



2023

14. Luz

R2: SCRAPY Guide

Número do projeto: **2021-1-FR01-KA220-SCH-000031617**



 Co-funded by
the European Union

O apoio da Comissão Europeia à produção desta publicação não constitui um endosso do conteúdo, que reflete apenas as opiniões dos autores, e a Comissão não pode ser responsabilizada por qualquer uso que possa ser feito das informações nele contidas.

ECAM EPMI
30/04/2023

Índice

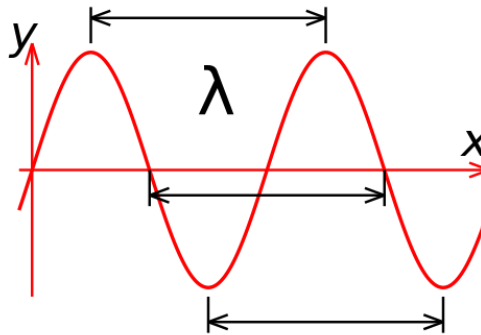
1 Introdução	2
2 Comprimento de onda	2
3 Intensidade	2
4 Luzes visíveis versus luz invisível	3
5 Luz Ultravioleta	3
5.1 Ultravioleta-A	4
5.2 Ultravioleta-B	4
5.3 Ultravioleta-C	5
6 O olho humano	6
6.1 Percepção da Cor	6
6.2 Percepção da Intensidade	8
6.3 daltonismo	8
7 Luz infravermelha	9
8 Infravermelho próximo	9
9 Infravermelho de comprimento de onda longo	10
10 Conclusão	12

1 Introdução

A manipulação da luz é uma habilidade muito útil para qualquer funileiro eletrônico. Da iluminação à detecção de distância, a luz faz a ponte entre o eletrônico e o físico de inúmeras maneiras úteis.

2 Comprimento de onda

A principal característica definidora de um feixe de luz é o seu comprimento de onda. A luz viaja através do espaço como uma onda, e a distância entre dois picos de onda é o comprimento de onda desse feixe de luz. Em termos humanos, o comprimento de onda é o que determina a cor de um feixe de luz.



O comprimento de onda é geralmente denotado pelo caractere grego λ (pronuncia-se "lamb-da") (Imagem do usuário da Wikipédia Dicklyon).

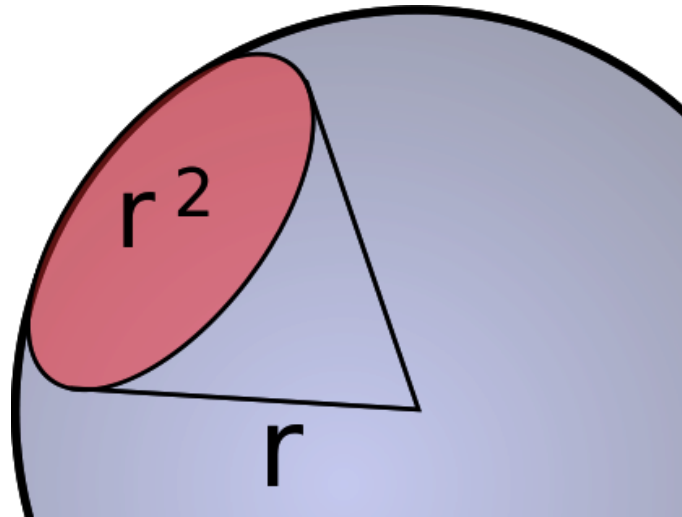
Como nada na física pode ser simples, um feixe de luz também se comporta como um fluxo de partículas, ou fótons (masoquistas podem se referir a este artigo sobre a dualidade onda/partícula da luz).

https://en.wikipedia.org/wiki/Wave%E2%80%93particle_duality

A luz de comprimento de onda mais curto tem mais energia por fóton.

3 Intensidade

A outra característica de um feixe de luz é a sua intensidade. A intensidade radiante é medida pela velocidade a que a energia cruza a superfície da esfera delimitada por esse círculo no topo do cone de gelado, em watts por esterradiano. Para entender isso, imagine uma esfera com uma pequena estrela no centro. A luz está se espalhando da estrela em todas as direções igualmente. Agora, adicione um cone de sorvete com seu ponto no centro da estrela, estendendo-se até a superfície da esfera. O ângulo na parte inferior do cone é um radiano (há 2π radianos em um círculo; um radiano é aproximadamente $57,3^\circ$). A área definida por este cone de sorvete imaginário é chamada de esterradiano.



Representação gráfica de um estereadiano. A intensidade radiante de um feixe de luz é descrita pela potência do feixe de luz dividida por esta área de superfície (Imagem cedida pela Wikimedia Commons.)

4 Luzes visíveis versus luz invisível

Quando falamos de luz, geralmente nos referimos à luz visível - as coisas maravilhosas do arco-íris e do sol. A luz, no entanto, abrange uma gama muito, muito ampla de comprimentos de onda. Isto é referido como o espectro eletromagnético.

Em uma extremidade, há raios gama e raios-X, que são desagradáveis, radiação eletromagnética ionizante de alta energia que é fundamentalmente incompatível com a vida. No outro extremo, ondas de rádio de muito baixa frequência e comprimento de onda longo transportam informações através de grandes distâncias, produzindo vislumbres das próprias origens do próprio universo.

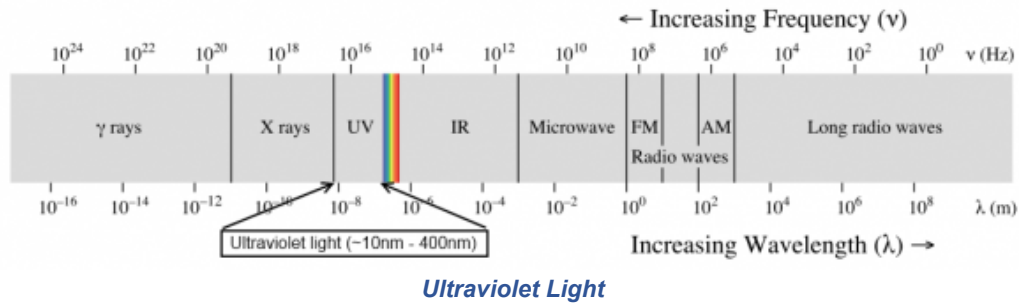
Neste artigo, vamos nos ater à luz visível e às áreas mais próximas a ela: infravermelho e ultravioleta. Do ultravioleta ao infravermelho distante, a luz se comporta de forma bastante semelhante ao que estamos acostumados a ver com a luz visível: sombras são projetadas, lentes podem focalizá-la, ela pode ser difundida por, digamos, uma folha de papel branca, etc. Uma vez que você se move para os comprimentos de onda mais longos e mais curtos, as coisas começam a ficar estranhas, e reservaremos uma discussão sobre isso para outra lição.

Vamos discutir a luz em três grupos diferentes: ultravioleta, visível e infravermelho. A luz ultravioleta é a luz que tem um comprimento de onda ligeiramente mais curto do que a luz visível; infravermelho, é apenas um pouco mais longo. Dos três grupos, visível e infravermelho são um pouco mais úteis e comuns em eletrônica, e vamos dar-lhes correspondentemente mais tempo.

5 Luz Ultravioleta

A luz ultravioleta é a luz entre 10nm e 400nm, o que a coloca entre os raios X e a luz visível. O ultravioleta pode ser muito prejudicial para as formas de vida - você

provavelmente está mais familiarizado com seus efeitos na forma de queimaduras solares.



5.1 Ultravioleta-A

UVA (comprimento de onda de 315nm a 400nm) é a banda de energia mais baixa da luz ultravioleta. É quase visível para os seres humanos, e muitos insetos, e até mesmo alguns pássaros, podem ver nesta faixa de luz. Lâmpadas brancas, fluorescentes e LEDs brancos funcionam expondo um material à luz UVA, que absorve os fótons UVA e emite fótons no espectro visível, parecendo branco para nós.

O UVA também é frequentemente utilizado para detectar documentos contrafeitos; como proteção contra a contrafação, muitos documentos (passaportes, cartas de condução e notas, para citar alguns) incluirão uma marca de água que brilha sob a radiação UVA. Os cartazes de luz negra são outro exemplo de coisas que reagem à luz UVA, e lixívia, sabão e muitos materiais biológicos também brilham quando expostos aos raios UVA.



Recursos antifalsificação em uma nota de US \$ 20 revelada por um LED UVA de 400nm.

A maior parte da luz UVA num raio de sol atinge a superfície terrestre.

5.2 Ultravioleta-B

UVB (280nm a 315nm) é um nível de energia de luz mais elevado do que UVA. Encontra-se na luz solar e é responsável não só pelos danos na pele que causam queimaduras solares e cancro da pele, mas também pela síntese de vitamina D no corpo humano. Também é produzido por tochas de soldadura; Mesmo uma breve exposição ao flare de uma tocha de soldadura, e mesmo a uma distância razoável, pode causar sérios danos oculares se o espectador não estiver protegido.



As tochas de soldadura criam muita luz UVB e UVC. Os soldadores devem minimizar a exposição para evitar queimaduras solares e danos oculares (Imagem cedida pela Wikipedia).

A luz UVB é bastante bem bloqueada pelo vidro normal da janela; É por isso que pendurar um braço para fora de uma janela aberta do carro pode resultar em uma queimadura solar que afeta apenas esse braço. Richard Feynman (ganhador do Prêmio Nobel e notável músico de bongo) observou a explosão do teste nuclear Trinity usando o para-brisa de uma caminhonete para se proteger da radiação ultravioleta emitida pela explosão.

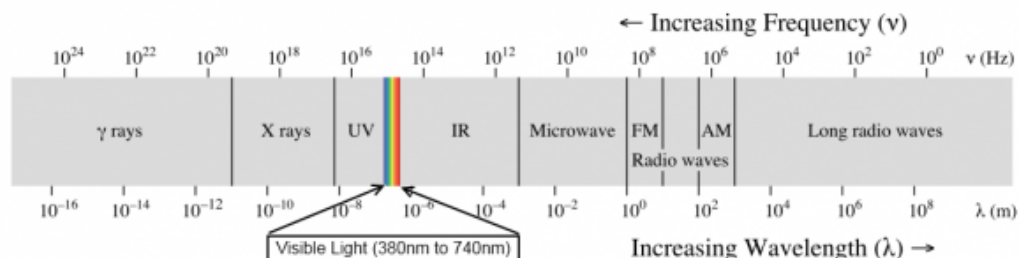
Apenas cerca de 10% da luz UVB emitida pelo sol atinge a superfície da Terra; os outros 90% são absorvidos pela atmosfera (principalmente pela camada de ozono).

5.3 Ultravioleta-C

UVC (100nm a 280nm) tende a ser o limite da luz UV interessante para nós. Quase nenhum UVC do sol atinge a superfície da Terra; a atmosfera faz um trabalho muito eficaz de rastreá-lo.

Nos maus velhos tempos, antes da memória EEPROM e da memória flash (que podem ser apagadas e reescritas eletronicamente), o único meio não volátil e não magnético de armazenamento eletrônico de dados era o EPROM. Uma vez que um EPROM foi escrito, ele só poderia ser apagado sendo exposto a uma forte fonte de luz UVC por 20-30 minutos. Para um amador, isso é muito tempo para esperar para descobrir se as alterações que você fez no seu código corrigiram um bug!

A luz visível é a luz na faixa de (aproximadamente) 380nm a 740nm. Isso pode variar; Os olhos de algumas pessoas serão capazes de detectar luz de comprimentos de onda mais baixos ou mais altos do que este, mas, em geral, os olhos da maioria dos seres humanos são sensíveis a esta região.



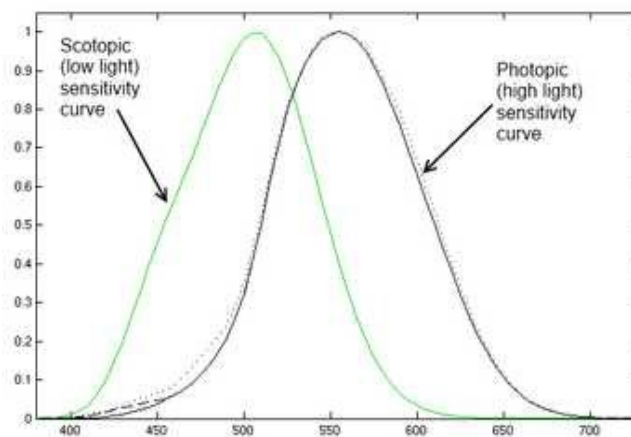
Luz visível

6 O olho humano

Há duas peculiaridades na forma como o olho humano percebe a luz: nossos olhos são sensíveis a diferentes comprimentos de onda em diferentes quantidades, e nossos olhos percebem a intensidade da luz logaritmicamente em vez de linearmente.

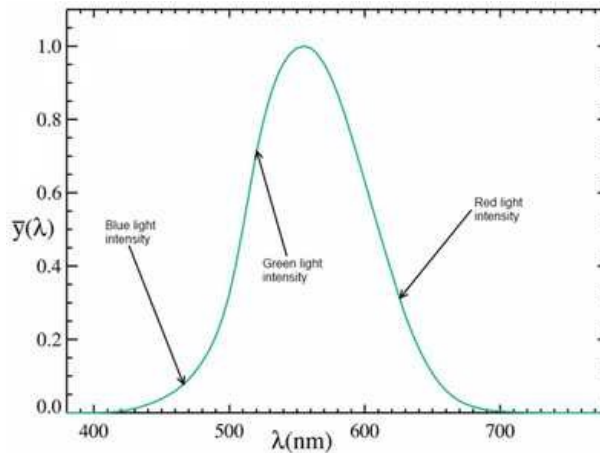
6.1 Percepção da Cor

Como você pode ver neste gráfico, nossos olhos captam diferentes comprimentos de onda de luz com diferentes eficiências, misturando as intensidades percebidas para produzir o que chamamos de "cor". Além disso, você também pode ver que, em baixos níveis de luz, nossa percepção de cor fica distorcida.



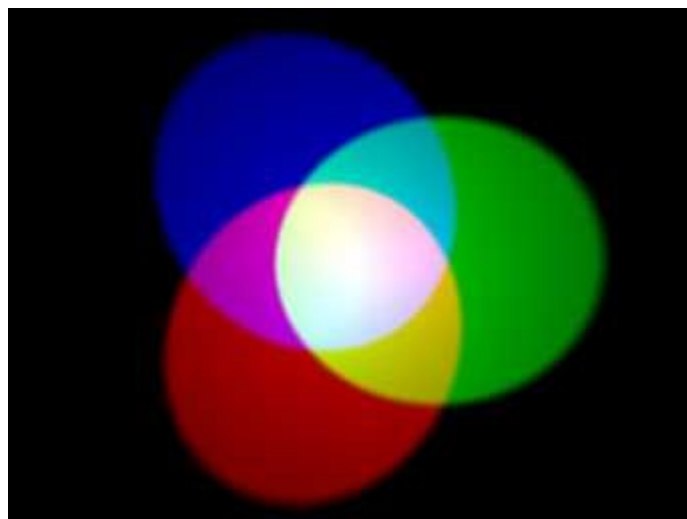
Curvas de luminosidade escotópica e fotópica para o olho humano. Estas curvas mostram a intensidade percebida de uma fonte de luz por comprimento de onda, assumindo que a intensidade radiante das fontes de luz é toda igual.

Por causa disso, uma unidade especial de intensidade de luz, a candela, foi desenvolvida. A candela pesa a intensidade de uma fonte de luz de acordo com a sua cor; Um olho humano perceberá que uma fonte de luz de uma candela tem brilho semelhante a outra fonte de luz de uma candela, independentemente do comprimento de onda. O brilho do LED é tipicamente dado em termos de milicandelas (mcd), e uma grande demonstração da diferença de intensidade percebida entre as cores pode ser vista quando se considera a intensidade de um LED RGB como este: 800mcd para o vermelho, 4000mcd para o verde e 900mcd para o azul. Marquei os comprimentos de onda dessas três cores (625nm, 520nm e 467.5nm) no gráfico abaixo.



As intensidades relativas dos LEDs azuis, verdes e vermelhos em um LED tricolor foram marcadas nesta curva fotópica. Compare as intensidades relativas (0,3 para o vermelho, 0,7 para o verde e 0,15 para o azul) com as classificações milicandela para as três cores dadas pela ficha técnica dos LEDs (800mcd, 4000mcd e 900mcd). As proporções não são exatas. Enquanto o azul tem um mcd ligeiramente maior do que o vermelho, o azul é mais baixo na curva. A classificação mcd para verde é maior do que ambas as cores na curva.

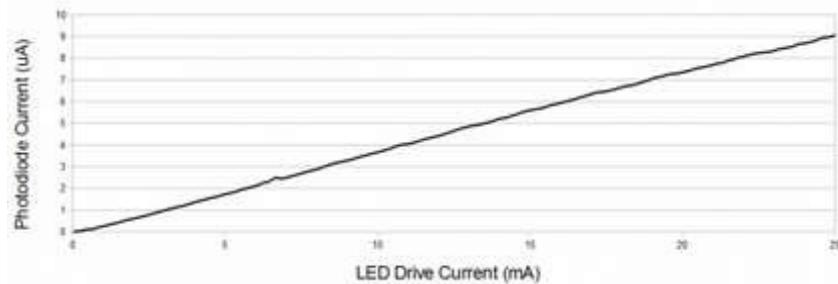
O olho pode ser enganado para detetar comprimentos de onda de luz que não estão presentes misturando diferentes comprimentos de onda; É por este princípio que a maioria dos ecrãs a cores funciona. Apenas três cores (alguma forma de vermelho, verde e azul) estão disponíveis; misturando essas três cores claras em diferentes intensidades, a grande maioria das cores naturais pode ser simulada (pelo menos, no que diz respeito aos nossos olhos).



Mistura de cores de fontes de luz vermelhas, verdes e azuis. Ao ajustar os níveis de luz, um grande número de outras cores claras pode ser simulado.

6.2 Percepção da Intensidade

Naturalmente, tendemos a pensar na luz como um fenómeno linear. Dadas duas fontes de luz, podemos razoavelmente perceber que uma é duas vezes mais brilhante do que a outra. Já vimos como isso pode ser afetado pela cor; Agora vamos considerar a intensidade da luz de uma única cor em relação à nossa percepção dela. A intensidade de um LED varia linearmente com a corrente que está sendo usada para acioná-lo.



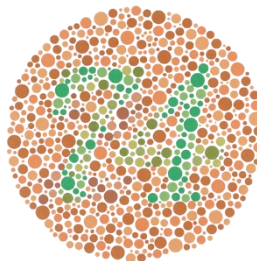
Os dados reais foram coletados apontando um LED para um fotodiodo e aumentando linearmente a corrente da unidade de LED de 0-25mA.

Por que é tão difícil? A saída de luz de um LED é linear, portanto, dobrar a corrente através do LED dobra a quantidade de energia luminosa que ele está emitindo. No entanto, o seu olho não responde linearmente, ele responde logaritmicamente. A razão para isso é simples: nossos olhos precisam nos fornecer informações úteis em uma ampla gama de condições de iluminação, desde a luz das estrelas até a luz do dia. Em uma noite sem nuvens sob uma lua cheia, a intensidade da luz é de apenas 1/440.000 da de um dia ensolarado, mas nossos olhos devem funcionar bem em ambos os extremos e em todos os lugares intermediários! Isso torna muito difícil avaliar o brilho relativo de uma fonte de luz linear.

6.3 daltonismo

O daltonismo não é, como o nome sugere, uma simples incapacidade de perceber a cor. Existem muitas variedades de daltonismo; O daltonismo vermelho-esverdeado mais comum, afeta quase 10% da população masculina em algum grau.

O daltonismo pode ser diagnosticado através de um teste simples, em que se pede ao sujeito que identifique padrões ou símbolos criados a partir de pontos de uma cor diferente contra um fundo de pontos de tamanho semelhante.

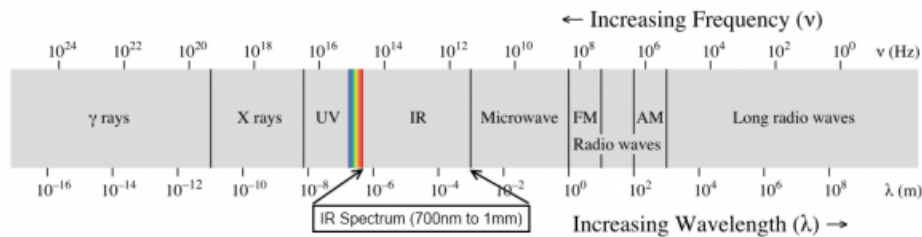


Placa de ensaio do teste de daltonismo de Ishihara. Uma pessoa com visão cromática normal verá o número 74; Os daltônicos podem ver o número 21 ou nenhum número, dependendo do tipo de deficiência presente.

Como uma gentileza para aqueles de nós com daltonismo, por favor, tente não usar a cor para transmitir informações. Bons exemplos de mau design incluem LEDs que mudam de cor para significar uma condição (verde significa "ok", vermelho significa "falha"), mapas usando uma gama de cores para conectar um valor numérico a uma região e cores de texto diferentes de branco sobre preto ou preto sobre branco.

7 Luz infravermelha

A luz infravermelha é uma luz com um comprimento de onda maior do que a luz visível, mas um comprimento de onda mais curto do que o micro-ondas. Foi arbitrariamente escolhido para começar em 700nm e parar em 1mm

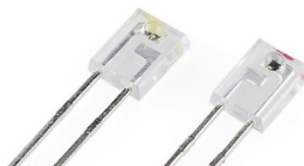


Infrared Light

(1,000,000nm), making it a far larger segment of the spectrum than ultraviolet or visible light. Something like 55% of the light energy reaching the earth's surface from the sun is infrared.

8 Infravermelho próximo

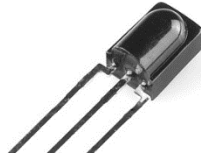
O infravermelho próximo é uma região de grande interesse em eletrônica: esta é a região dentro da qual os controles remotos infravermelhos, sensores de objetos e detetores de distância operam. Está pouco acima do alcance visível e é extremamente fácil de criar e detectar com tecnologias de estado sólido.



par emissor infravermelho/detector. Barato, mas extremamente suscetível à interferência da luz visível e infravermelha no ambiente.

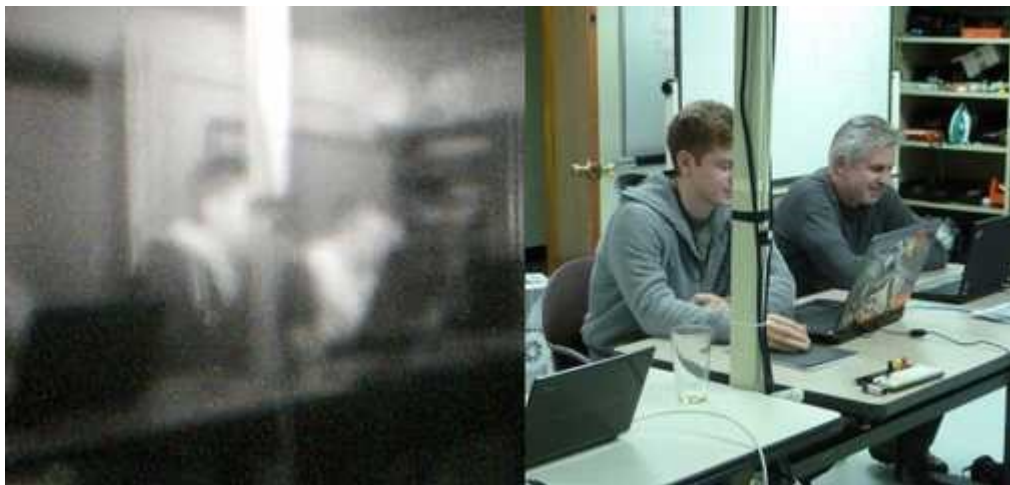
A banda do infravermelho próximo estende-se até 1400nm. Os comprimentos de onda do emissor comum são 850nm e 950nm. Há uma enorme quantidade de luz infravermelha próxima nos cercando em todos os momentos; O potencial de interferência com sinalização infravermelha e sensoriamento é grande. A maioria dos sistemas de sinalização infravermelha (como controles remotos infravermelhos resolver isso

modulando o feixe a uma frequência fixa, em vez de tentar filtrar a luz que não é do comprimento de onda desejado.



Módulo recetor IR modulado. Este pequeno IC procura luz infravermelha sendo pulsada a 38kHz e tenta interpretá-la como um sinal de dados.

O infravermelho próximo também é bem detetado por câmeras digitais. Tão bem detetado que a maioria das câmeras digitais tem um filtro físico para bloquear comprimentos de onda infravermelhos. Este filtro pode ser removido, permitindo maior sensibilidade na faixa do infravermelho. Um filtro simples que permite a passagem da luz infravermelha, mas bloqueia a luz visível, pode ser criado a partir de negativos de filme de 35 mm; O final do filme que não tem imagens é perfeito para isso.



Duas fotos da mesma cena. A imagem à esquerda foi tirada em uma sala escura com uma webcam barata que teve seu filtro infravermelho removido e substituído por negativos de filme, e a imagem à direita foi tirada com uma câmera padrão point-and-shoot.

9 Infravermelho de comprimento de onda longo

O infravermelho de comprimento de onda longo é a luz na faixa de 8000nm-15000nm. Esta é a zona de imagem térmica, de onde vêm todas aquelas incríveis imagens de cores falsas detalhando a temperatura relativa das coisas.



A mesma cena no espectro visível e no infravermelho de comprimento de onda longo. Observe que o saco plástico é opaco à luz visível, mas quase transparente ao infravermelho (cortesia da equipe do telescópio infravermelho Spitzer da NASA).

É um erro comum as pessoas entenderem mal a diferença entre imagens de infravermelho próximo e imagens de infravermelho de ondas longas. A imagem no infravermelho próximo é muito fácil de alcançar - os chips de imagem CMOS e CCD padrão podem detetar facilmente a luz na região do infravermelho próximo. IR de onda longa requer sensores especiais, uma vez que o feixe de luz tem um comprimento de onda 1000 vezes maior do que o infravermelho próximo. Isso requer uma geometria correspondentemente maior nos elementos do sensor.



Um sensor de temperatura IR de onda longa. O comprimento de onda mais longo requer uma região de deteção maior do que aplicações visíveis ou quase IR.

Outro uso cada vez mais familiar desta região é a gravura e corte a laser. A maioria dos cortadores a laser dependem de um tubo de laser CO₂ para gerar o feixe de laser em um comprimento de onda de 10640nm.

10 Conclusão

A luz é uma coisa fascinante e complexa, e nós apenas arranhamos a superfície nesta lição. Se você quer saber mais, aqui estão alguns excelentes recursos para conferir:

- Comunicação RI
- IR Control Kit Guia de Conexão
- Guia de conexão do sensor de luminosidade TSL2561
- Artigo da Wikipédia sobre luz ultravioleta
- Artigo da Wikipédia sobre luz visível
- Artigo da Wikipédia sobre luz infravermelha
- Artigo sobre diferentes comprimentos de onda do cortador a laser
- Luz visível e truques com o olho
- Teste de "QI de cor" - Quão próxima do "normal" está a sua visão cromática?