.01 级	0.01 级
一 级	0.02 级	0.02 级
二 级	0.03 级	0.03 级

测光系统所在房间的温度应保持在 $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，电测仪表所在房间的温度应保持在 $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，每小时温度变化应小于 0.5°C 。

三 检定项目和检定方法

11 外观检查

将玻壳擦拭干净（带洁白手套，不许用手直接拿取灯泡），安装在灯架上，灯头在下，轻轻旋紧，在约90%的额定电压下点燃灯泡，以黑绒布作背景，遮住灯丝的直射光，按第②条要求检查玻壳，不合格者不做量值检定。

12 检定工作在光轨上进行，用工作基准灯检定一级标准灯，用一级标准灯检定二级标准灯。检定一级标准灯所用的工作基准灯应不少于5只，检定二级标准灯所用的一级标准灯应不少于3只，且应尽量采用同种型号灯。

13 光路中杂散光的屏蔽

要在标准灯与光度计之间放置多个光阑（其通光孔径大小要适当），挡掉由围帐和光轨上测量装置反射的杂散光，使其不能射入光度计接收面，但不允许挡住由灯丝和球型玻壳所发出的光线射到接收面上。

14 测量装置的调整

用比高仪和灯丝平面调节仪调整光度计接收面与灯丝平面，使它们垂直于光轨的水平测量轨线，其中心点位于该轴线上。

15 工作基准灯和一、二级标准灯采用直流供电。供电和电测系统电路如图1所示。控制通过灯丝的电流，使其不变，测定在该电流

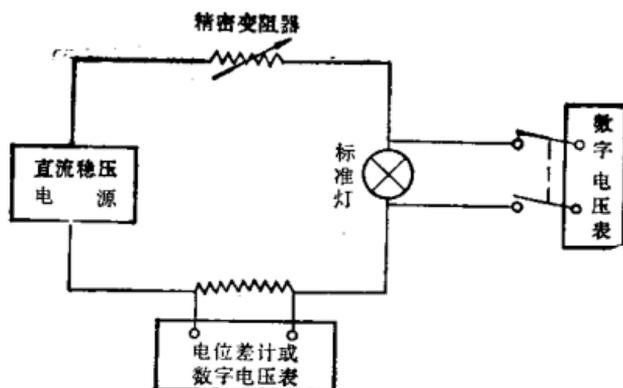


图 1 直流供电与电测系统线路图

下的光强度值，然后测量出灯的端电压值。

16 标准灯点燃时要逐渐升高电压，在工作电流下进行预热，真空灯预热 4~6 min，充气灯预热 7~10 min，待发光稳定后再开始正式测量。测量结束后，将电压逐渐降低，然后断开电路。

为了保持标准灯光强度值的可靠性，在使用中不允许超过工作电压值的 0.5%。如过压严重，则需进行检查，或重新标定其量值。

17 初次送检的灯，应首先标定在规定色温下的电流和电压值（检定要求与同级别色温标准灯一致，标定方法见分布温度标准灯检定规程）。复检时，发光强度变化小于 3% 的灯不再重新标定色温度，但仍需在原先标定的电流下重新测量灯的端电压。

18 用光电光度计检定发光强度

18.1 等光照度测量方法。等光照度法系指让标准灯（包括工作基准灯）、待测灯、比较灯在接收器表面产生的光照度皆相等，然后采用距离平方反比定律进行计算。比较灯的性能十分稳定，它仅起光照度平衡作用。

光电接收器产生的光电流，可以通过 $I-V$ 转换器用数字电压表测

量。当标准灯在工作距离上相对变化0.1%时，数字仪表的显示值应变化0.2%。

测量程序：先把光电接收器预照一段时间（根据接收器性能确定预照时间长短，预照后应达到在10 min内光电流变化小于0.2%），然后再开始测量。预照时，接收器表面的光照度应接近实验时的光照度值。固定比较灯和光电光度计位置（它们之间的距离 $d_{比}$ 应达到，让 $d_{比}$ 、 $d_{标}$ 大于灯丝线度的15倍以上），如图2所示，接收器对准比较灯，测出此时光电流 i ，然后把光度计转180°，使接收器对准标准灯，改变标准灯到光电光度计的探测面的距离 $d_{标}$ ，使光电流仍为 i ，即达到照度平衡，比较灯的发光强度为

$$I_{比} = \left(\frac{d_{比}}{d_{标}} \right)^2 I_{标} \quad (2)$$

式中， $I_{标}$ ——标准灯（指用来检定待测灯的上一级标准灯或工作基准灯）的发光强度。

采取同样方法用该比较灯对待测灯分别进行标定，得待测灯发光强度

$$I_{测} = \left(\frac{d_{测}}{d_{比}} \right)^2 I_{比} \quad (3)$$

式中， $d_{测}$ ——待测灯灯丝平面到光度计探测面的距离。

将式(2)代入式(3)得：

$$I_{测} = \left(\frac{d_{测}}{d_{标}} \right)^2 I_{标} \quad (4)$$

测量过程中，比较灯位置保持不变，标准灯与待测灯应交替进行。例如，标准灯为3只，待测灯为6只，测量顺序如下：

标准灯1，待测灯1、2、3，标准灯2，待测灯4、5、6，标准灯3。

18.2 等距离测量方法。等距离法系指标准灯、待测灯、参考灯到光电光度计探测面距离皆相等，且位于同侧。实验前应将接收器预照较长时间（预照后应达到在2h内光电流变化小于0.5%），再开始正式

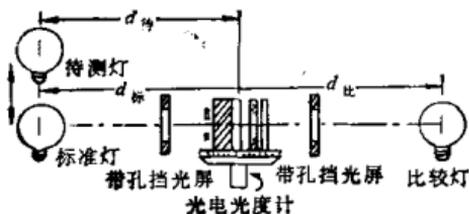


图 2 等光照度法示意图

测量。将一只参考灯，一组标准灯、一组待测灯交替排序，放于距接收器相同远处，如图 3 所示。例如标准灯为 3 只，待测灯为 6 只，测量顺序如下：

参考灯，标准灯 1，待测灯 1、2、3，参考灯，标准灯 2，待测灯 4、5、6，标准灯 3，参考灯。

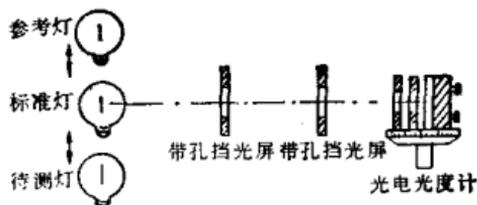


图 3 等距离法示意图

将各只灯先后对准光电接收器，分别测出参考灯、标准灯、待测灯照射接收器产生的光电流 i_s 、 i_n 、 i_x ，根据下式进行计算：

$$I_x = \left(\frac{i_x}{i_n} \right) I_n \quad (5)$$

参考灯用来监视测量系统的稳定性，根据光电流 i_s 的变化规律可对测量数据进行修正。

采用上述两种方法时，每个灯应有 3 个以上测量读数，取其平均值，如果单次读数对平均值的相对误差大于 0.3%，应适当增加测量次数，剔除偏差较大的读数。

18.3 色修正系数的计算方法。如果标准灯与待测灯的色温度不同，应按下式计算色修正系数：

$$K = \frac{\int_{\lambda_{min}}^{\lambda_{max}} E_{s,\lambda} V(\lambda) d\lambda \int_{\lambda_{min}}^{\lambda_{max}} E_{x,\lambda} S(\lambda) d\lambda}{\int_{\lambda_{min}}^{\lambda_{max}} E_{x,\lambda} V(\lambda) d\lambda \int_{\lambda_{min}}^{\lambda_{max}} E_{s,\lambda} S(\lambda) d\lambda} \quad (6)$$

式中： $E_{x,\lambda}$ ——待测灯的相对光谱功率分布；

$E_{s,\lambda}$ ——标准灯的相对光谱功率分布；

$V(\lambda)$ ——光谱光视效率；

$S(\lambda)$ ——带有 $V(\lambda)$ 滤光器的接收器的相对光谱响应度。

19 无论采用哪一种测量方法，用一组标准灯检定一组待测灯，应进行两轮实验，两轮标定的量值相对偏差不大于表 5 所列的数据，否则应再进行第三轮测量，剔除偏差大的数据，再取平均值作为最后测定结果。

表 5

待测标准灯级别	两轮标定的量值相对偏差不大于
一 级	0.4%
二 级	0.6%

20 为了保持标准灯发光稳定,减小变化速率,直流供电时,标准灯在使用中应经常交换极性,连续使用的灯,可每隔 2~4h 交换一次正负极性。

四 检定结果处理和检定周期

21 检定周期

使用中的标准灯,检定周期一年。白炽钨丝灯随着使用时间的增加,发光强度值也在缓慢地发生变化。为了量值可靠,虽然没到检定周期,但使用的累计时间,真空灯超过 60 h,充气灯超过 40 h,就应送检,重新标定其发光强度值。

22 在检定结果的处理中,应首先检查所用标准灯量值的一致性。

22.1 采用等光照度测量方法时,按下式计算检定常数(它反映了标准灯的量值一致性程度),

$$C_i = \frac{I_{n_i}}{d_{n_i}^2} \quad (7)$$

式中: I_{n_i} ——标准灯的发光强度值;

d_{n_i} ——标准灯到接收器的距离;

i ——标准灯序号 ($i=1,2,3\cdots$)。

检定常数平均值为

$$C = \frac{C_1 + C_2 + \cdots + C_n}{n} \quad (8)$$

式中: n ——标准灯只数。

于是得单只灯检定常数对平均值的相对偏差为

$$\delta_i = \frac{C_i - C}{C} \quad (9)$$

对每只标准灯算得的 δ_i 值应满足表 6 所列数据。若 δ_i 值超过规定,该灯应予重测,重测仍超出规定,则剔除该灯,另换一只标准灯进行标定,并重新计算 C 。

待测灯发光强度为

$$I_n = Cd_n^2 \quad (10)$$

表 6

标准灯级别	单只灯检定常数对平均值的相对偏差 δ_i 应小于
工作基准	0.4%
一级	0.5%
二级	0.6%

22.2 采用等距离测量方法时, 应先将每只灯对应的示数仪表读数作不稳定性修正与非线性修正, 然后按下式计算检定常数:

$$C_i = \frac{I_{n_i}}{m_{n_i}} \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (11)$$

式中: m_{n_i} ——经修正后标准灯所对应的示数仪表读数。

按上述方法同样算出检定常数平均值 C , 再算出单只灯检定常数对平均值的相对偏差 δ_i , 且 δ_i 值亦应满足表 6 所列的数据。

待测灯发光强度为

$$I_n = Cm_n \quad (12)$$

式中: m_n ——经修正后的待测灯所对应的示数仪表读数。

23 对于标准灯的检定数据应有原始记录, 并应建立技术档案, 填写历次检定结果、外观检查结果、实际点燃时间及使用中发现问题, 以便长期考察稳定性。每次送检前应把点燃的累计时间和灯泡的使用状况填写在上次检定证书或检定结果通知书上, 随同标准灯一起送检。

24 对于各级标准灯检定结果中应给出的电压、电流、发光强度的有效数字位数, 如表 7 所示。

25 经外观检查, 有明显缺陷的灯, 不能作为一级标准灯。虽有明显缺陷, 但不影响使用且发光性能稳定的灯, 仍可作为二级标准灯使用。

表 7

标准灯级别	有效数字位数		
	电 压	电 流	发光强度
一 级	4	5	3~4
二 级	4	4~5	3~4

初次送检的灯，除年变化率外，经检定合格的待测灯可发给检定证书，但是不予定级。使用一年后进行复检，再予定级，经周期检定，被检灯发光强度值的年变化率和不确定度符合表2和表3的规定，可给予定级，发给检定证书；超出了规定数值，但满足下一级标准灯的技术要求，可降低一级使用。检定证书的有效期是一年。

附 录

附录 1

发光强度标准灯端电压的测量方法

测量灯端电压时，测电压引线必须直接从灯头两端引出，避免导线上产生电压降而给测量带来误差，可采用如下两种测量方法：

(1) 在测量发光强度时，断开电压表（如正文中图 1 所示）。此时电流表指示的电流值 i 等于通过灯丝的电流值 i_1 ，接通电压表后，电压表指示值为 V ，为保持 i_1 不变，调节精密变阻器，使

$$i = i_1 + i_2 = i_1 + \frac{V}{r}$$

式中， i_2 ——通过电压表的分流；

r ——电压表内阻。

此时电压表指示值为 V' ，若 $V' = V$ ，即为测得的灯端电压值。若 $V' \neq V$ ，算出此时通过电压表的分流为 $i_2' = V'/r$ ，再微调精密变阻器，使 $i = i_1 + i_2'$ ，测得电压为 V'' ，如此反复测量，直到接连两次测得的电压值相等时，即为最后测得的灯端电压值。

(2) 先断开电压表，控制通过灯丝的电流，使其不变，测量发光强度，此时光电接收器的响应为 R ；接通电压表后，调节精密变阻器，使光电接收器的响应仍为 R ，此时电压表的指示值即为灯端电压值。

附录 2

发光强度标准灯稳定性的测量方法

因为灯端电压的变化反映了灯丝内阻的变化，而灯丝内阻的变化是影响灯发光稳定性的主要因素，所以标准灯的稳定性可采用下述方法进行测量。

控制通过灯丝的额定电流，使其不变，将灯点燃 10 h，中间开关两次（电压应缓升缓降），测量灯头两端的电压变化，每隔 1~2h 测量一次，每次不少于 3 个读数，取平均值作为该次结果。测量线路如正文中图 1 所示。灯端电压的相对变化按下式计算：

$$\Delta V = \frac{V_2 - V_1}{V}$$

式中， ΔV ——10h 内灯端电压相对平均值的最大变化量；

V_2 ——测得的灯端电压最高值；

V_1 ——测得的灯端电压最低值；

V ——测得的灯端电压平均值。

灯安装在灯架上后，在测量过程中不要重新装卸，以免螺旋灯头与灯座之间的接触电阻改变，引起灯端电压的变化，使测量结果不可靠。

附录 3

测量系统不稳定性修正系数的计算方法

在室温比较稳定的情况下，光电接收器经过充分预照后，其灵敏度随时间的变化基本上是线性的。以第18条安排的顺序为例，参考灯的测量顺序为1、6、12，相应的示数仪表读数为 i_1 、 i_6 、 i_{12} ，以测量 i_6 时测量系统的灵敏度为准，对其余的读数进行相应的修正。

从第一只灯到第六只灯，测量系统灵敏度的相对变化为

$$C = \frac{i_6 - i_1}{i_1} \quad (1)$$

平均每测一只灯灵敏度的相对变化为

$$\delta = \frac{C}{5} \quad (2)$$

于是得到待测灯3、灯2、灯1的修正系数为

$$K_3 = 1 - \delta$$

$$K_2 = 1 - 2\delta$$

$$K_1 = 1 - 3\delta$$

而待测灯4、灯5、灯6的修正系数则为

$$K_4 = 1 + 2\delta$$

$$K_5 = 1 + 3\delta$$

$$K_6 = 1 + 4\delta$$

待测灯3、灯2、灯1经修正后的读数分别为

$$i'_3 = K_3 i_3$$

$$i'_2 = K_2 i_2$$

$$i'_1 = K_1 i_1$$

采用上述方法，同样可算出其余待测灯和标准灯的修正系数。

附录 4

发光强度标准灯的保存与运输

标准灯应保存在干燥、无腐蚀性气体、无振动的房间内。使用过程中应注意保持玻壳洁净。标准灯在运输过程中要采取严格的防振措施，远距离运输标准灯应采用空运。保管、使用、运输不善易造成量值失准和损坏。

附录 5

普通灯泡（工作测光白炽灯）发光强度的检定方法

对于普通白炽灯泡（工作测光白炽灯），送检前必须先进行老化，老化时间为灯泡寿命的（5~10）%，挑选发光性能稳定的灯泡送检。检定方法原则上可按二级发光强度标准灯处理。检定结果，只填发测试结果证书。普通灯泡不能代替标准灯作量值传递使用。

检定普通灯泡也可采用目视方法，即可用 L-B 光度计标定发光强度，将标准灯与同色温度的比较灯置于 L-B 光度计两侧，固定比较灯和光度计的位置，移动标准灯，使其达到光照度平衡，记下标准灯到光度计的距离 $d_{\text{标}}$ ，然后用待测灯取代标准灯，但仍保持比较灯和光度计的位置不变，改变待测灯到光度计的距离 $d_{\text{测}}$ ，用正文中公式(3)算出待测灯发光强度。实际测量过程中，标准灯和待测灯同样应该交替进行。

用目视法测量，观察者的眼睛光谱灵敏度应接近国际上统一规定的光谱光视效率曲线。在检定中，这样的观察者应不少于 3 人，每人观测次数应在 3 次以上。同光电法一样，应剔除偏差大的读数，然后取平均值作为测定结果。

观察者进入暗室后，需经过 10 min 的暗适应时间，方可正式进行观测。在光度计漫射板上的照度为 20~50 lx 时，最适宜眼睛观测，光照度过低或过高影响测量精度。

附录 6

发光强度标准灯的误差源

一级发光强度标准灯的误差源如表 1 所示,总不确定度为 1.2%,置信因子为 3。

表 1

误差源	符 号	A 类误差 $3\sigma(\%)$	B 类误差 $3\sigma(\%)$
发光强度工作基准	u_1		0.5
灯与接收器调整	S_1	0.4	
距离测量	S_2	0.2	
灯的方向性	u_2		0.6
控制灯电流	S_3	0.3	
光电光度计测量系统	S_4	0.2	
灯的稳定性	S_5	0.7	

表 2

误差源	符 号	A 类误差 $3\sigma(\%)$	B 类误差 $3\sigma(\%)$
一级发光强度标准	u_1		1.2
灯的方向性	u_2		0.6
灯与接收器调整	S_1	0.4	
距离测量	S_2	0.2	
控制灯电流	S_3	0.3	
光电光度计测量系统	S_4	0.2	
灯的稳定性	S_5	1.0	

一级发光强度标准灯总的不确定度用下面公式计算：

$$\begin{aligned}\delta &= \sqrt{S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 + S_4^2 + S_5^2 + u_1^2 + u_2^2} \\ &= 1.2\%\end{aligned}\quad (1)$$

二级发光强度标准灯的误差源如表 2 所示，总不确定度为 1.8%，置信因子为 3。

二级发光强度标准灯总的不确定度用下面公式计算：

$$\begin{aligned}\delta &= \sqrt{S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 + S_4^2 + S_5^2 + u_1^2 + u_2^2} \\ &= 1.8\%\end{aligned}\quad (2)$$
