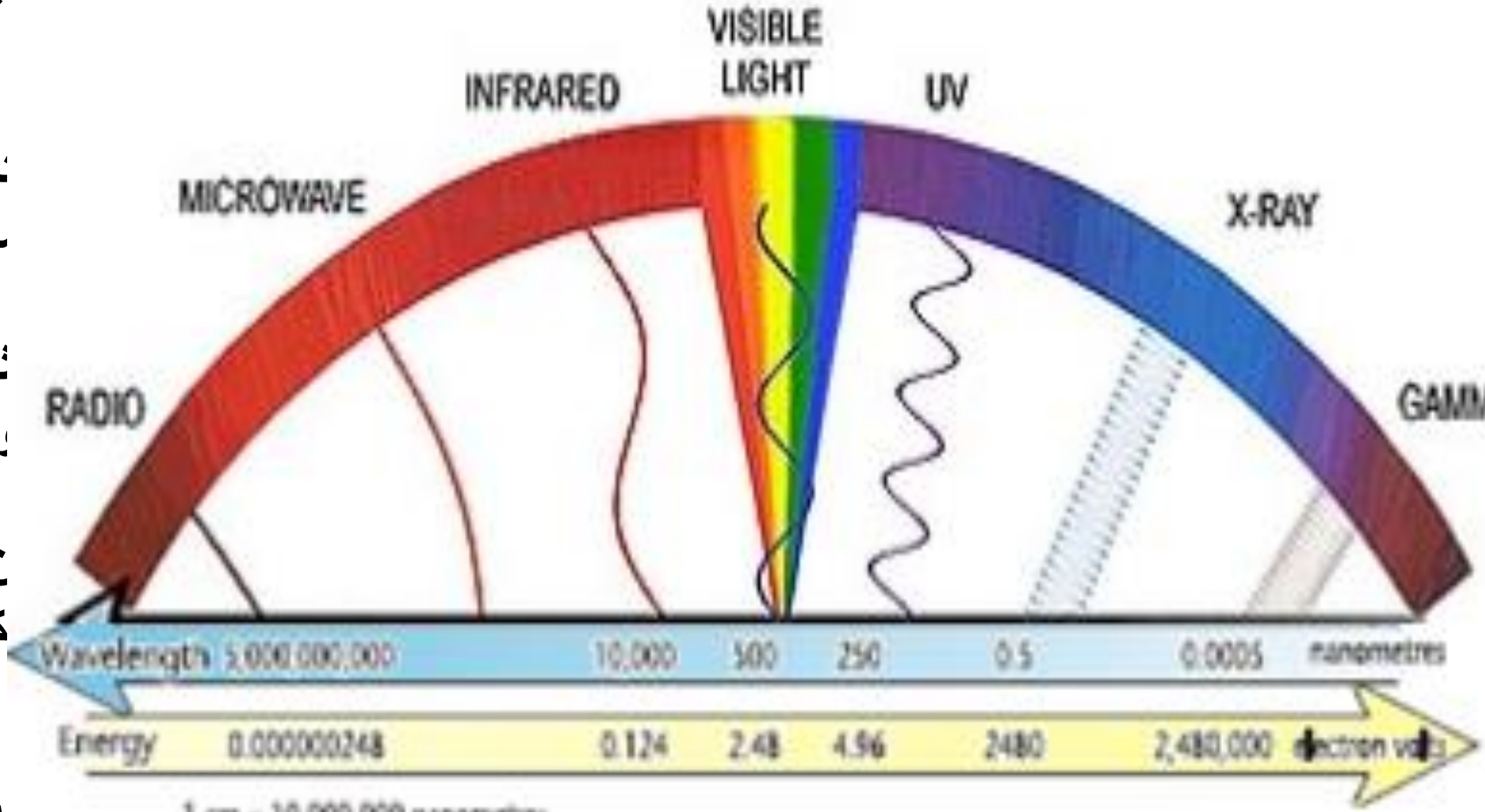
وحدات إضاءة النباتات من الواط الى اشعاع التمثيل الضوئي

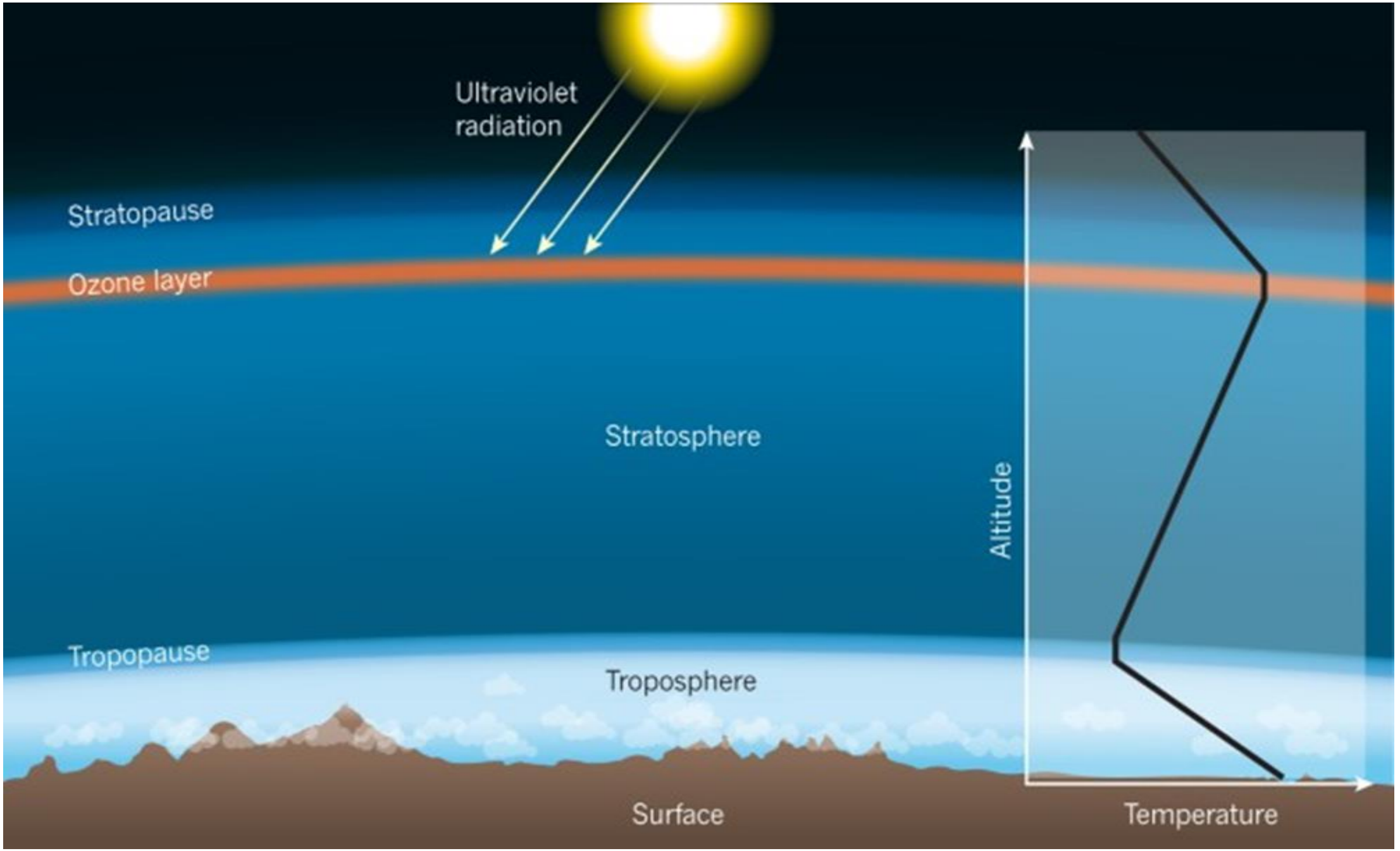
THE PLANTS LIGHT UNITS- FROM WATT TO PAR

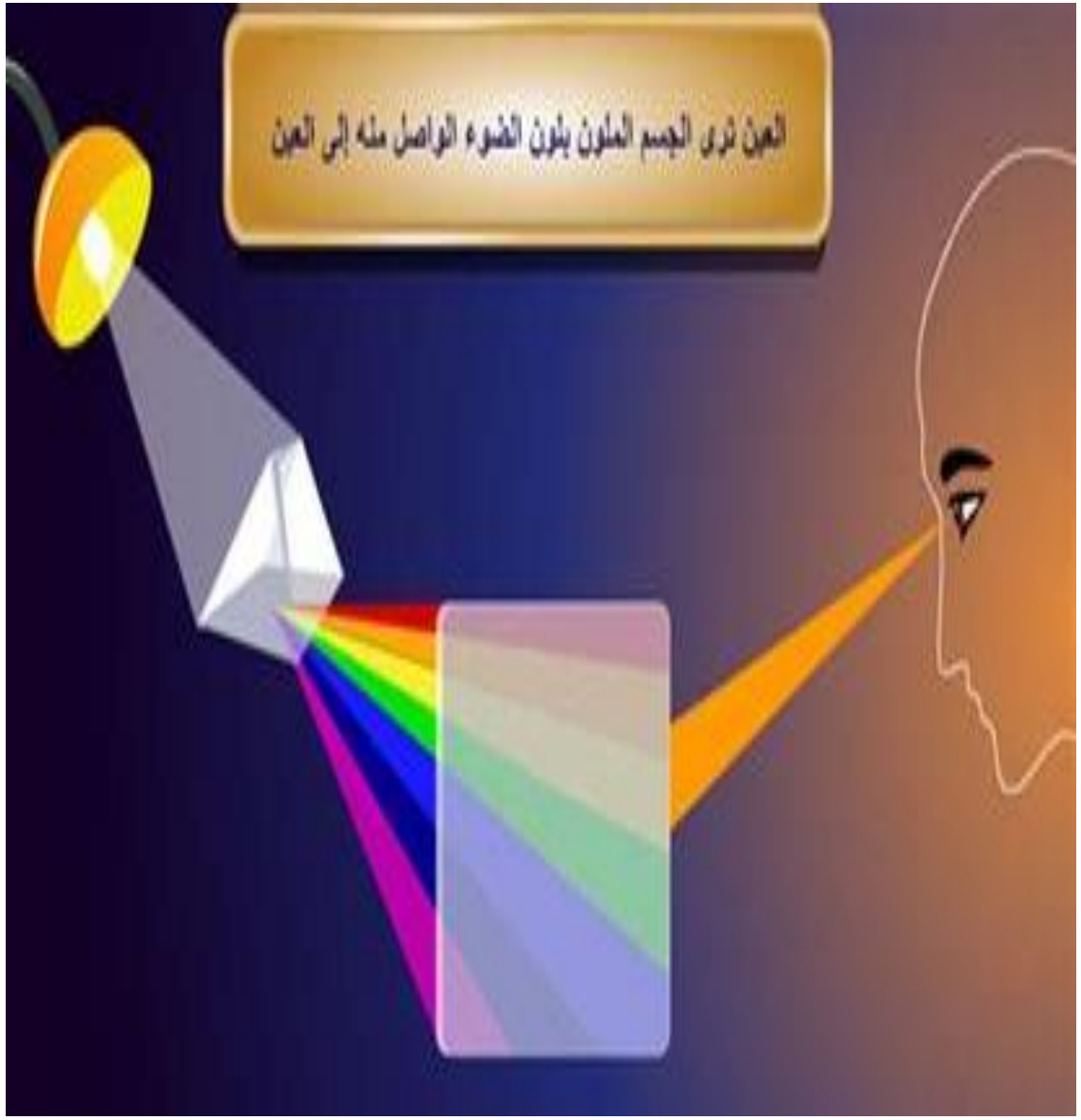
الضوء The Light

الضوء أو ال ي عادةً
بأنه له أطوا
اما الاشعاع
. . . , . . .
. يتكون
الاشعاع الش
الشمسي يص
١- الاش
٢- الاش
تصنف الى :

I. الضوء
في عم
امتزاج
II. الاشعة
III. الاشعة فوق البنفسجية Ultraviolet radiations وهي اشعة قصيرة الموجة ذات لون موجي اقل من ٤٠٠ نم.



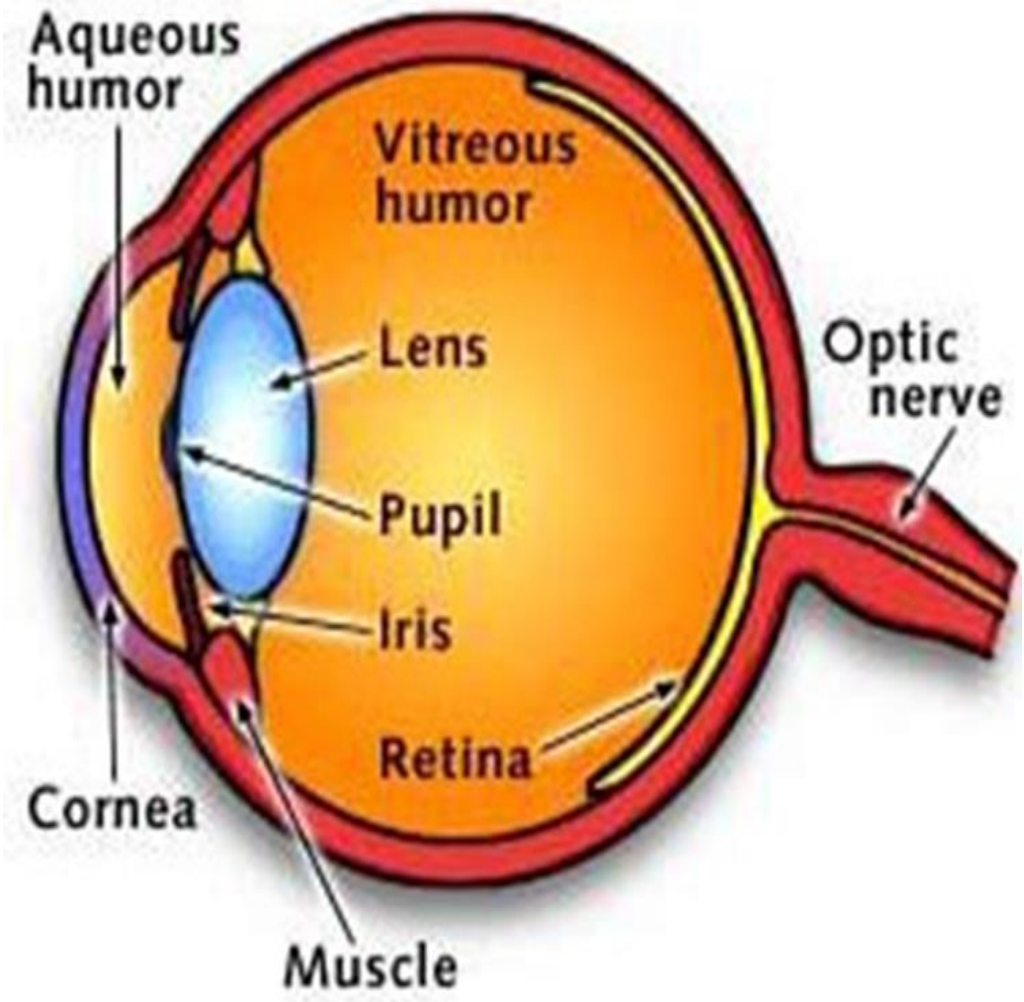

Ultraviolet radiation
Stratopause
Ozone layer
Stratosphere
Tropopause
Troposphere
Surface
Altitude
Temperature



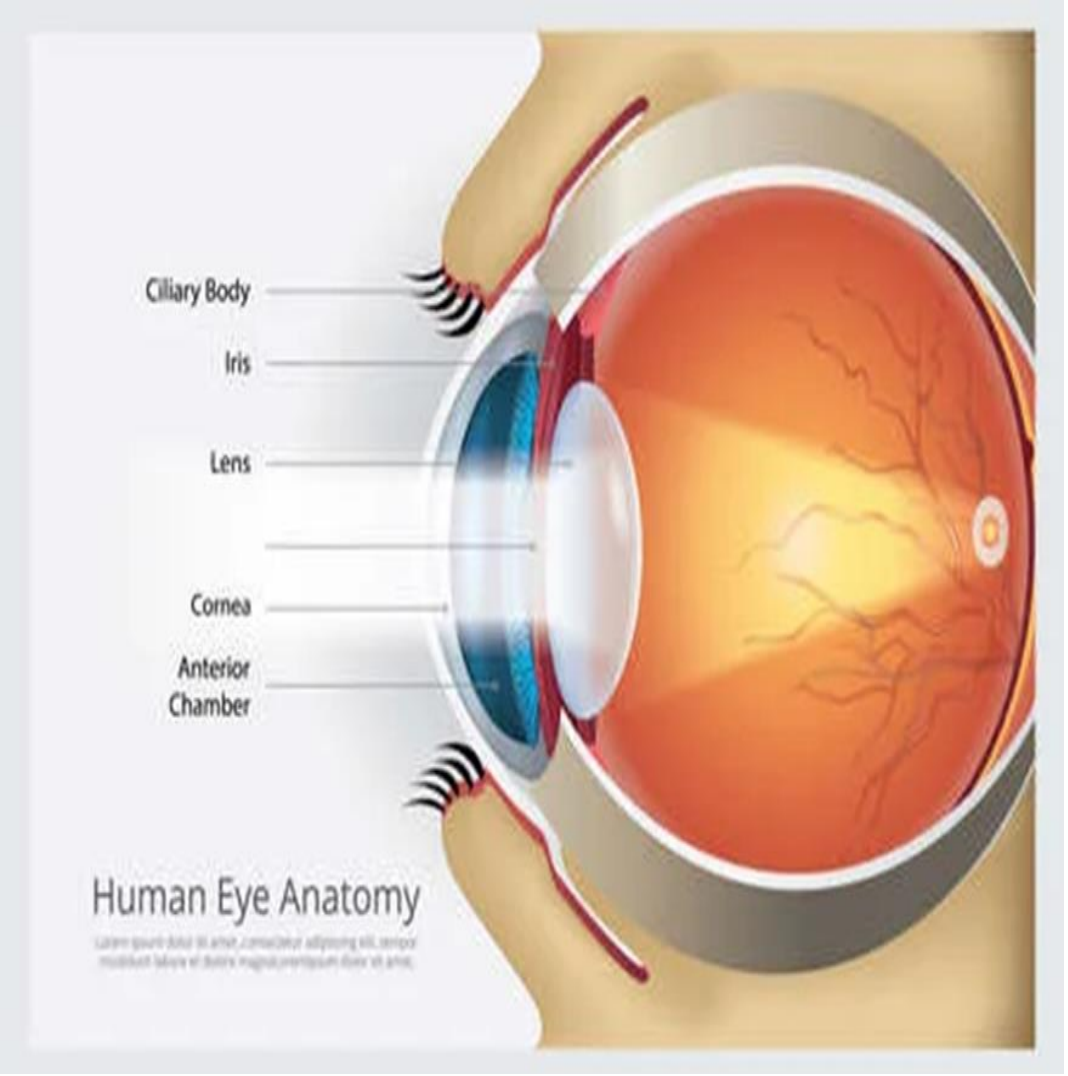
الضوء والرؤيا Light and Vision

- الضوء هو الاسم الذي نطلقه على الواسطة الأساسية التي تمكننا من رؤية الأشياء. ولكي نرى الأشياء يجب ان يكون لدينا شيء يدخل العين أولاً ثم يقوم الدماغ بشرحه لنا، اذاً فما يدخل للعين نسميه النور.
- تمتاز العين بأن لها القدرة على رؤية جزء من الطيف الكهرومغناطيسي **Electromagnetic spectrum** ويسمى هذا الجزء بالطيف المرئي **Visible Light** وهو مكون من سبعة ألوان تبدأ بالأحمر وتنتهي بالبنفسجي.
- اذن فجميع الألوان التي نراها في حياتنا اليومية تقع ضمن هذا الطيف.

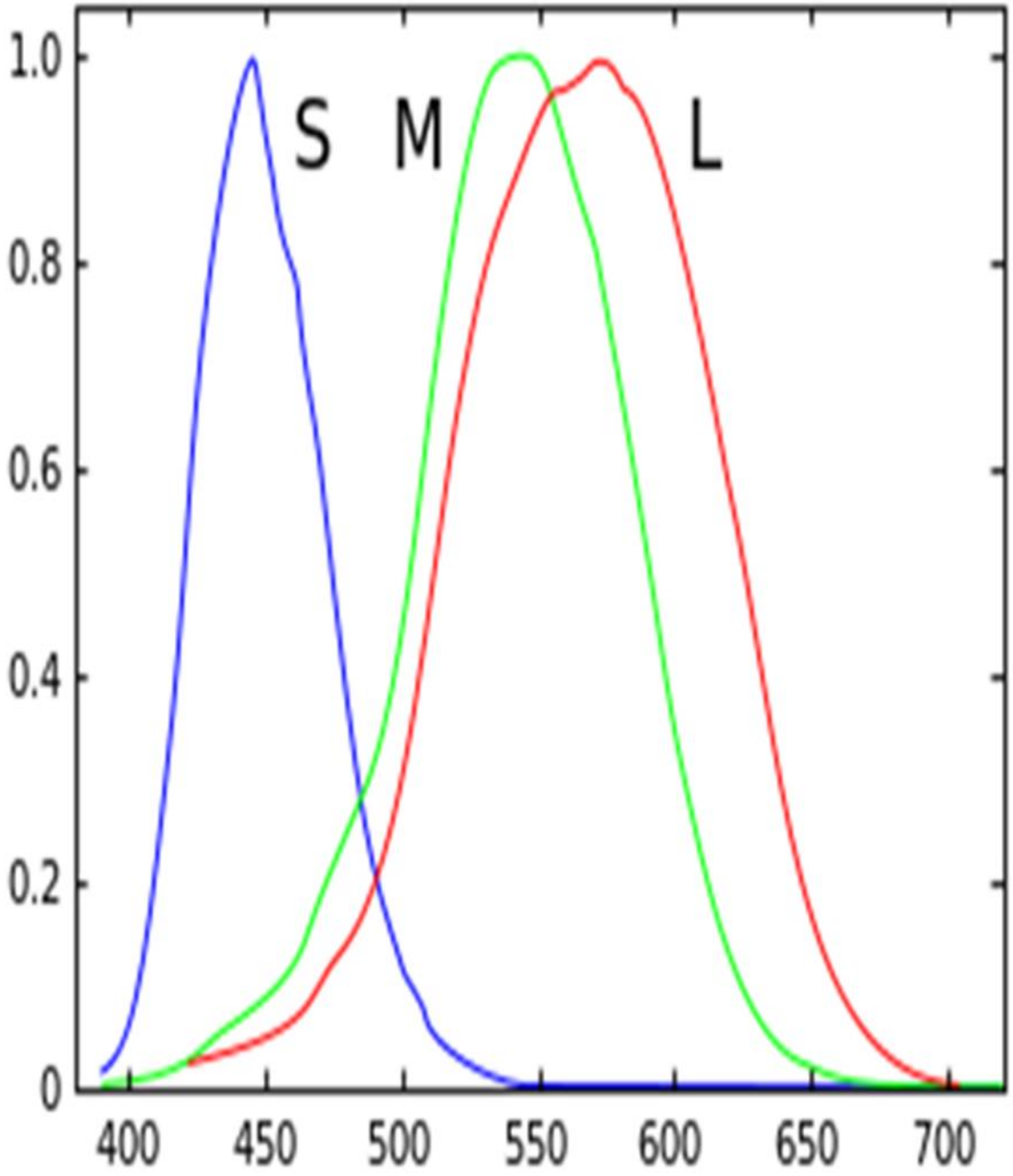
- العين البشرية عبارة عن شكل كروي يبلغ قطرها حوالي ٢٤ مم وتتكون العين من:
- **القرنية cornea**:عبارة عن نسيج شفاف مقوس موجود في العين. تتكون من خمس طبقات، يفصل بينها غشائان. ينكسر الضوء عند القرنية قبل أن يدخل العين. لا تحتوي على الأوعية الدموية، وتأخذ ما تحتاجه من الأكسجين مباشرة من الهواء الجوي
- **الخلط المائي Aqueous humor** هو سائل شفاف مائي يشبه البلازما، يدعم العدسة، ويجد في غرفة العين الأمامية والخلفية، ويمر الضوء من خلاله في طريقه إلى شبكية العين
- **القزحية Iris**:القزحية هي المنطقة الزرقاء أو البنية التي تحيط ببؤبؤ العين (البقعة السوداء الدائرية)، وتحيط بها الصلبة البيضاء وتغطيها القرنية التي تكون شفافة تمامًا بحيث لا تكون مرئية، باستثناء اللمعان الذي تعطيه العين
- **البؤبؤ (حدقة العين) Pupil**:وهو فتحة مظلمة بشكل دائري تقع في منتصف القزحية، وتمكن وظيفته في السماح للضوء بالدخول إلى العين حتى يمكن التركيز على الشبكية وتحدث الرؤية



- **عدسة العين Lens:** هي عدسة شفافة في هيكل العين، تقع مباشرة خلف قزحية العين. تساهم مع القرنية في مساعدة الضوء على الانكسار.
- **الخلط الزجاجيVitreous humor :**سائل لزج كالهُلام تشغل الحيّز الخلفي للعين. من أهم الوظائف التي يقوم بها السائل الزجاجي هو الحفاظ على شكل العين وإعطائها شكلها الكروي
- **الشبكية والعصب البصري Retina and Optic nerve:**
- تتكون شبكية العين من الملايين من الخلايا الحساسة للضوء التي تتلقى المعلومات البصرية وتنظمها. ترسل شبكية العين هذه المعلومات إلى الدماغ من خلال العصب البصري لديك، مانحةً إياك القدرة على الرؤيا.



- يسقط الضوء الوارد على القرنية، والتي تنكسر بعد ذلك جزئيًا قبل الوصول إلى العدسة.
- اما دور القزحية فهي تحدد كمية الضوء الذي يصل الى أبعد من ذلك
- أما العدسة فتقوم بتركيز الصورة.
- يقوم البؤبؤ بضبط كمية الضوء التي تصل إلى شبكية العين عن طريق تغيير حجمه. وفقًا لذلك، تشترك القضبان rodsوالمخاريط conesفي الوظيفة عن طريق تغيير استجابة شبكية العين.
- وبمجرد أن يمر الضوء من العدسة يصل الى شبكية العين
- تحتوي شبكية العين على نوعين من الخلايا الحساسة للضوء وهي الـ Rod والـ .Cones. تدرك خلايا الـ Rodsالسطوع أو الظلام في البيئات المظلمة نسبيًا، بينما تدرك المخاريط اللون في البيئات الساطعة نسبيًا.
- تعمل شبكية العين Retinaكوسيط ينقل الى الدماغ الإحساس بالضوء الذي يسقط عليه
- ترتبط بالخلايا الحساسة للضوء نهايات عصبية تسمى مجتمعة بالعصب البصري. وهذا العصب ينقل المعلومات التي تم جمعها في هذه المرحلة إلى الدماغ لتفسيره



- في نظام الرؤية البشرية والتي تستطيع تمييز واستشعار الالوان، يتم استشعار الألوان من خلال ثلاثة أنواع من المخاريط المسماة L، M، S. تكون المخاريط شديدة الحساسية للأطوال الموجية الطويلة (نوع الضوء الأحمر)، أو المتوسطة (نوع الضوء الأخضر) أو القصيرة (نوع الضوء الأزرق). من الضوء ويوضح الشكل – هذه المخاريط. ومن خلال ذلك يتبين ان للعين قدرة على تمييز الاختلافات في سطوع الضوء Brightness of Light بالإضافة الى قدرتها على تمييز الألوان.

وعلى هذا الأساس التشريحي والوظيفي للعين البشرية فأنها حساسة لألوان الضوء المختلفة وذلك لاختلاف الاطوال الموجية، فهي قادرة على تمييز على ما يزيد عن مائتي لون مختلف سوآءا كانت من طول موجي واحد او من خليط من موجات مختلقه. فعند خلط موجات ضوئية مختلفة بنسب متساوية فسوف ترى اعيننا لونا جديدا.

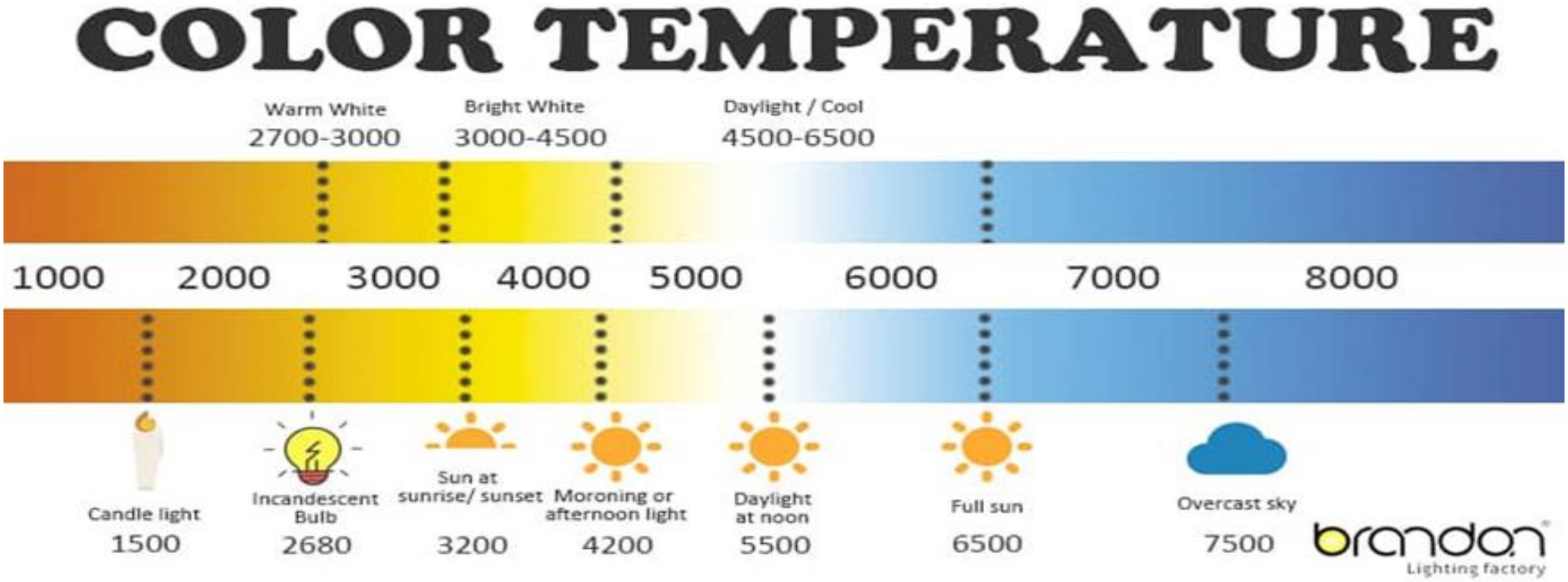
حرارة الألوان Colour Temperature

في بداية الثورة الصناعية الأولى في أواخر القرن الثامن عشر واوائل القرن التاسع عشر أصبح من المهم الحكم بدقة على درجة حرارة العمليات الصناعية مثل الصهر وصنع الزجاج وغيرها. تقليديا كان يتم ذلك من خلال مراقبة لون الفرن .Colour of the furnaceفي القرن التاسع عشر قام العالم الفيزيائي William Thompsonولاحقا اللورد كالفن Kelvinبإضفاء الطابع الرسمي لهذه الملاحظات وقد تم تسمية وحدة درجة الحرارة باسم اللورد كالفن (ولكن ليس درجة حرارة كالفن) التي سميت فيما بعد.

أذا تم تسخين كتلة من الحديد الى أن يصبح لون الحديد أبيض ساخن فأنها بالحقيقية تمر قبل أن تصل الى هذه الدرجة بمجموعة كاملة من الألوان أبتداءا من الأحمر الباهت Dull redالى الأصفر وهكذا الى أن تصل الى اللون الأبيض الساخن واخذ كالفن هذه العملية بنظر الاعتبار وأضاف اليها الصفر المطلق ليضيفه الى مقاسه.

درجة حرارة اللون حسب مصادر الضوءColor Temperature of Light Sources

تشير درجة حرارة اللون إلى كيفية ظهور الضوء من مصدره الأزرق أو الأصفر. الشيء المدهش هو أن درجات حرارة اللون المنخفضة تصف الضوء المصفر ، ودرجات حرارة اللون العالية تصف الضوء المزرق. وكما أن الأزرق من اللهب أكثر سخونة من الجزء الأصفر. لذلك، يكون الضوء ذو درجة حرارة اللون المرتفعة أكثر زرقة من الضوء مع درجة حرارة اللون المنخفضة.

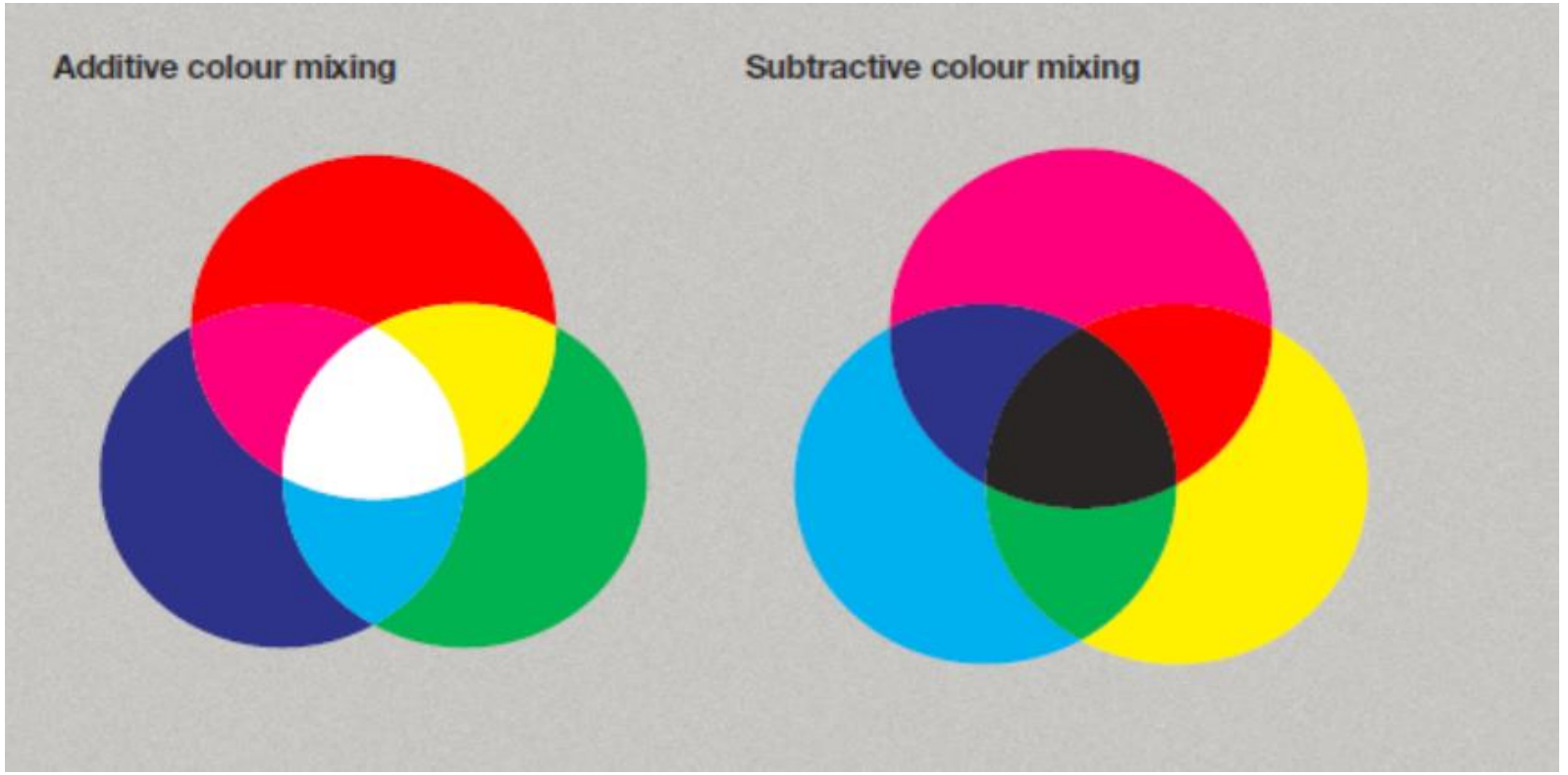


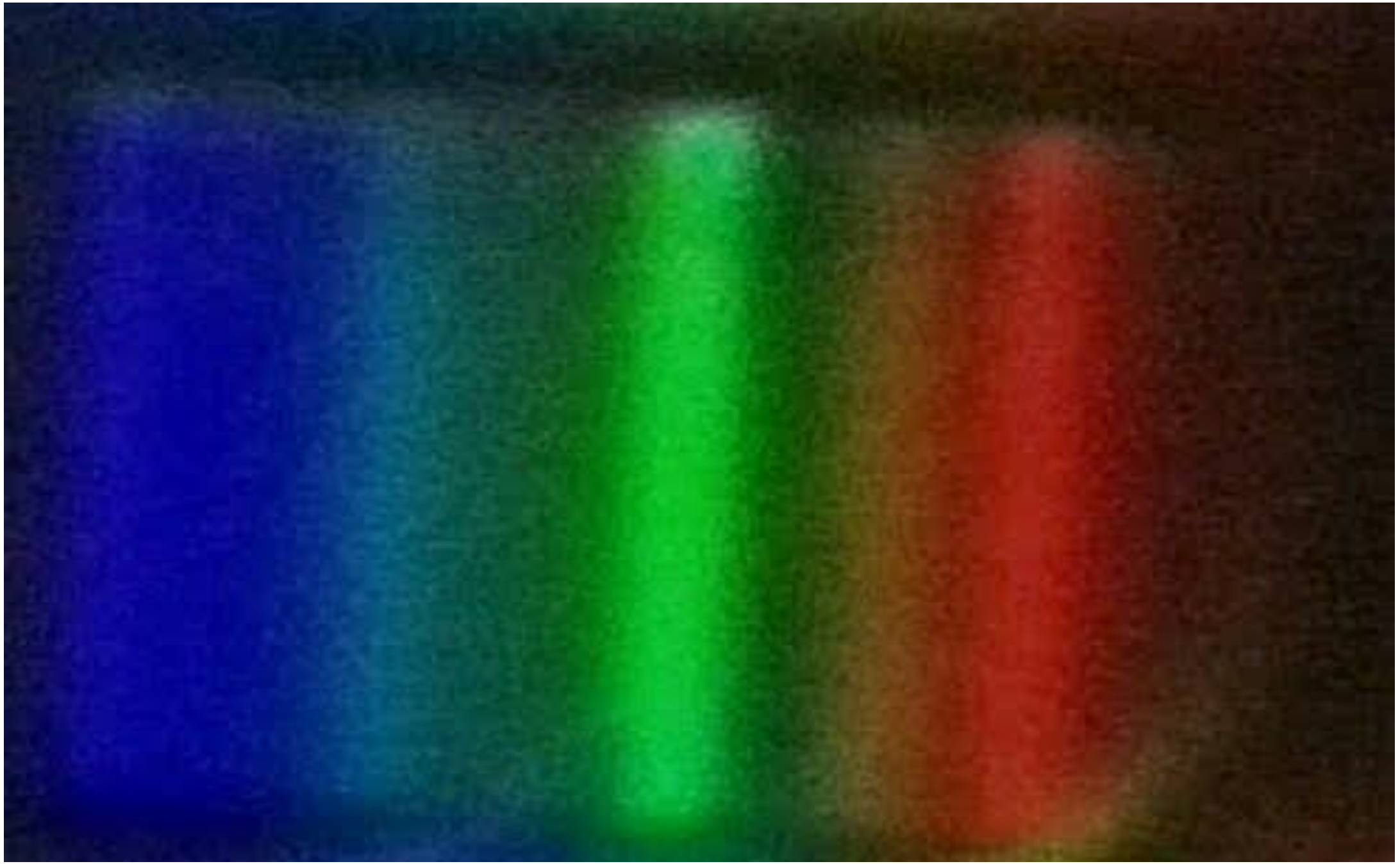
shutterstock
www.shutterstock.com · 218576503

www.shutterstock.com · 401340583

الضوء الأبيض والألوان الأساسية White Light and Primary Colours

الأبيض هو لون لا صبغي ، مما يعني أنه لون بدون تدرج. لقد كان عنصرًا أساسيًا في الفن والتاريخ والثقافة للعديد من العصور. وقد تم تسجيله كأول لون يستخدم على الإطلاق في الفن ، حيث استخدم فنانو العصر الحجري القديم الكالسيت الأبيض والطباشير للرسم. يعتبر اللون الأبيض النقيض الرمزي للأسود ، حيث يشكل اللونان معًا رموز الخير والشر ، الليل والنهار ، النور والظلام ، إلخ. في الحقيقة هناك ثلاث الوان رئيسية ضرورية لتكوين كل الألوان الأخرى وتسمى أيضا الألوان الأساسية المضافة Additive Primary Colours وهي (الأحمر والاخضر والازرق) وهي الألوان المالوفه في RGB المستخدمة في التلفزيون وشاشة الكمبيوتر والفيديو.



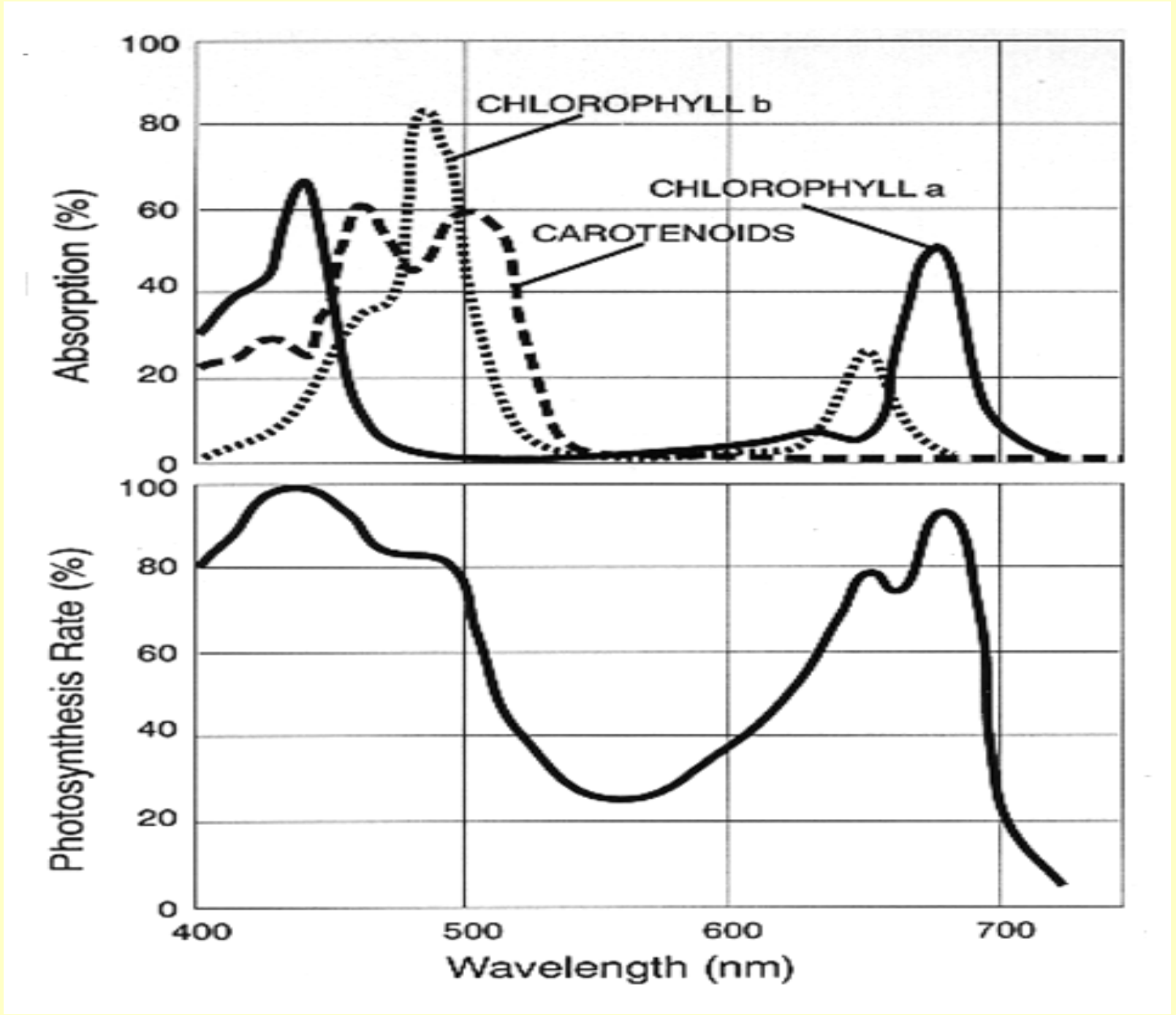


أشعاع التركيب الضوئي

بالمعنى الواسع ، فإن الإشعاع النشط ضوئيًا (PAR) هو جزء من الإشعاع الكهرومغناطيسي الذي يمكن استخدامه كمصدر للطاقة لعملية التمثيل الضوئي بواسطة النباتات الخضراء. من الناحية الفنية ، يتم تعريفه على أنه إشعاع في النطاق الطيفي من ٤٠٠ إلى ٧٠٠ نانومتريتم التعبير عنها إما من حيث كثافة تدفق الفوتون الضوئي (PPFD، فوتونات مليمول م ٢ ثانية ١) ، نظرًا لأن التمثيل الضوئي هو عملية كمومية ، أو من حيث كثافة التدفق المشع الضوئي (إشعاع PAR، W٠ م ٢) ، أكثر مناسب لدراسات توازن الطاقة

تمت دراسة الاستجابة الضوء للنباتات الخضراء بشكل مكثف خلال القرنين الماضيين. وقد كان العالم Keith J. McCree أحد العلماء في طليعة هذا البحث الذي كان أستاذًا لعلوم التربة والمحاصيل في جامعة Texas A&M University وحاصل على درجة الدكتوراه. في الفيزياء. خلال أوائل السبعينيات ، نشر العديد من المقالات الأساسية حول الامتصاص والتمثيل الضوئي لـ ٢٢ نباتًا مختلفًا من المحاصيل المزروعة في الحقول وغرف النمو. وقد تحقق McCree من صحة النطاق الطيفي من ٤٠٠ إلى ٧٠٠ نانومتر كتعريف مقبول لـ PAR وبالتالي نشر منحنى McCree Curve المعروف الذي يطابق نشاط التمثيل الضوئي.

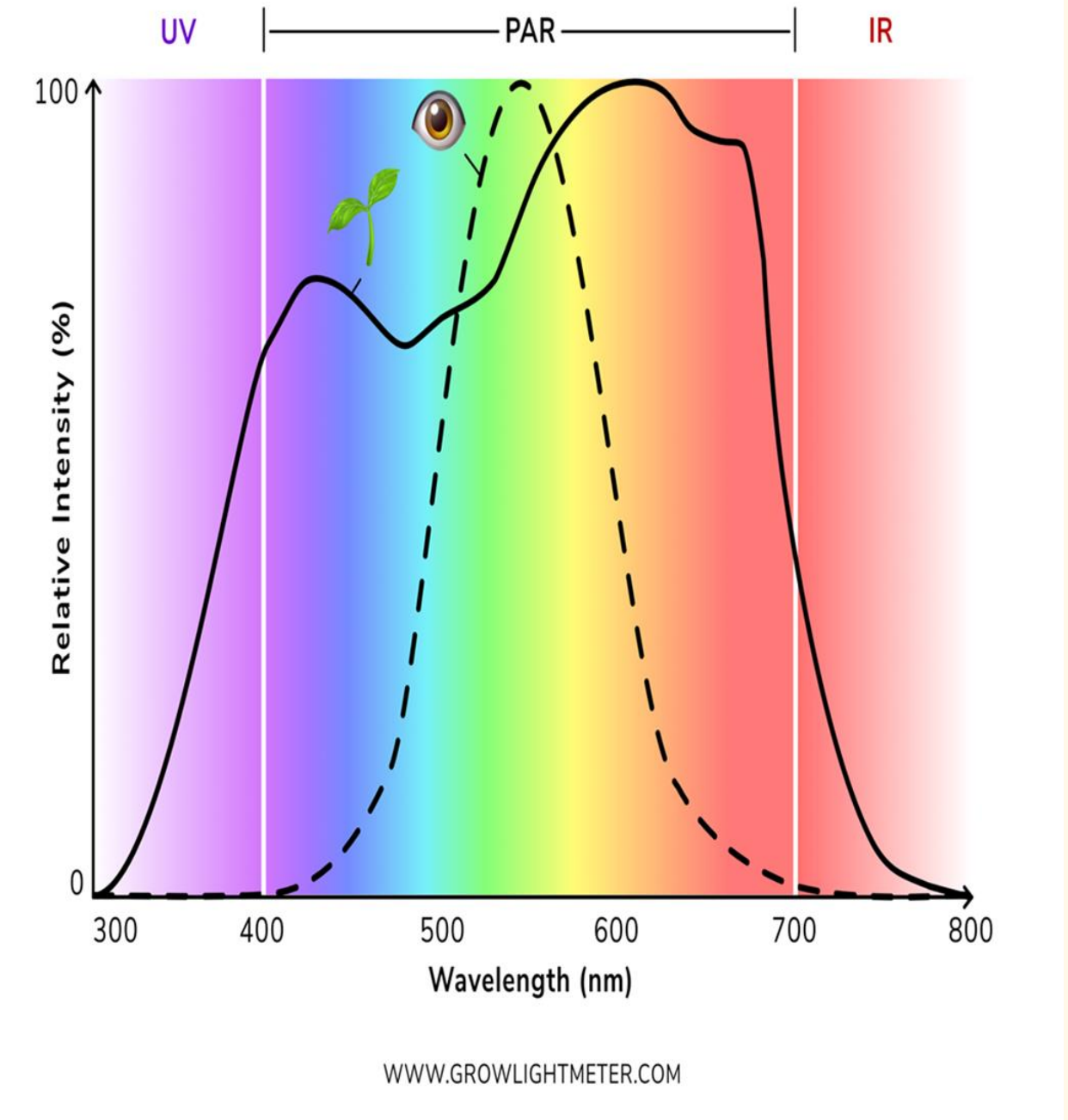
بالإضافة إلى منحنى ماكري البالغ من العمر ٥٠ عامًا ، يقوم العلماء في جميع أنحاء العالم بتقييم تأثير الضوء الذي يقع خارج نطاقه المحدد مثل الأشعة فوق البنفسجية (UV) والأشعة تحت الحمراء (IR) نتائج هذا البحث ليست واضحة تمامًا حتى الآن ، ولهذا السبب لا يزال منحنى مكري هو المعيار الذهبي في قياس الضوء للنباتات.


100
80
60
40
20
0
Absorption (%)
CHLOROPHYLL b
CHLOROPHYLL a
CAROTENOIDS
100
80
60
40
20
0
Photosynthesis Rate (%)
400
500
600
700
Wavelength (nm)

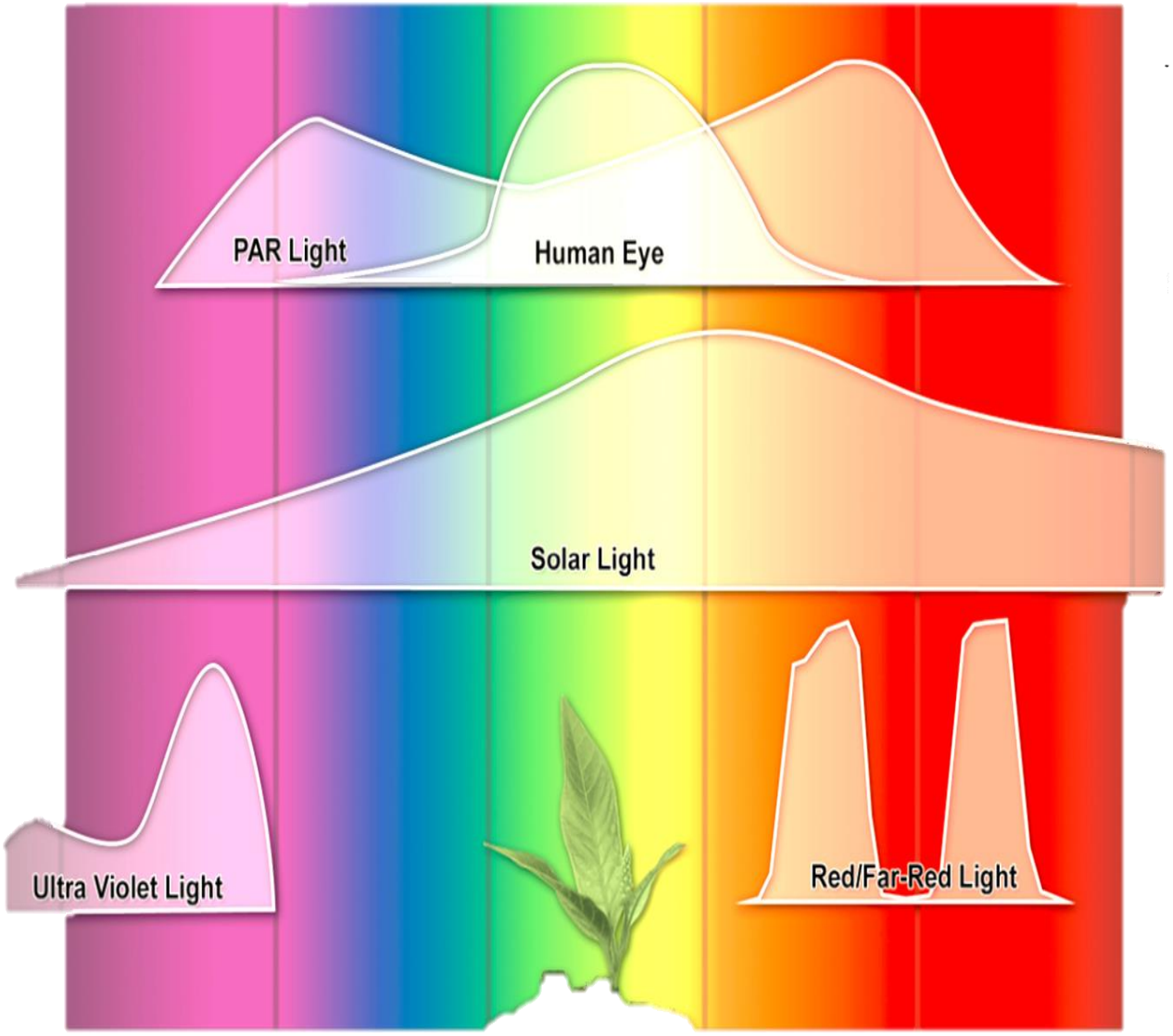
- النباتات حساسة لأطوال موجية من ٤٠٠ نانومتر إلى ٧٠٠ نانومتر. غالبًا ما توصف هذه الأطوال الموجية للضوء بمنطقة الإشعاع الضوئي النشط).على وجه التحديد ، تستجيب النباتات جيدًا لما يلي:

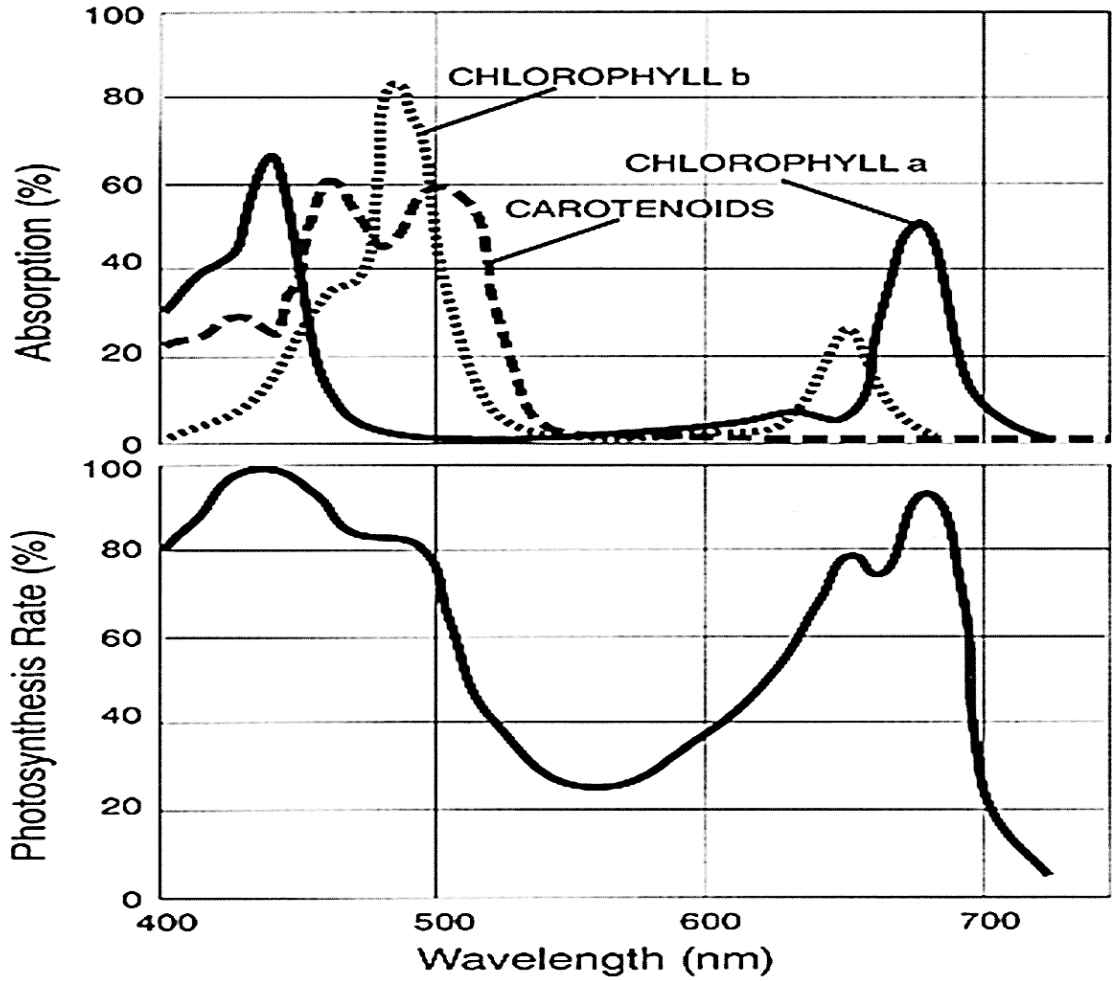
يشجع الضوء الأزرق (حوالي ٤٠٠ - ٤٦٠ نانومتر) على النمو الخضري ونمو الجذور القوي والتمثيل الضوئي المكثف

.الضوء الأحمر (حوالي ٥٨٠ نانومتر - ٧٠٠ نانومتر) مهم لعملية التمثيل الضوئي ، نمو الساق ، الإزهار ، إنتاج الفاكهة ، وإنتاج الكلوروفيل.



- اذا رجعنا الى منحنى الطيف الضوئي مرة ثانه نرى ان الطيف الذي قبل الـ ٤٠٠نانومتر والذي يخص الاشعه فوق البنفسجية ومابعد ال٧٠٠ نانومتر لايمكن لعين الانسان ان تراهها
- تستطيع عين الانسان ان ترى الضوء الأخضر بعشرة مرات عن باقي الألوان لانه اكثر سطوعا من باقي الألوان وهذا مايفسر عدم قدرة العين على رؤية باقي الألوان عند وجوده. لكن اعياننا تستطيع تمييزها او رؤيتها (الأزرق والاحمر عندما تكون شدتها عالية.
- بينما يستطيع النبات ان يتحسس جميع هذه الاطياف كلها بالتساوي.
- لذا لابد من استخدام مقاييس دقيقة لقياس هذا الطيف الضوئي
- فالـ Lux meter و الـ Candle meter فيه ما يعرف بالـ Photocell والذي يستطيع قراءة الضوء في اعلى شدة له عند ال٥٠٠- ٦٠٠ نانوميتر فهو بذلك مشابه لكيفية ادراك العين البشرية للسطوع . لذا هذا المقياس لا يمكن استخدامه لقراءة الضوء الذي يطابق منحنى الطيف الضوئي الخاص بالنبات (لان قرائته خاطئة)


PAR Light
Human Eye
Solar Light
Ultra Violet Light
Red/Far-Red Light


CHLOROPHYLL b
CHLOROPHYLL a
CAROTENOIDS
Absorption (%)
Photosynthesis Rate (%)
0
20
40
60
80
100
400
500
600
700
Wavelength (nm)

اذن كيف يتم قياس كمية الضوء أو كمية الطاقة التي تحملها الاطوال الموجية المختلفة الموجودة في الضوء والتي تحفز عملية التمثيل الضوئي؟ والذي يسمى الفيض الفوتوني لعملية التمثيل الضوئي Photosynthetic Photon Flux ويختصر بالـ PPF؟؟؟؟؟

يستخدم لهذا الغرض ما يعرف بالـــQuantum Meter

فما هو الـــــQuantum meter ؟؟؟؟؟؟؟؟؟

يقيس كثافة تدفق الفوتون الضوئي photosynthetic photon flux density (PPFD)بوحدات الميكرو مول / م² / ثانية.((µmol m-2 s-1

ماهي الفائدة العملية من استخدام الـــــQuantum Meter

بدون مقياس PAR، لا يمكنك ضبط موضع الضوء بشكل صحيح

بدون مقياس PAR، لا يمكنك ضبط ارتفاع الضوء بشكل صحيح فوق المظلة

بدون مقياس PAR، لا يمكنك ضبط تعتيم الضوء بشكل صحيح

بدون مقياس PAR، لا يمكنك معرفة ما إذا كانت مصابيحك قديمة أو بحاجة إلى التنظيف

يتم قياس هذه الكمية المادية بمستشعر الكم لجيب التمام (١٨٠ درجة) مثل LI-190R أو LI-192SA. يقيس مستشعر الكم LI-191R أيضًا PPFD. يوضح الشكلان ١ و ٢ Line الكم المثالي لمنحنى الاستجابة ومنحنى الاستجابة الطيفية النموذجيفي أجهزة الاستشعار الكمية LI-COR. الوحدات: ١ mol s-1 m-2 ≡ 1µE s-1 m-2 ≡ µ s-1 m فوتونًا 6.022 x 1017

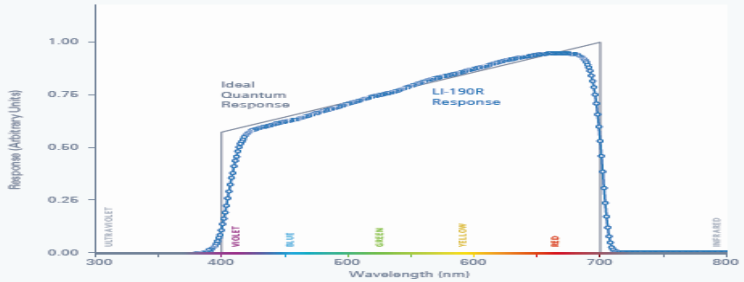


Figure 1. Typical LI-190R quantum response and the ideal quantum response displayed in energy units.

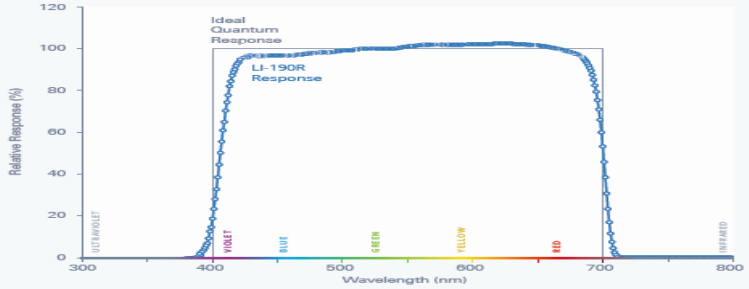


Figure 2. Typical LI-190R quantum response and the ideal quantum response displayed in photon units.

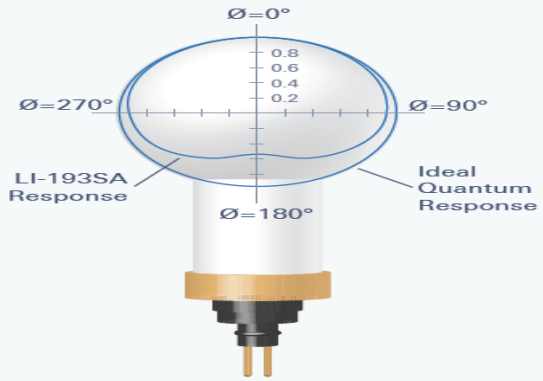


Figure 3. Typical Angular Response of the LI-193SA Spherical Quantum Sensor.

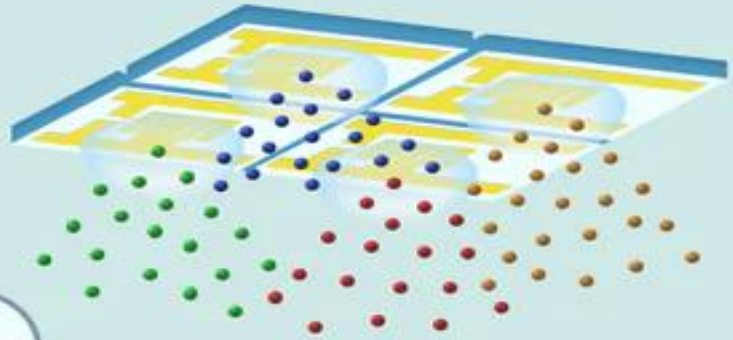
تعريف الـ PPF والـPPFD

- الـPPF ، يشير إلى عدد الفوتونات المنبعثة من مصدر ضوء معين ضمن الطول الموجي الذي يتراوح بين ٤٠٠ nmو ٧٠٠ .nm في الثانية. و تتم كتابة وحدات الـ PPFفي mol / s هو مقياس للعدد الإجمالي للفوتونات المنبعثة من مصدر الضوء.
- الـ PPFDيقيس كثافة هذه الفوتونات التي تسقط على سطح معين

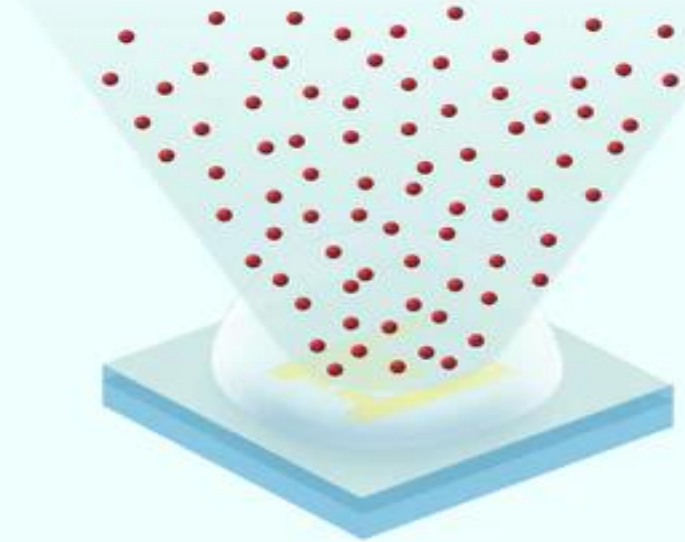
Idealized Photon

PPF

(Photosynthetic Photon Flux): the amount of all photons emitted from a light source in all directions per second

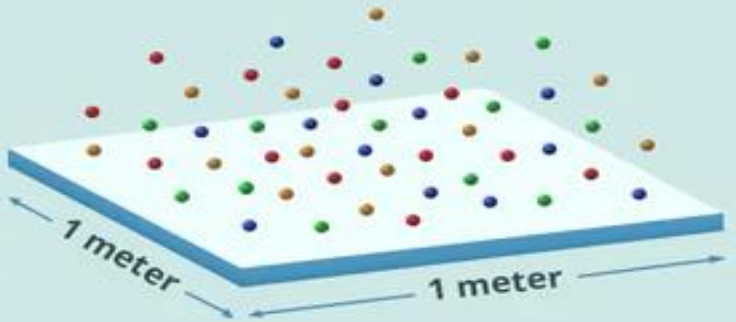


1 second



PPFD

(Photosynthetic Photon Flux Density): the amount of photons that hit one square meter per second



ما هو الوات(W)Watt؟

ربما تكون قد اتخذت الكثير من قرارات الإضاءة بناءً على القوة الكهربائية.

إذن ما هو الواط على أي حال؟ من الناحية الفنية ، إنها وحدة طاقة كهربائية تساوي ١ جول في الثانية.

يتم تصنيف المصابيح الكهربائية بالواط للإشارة إلى مقدار الطاقة التي تستهلكها.

إذن ما هو الواط على أي حال؟ من الناحية الفنية ، إنها وحدة طاقة كهربائية تساوي ١ جول في الثانية. يتم تصنيف المصابيح الكهربائية بالواط للإشارة إلى مقدار الطاقة التي تستهلكها.

هل للقوة الكهربائية للمصباح أي علاقة بالسطوع؟ حسنا نوعا ما. لوقت طويل ، ربط الكثير منا الواط بكمية الضوء التي يصدرها المصباح. بشكل عام ، هذا يعمل بشكل جيد مع المصابيح التقليدية المتوهجة. عادةً ما تعطي اللمبة المتوهجة ٦٠ واط حوالي ٦٥٠-٨٠٠ لومن. عادةً ما ينتج المصباح المتوهج ٢٥ وات حوالي ١٥٠ Lumens - إضاءة أقل بكثير. مع إدخال إضاءة أكثر كفاءة ، ليس من غير المألوف رؤية مصباح "مكافئ ٦٠ وات" يستخدم طاقة أقل بكثير وينبعث منه نفس القدر من الضوء تقريبًا. فيما يلي تفصيل:

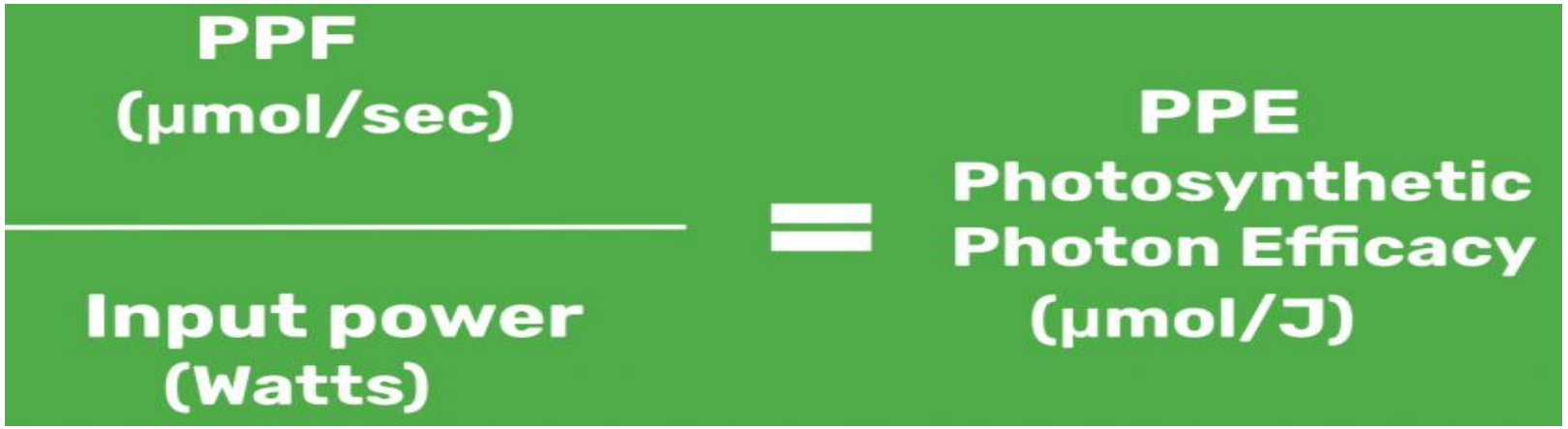
	Incandescent	Halogen	CFL	LED
Wattage	60W	42W	13-16W	5-9W
Lumens per watt (LPW)	13	18.5	60	75-100+

لذلك ، أثناء مقارنة المصابيح الكهربائية ، تذكر أن القوة الكهربائية هي مقياس لمقدار الطاقة التي سيستخدمها المصباح الكهربائي أثناء إنتاجه للضوء ، وستمنحك اللومن مقياسًا لمقدار الضوء الذي سينتجه.

ماذا تعني فعالية الفوتون الضوئي Photosynthetic Photon Efficacy PPE للمزارع ومربي النباتات؟

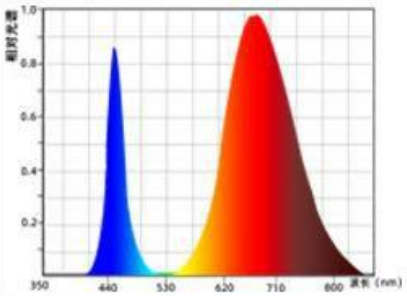
الفعالية هي مفهوم يمكن أن يساعدك على تحسين وتحويل استثماراتك الخفيفة للنمو وعوائد محصولك. لكي تدرك قيمتها بالكامل ، يجب أن يكون لديك فهم واضح لما يلي:

- الإشعاع النشط ضوئيًا PAR وكيف يؤثر نطاقه الطيفي على نمو النبات وتطوره.
- التمثيل الضوئي وكيف يمكن معالجة هذه العملية من خلال الاستخدام الذكي لأضواء النمو وتعديلات الطول الموجي.
- فعالية الفوتون الضوئي PPEكما تنطبق على PARوالأنواع المختلفة من أضواء النمو المتاحة في السوق.
- تعد فعالية الفوتون الضوئي PPEعاملاً حاسمًا لقياس فعالية إضاءة النبات ويجب مراعاتها عند الاستثمار في أي نوع من حلول الإضاءة.
- على سبيل المثال ، يشير GPN Magإلى أن مصباح الصوديوم عالي الضغط بقدرة ٤٠٠ واط =PPE ٠,٩ µmol·J بينما يحتوي مصباح HPSمزدوج النهاية بقدرة ١٠٠٠ واط = PPE ١,٧µmol·J

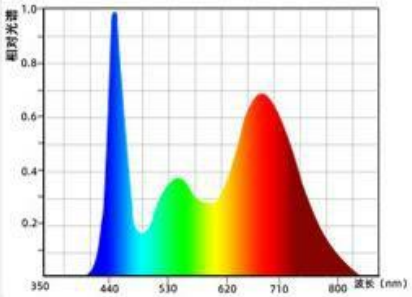


أصبحت مصابيح LED فعالة بشكل متزايد وأصبحت قيم الـــPPE الخاصة بها أعلى بشكل متزايد مما يعني أنك بحاجة إلى الحصول على صورة واضحة لكيفية تأثير هذه الأضواء على جودة المحاصيل والإنتاجية.

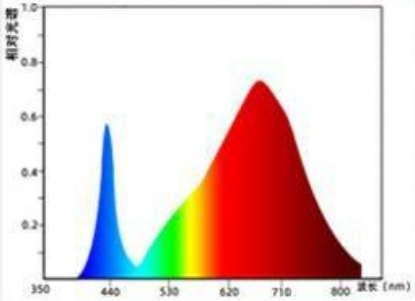
F01全光谱　光色:粉紫色　适用:叶菜类/瓜果类/绿植通用

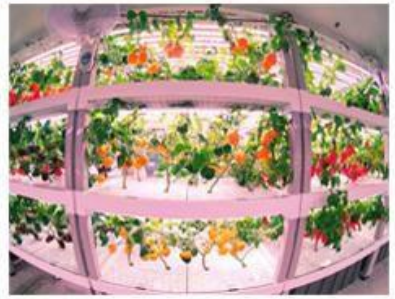


F04全光谱　光色:白光偏粉红　适用:育苗/花卉/多肉/根茎类



F06全光谱　光色:粉红偏红　适用:果实/花卉/爬藤类



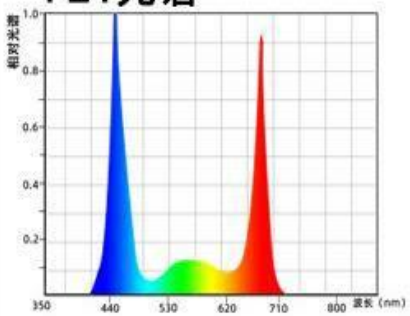


根茎类/芽菜类/育苗

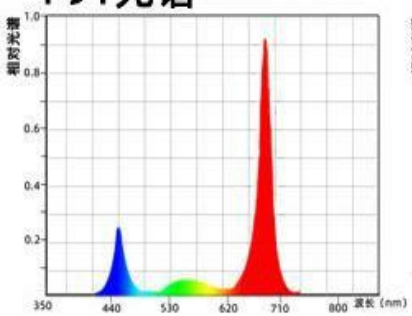
开花类/结果类

全功能大棚补光

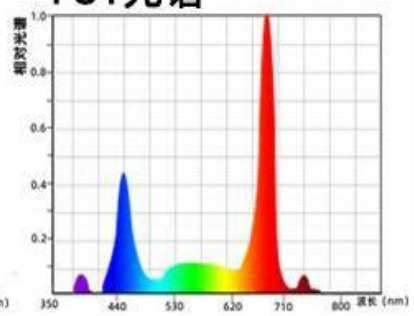
F21光谱

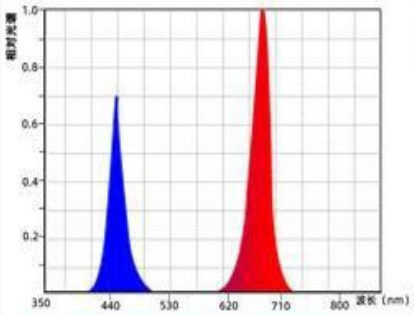


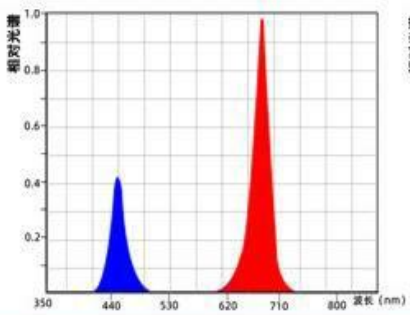
F91光谱

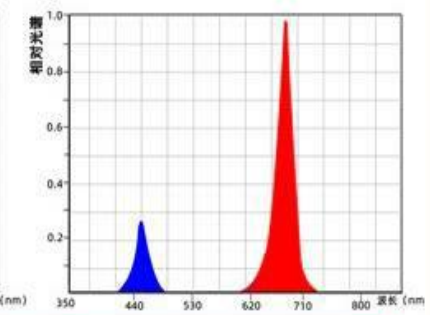


F81光谱









F31/F51/F71　育苗/叶菜类/芽菜类/多肉类/水果类/瓜类/树苗/草药类

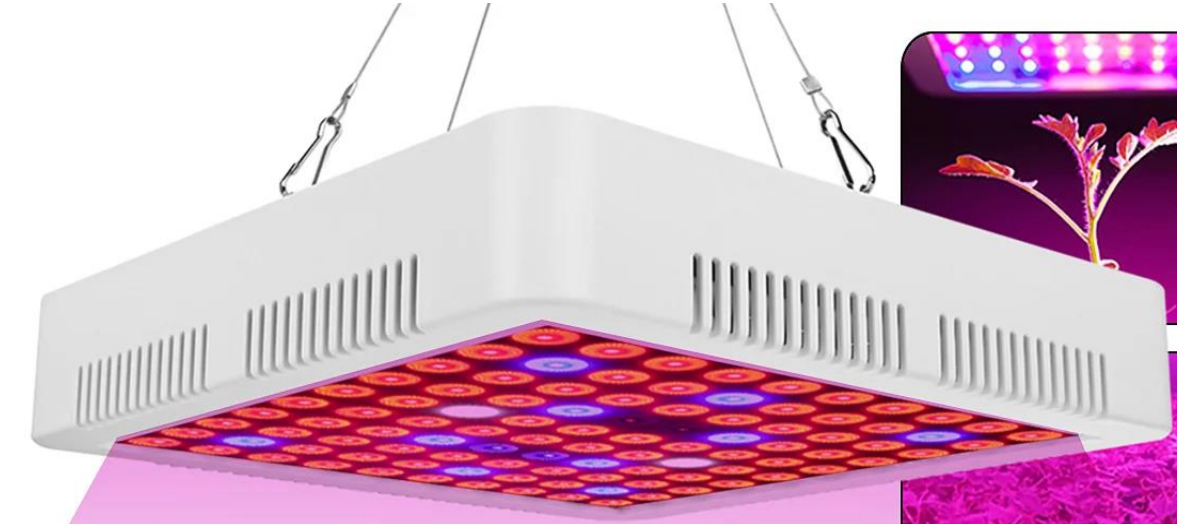
不同的植物需要不同的光谱，如需定制光谱可以联系客服

植物灯管参数

单/双排发光角

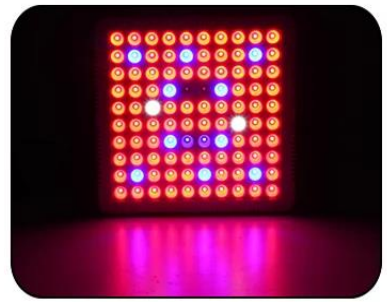
V型发光角

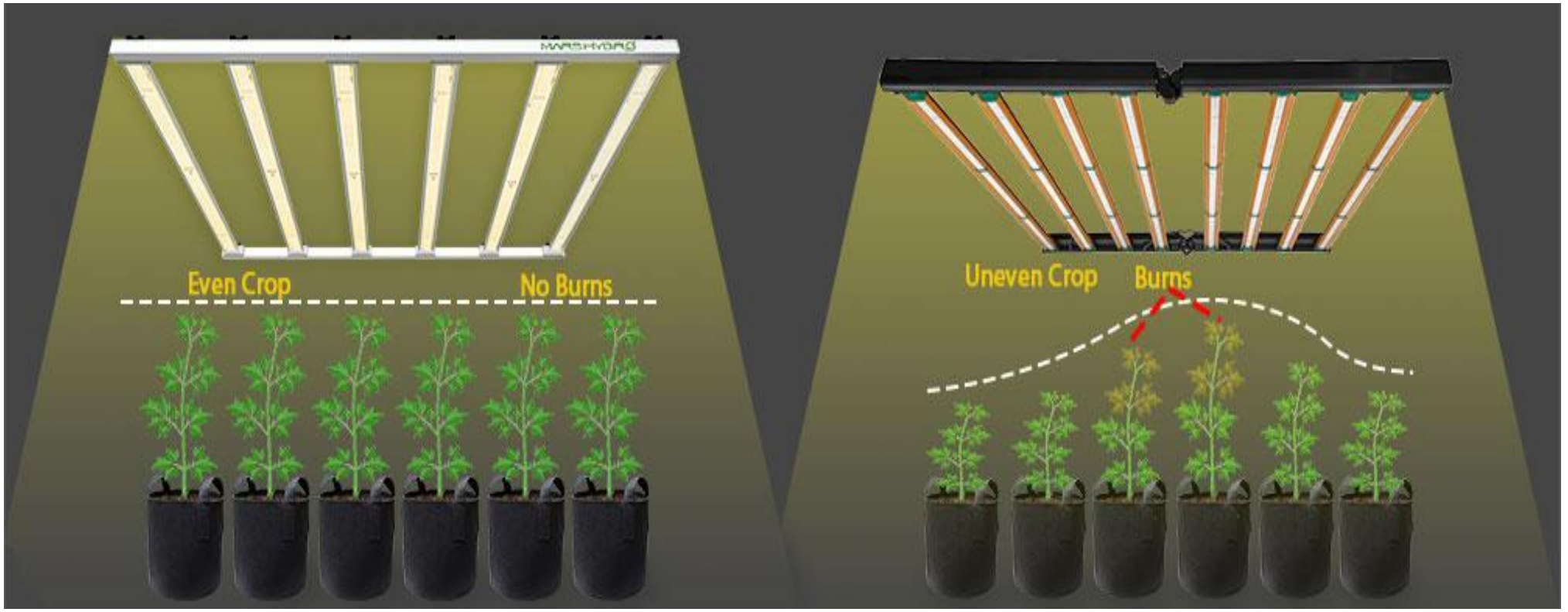
	单排			双排 / V型(270°发光角)		
输入电压:	85v~265v					
规格长度:	0.6m	0.9m	1.2m	0.6m	0.9m	1.2m
功率:	9w	14w	18w	18w	28w	36w
PPF	24 umol/s	36 umol/s	48 umol/s	48 umol/s	72 umol/s	96 umol/s
PPE	2.5 umol/J　(DLC标准: >1.9umol/J)					
PPFD(安装高度30cm)	150 umol/m²/s（平均值）			300 umol/m²/s（平均值）		



4000W

LED PLANT PANEL GROW LIGHT





يعد توحيد الإضاءة أمرًا ضروريًا لأنه كلما تم توزيع الضوء بشكل متساوٍ ، زاد الضوء الذي يصل عبر المظلة بدلاً من التسرب إلى الهواء أو التركيز على بقعة واحدة. إذا كان ضوء نمو LEDيحتوي على توزيع PPFDغير متساوٍ ، فقد يؤدي ذلك إلى نقطة ساخنة واحدة قد تحرق نباتاتك. ستمتد النباتات أيضًا باتجاه المركز للحصول على مزيد من الضوء بسبب قلة الضوء المحيط بها ، ونتيجة لذلك ، سيكون للأوراق المحيطة عوائد أقل بكثير. على الرغم من أن بعض مصابيح LEDمصممة لتكون بمثابة إضاءة تكميلية في الدفيئة. ومع ذلك ، فإن مصابيح LEDهذه لن تفيد بالتأكيد في النمو الداخلي الطبيعي.ومع ذلك ، لن تعرف ذلك إذا نظرت فقط إلى قياس PPE. لهذا السبب من المهم دائمًا استخدام ضوء نمو LEDمع خريطة PPFDأفضل لأن ذلك سيجعل نباتاتك تنمو بشكل أفضل.

في النهاية ، توصلنا إلى استنتاج مفاده أن قيمة PPFDأكثر موثوقية بالنسبة للمزارعين لتقييم أداء مصابيح نمو .LEDأيضًا ، هناك نصيحة صغيرة لاختيار أي مصابيح LEDوهي إلقاء نظرة واضحة على خرائط PPFDالخاصة بهم. لا تنخدع بقياسات PPEالعالية فقط

Daily Light Integral (DLI)

هو العدد الإجمالي لفوتونات الإشعاع النشط ضوئيًا PARتقليديًا تلك التي تتراوح بين ٤٠٠-٧٠٠ نانومترالتي تحدث في منطقة ما على مدار اليوم. DLIهي **دالة لكل من شدة ومدة ضوء التمثيل الضوئي الساقط على الهدف خلال يوم واحد ويتم التعبير عنها بشكل شائع على أنها مولات الضوء لكل متر مربع في اليوم** لإجراء قياس دقيق للمؤشر DLIخلال يوم مع تغيير مستويات الضوء ، يجب استخدام مستشعر كم عالي الجودة مع مسجل بيانات لتسجيل وجمع جميع القياسات من اليوم. يقيس مستشعر الكم ، المعروف أيضًا باسم مستشعر PARأو (PPFDكثافة تدفق الفوتون الضوئي) ، شدة الضوء الناتج عن التمثيل الضوئي على الهدف. يُعرَّف ضوء التمثيل الضوئي عالميًا بأنه وزن متساوٍ لجميع الفوتونات بين ٤٠٠-٧٠٠ نانومتر. تُظهر الأبحاث الحديثة أن الفوتونات بين ٤٠٠-٧٥٠ نانومتر هي أيضًا ضوئية ويجب احتسابها في المؤشر .DLI لتحديد DLIلمنطقة مضاءة بمصدر ضوء مع خرج ثابت ومدة معروفة ، يمكن إجراء قياس PARلحظي واستخدامه لحساب المؤشر :DLI

$$DLI = PAR * (number\ of\ hours) * (3600\ s\ hr^{-1}) / 1{,}000{,}000\ \mu mol$$

حيث PARهي القياسات اللحظية بوحدات $\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$، وعدد الساعات هو إجمالي عدد ساعات تشغيل الضوء خلال فترة ٢٤ ساعة ، و ٣٦٠٠ هو عدد الثواني في الساعة ، و ١،٠٠٠،٠٠٠ هو عدد µmol في مول واحد. على سبيل المثال ،

إذا كان PARاللحظي من مصدر ضوء معين هو ٦٠٠ $\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$وكان الضوء مضاءً لمدة ١٢ ساعة ، فإن المؤشر المرتبط بالضوء هو ٢٥.٩ $mol\ m^{-2}\ d^{-1}$

$$DLI = 600\ \mu mol\ m^{-2}\ s^{-1} * (12\ hours) * (3600\ s\ hr^{-1}) / 1{,}000{,}000\ \mu mol = 25.9\ mol\ m^{-2}\ d^{-1}$$

GENERALIZED PLANT RESPONSES TO DIFFERENT LIGHT LEVELS

Relative Light Level	DLI* - Daily Light Integral	Light Intensity** at Noon	Generalized Plant Growth Response
Very Low	2 to 5	100 to 200	Poor quality
Low	5 to 10	200 to 400	Minimum acceptable
Medium	10 to 20	400 to 800	Good quality
High	20 to 30	800 to 1,200	Excellent quality
Very High	30 to 60	1,200 to 2,000	Excellent quality

Note: It is not possible to make a direct conversion between an instantaneous light measurement and the Daily Light Integral. Also, temperature is a key factor in plant quality and growth. Source: Hamrick, Debbie, ed. Ball Red Book. Batavia, IL: Ball Publishing, 2003.

	DLI	Recommended for LEDs?	Sunlight, Broadband Lights	Wavelengths
PQ-100X	Yes	No	Yes	370-650 nm
PQ-110X	Yes	No	Yes	370-650 nm
PQ-500	Yes	Yes	Yes	400-700 nm
PQ-510	Yes	Yes	Yes	400-700 nm
PQ-610	Yes	Yes	Yes	400-750 nm
PQ-612	Yes	Yes	Yes	400-750 nm
P2-141	Yes	Yes	Yes	400-700, 700-760 nm
P2-142	Yes	Yes	Yes	400-700, 700-760 nm

شكرا لحسن اصغائكم