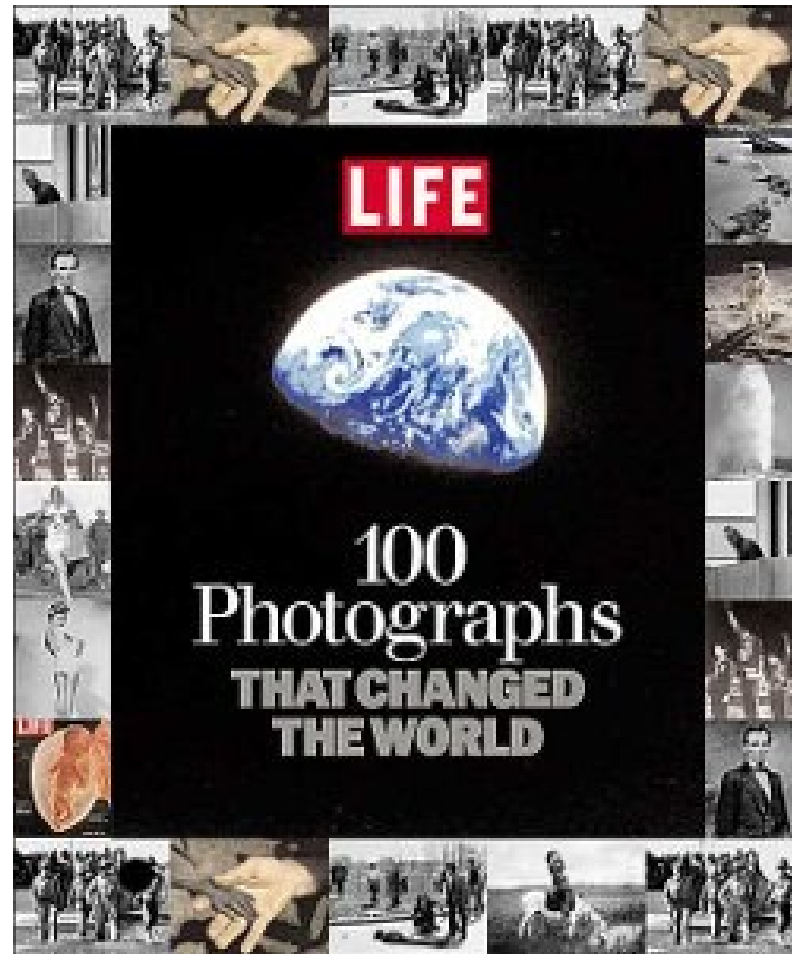


Digitalna fotografija pri pouku fizike

Aleš Mohorič, FMF, UL

SSS, 2021

Life – naj 100 fotografij



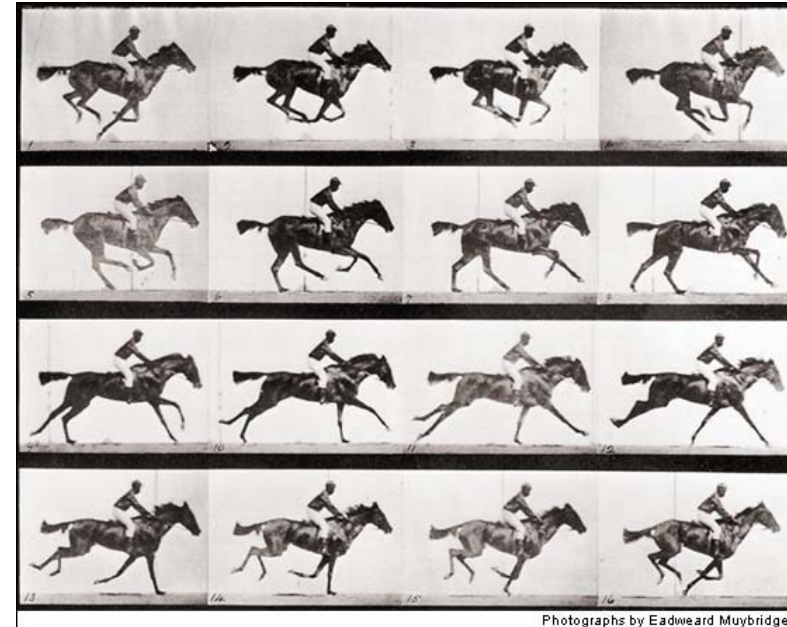
- Golobnjak in skedenj, Nicéphore Niépce, 1827: prva ohranjena fotografija, čas osvetlitve cca 10 ur



- Čistilec čevljev, Boulevard du Temple, Pariz, 1839, Louis Daguerre: prva oseba na fotografiji, zgolj slučajno, saj so bili na začetku časi osvetlitve dolgi več minut



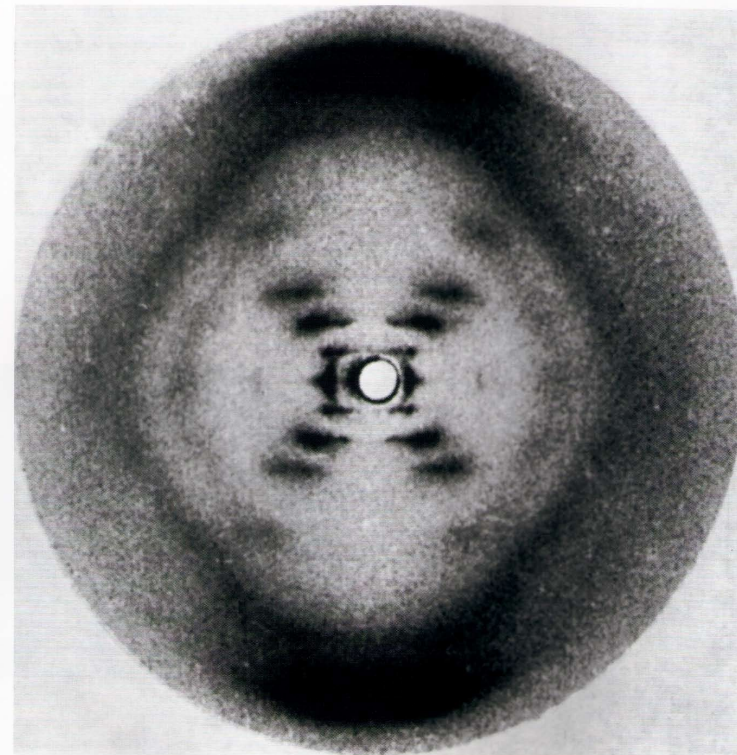
- Konj v galopu, 1872, Eadweard Muybridge, fotografija je bila posneta s serijo fotoaparátov, ki jih je prožil konj, ko je tekel mimo.



- Rentgenski posnetek roke, 1896, Wilhelm Konrad Roentgen, prva raba rentgenske, nevidne, svetlobe. Rentgen je dobil leta 1901 za odkritje sevanja prvo Nobelovo nagrado



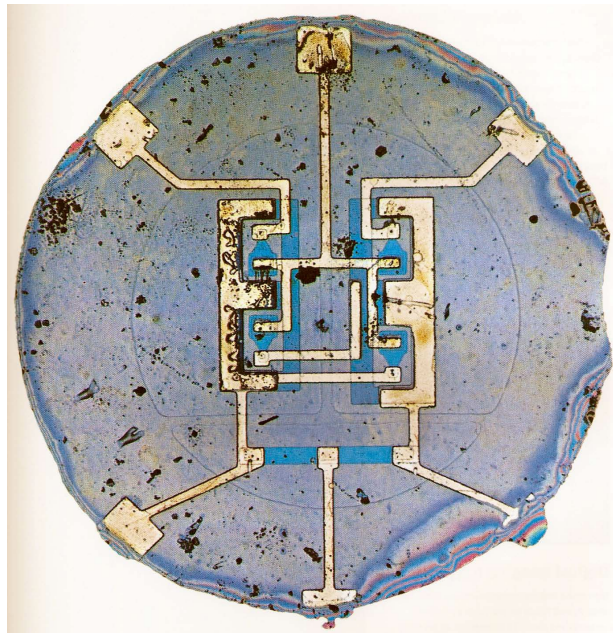
- Kaplja, 1950-a, Harold Edgerton, znan po izredno hitri fotografiji, slike zamrznjene v času
- Uklonska slika DNK, 1952, Rosalind Franklin.



- Sin, 1957, Russel Kirsch, prva digitalna slika, ločljivost 176×176



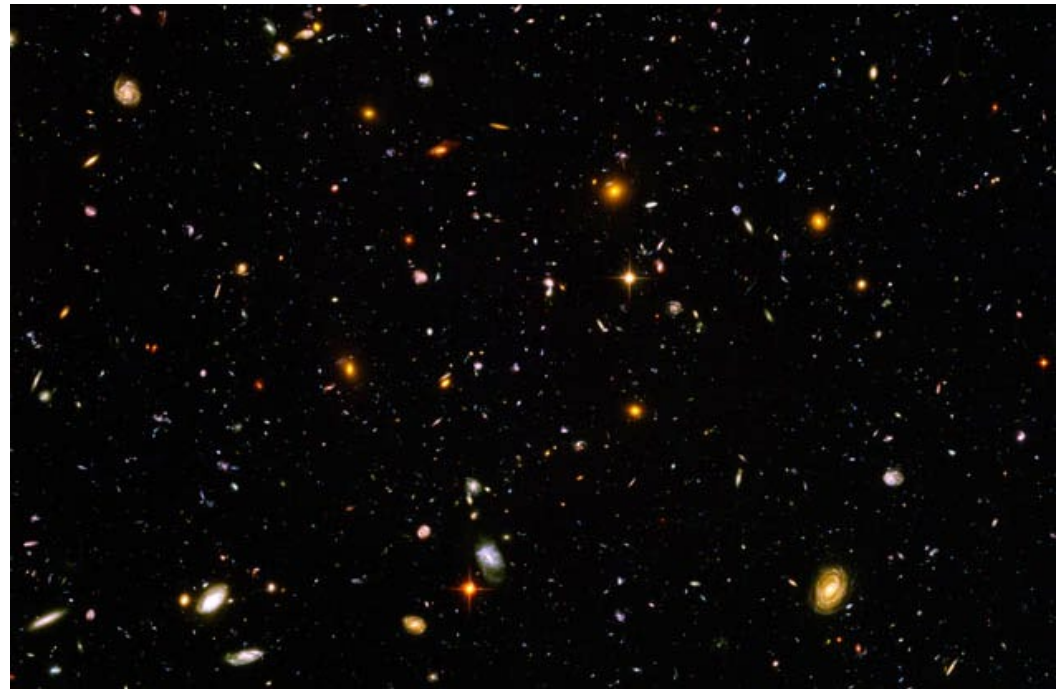
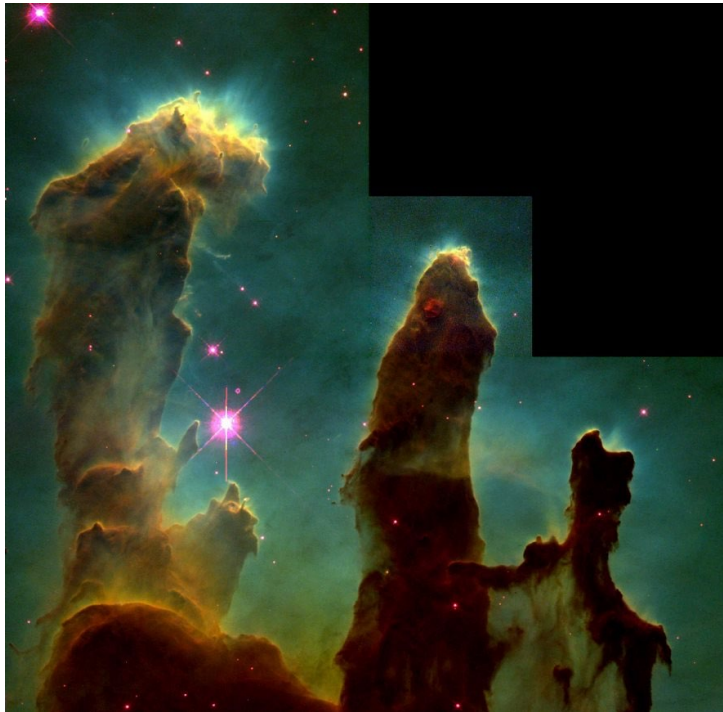
- Integrirano vezje, 1959, Robert Noyce



- Vzhod Zemlje, 1968, Bill Anders
- Meglica Svinčnik, 2003, Nasa, Hubble



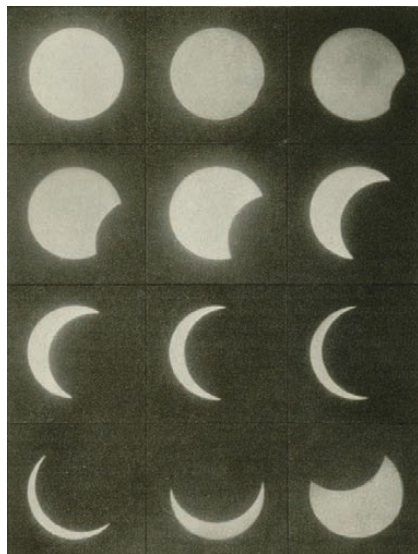
- Tu se zaključi nabor “naravoslovnih” fotografij revije Life. Od 100 jih je manj kot 10.
- Dodam dve Hubblovi posebni:
- stebri kreacije – valilnica zvezd, in “deep field” najbolj temni del neba je poln galaksije, pogled daleč v preteklost, v mlado vesolje



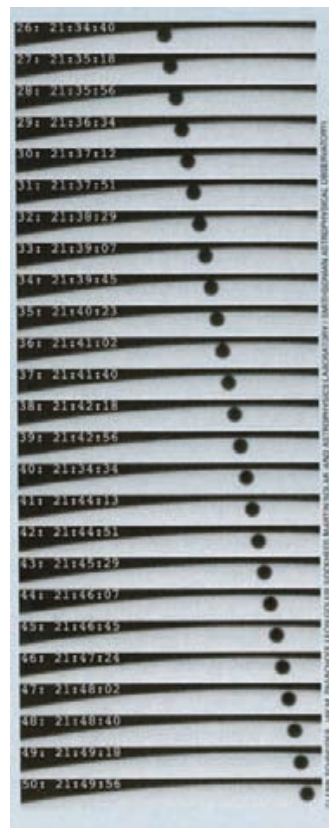
Jupiter, Paul and Prosper Henry, 1886



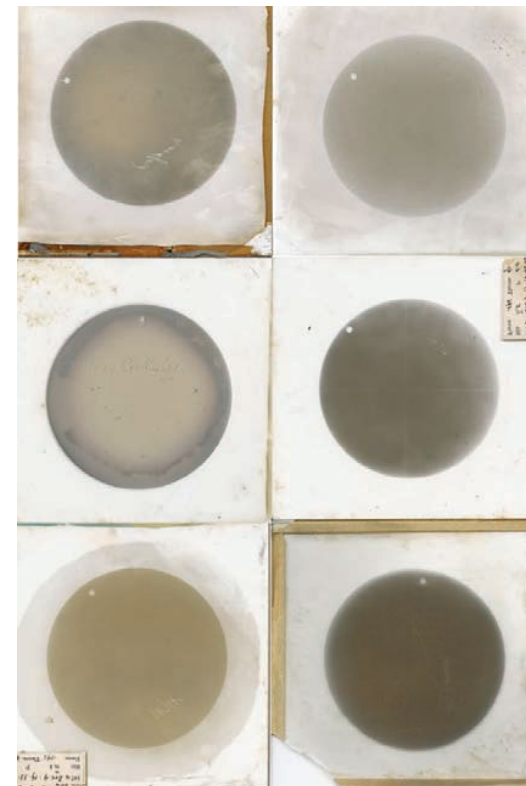
sončni mrk, August Hagenbach, 1912



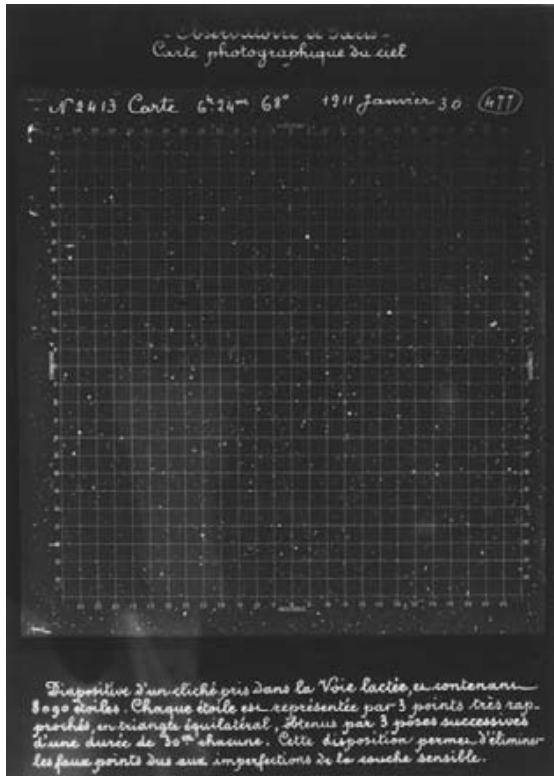
prehod Merkurja, Glenn Schneider, Jay M. Pasachoff, Leon Golub, 1999



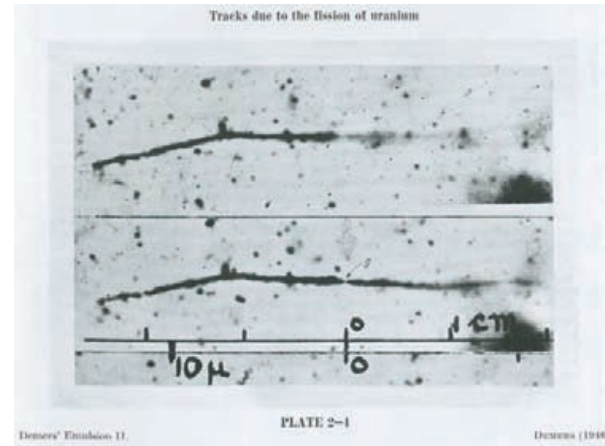
prehod Venere, 1874



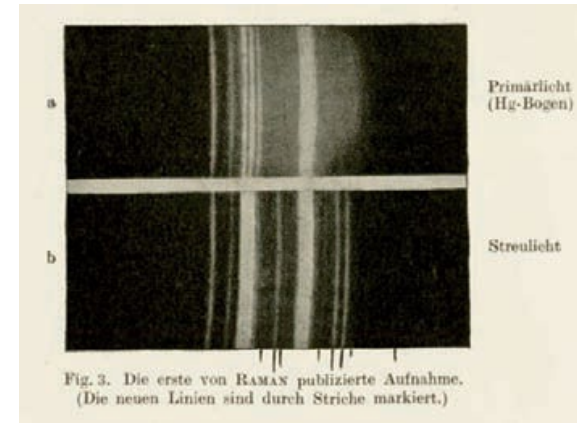
Carte photographique
du Ciel, No. 2413, Carte
477, 1911



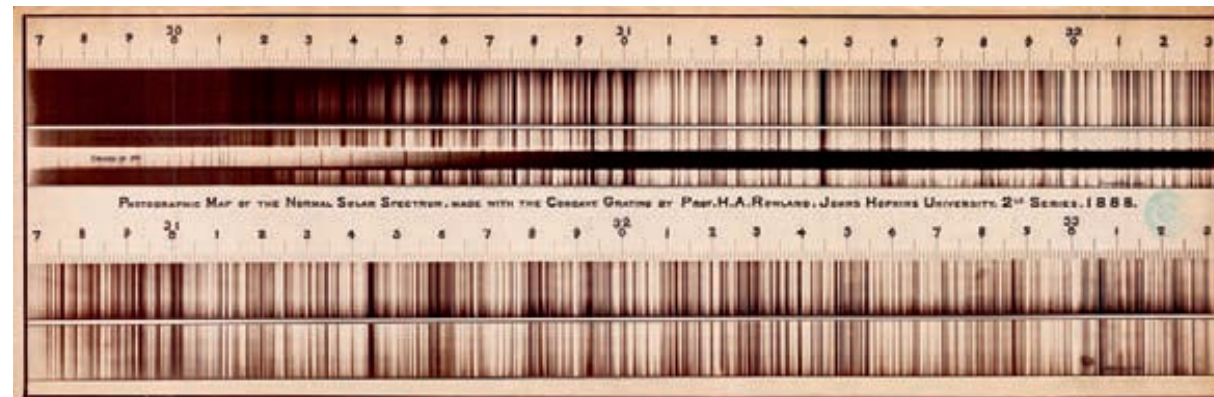
sledi fisije urana, C.
F. Powell, 1946



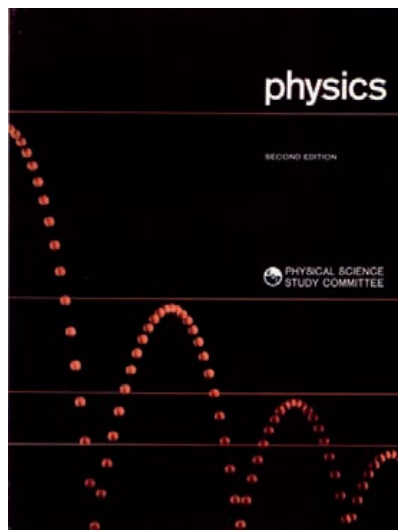
Ramanov spekter,
Chandrasekhara Venkata
Raman, 1928



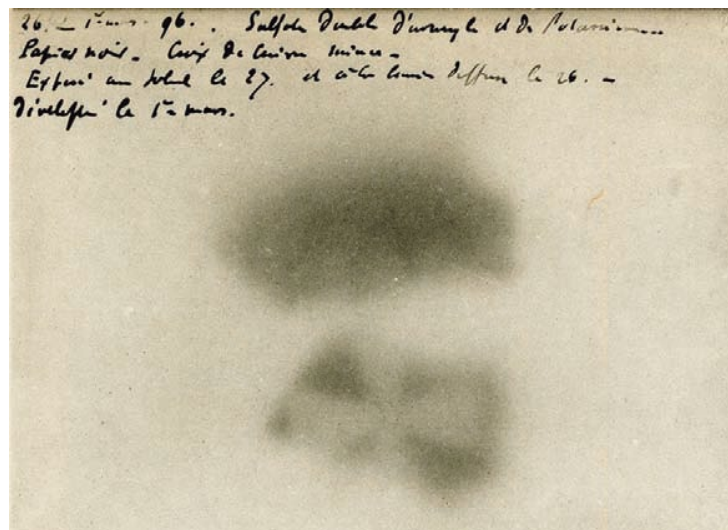
Sončev spekter, Henry A. Rowland, 1888



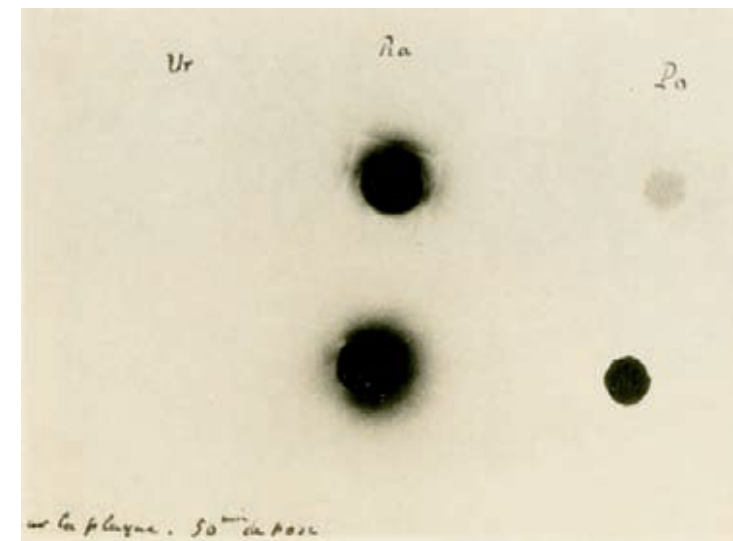
Berenice Abbott, naslovnica
Physics, The Principles of
Mechanics, 1965



slika križa, Henri Becquerel,
1896



padajoča aktivnost, Henri Becquerel, 1896–
1903



rentgenski uklon na zlatem prahu

Kaj vidi kamera, česar oči ne morejo?

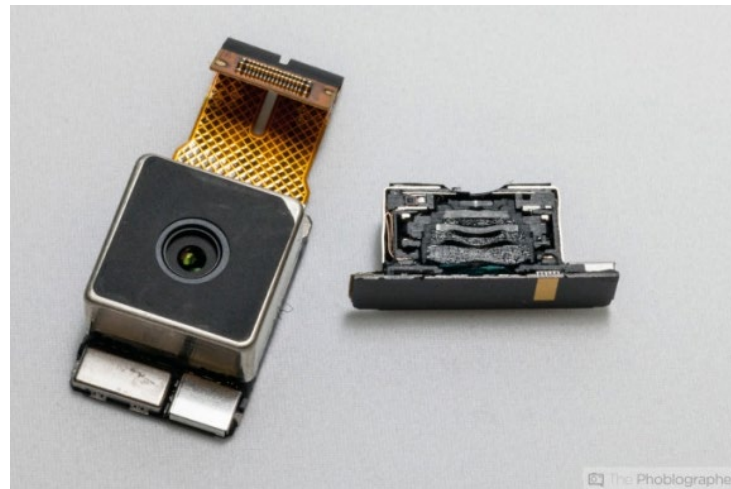
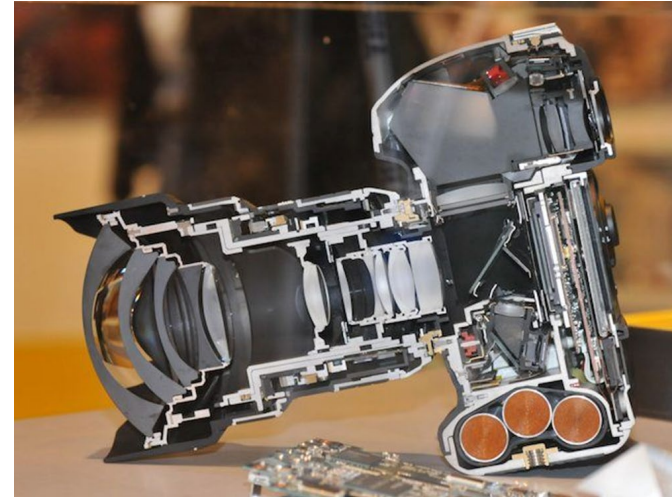
- zelo hitre pojave - zamrznjeno gibanje/sledi na fotografiji
- zelo počasne pojave/sledi na fotografiji
- zelo "šibko" svetlobo
- pojave izven vidnega dela spektra
- majhna/velika globinska ostrina
- majhen dinamični obseg
- povečava/široko vidno polje
- neprave barve/črnobelo
- perspektiva

Kako?

- fotografija in trigonometrija - podobnosti - primerjamo velikosti, kote, vključimo podatek o skali na sliko
- zaporedne fotografije
- večkratne osvetlitve
- premikanje kamere
- uporaba zaklopa/zaslonke/občutljivosti tipala
- uporaba filtra
- manipulacija fotografije




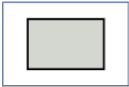






Sestava fotoaparata

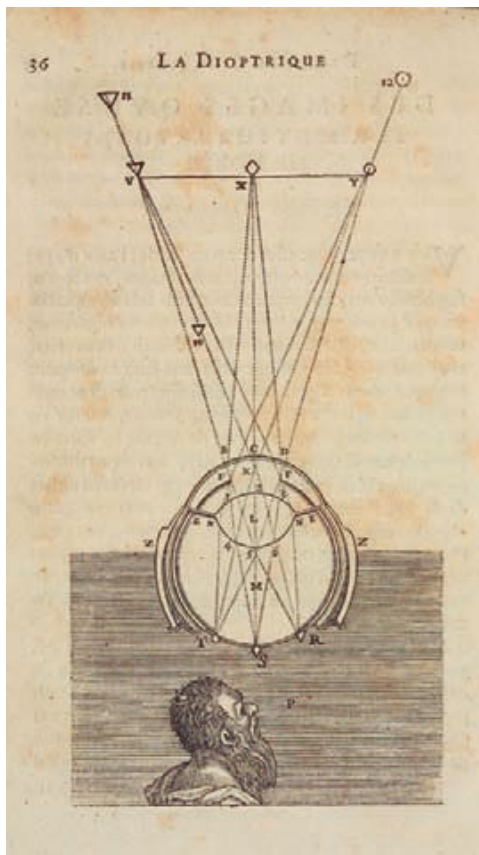
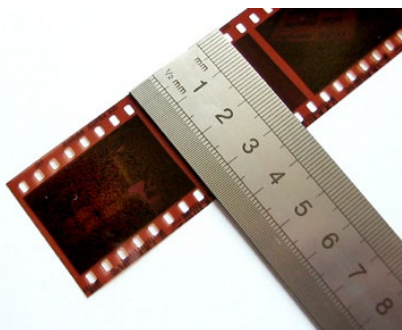
- objektiv
- zaslonka
- zaklop
- tipalo



Goriščna razdalja

- zorni kot/povečava

35 mm "full frame" 36 × 24 mm 864 mm ²	
APS-H (Canon) 28.7 × 19 mm 548 mm ²	
APS-C (Nikon, Sony, Pentax, Fuji etc.) ≈ 23.6 × 15.7 mm ≈ 370 mm ²	
APS-C (Canon) 22.2 × 14.8 mm 329 mm ²	
Foveon (Sigma) 20.7 × 13.8 mm 286 mm ²	
Four Thirds System (Olympus, Panasonic) 17.3 × 13 mm 225 mm ²	
1" (Nikon, Sony) 13.2 × 8.8 mm 116 mm ²	
2/3" (Fuji, Nokia) 8.6 × 6.6 mm 58.1 mm ²	
1/1.7" 7.6 × 5.7 mm 43 mm ²	
1/2.5" 5.76 × 4.29 mm 25 mm ²	



Wide-angle to telephoto

Understand the difference between focal lengths, from 10mm to 400mm

Your lens focal length affects the angle of view you can see through your camera's viewfinder. To really see the difference focal length can make to the angle of view, it's good to compare a sequence of shots of the same subject taken at different focal lengths. See our examples for how much or how little of the scene you can capture in your frame, depending on your effective focal length (EFL).



125mm (EFL: 200mm)



35mm (EFL: 55mm)



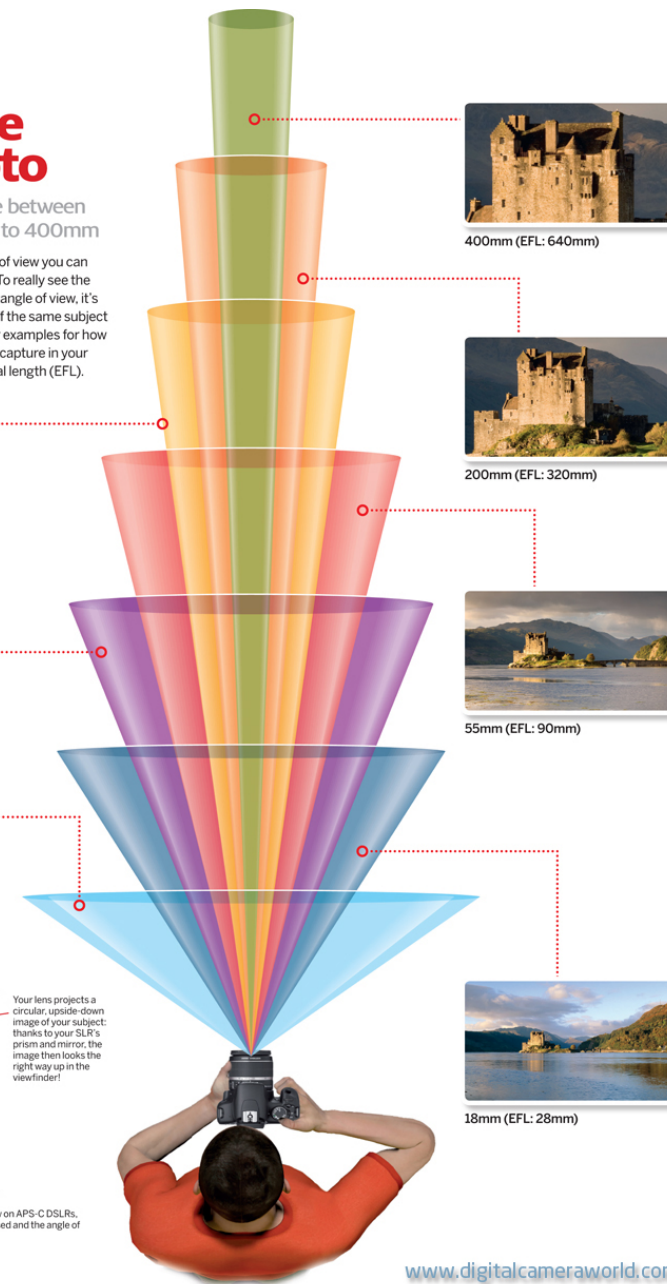
11mm (EFL: 18mm)

Effective Focal Length (EFL)

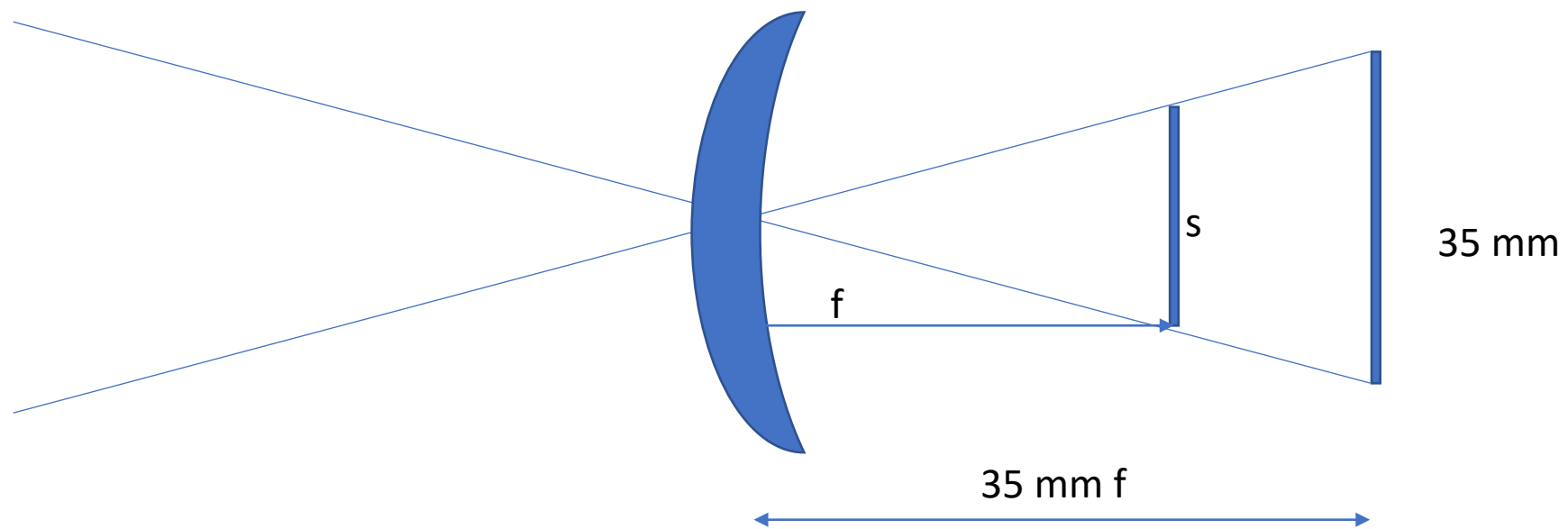


The view on a full-frame camera (sensor size: 36x24mm, same size as 35mm film).

The cropped view on APS-C DSLRs, the EFL is increased and the angle of view decreased.



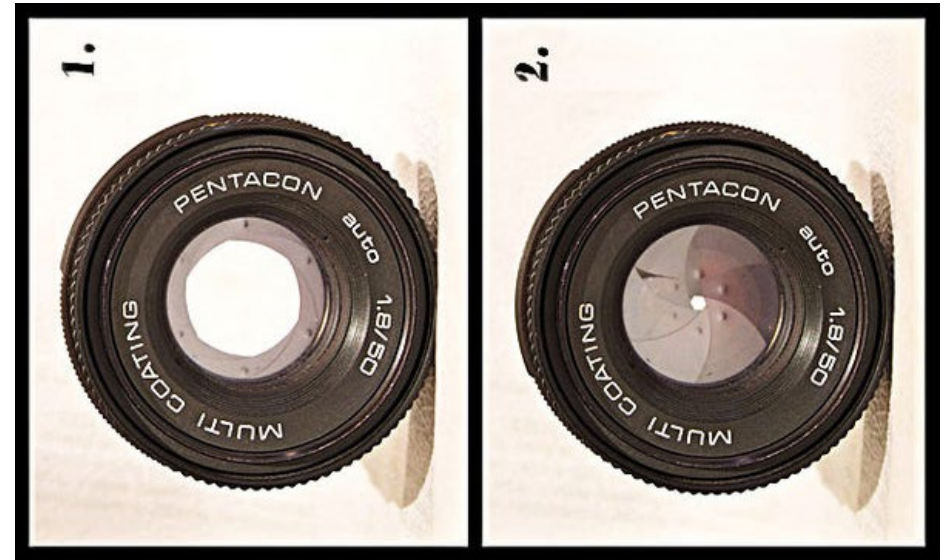
Ekvivalent 35 mm



Apertura – zaslonka (hitrost leče)

Zaslonsko število

$$N = \frac{f}{D}$$

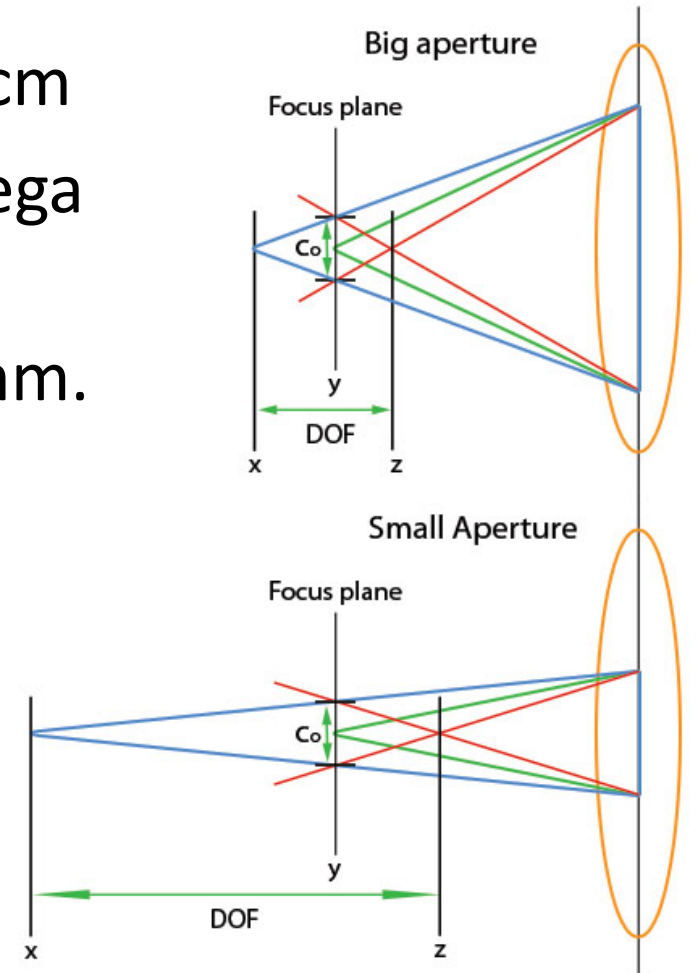
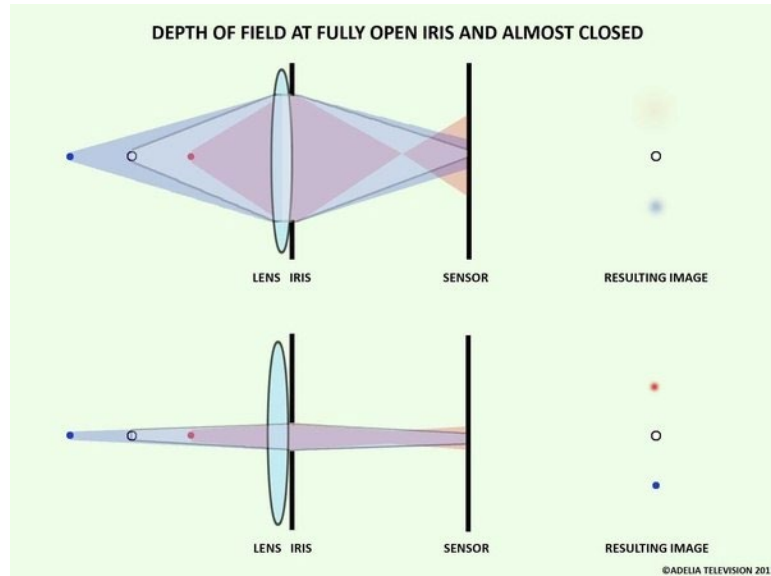


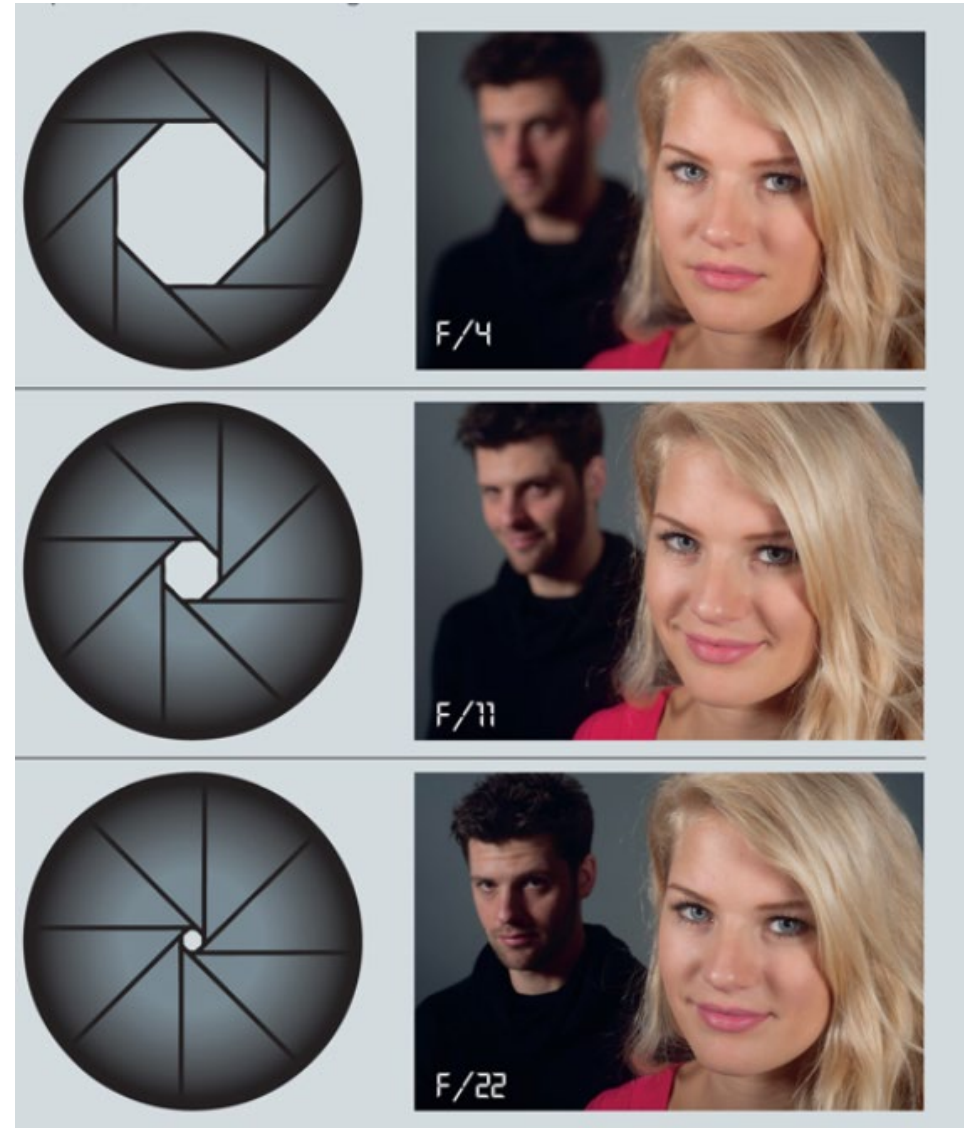
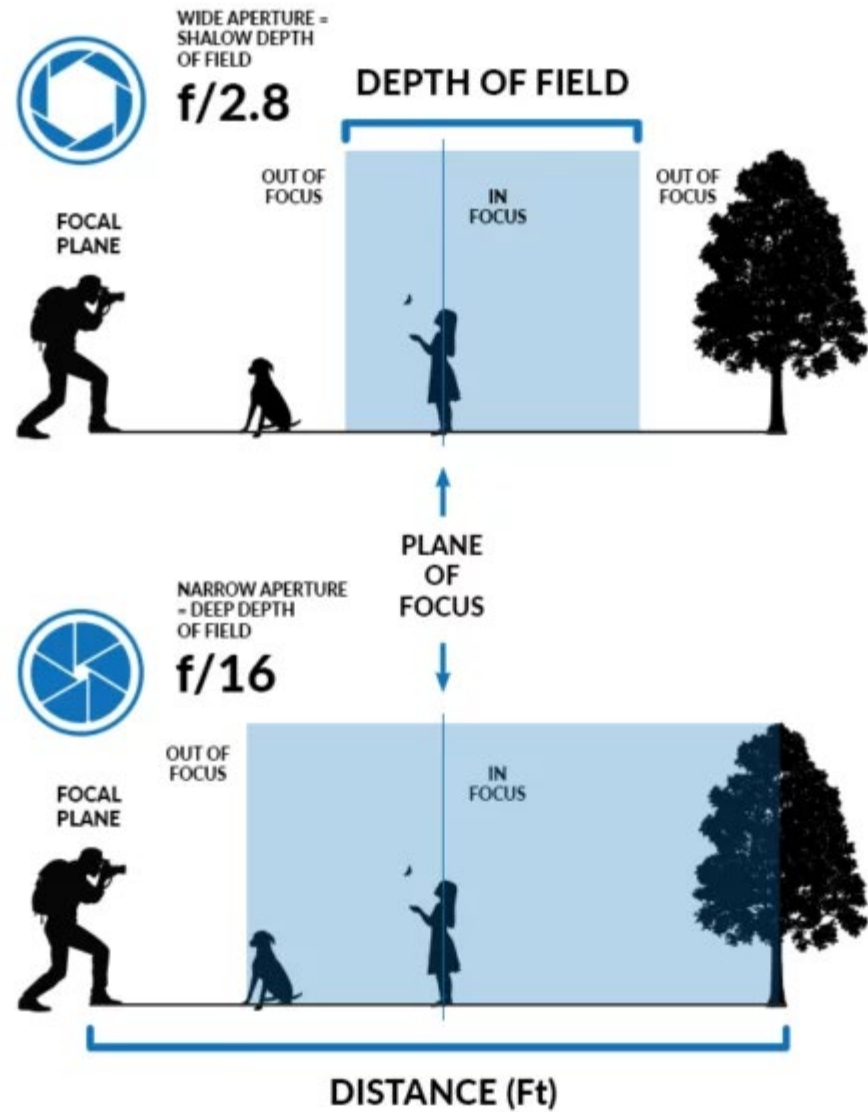
f/No.: 0.7, 1.0, 1.4, 2, 2.8, 4, 5.6, 8, 11,
16, 22, 32, 45, 64, 90, 128, 180, 256

$$N_n = \sqrt{2}N_{n-1} \quad S_n = 2S_{n-1}$$

Circle of confusion

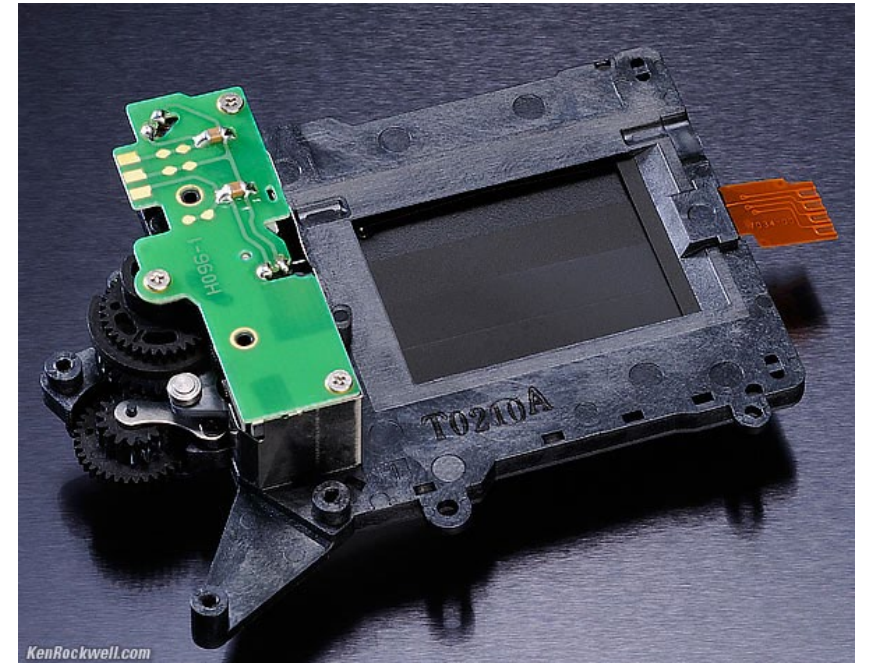
- Oko razloči liso premera 1/4 mm na razdalji 25 cm
- slika na 8"x10" je 8-kratna povečava standardnega formata 35 mm
- na negativu full-frame 35 mm to ustreza 1/30 mm.





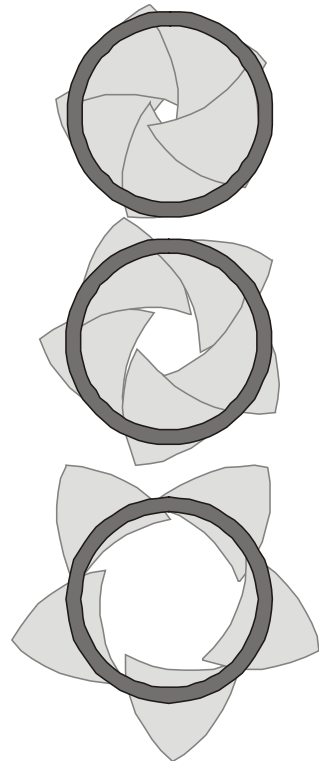
Zaklop - Ekspozicija

1/1000 s, 1/500 s, 1/250 s, 1/125 s,
1/60 s, 1/30 s, 1/15 s, 1/8 s, 1/4 s



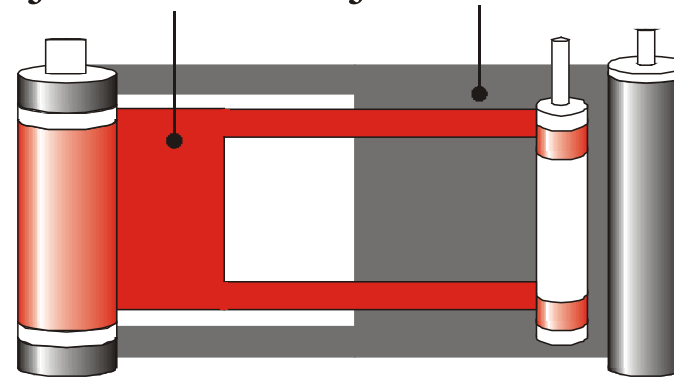
Zaklop

Lamelni zaklop



Zavesni zaklop

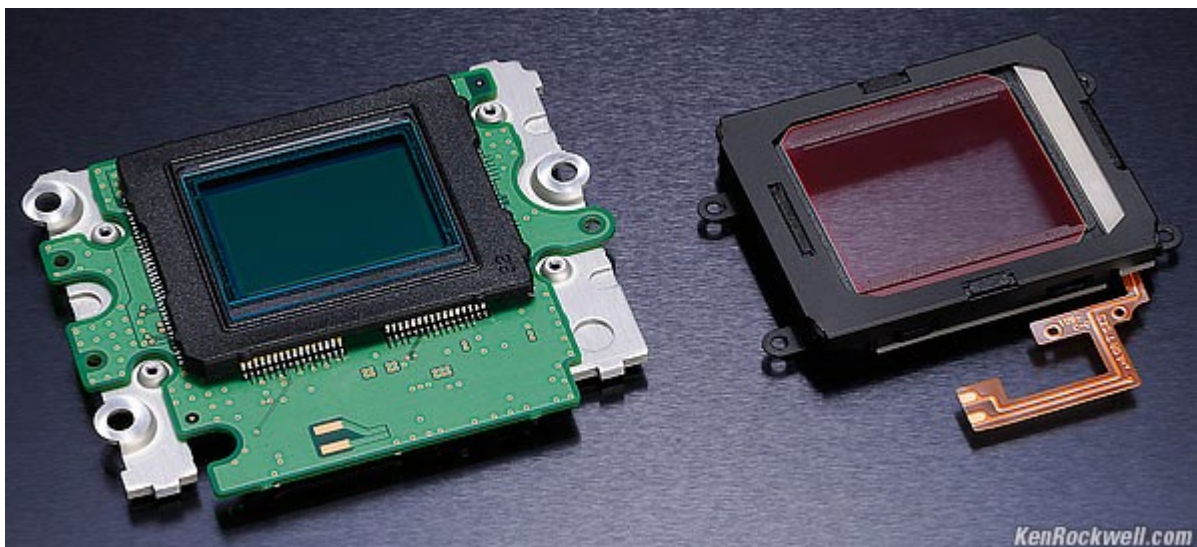
zadnja sinhronizacija prednja sinhronizacija



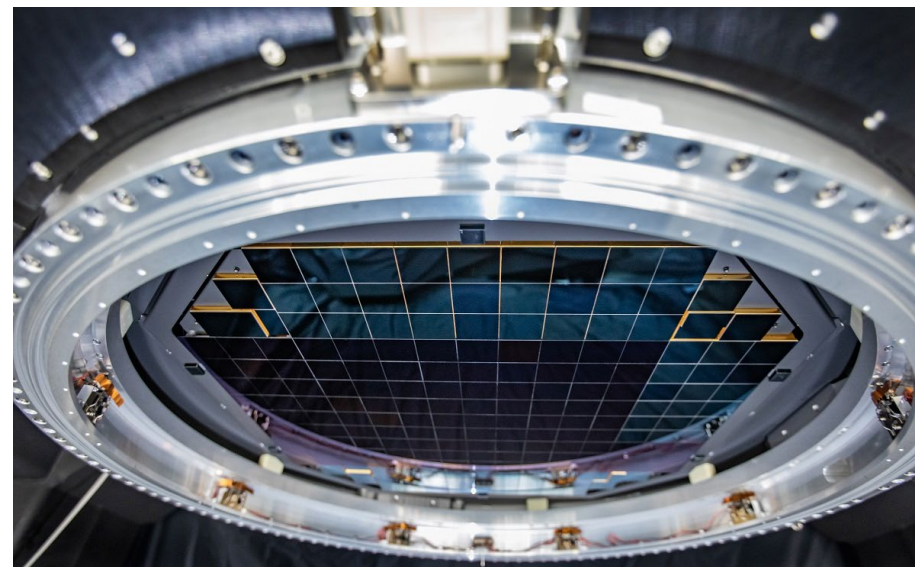
odvijanje zaves →



Svetlobno tipalo

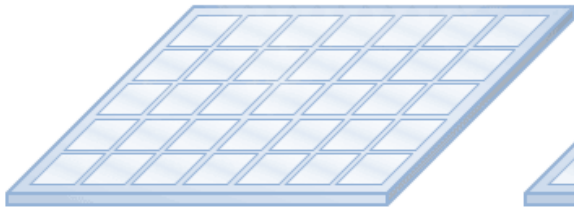


3200 megapikslov

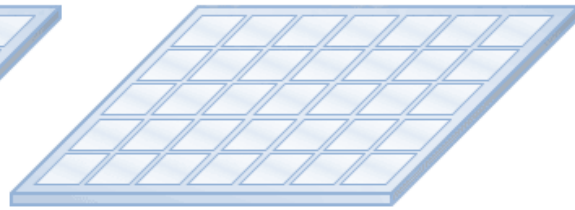


Globalni in zavesni zaklop

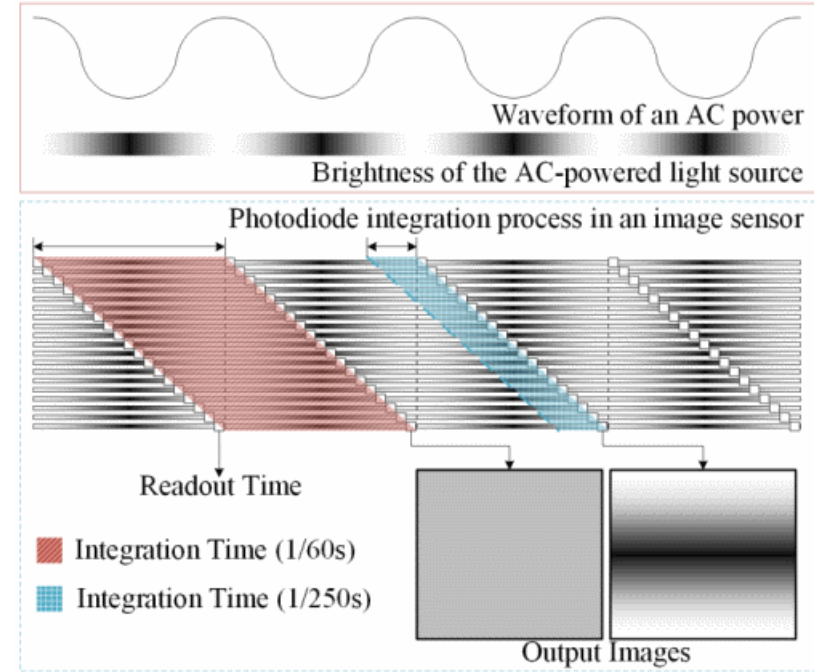
Global Shutter Sensor



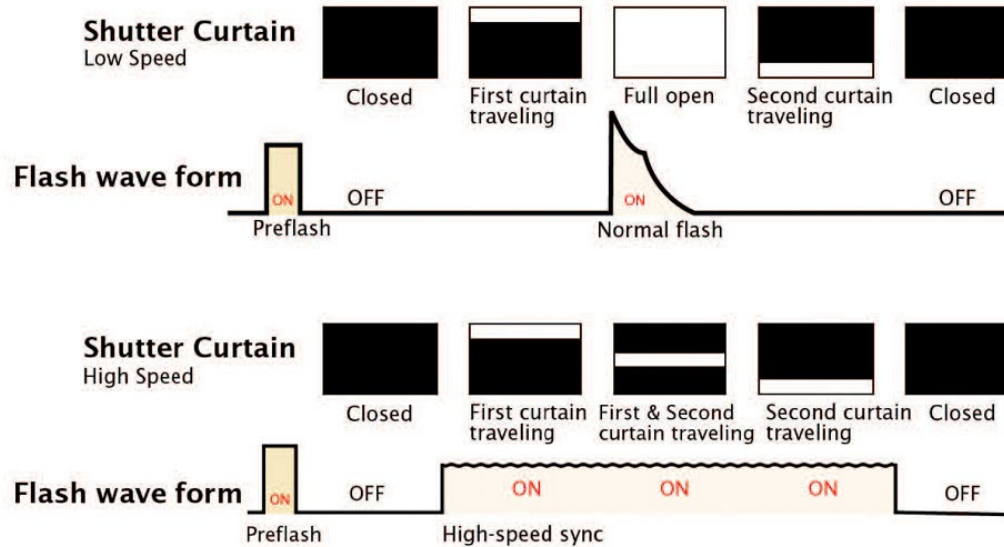
Rolling Shutter Sensor



© Vision-Doctor.com



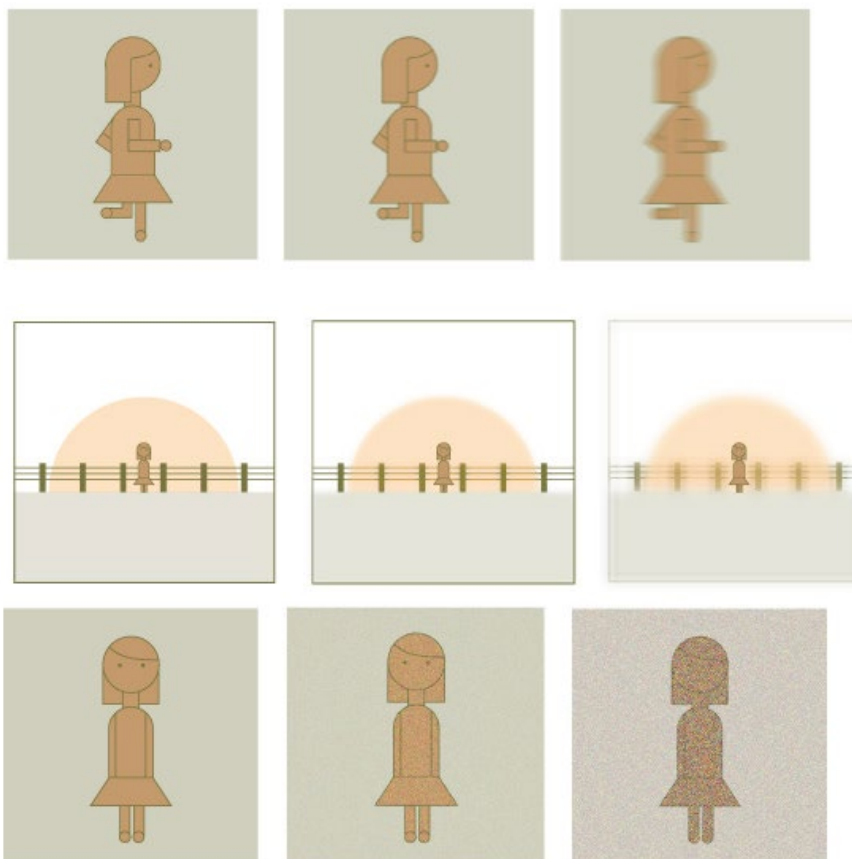
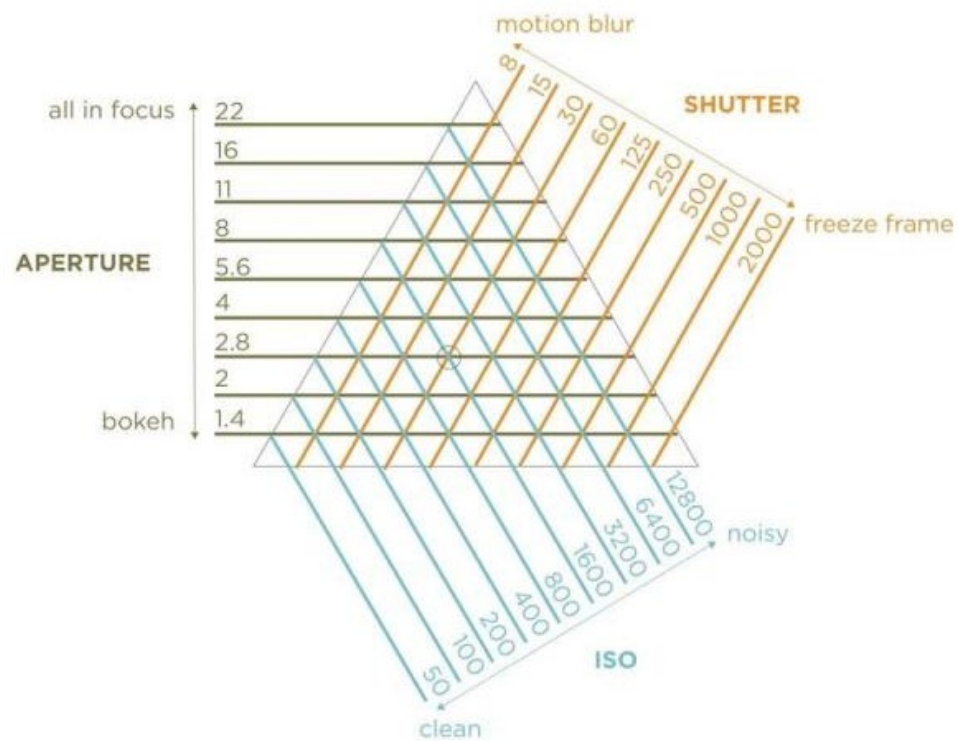
Concept of flicker generation by electronic rolling shutter in an image sensor.



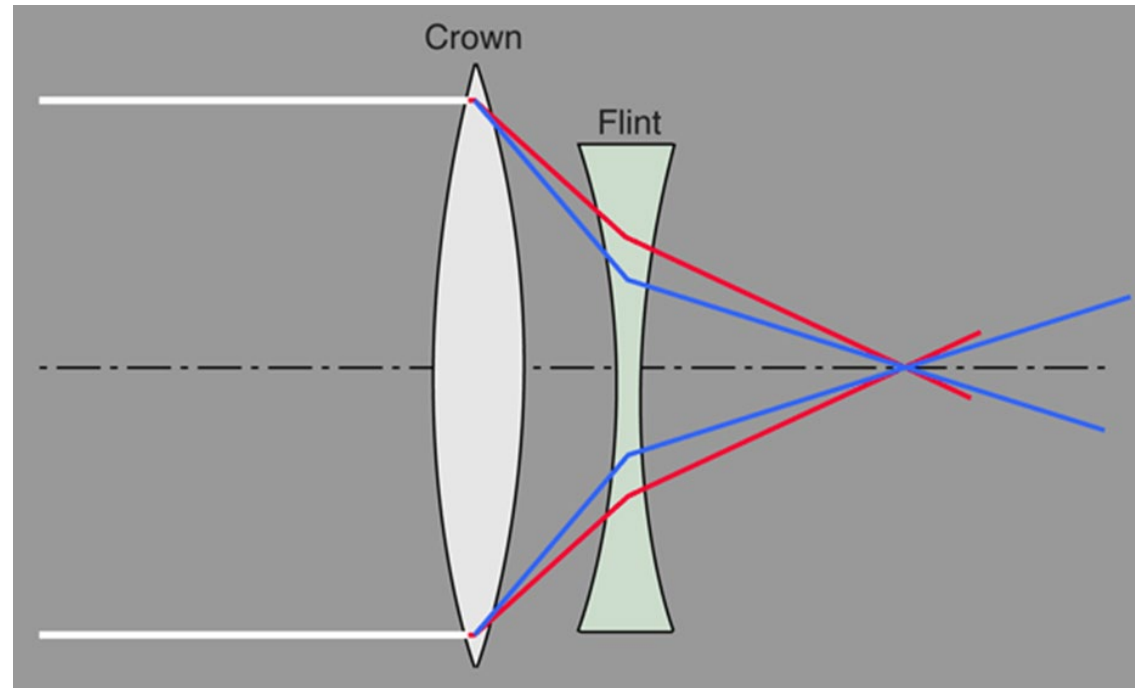
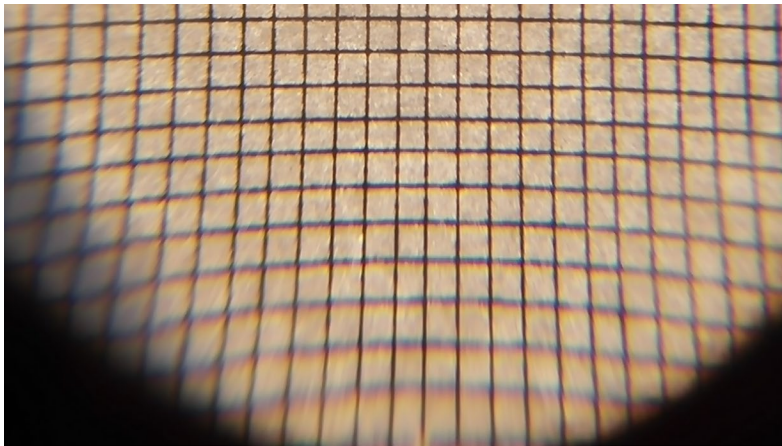
Hitrost filma (ISO, ASA, DIN)

ISO 100 -> ISO 200,

Enako, kot če pri fiksiranem zaslonskem številu podvojimo čas ekspozicije

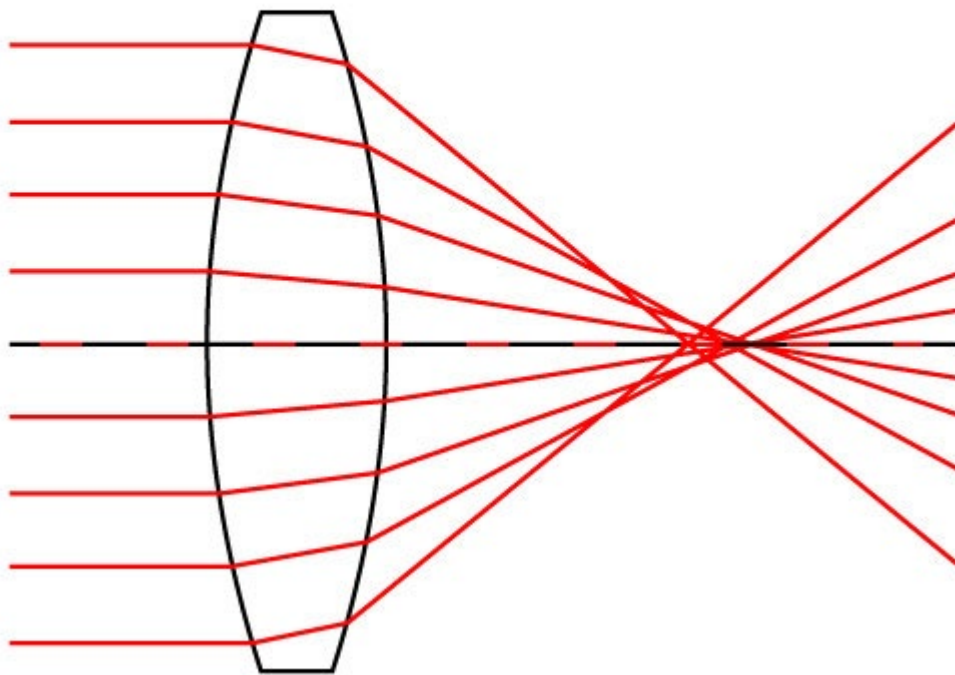


Kromatična aberacija

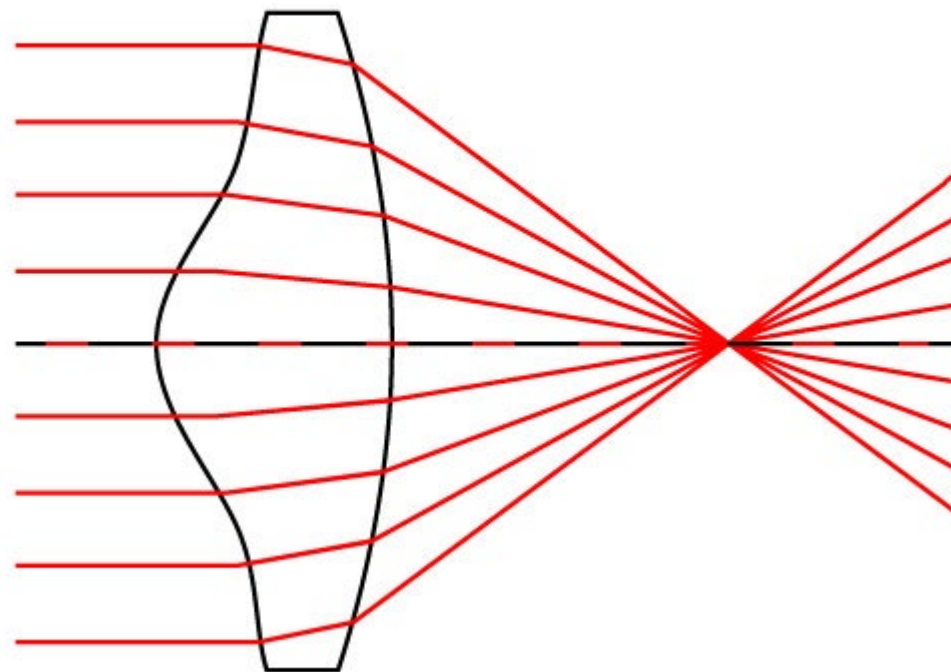


Sferična aberacija

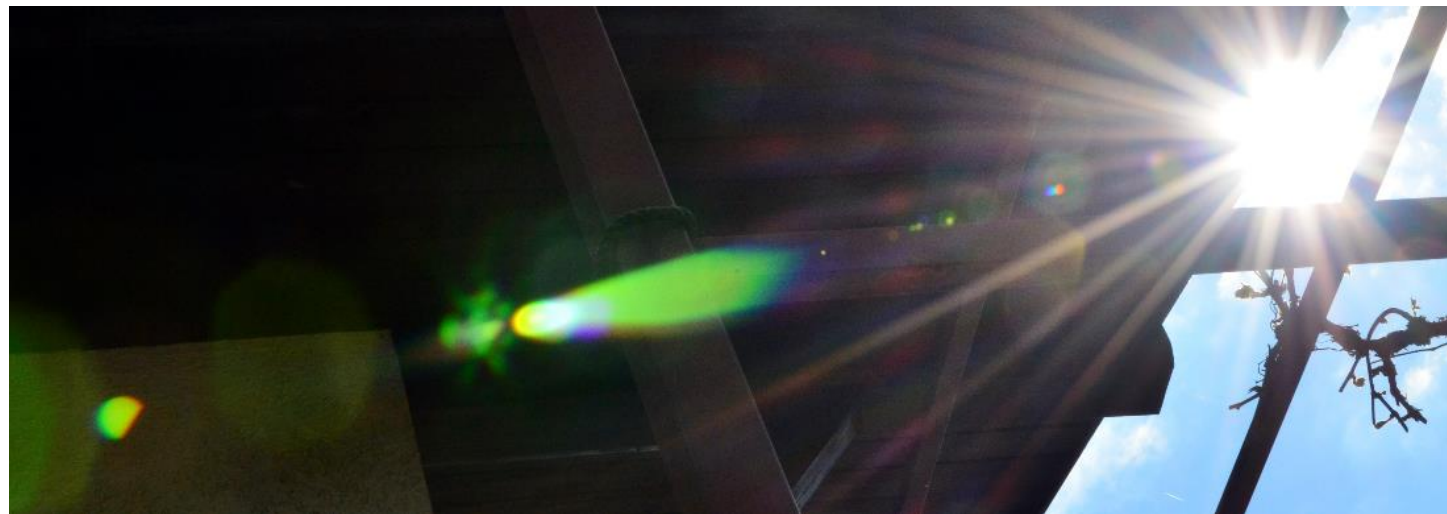
Lens with
Spherical Aberration



Aspherical Lens



odsev



Stabilizacija slike

- dovolj kratek čas osvetlitve (1/80 s)
- pravilna drža
- naslon
- koleno
- torba
- stativ – najprej izvlečene debele noge, nato tanke, nato srednji stebrič, čvrsto stanje na podlagi, obtežitev



Pomen oznak

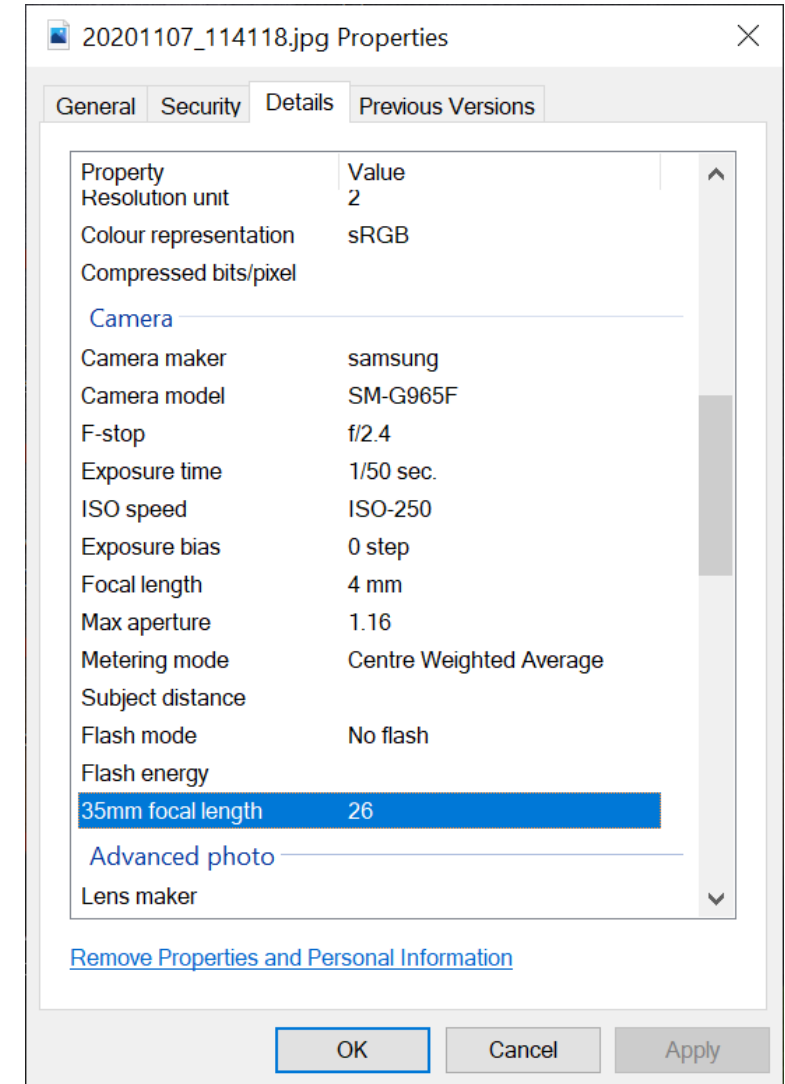


Makro fotografija



Tehnike in parametri fotografije

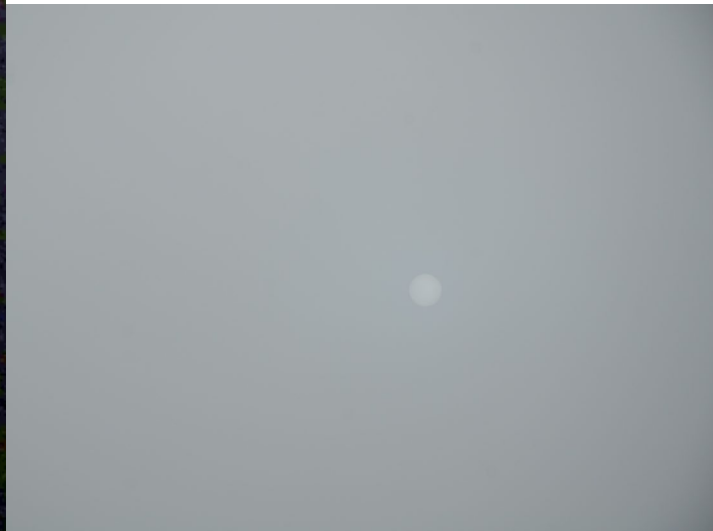
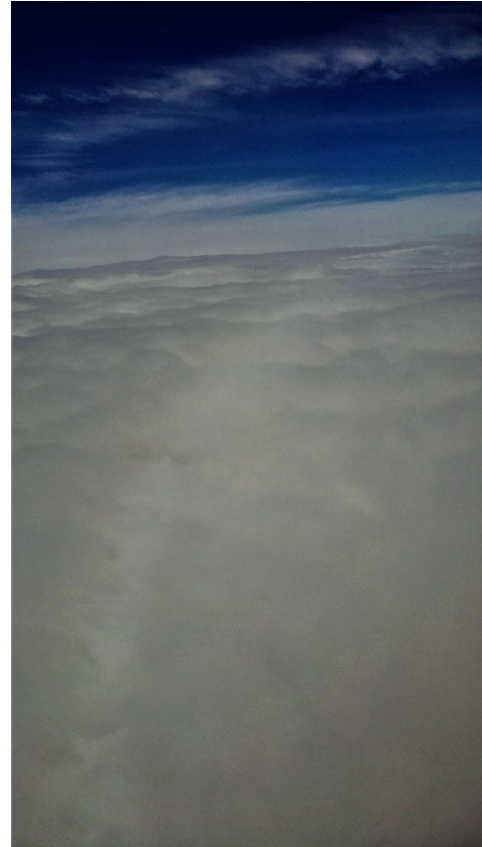
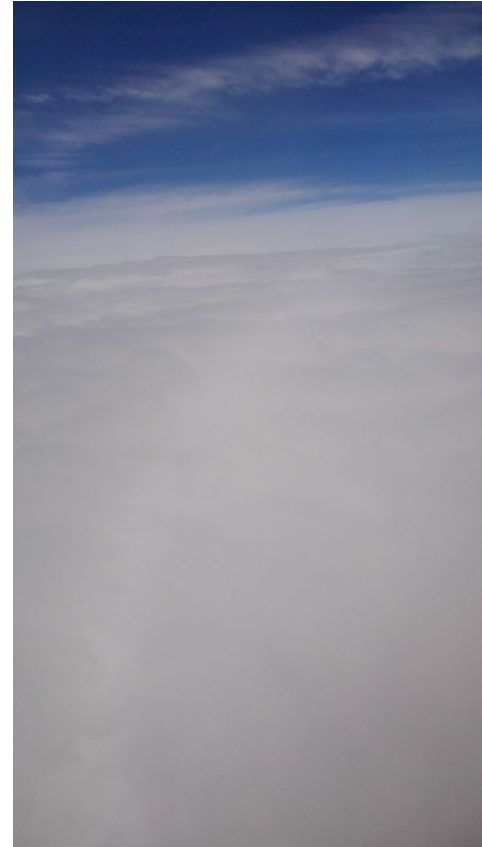
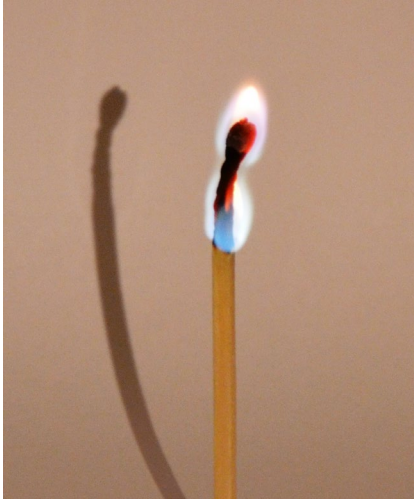
- goriščna razdalja, zaslonsko število (F-stop), čas osvetlitve, iso, exp bias, max apr, 35 mm focal length
- globinska ostrina, filter ostrenja
- kadriranje (bracketing - high dynamic range)
- rafal slik - združitev za gibanje, povprečenje
- polarizacijski filtri, gradientni filtri
- vrtenje kamere (panning)
- ravnotežje beline (white ballance), barva osvetljevanja
- vpliv kratkega osvetljevanja (hitri zaklop, rolling shutter effect)
- stroboskopski effect pri filmu



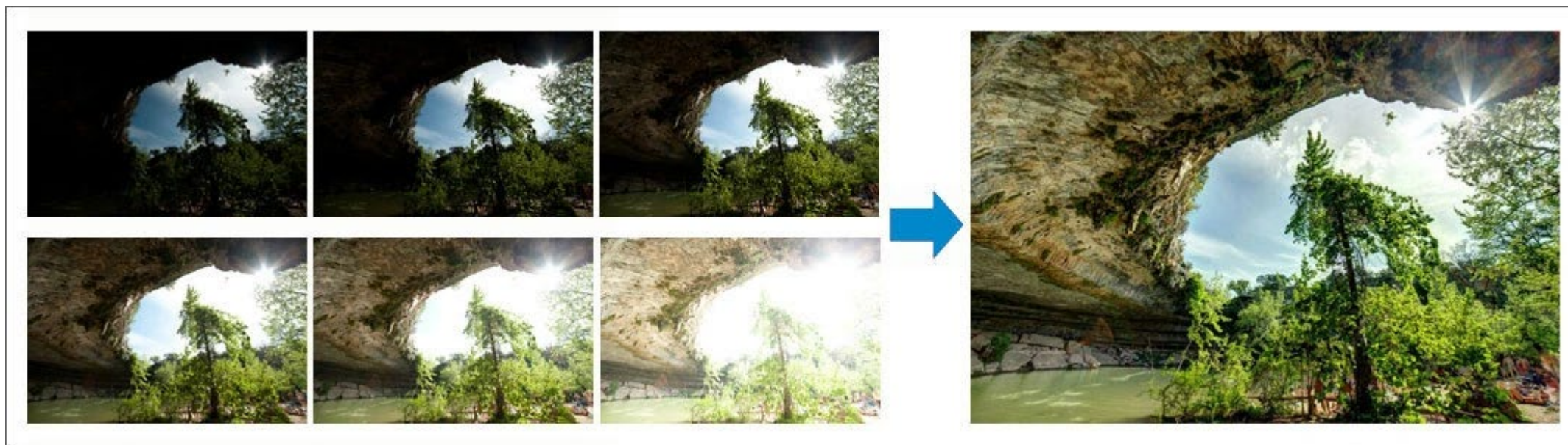
Zamrznjeno v času



Kontrast



Kadriranje (bracketing) – HDR fotografija



Gradientni filtri



Before



After



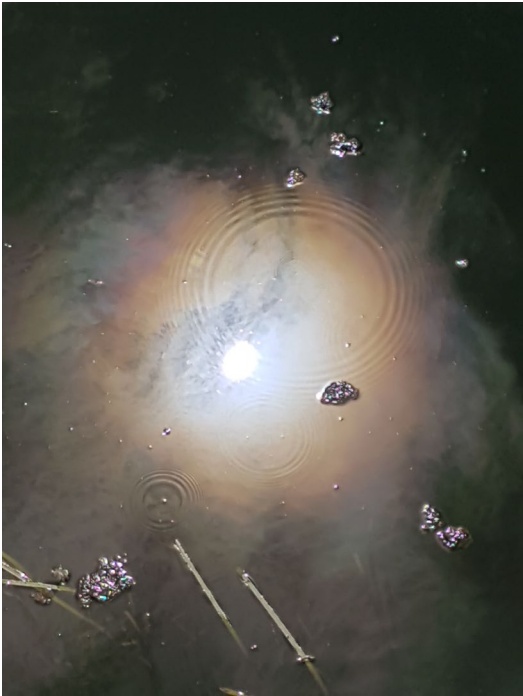
Before



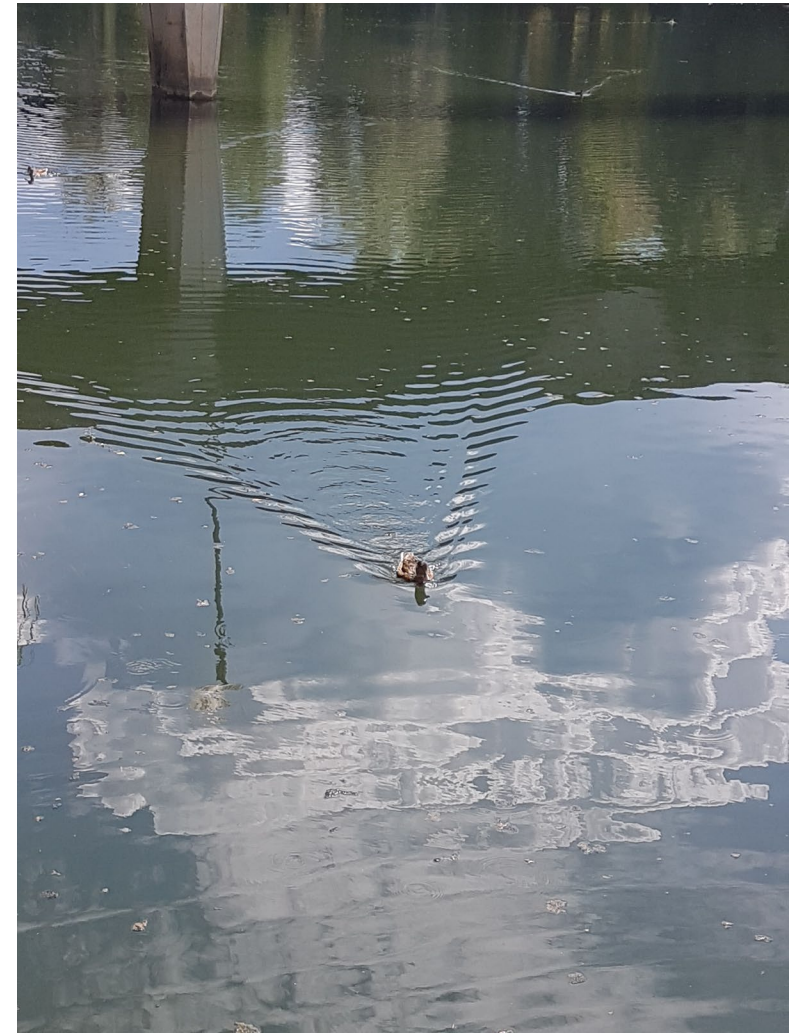
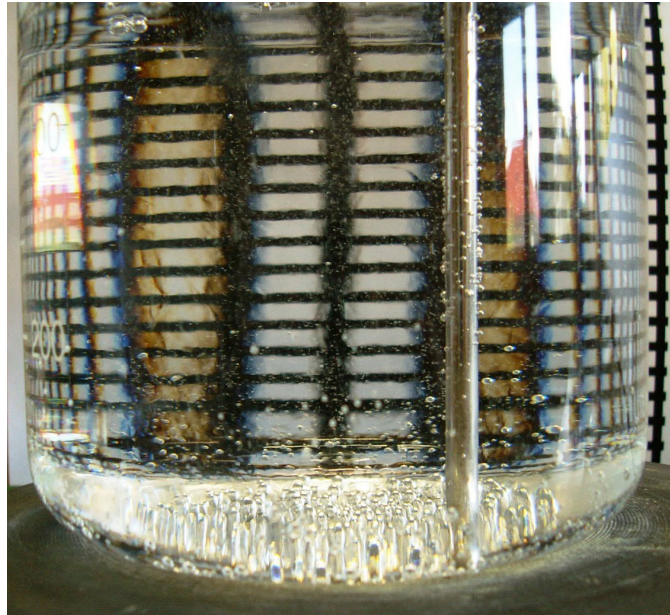
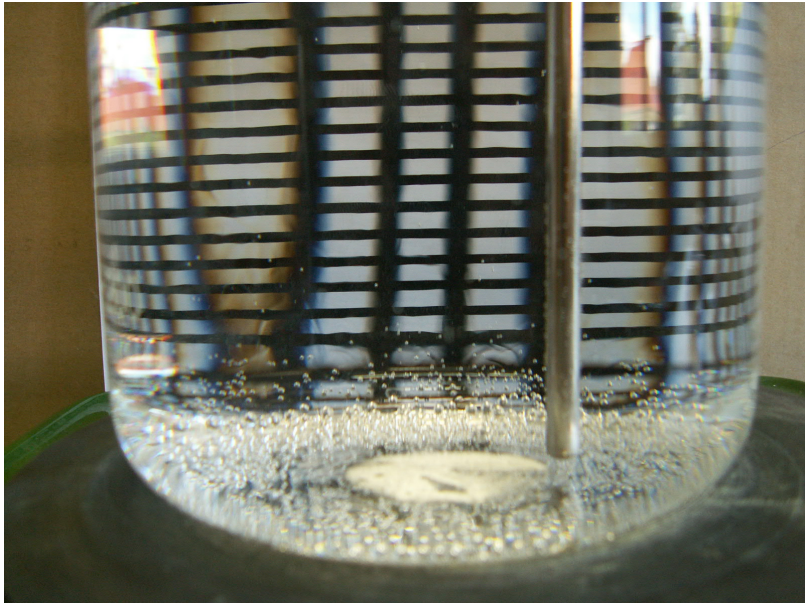
After



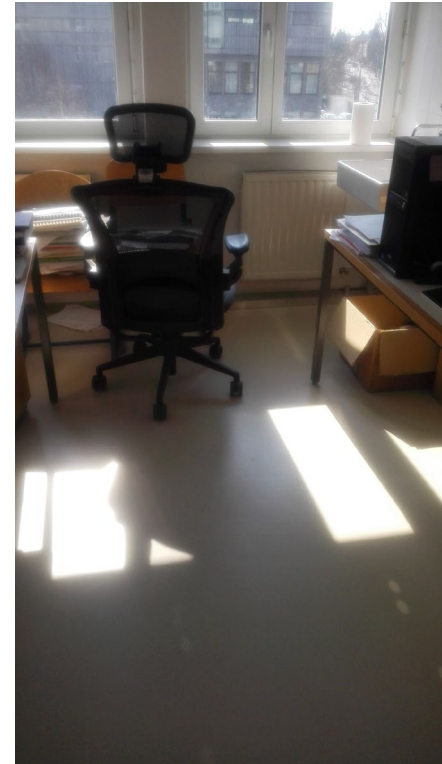
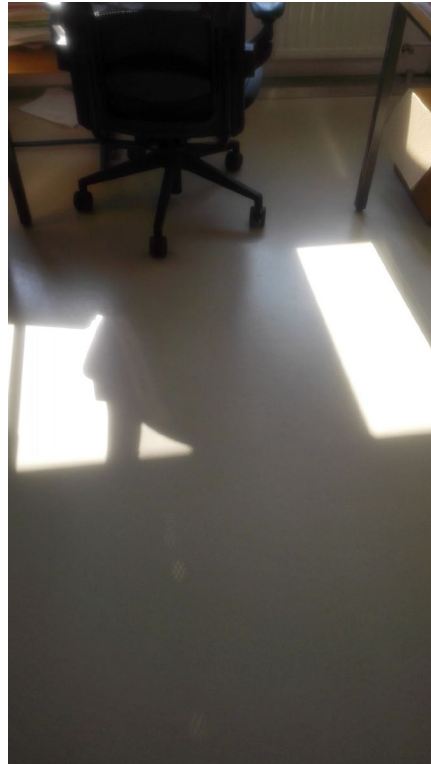
Velik kontrast



Kontrast



Kontekst



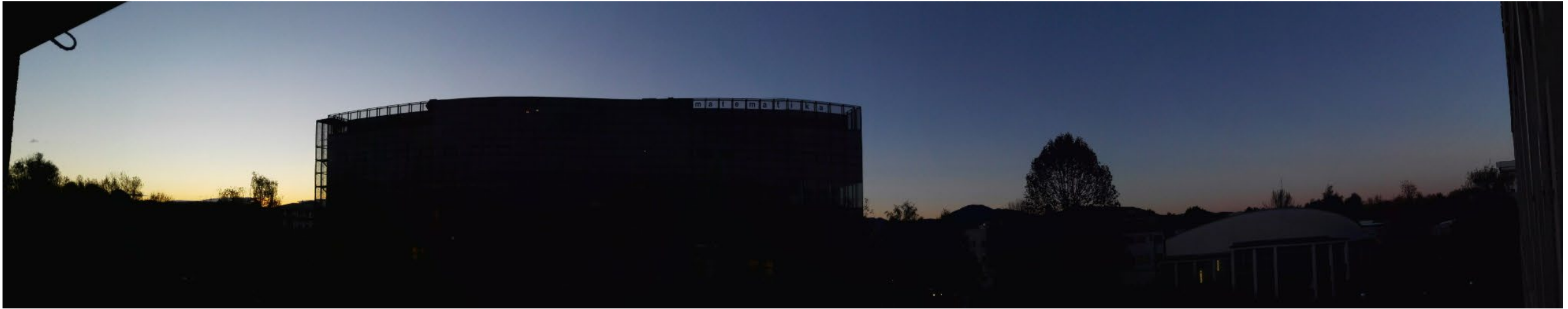
Lažna interferenca - moire



Seštevanje (Adding)



Panorama



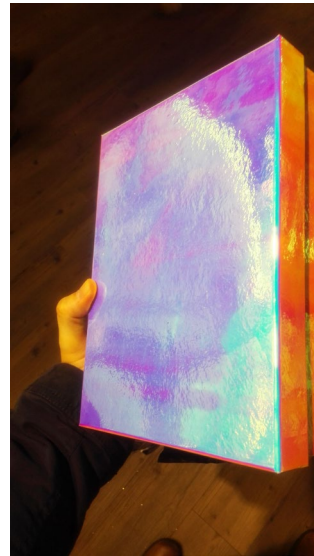
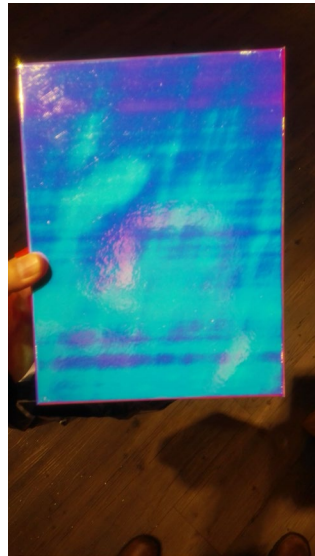
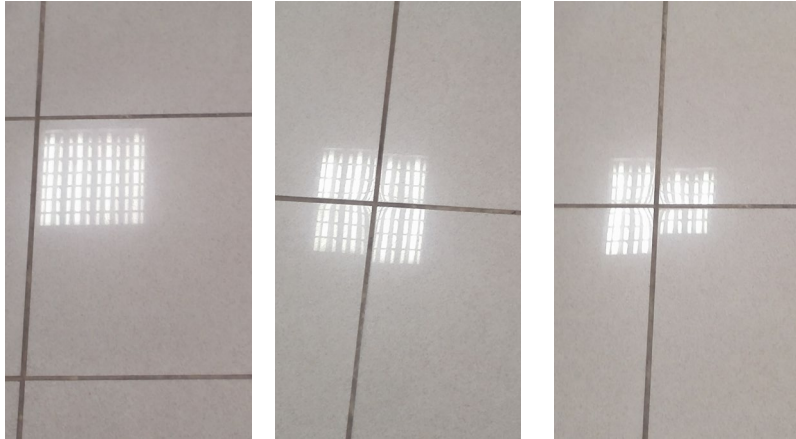
Zlaganje (Stacking)



Filter “globinska ostrina”



Perspektiva

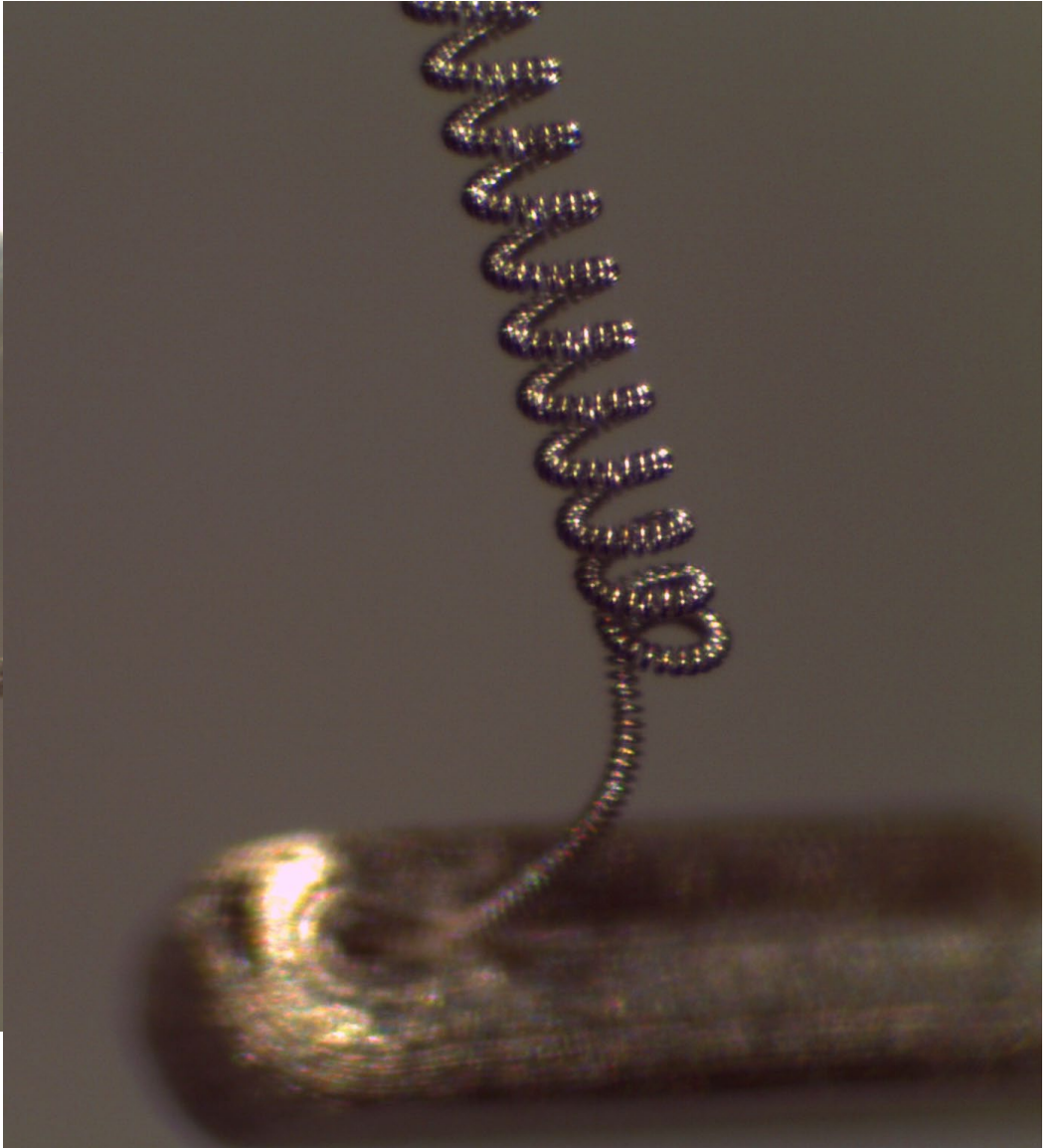
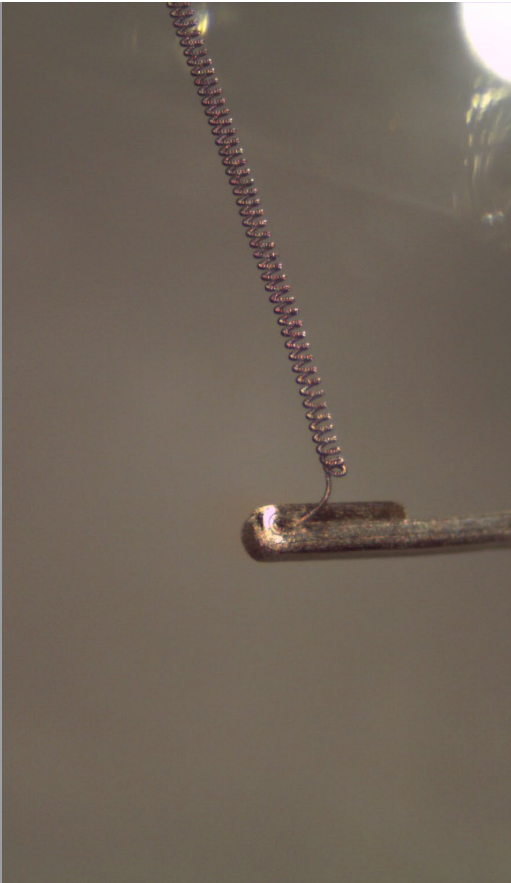




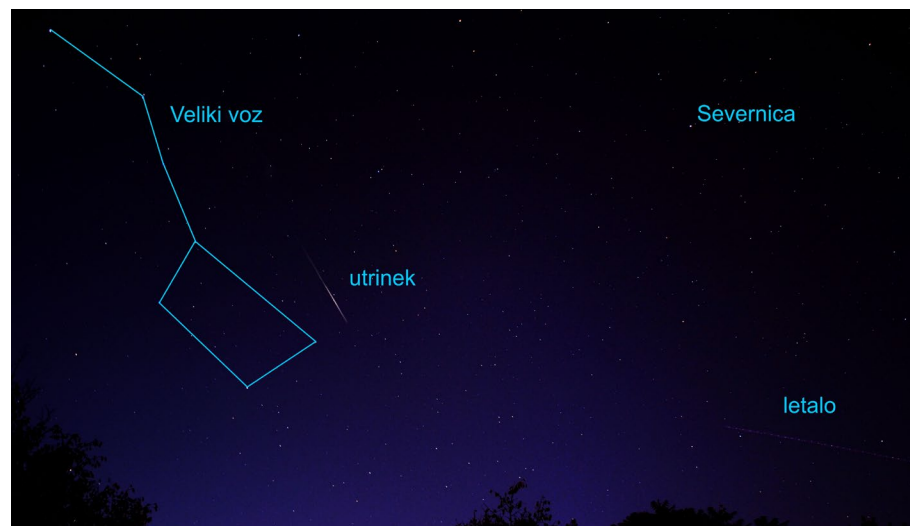
Enkratni dogodki



Povečava



Dolga osvetlitev

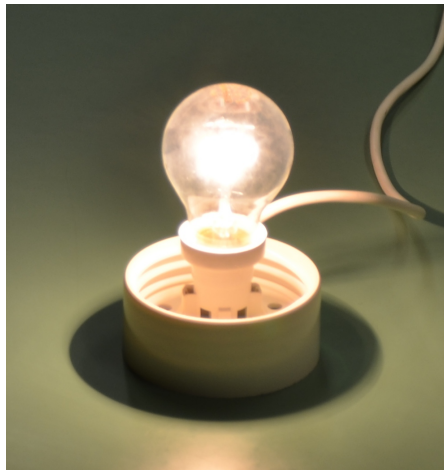
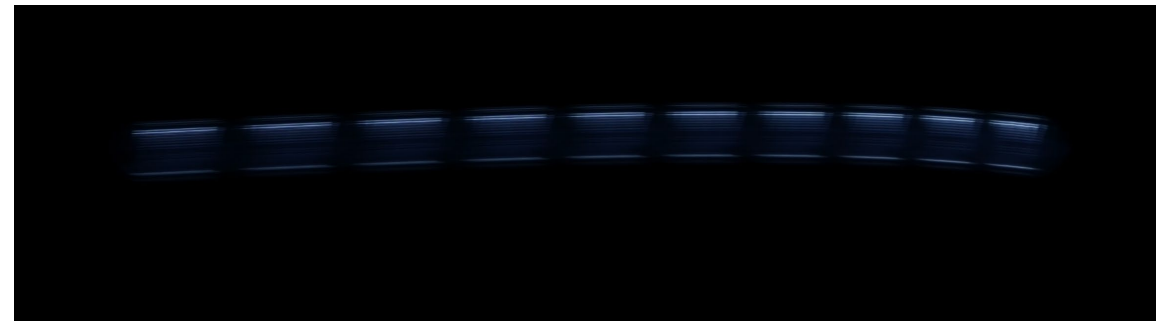
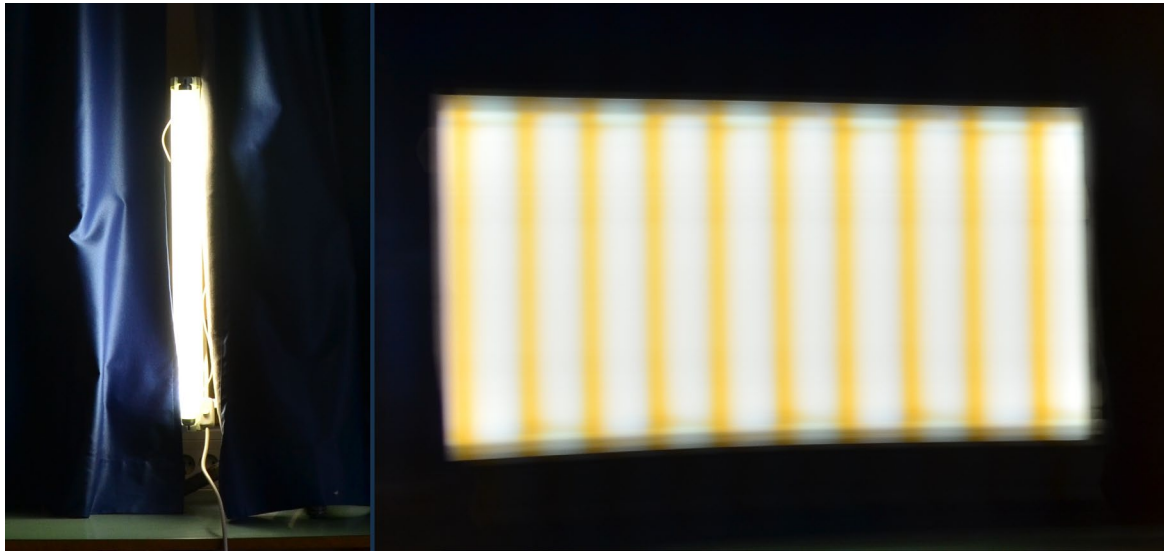


Nevidna svetloba



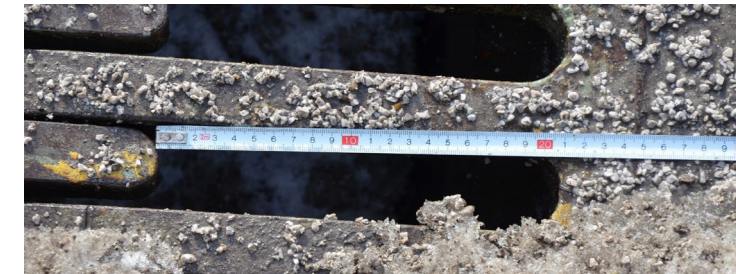
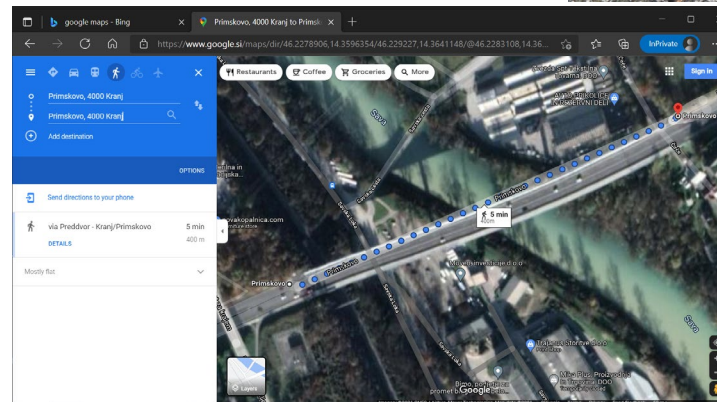
Zavesni zaklop





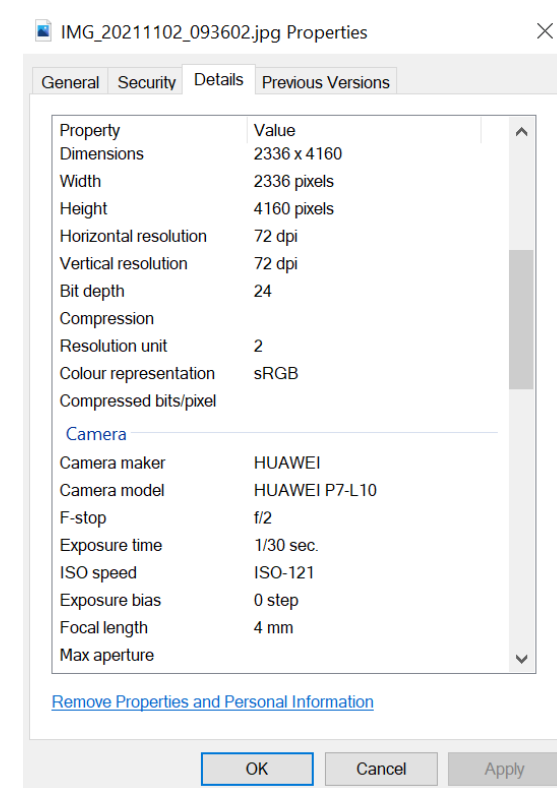
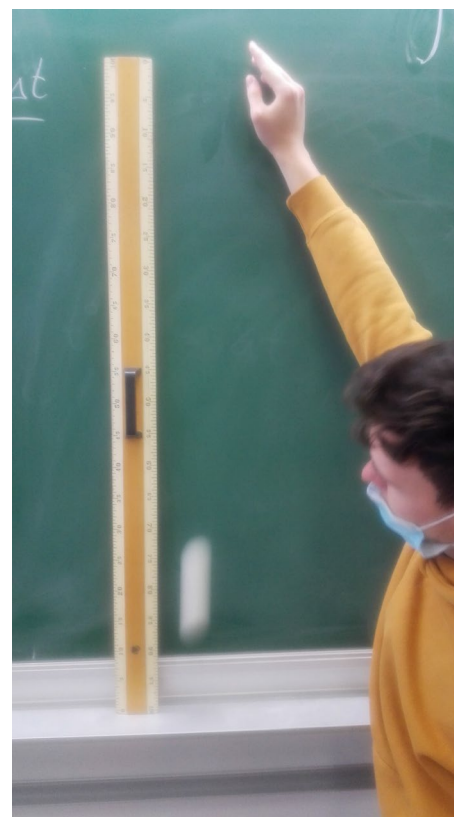
Temperaturno raztezanje

- <https://docs.google.com/document/d/155Vc0AS1HN9bNaGzJRHOiJFdgN4V2jAiZH9uuHwqPYE/edit?usp=sharing>



Določí gravitacijski pospešek

- <https://docs.google.com/document/d/1jFD-5aW2qrmOYJtL3nvHJNO-BHumL1tp4xn1MuK5jDI/edit?usp=sharing>
- iz sledi padajoče na sliki, merila na fotografiji in podatka o ekspoziciji določí gravitacijski pospešek



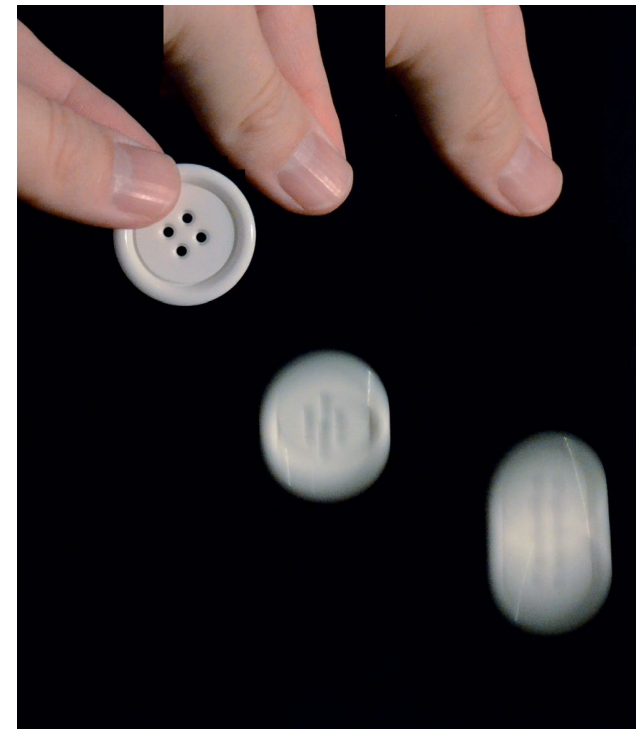
Ali lahko iz slike določimo frekvenco nihanja kavne gladine? Kakšen poskus bi morali narediti, da bi to lahko naredili?

- https://docs.google.com/document/d/1Wbrf3_wGHCuAzukk2kYCH4LojesZ5hTajbJgkB-wn2s/edit?usp=sharing



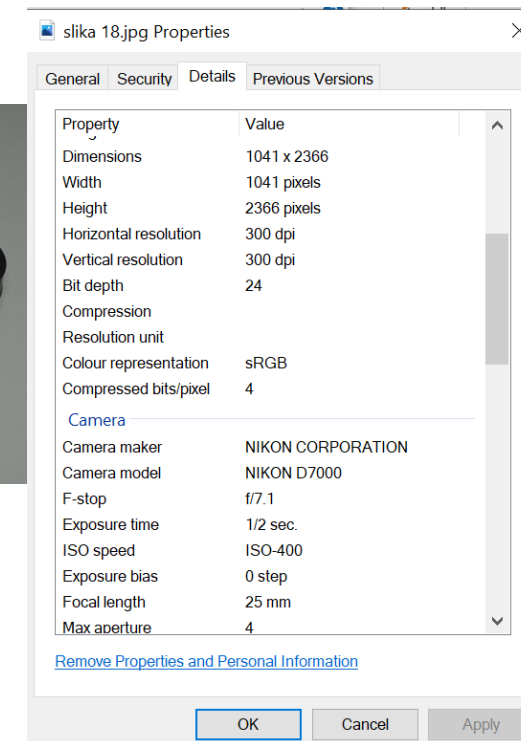
Padanje gumba

- https://docs.google.com/document/d/1Rh7atcZlonu_mK-M3bTzxFFbAlegPx239c6taC_zOLw/edit?usp=sharing
- Izziv tega problema je, da ni na voljo podatka o času ekspozicije. Dolžino sledi in koordinato gumba določimo kot večkratnik premera gumba, kar bi moralo zadoščati, da z znanim g določimo premer gumba



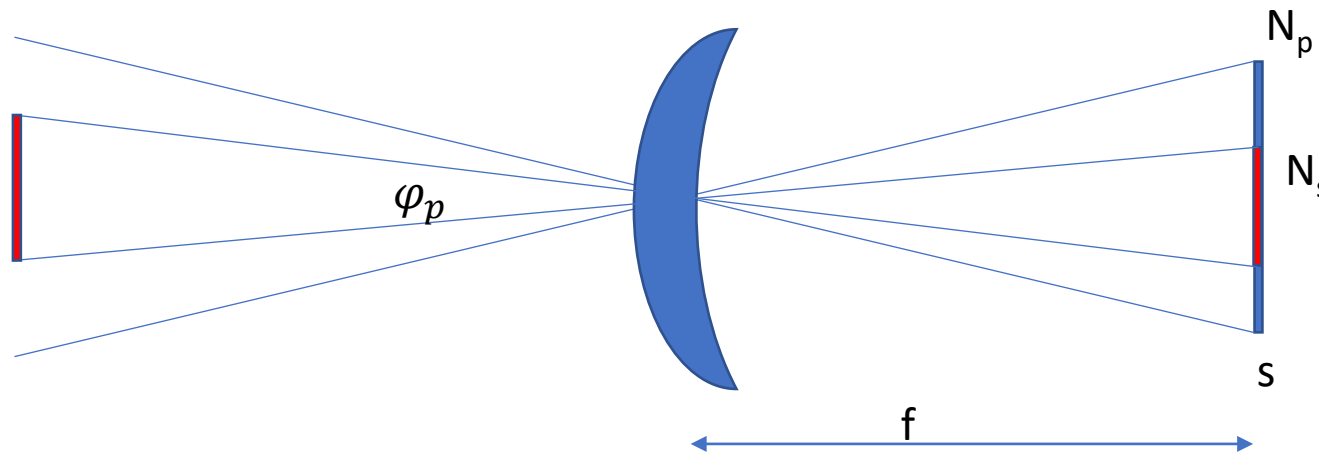
Kakšna je frekvenca stroboskopa?

- <https://docs.google.com/document/d/1HMcy4UMUPM7FHakGNtbOx-B3gKGze8xsjknwjdVOS1s/edit?usp=sharing>
- Delo močno olajša podatek o času ekspozicije. Če tega podatka ni, je izziv težji. Nekaj olajšanja prinese podatek o premeru namiznoteniške žogice, ki ga najdemo na spletu.



Kako iz slike določimo zorne kote?

- N_p je število slikovnih elementov v preseku narisane ravnine in slikovnega elementa. N_s je število slikovnih elementov, ki sestavlja sliko opazovanega predmeta, s je velikost slikovnega elementa vzdolž preseka narisane ravnine in slikovnega elementa, f pa goriščna razdalja objektiv (ali pa velikost Leica formata in ekvivalentne goriščne razdalje)



$$\varphi_p = \frac{N_s}{N_p} s$$

Pod kakšnim kotom še vidimo fatamorgano?



DSC_7762.JPG Properties

Property	Value
Dimensions	4928 x 3264
Width	4928 pixels
Height	3264 pixels
Horizontal resolution	300 dpi
Vertical resolution	300 dpi
Bit depth	24
Compression	
Resolution unit	2
Colour representation	sRGB
Compressed bits/pixel	4
Camera	
Camera maker	NIKON CORPORATION
Camera model	NIKON D7000
F-stop	f/8
Exposure time	1/250 sec.
ISO speed	ISO-160
Exposure bias	0 step
Focal length	105 mm
Max aperture	5

Remove Properties and Personal Information

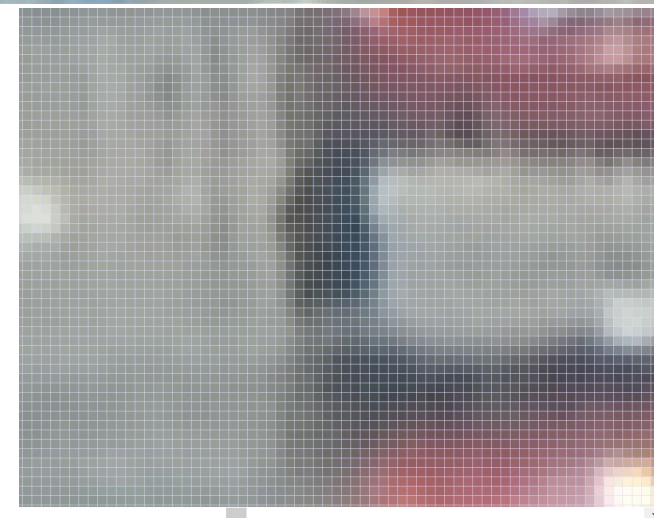
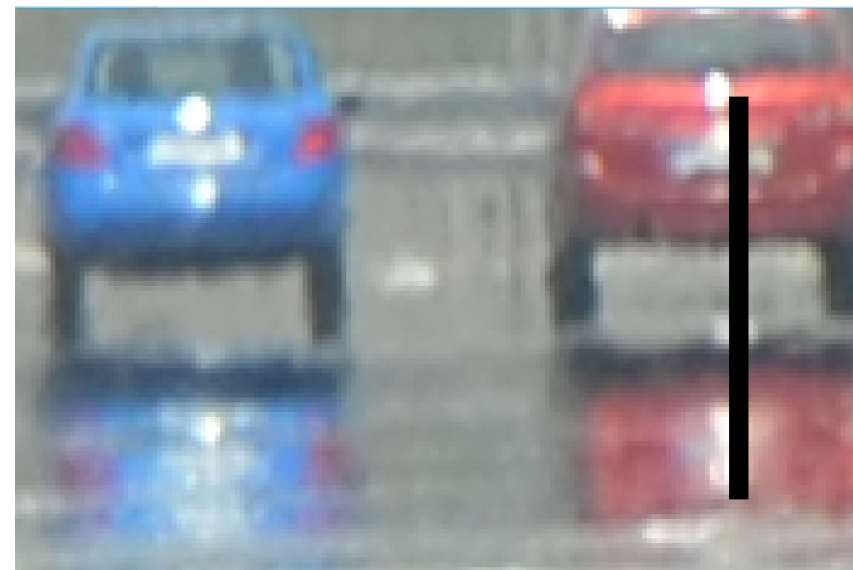
OK Cancel Apply

DSC_7762.JPG Properties

Property	Value
Camera	
Camera maker	NIKON CORPORATION
Camera model	NIKON D7000
F-stop	f/8
Exposure time	1/250 sec.
ISO speed	ISO-160
Exposure bias	0 step
Focal length	105 mm
Max aperture	5
Metering mode	Pattern
Subject distance	
Flash mode	No flash, auto
Flash energy	
35mm focal length	157
Advanced photo	
Lens maker	
Lens model	
Flash maker	
Flash model	

Remove Properties and Personal Information

OK Cancel Apply



fotografije je narejena s teleobjektivom z goriščno razdaljo 157 mm. Višina slike na fotoaparatu je 24 mm, slika pa ima v navpični smeri 3264 slikovnih elementov.

črta (daljica AA') je dolga 94 slikovnih elementov.

$$slika = \frac{94}{3264} 24 \text{ mm} = 0,69 \text{ mm.}$$

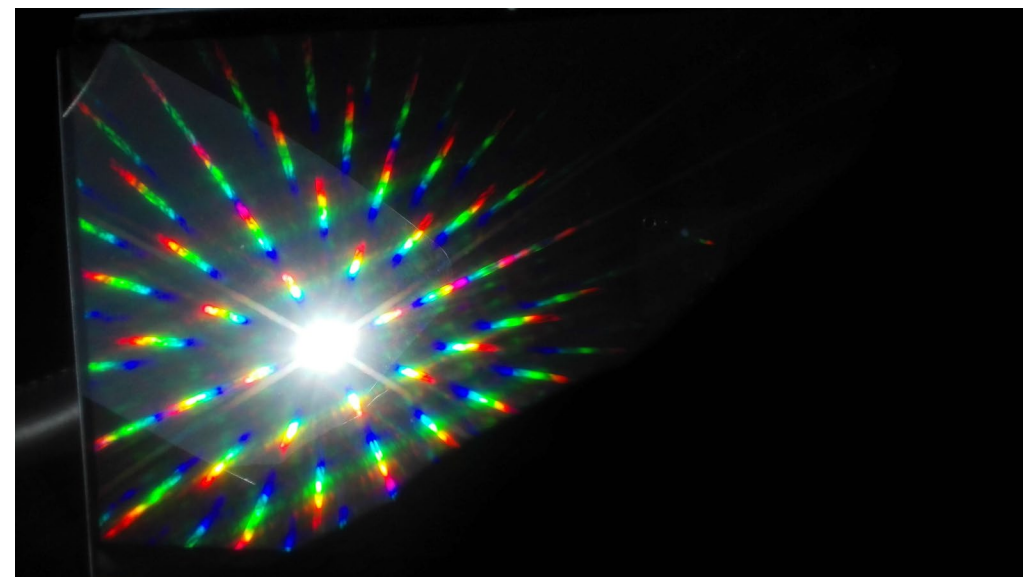
Uklonska mrežica

<https://docs.google.com/document/d/1r55Gh4ezN9UKHhSadCT3rMkmL5jJTWN9Qj2skTThsqk/edit?usp=sharing>

Kolikšna je velikost slikovnih elementov?

Fotografija kaže odsev točkaste svetilke. Osrednji del je zrcalni odsev, okoli pa so nanizani interferenčni maksimumi. Zaslون deluje kot 2D uklonska mrežica.

Uklonski kot določimo iz znane goriščne razdalje objektiva, znane ločljivosti slike, dolžine na slikah raje merimo z ravnilom ali ustreznim orodjem kakega urejevalnika slik in jih primerjamo z na enak način izmerjeno velikostjo slike.



General Security Details Previous Versions

Property	Value
Origin	
Authors	
Date taken	11/03/2020 14:04
Program name	P7-L10V100R001C00B623
Date acquired	
Copyright	
Image	
Image ID	
Dimensions	4160 x 2336
Width	4160 pixels
Height	2336 pixels
Horizontal resolution	72 dpi
Vertical resolution	72 dpi
Bit depth	24
Compression	
Resolution unit	2
Colour representation	sRGB
Compressed bits/pixel	
Camera	

Remove Properties and Personal Information

OK Cancel Apply

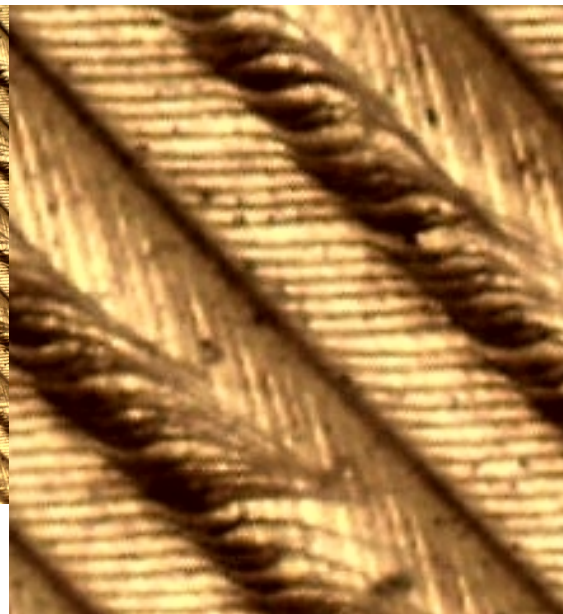
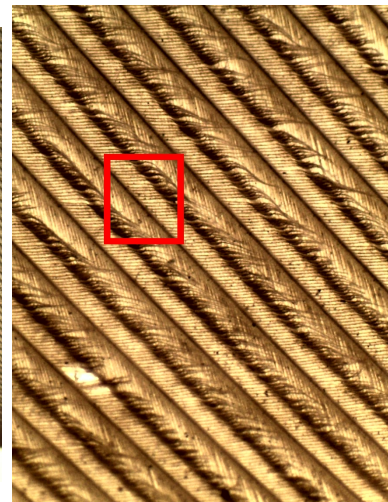
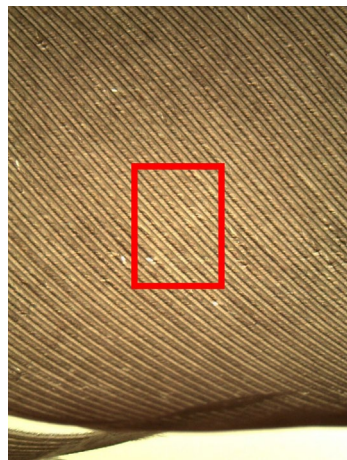
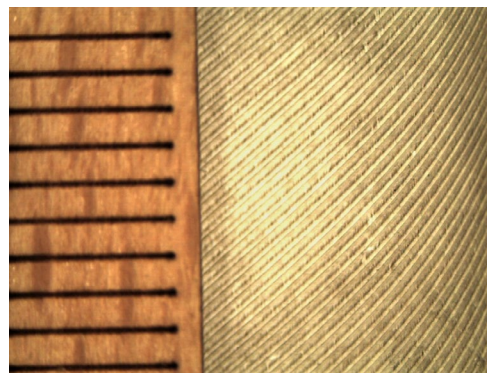
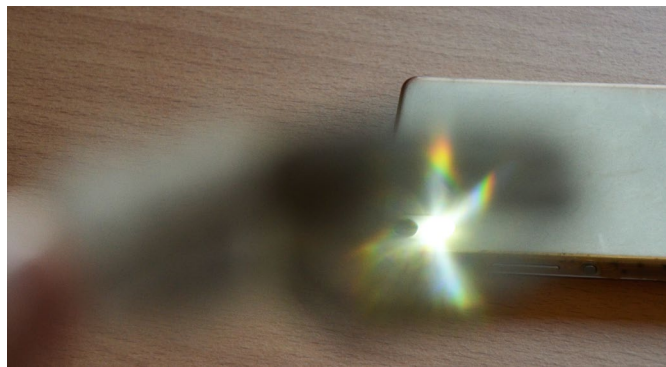
General Security Details Previous Versions

Property	Value
Compression	
Resolution unit	2
Colour representation	sRGB
Compressed bits/pixel	
Camera	
Camera maker	HUAWEI
Camera model	HUAWEI P7-L10
F-stop	f/2
Exposure time	1/2500 sec.
ISO speed	ISO-64
Exposure bias	0 step
Focal length	4 mm
Max aperture	
Metering mode	Average
Subject distance	
Flash mode	No flash
Flash energy	
35mm focal length	28

Remove Properties and Personal Information

OK Cancel Apply


Določi velikost rese iz interferenčne slike in iz fotografije



Razdaljo med resami lahko določimo iz merila na sliki, kjer so razdalje med oznakami 1 mm. Tu treba veliko šteti. Ukloski kot določimo tako, kot pri prejšnji aktivnosti. Ampak, pozor, iprikazana slika je obrezana. Primerjajte podatke za velikost slike (v pikslih) na naslednji strani z velikostjo originalne slike. Tu morate upoštevati, da velikost standardna.

DSC_7988.JPG Properties

General Security Details Previous Versions



Property	Value
Dimensions	4928 x 3264
Width	4928 pixels
Height	3264 pixels
Horizontal resolution	300 dpi
Vertical resolution	300 dpi
Bit depth	24
Compression	
Resolution unit	2
Colour representation	sRGB
Compressed bits/pixel	4

Camera


Camera maker	NIKON CORPORATION
Camera model	NIKON D7000
F-stop	f/5.6
Exposure time	1/100 sec.
ISO speed	ISO-400
Exposure bias	0 step
Focal length	105 mm
Max aperture	5

[Remove Properties and Personal Information](#)

OK Cancel Apply

slika2.jpg Properties

General Security Details Previous Versions



Property	Value
Dimensions	2859 x 1556
Width	2859 pixels
Height	1556 pixels
Horizontal resolution	300 dpi
Vertical resolution	300 dpi
Bit depth	24
Compression	
Resolution unit	2
Colour representation	sRGB
Compressed bits/pixel	4

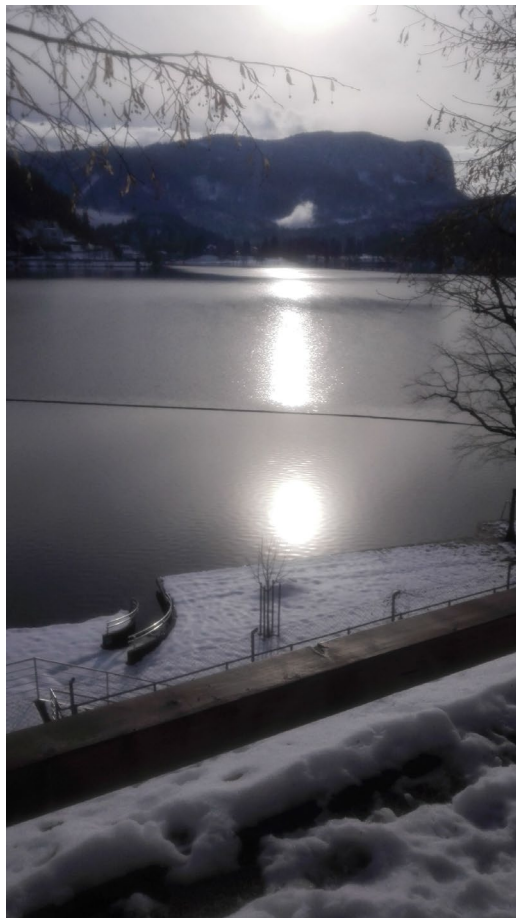
Camera

Camera maker	NIKON CORPORATION
Camera model	NIKON D7000
F-stop	f/5.6
Exposure time	1/100 sec.
ISO speed	ISO-400
Exposure bias	0 step
Focal length	105 mm
Max aperture	5

[Remove Properties and Personal Information](#)

OK Cancel Apply

Odboj



Na razburkani vodni gladini se svetloba (majhnega) svetila odbije tako, da tvori “zlato cesto”.

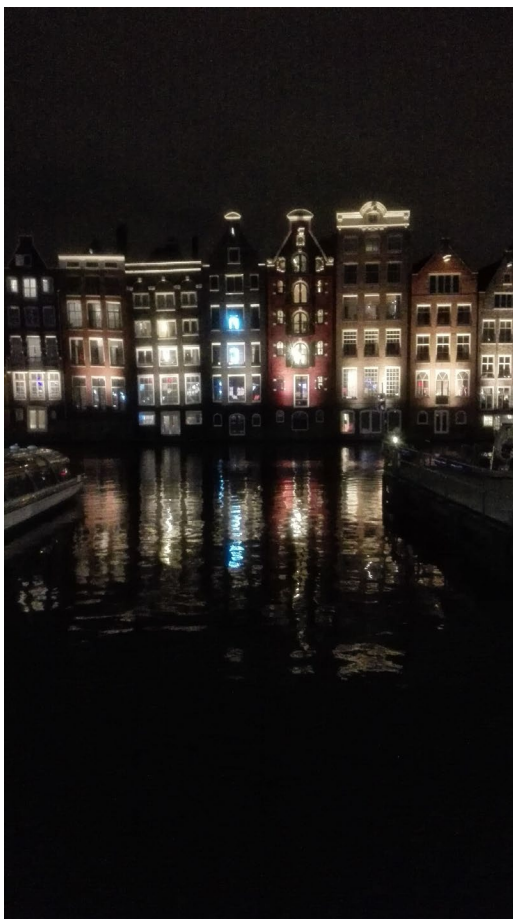
Odboj

<https://docs.google.com/document/d/18B9F2d4HixiQURkGbYlZfLvJ9OUPsiNDATqsizeDUwc/edit?usp=sharing>



Kako se odbija svetloba od oken, ki so desno ali levo od centra, ali grejo “žarki” narazen, vzporedno, ali skupaj?

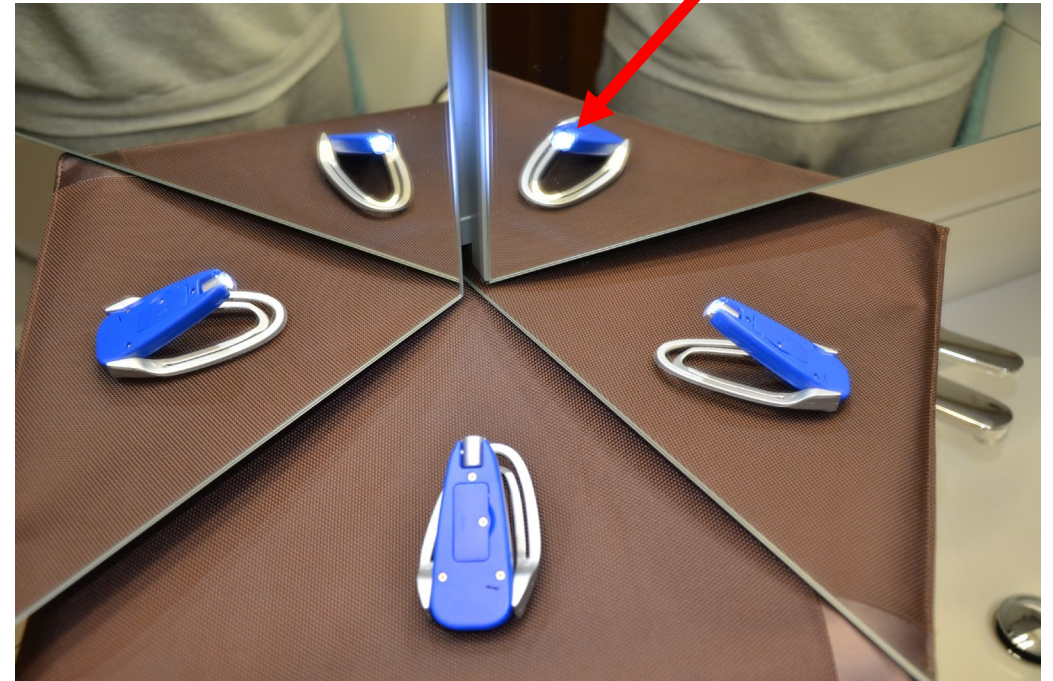
Odboj – odgovor na vprašanje



Odboj

https://docs.google.com/document/d/1rYh6l3iPc-f0gfzFSYdY78_6N3SQap26dYwNxWT7nKg/edit?usp=sharing

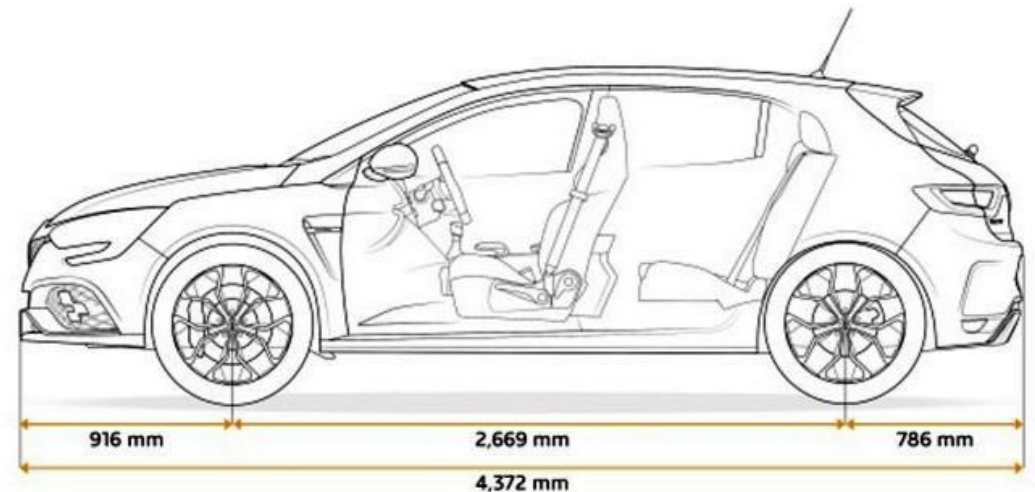
Od katerega zrcala se najprej odbije žarek, ki ustreza lučki na zgornji sliki desno?
Narišite tloris, dve zrcali in predmet, poiščite vse slike predmeta.



Hitrost

S kakšno hitrostjo je peljal avto?

Razničnim blatnim sledem lahko orišemo pravokotnike, ki jim lahko določimo višino in širino, ki ustrežata višini in dometu poševnega meta. Razdalje lahko merimo tako, da za ustrezni avto na spletu najdemo tehnične podatke.

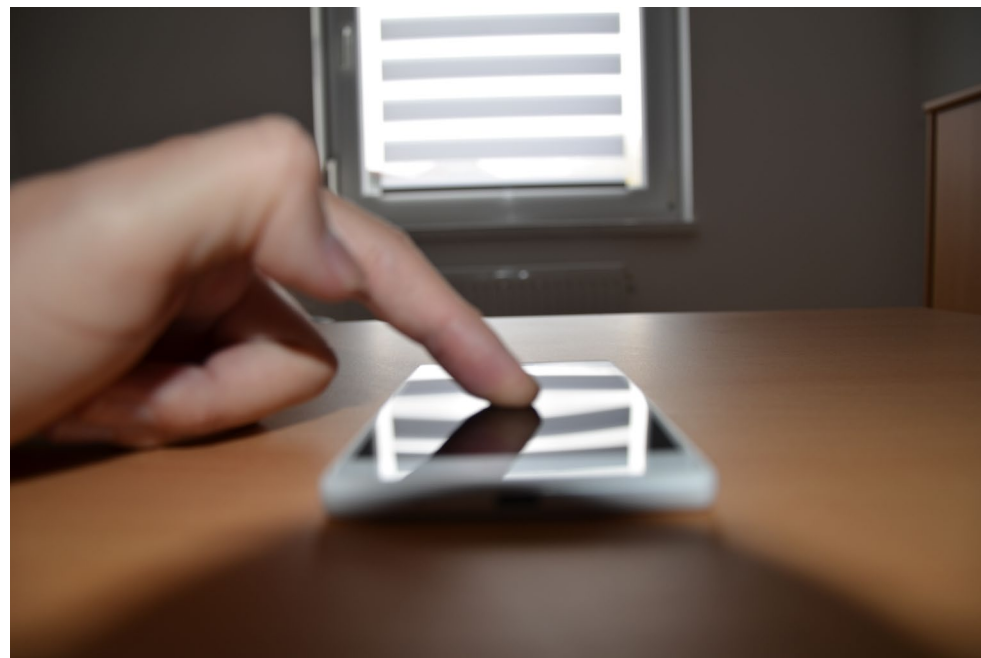
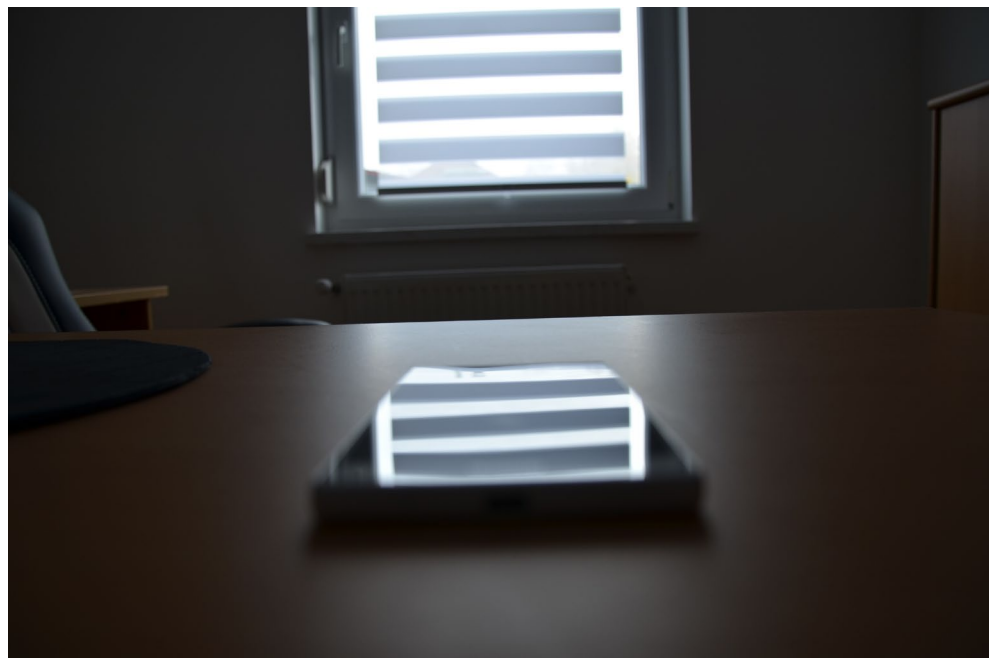


<https://docs.google.com/document/d/1JFG59Ei8Oxqyou7ou7AcOWsUUbkI5GadoJKKW-Mj9Fo/edit?usp=sharing>

Določí deformacijo zaslona

- Določite deformacijo zaslona telefona. Pomagajte si z odsevom (pravičnega) vzorca okenske zaves. Neznane količine (velikost tipala, potrebne razdalje) ocenite ali označite s simbolom.

<https://docs.google.com/document/d/1MYfkZhMQ2Lj9hi-o7xBt5JteNReIKkFJyg1-FBgAfsM/edit?usp=sharing>



Ukrivljeno zrcalo

- Določite krivinski radij žlice. Neznane količine (velikost tipala, potrebne razdalje) ocenite ali označite s simbolom

https://docs.google.com/document/d/1bMqrGs6PflIEQMenEYTywO-W4Rr_5OFDYpqMO6bk1F8/edit?usp=sharing



Na sliki so fotografije avtomobilskih koles, ki so bile narejene na štiri različne načine:

- i. oseba, ki je mirovala na pločniku, je fotografirala avtomobil, ki je peljal mimo
- ii. oseba, ki se je peljala v avtomobilu, je slikala avtomobil, ki se je peljal vzporedno z enako hitrostjo
- iii. oseba, ki se je peljala v avtomobilu, je slikala avtomobil, ki se je peljal vzporedno z večjo hitrostjo
- iv. oseba, ki se je peljala v avtomobilu, je slikala avtomobil, ki se je peljal vzporedno z manjšo hitrostjo.

Katera slika os (a) do (d) ustreza kateremu od načinov fotografiranja?

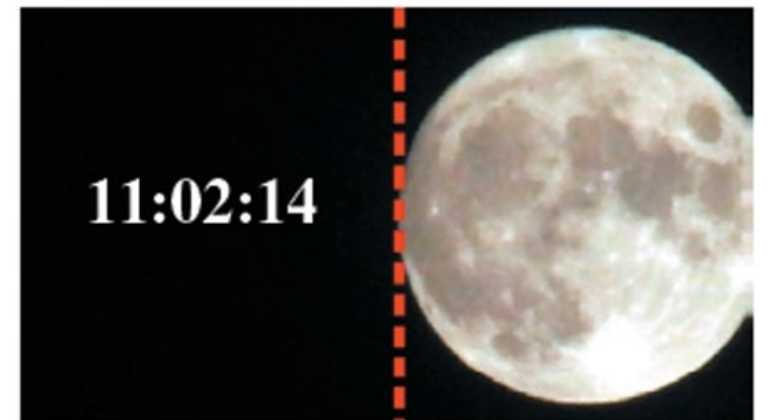
povzeto po G. Planinšič, E. Etkina...



Slika kaže dve fotografiji Lune narejeni v časovnem intervalu, ki ustreza premiku Lune v desno za en polmer. Kateri pojav je najbolj odgovoren za opaženo premikanje Lune?

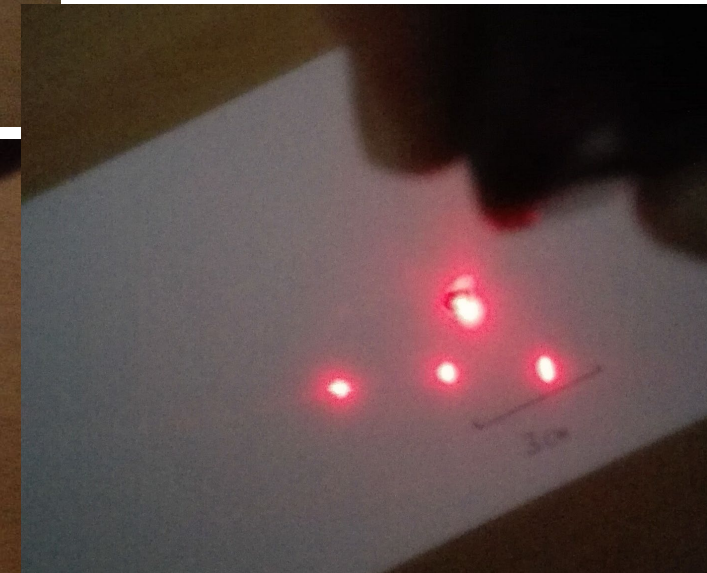
- (a) vrtenje Zemlje okoli svoje osi
- (b) kroženje Zemlje okoli Sonca
- (c) kroženje Lune okoli Zemlje
- (d) premikanje zemeljskih tektonskih plošč

povzeto po G. Planinšič, E. Etkina...



Kolikšna je valovna dolžina IR svetlobe daljinca?

Uklonski kot lahko določite kot že nekajkrat prej, lahko pa kot primerjate s kotom, ki ga dobimo pri uklonu rdečega laserja z valovno dolžino 650 nm. Slika desno kaže interferenčni poskus, kjer je zaslon postavljen 5 cm od zgoščenke (CD). V zaslon svetimo skozi luknjo (najvišja rdeča točka), Interferenčni vzorec pa nastane na spodnji strani papirja (zaslona), tri pike, ki so centralni del in stranska prva maksimuma.



- Trajektorije ali druge krivulje v prostoru (ravnini) lahko analiziramo z Logger Projem. V njem izberemo osi, označimo enoto dolžine in preklikamo sled. Levo bi morali dobiti verižnico (tudi parabola bo dober približek), desno pa je prikazan posnetek (ki vam ga v pdf ne morem prilepiti) poševnega meta vrtečega telesa v obliki tomahavka, kjer ena množica točk predstavlja gibanje težišča (pričakovana parabola), druga množica pa gibanje krajišča ročaja.

