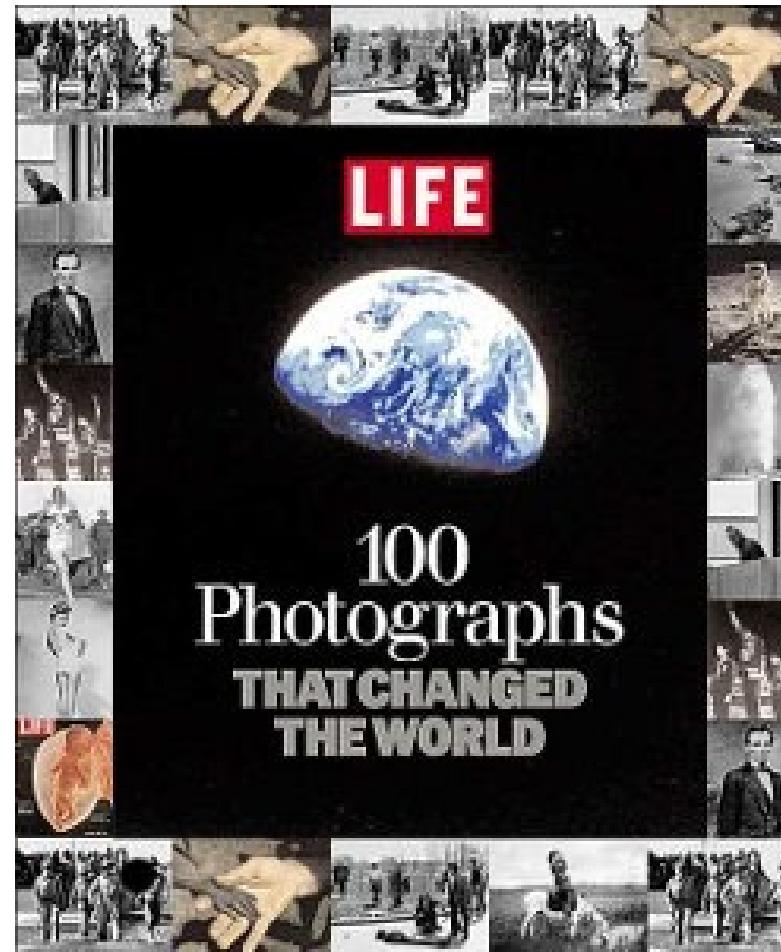


Digitalna fotografija pri pouku fizike

Aleš Mohorič, FMF, UL

SSS, 2021

Life – naj 100 fotografij



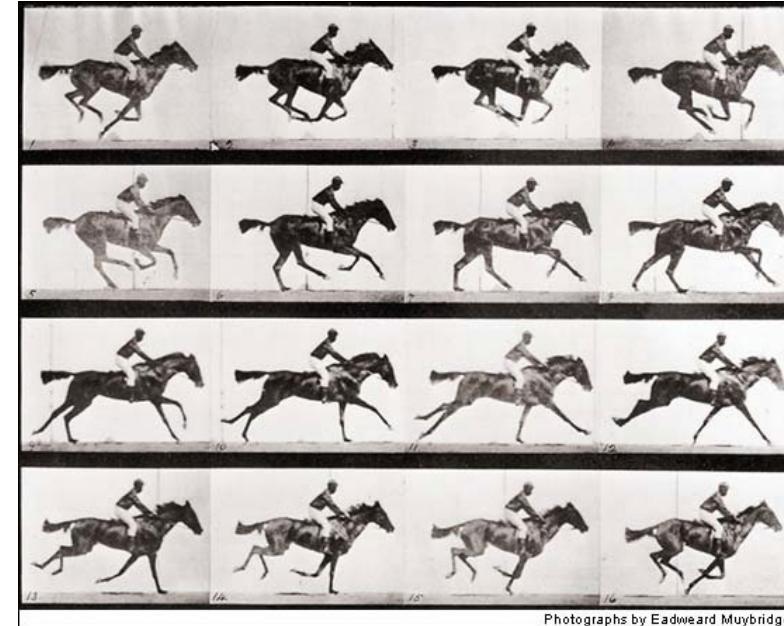
- Golobnjak in skedenj, Nicéphore Niépce, 1827: prva ohranjena fotografija, čas osvetlitve cca 10 ur
- Čistilec čevljev, Boulevard du Temple, Pariz, 1839, Louis Daguerre: prva oseba na fotografiji, zgolj slučajno, saj so bili na začetku časi osvetlitve dolgi več minut



Photograph by Nicéphore Niépce



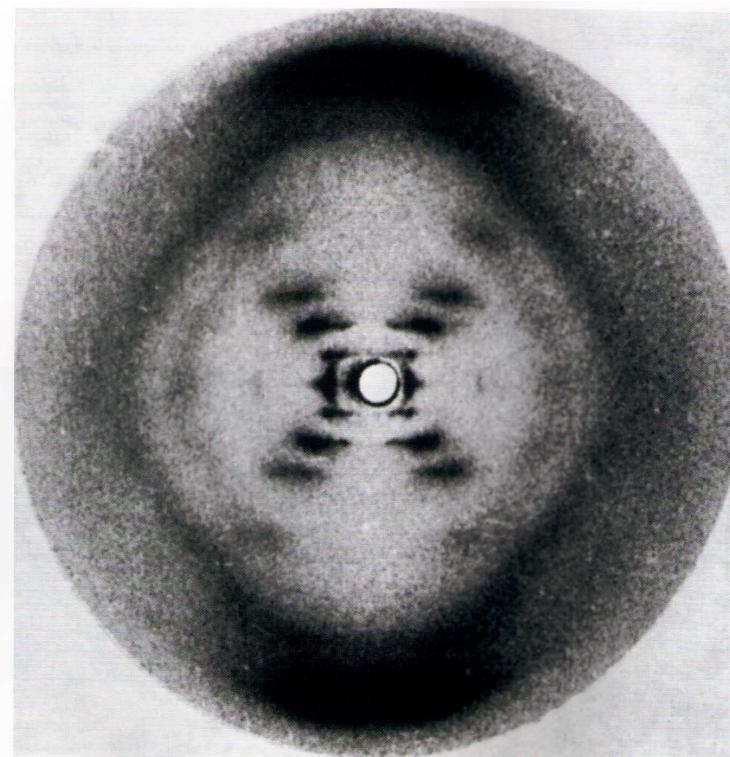
- Konj v galopu, 1872, Eadweard Muybridge, fotografija je bila posneta s serijo fotoaparatov, ki jih je prožil konj, ko je tekel mimo.



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



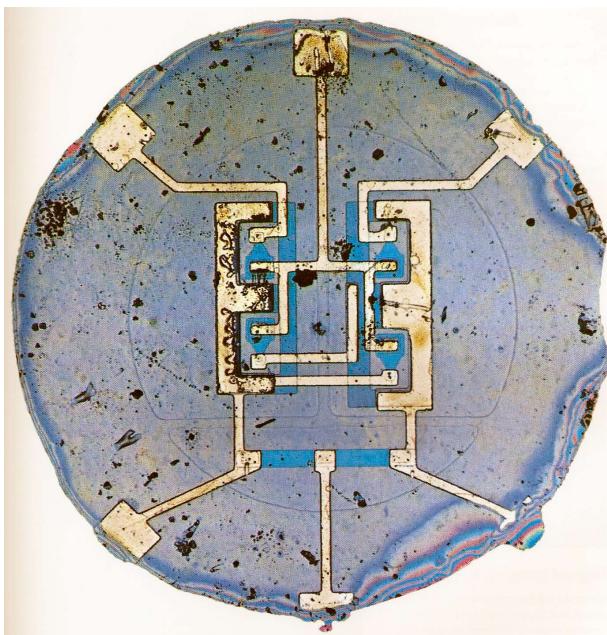
- Kaplja, 1950-a, Harold Edgerton, znan po izredno hitri fotografiji, slike zamrznjene v času
- Uklonska slika DNK, 1952, Rosalind Franklin.



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



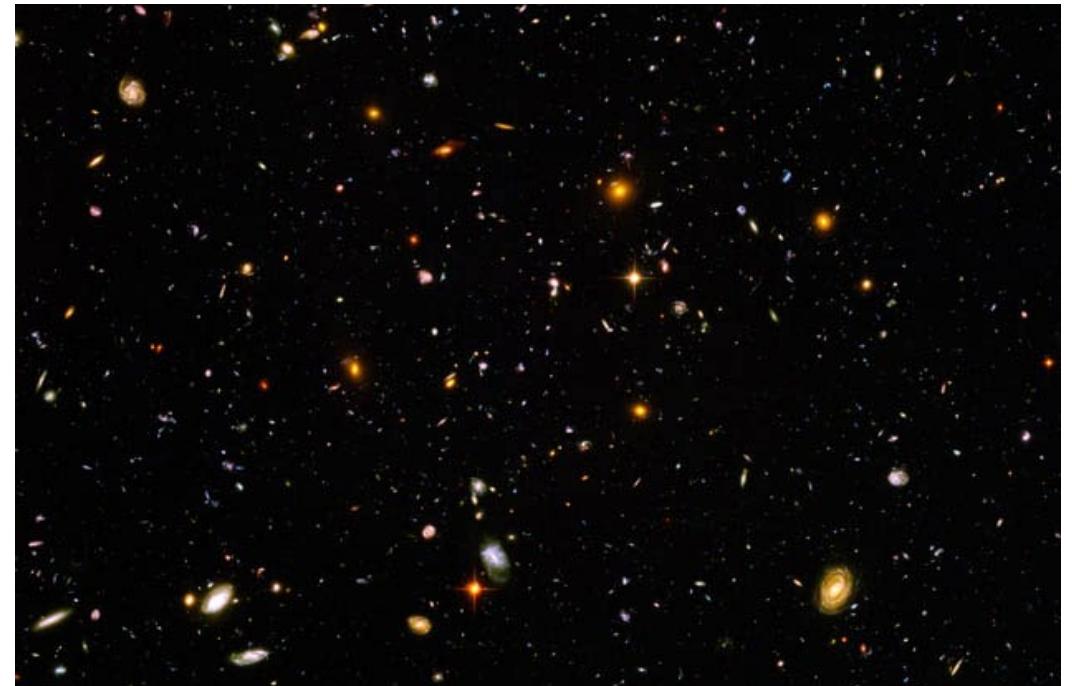
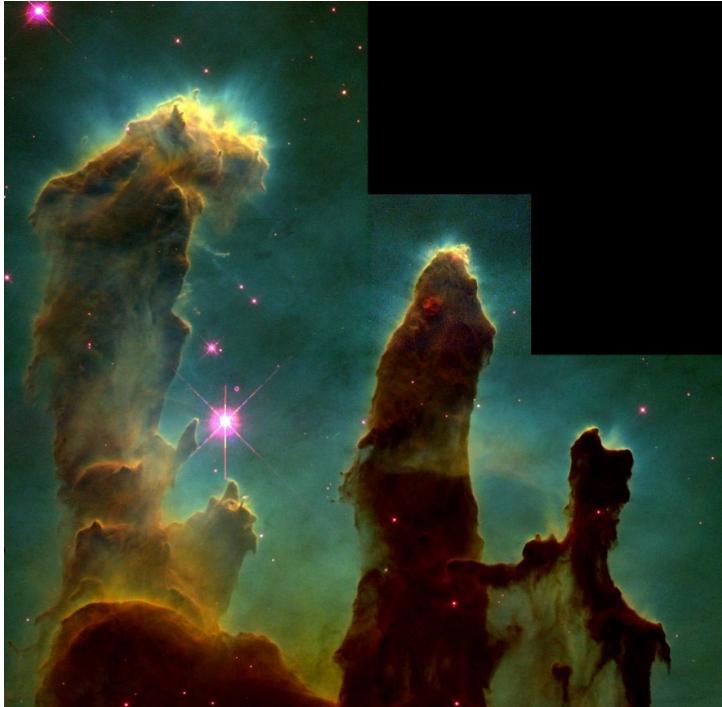
- Integrirano vezje, 1959, Robert Noyce



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



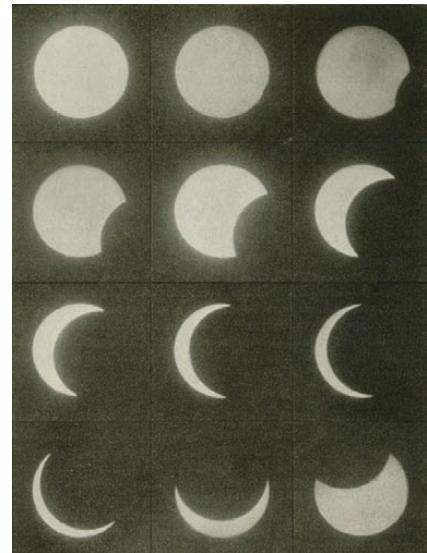
- Tu se zaključi nabor "naravoslovnih" fotografij revije Life. Od 100 jih je manj kot 10.
- Dodam dve Hubblovi posebni:
- stebri kreacije – valilnica zvezd, in "deep field" najbolj temni del neba je poln galaksije, pogled daleč v preteklost, v mlado vesolje



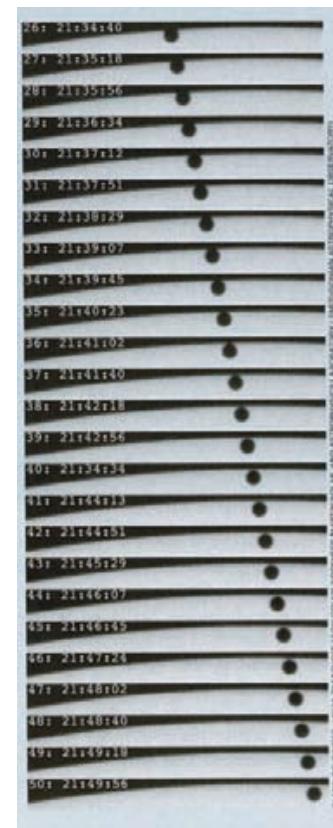
Jupiter, Paul and
Prosper Henry, 1886



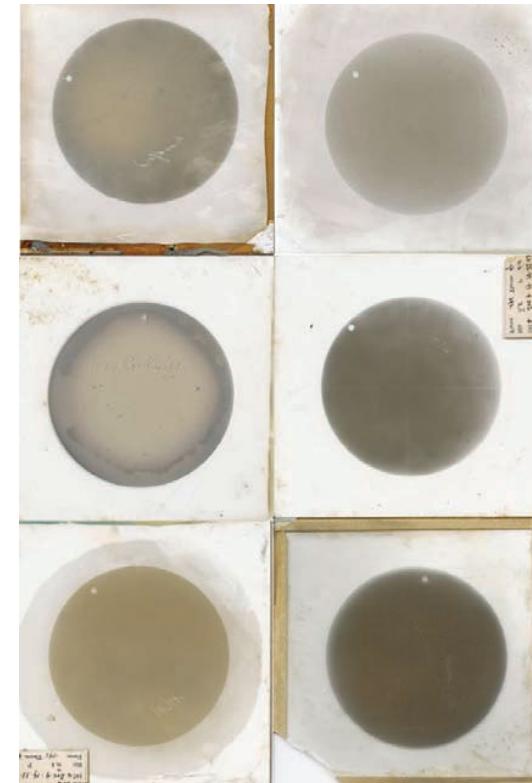
sončni mrk, August
Hagenbach, 1912



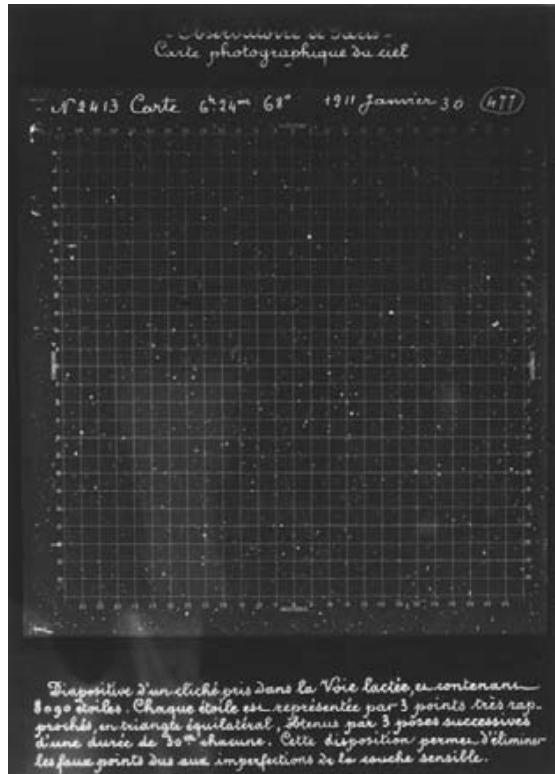
prehod Merkurja, Glenn
Schneider, Jay M.
Pasachoff, Leon Golub,
1999



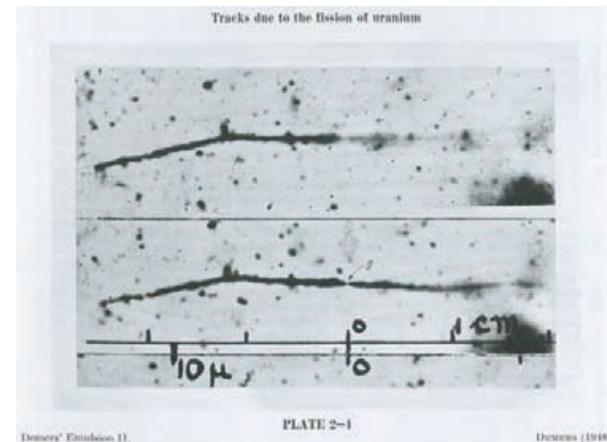
prehod Venere, 1874



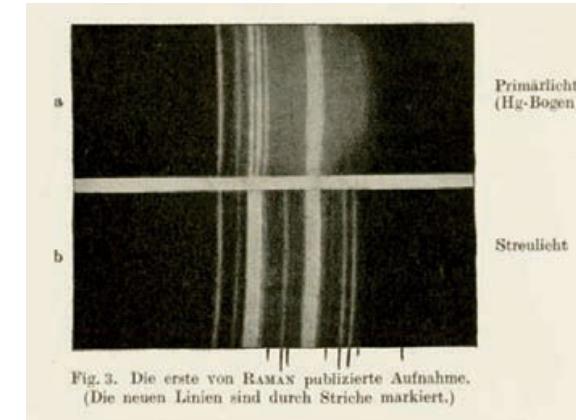
Carte photographique
du Ciel, No. 2413, Carte
477, 1911



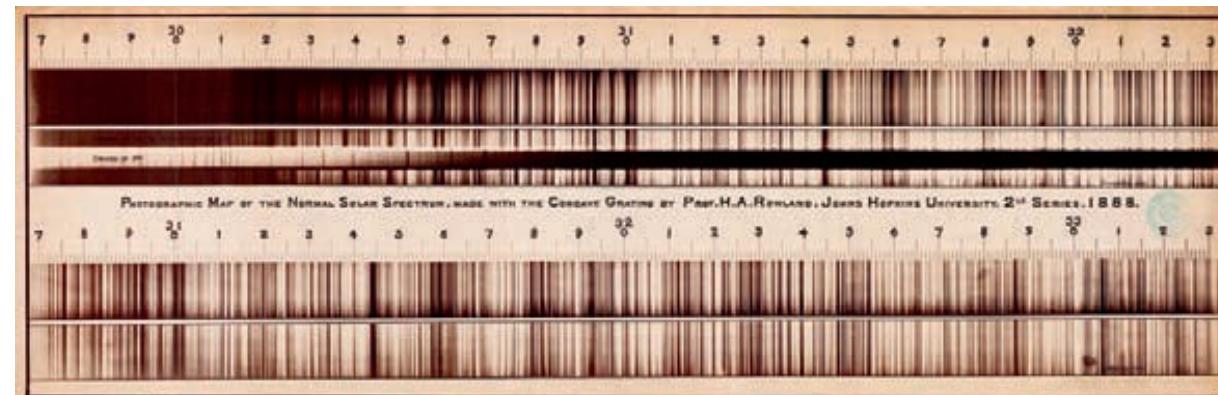
sledi fisije urana, C.
F. Powell, 1946



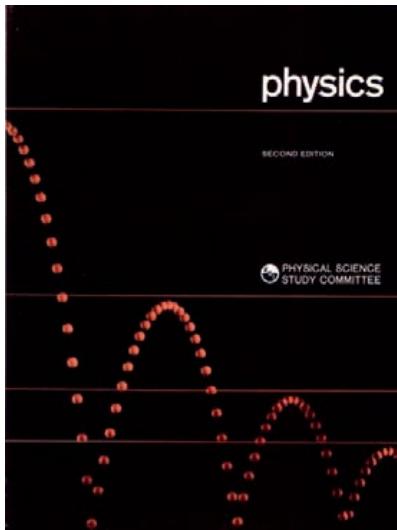
Ramanov spekter,
Chandrasekhara Venkata
Raman, 1928



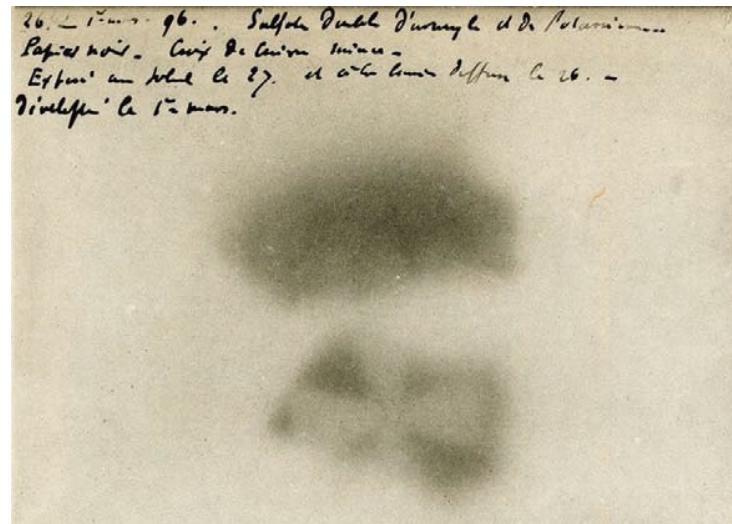
Sončev spekter, Henry A. Rowland, 1888



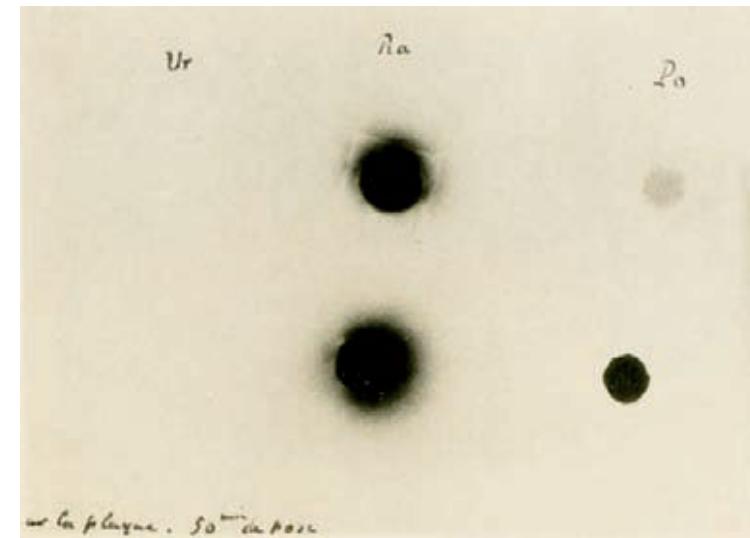
Berenice Abbott, naslovnica
Physics, The Principles of
Mechanics, 1965



slika križa, Henri Becquerel,
1896



padajoča aktivnost, Henri Becquerel, 1896–
1903



rentgenski uklon na zlatem prahu

Kaj vidi kamera, česar oči ne morejo?

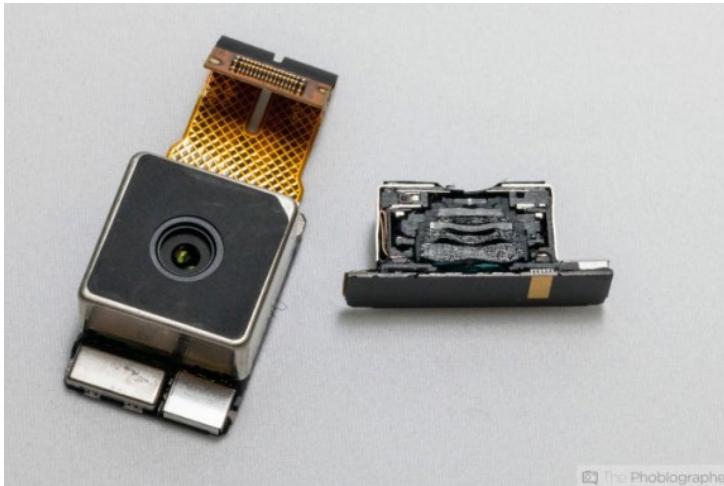
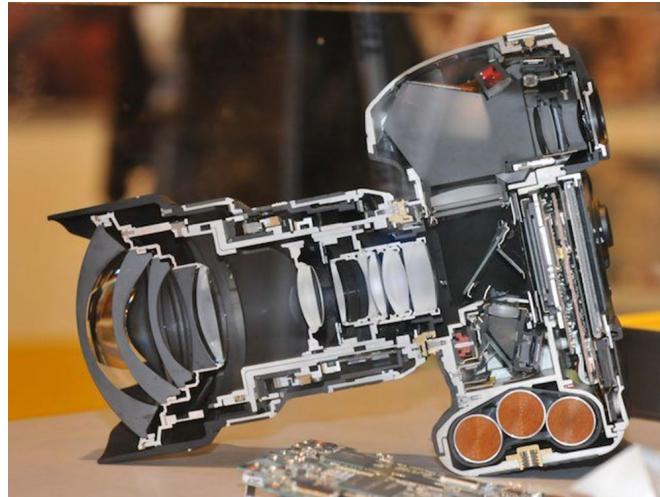
- zelo hitre pojave - zamrznjeno gibanje/sledi na fotografiji
- zelo počasne pojave/sledi na fotografiji
- zelo "šibko" svetlobo
- pojave izven vidnega dela spektra
- majhna/velika globinska ostrina
- majhen dinamični obseg
- povečava/široko vidno polje
- neprave barve/črnobelos
- perspektiva

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

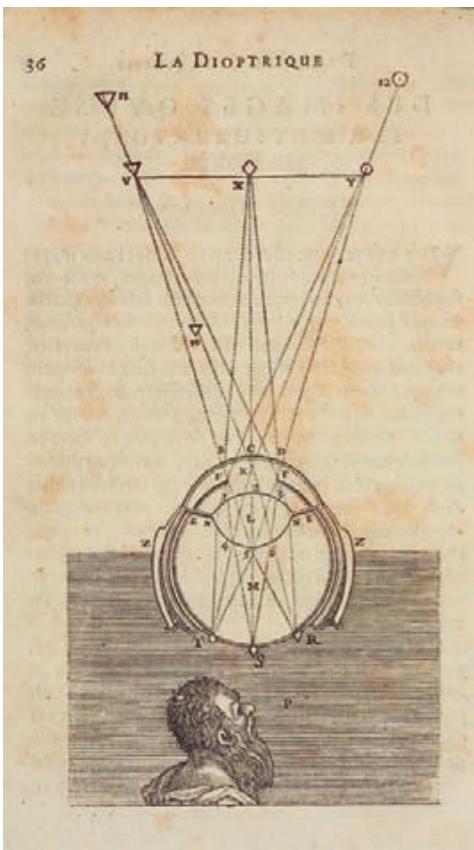
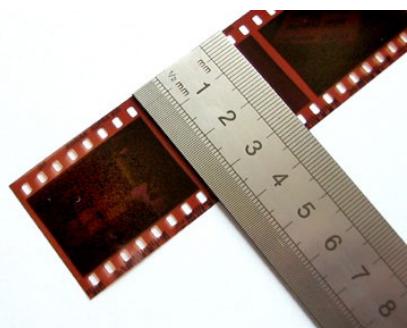
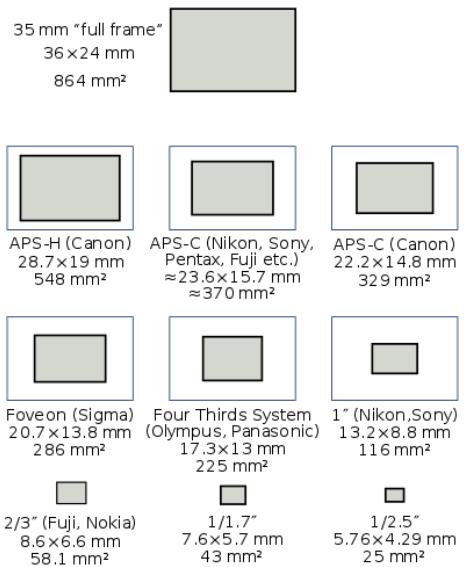
Sestava fotoaparata

- objektiv
- zaslonka
- zaklop
- tipalo



Goriščna razdalja

- zorni kot/povečava



Wide-angle to telephoto

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

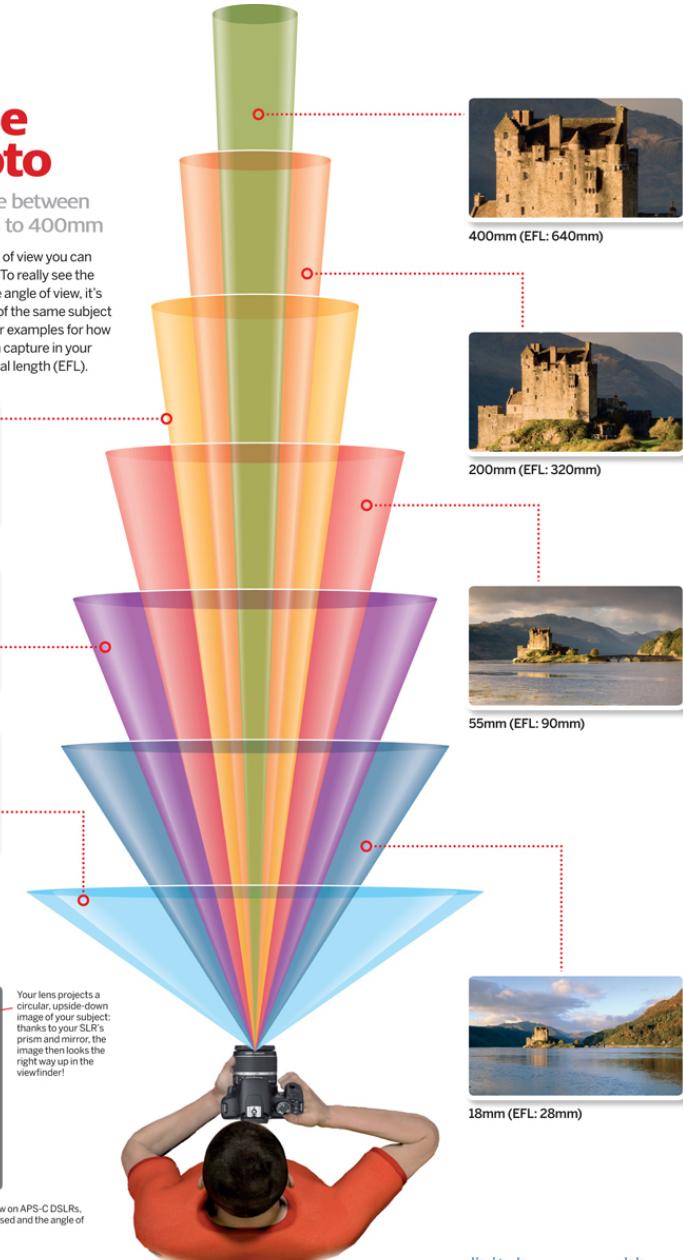
Your lens focal length affects the angle of view you can see through your camera's viewfinder. To really see the difference focal length can make to the angle of view, it's good to compare a sequence of shots of the same subject taken at different focal lengths. See our examples for how much or how little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



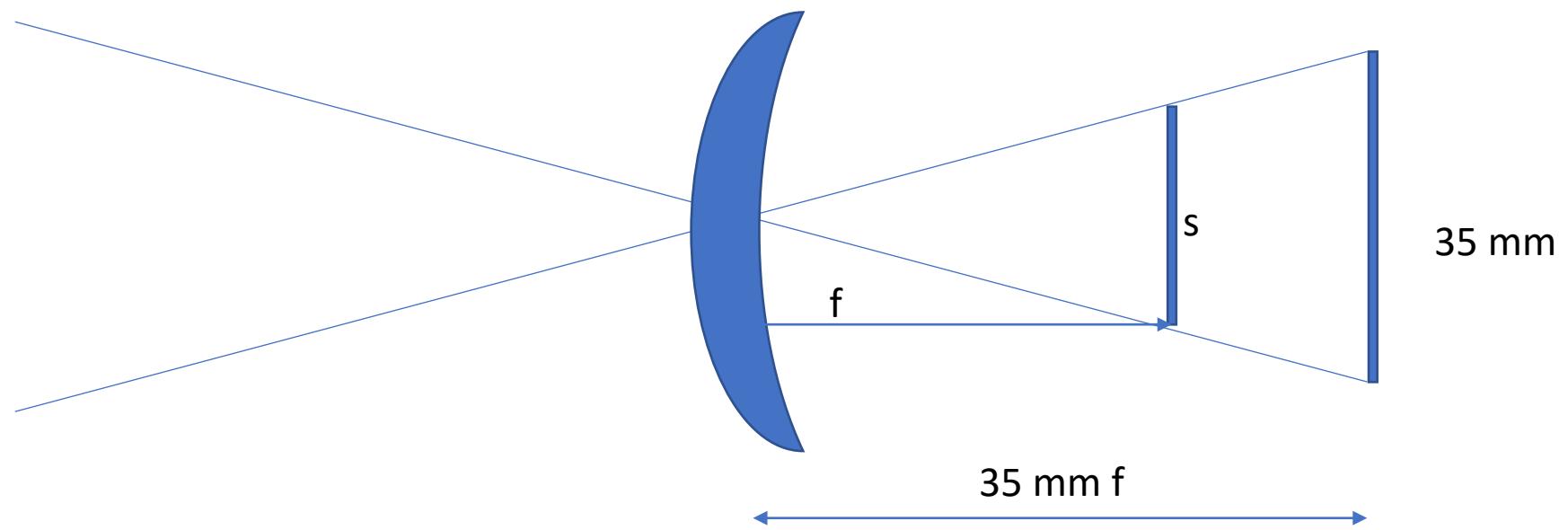
Effective Focal Length (EFL)



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



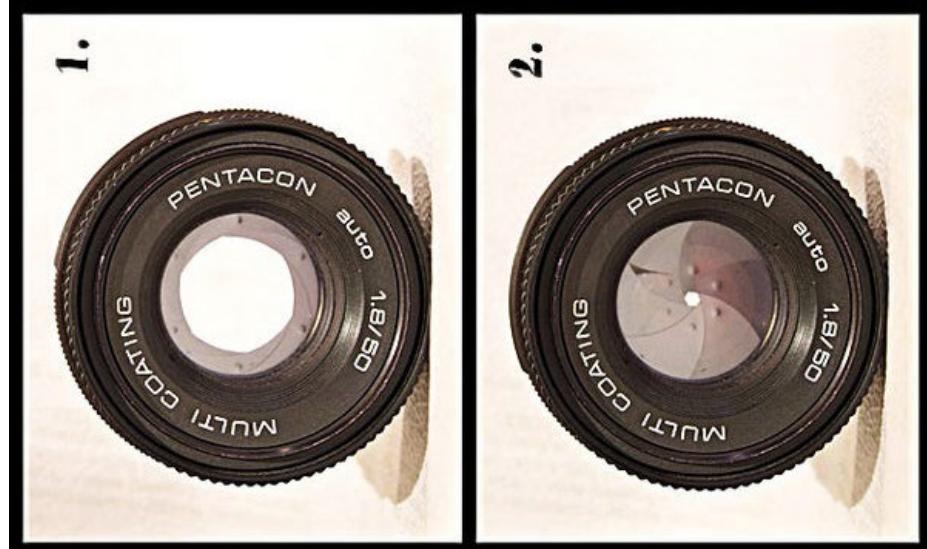
Apertura – zaslonka (hitrost leče)

Zaslonsko število

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

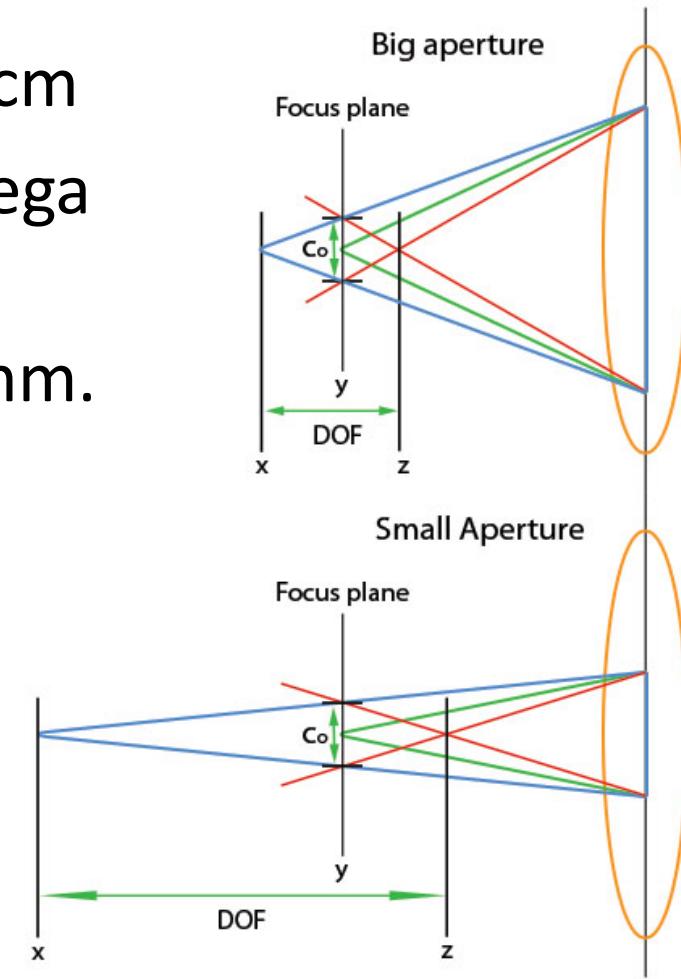
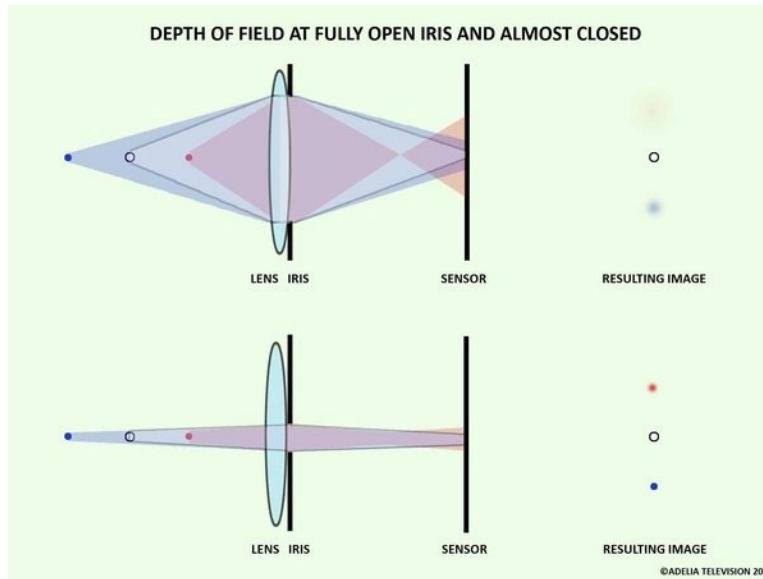
f/No.: 0.7, 1.0, 1.4, 2, 2.8, 4, 5.6, 8, 11,
16, 22, 32, 45, 64, 90, 128, 180, 256

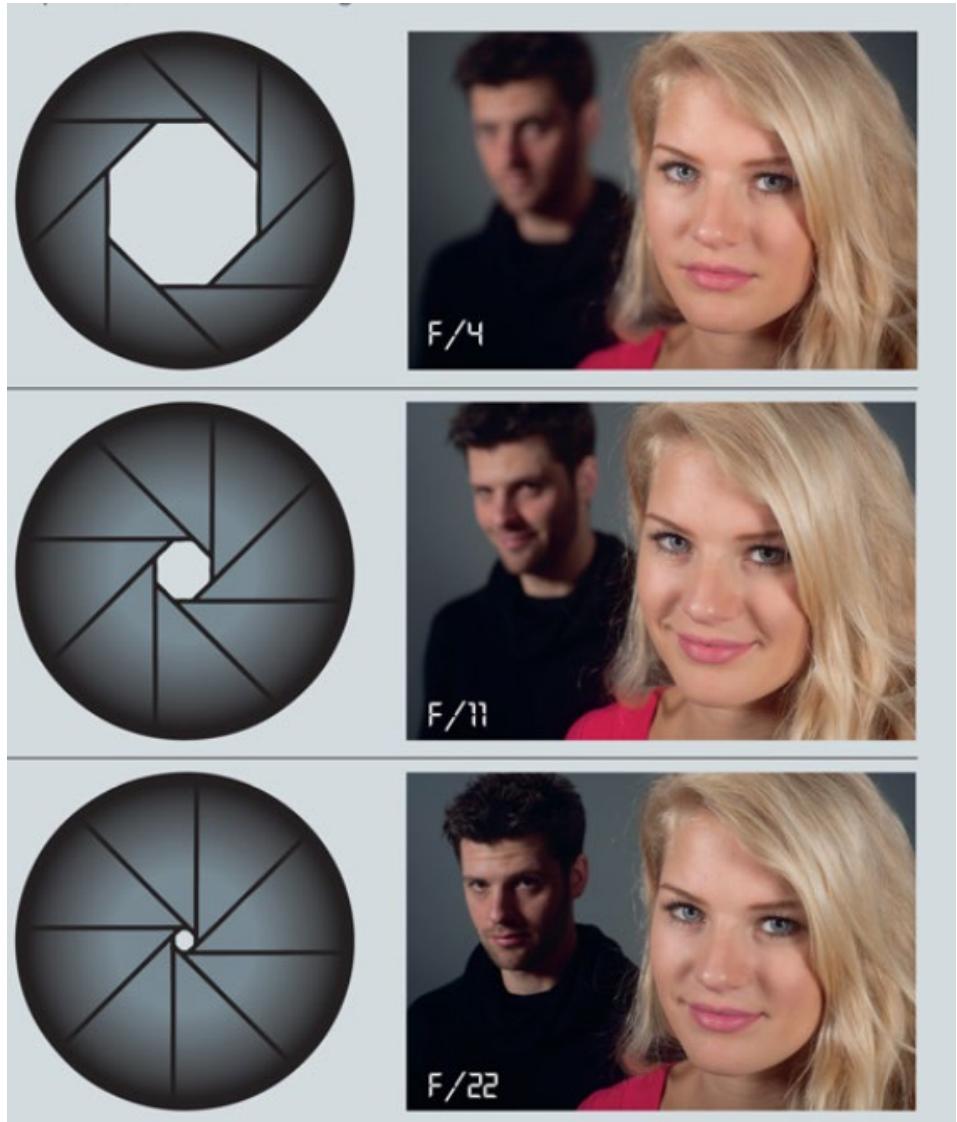
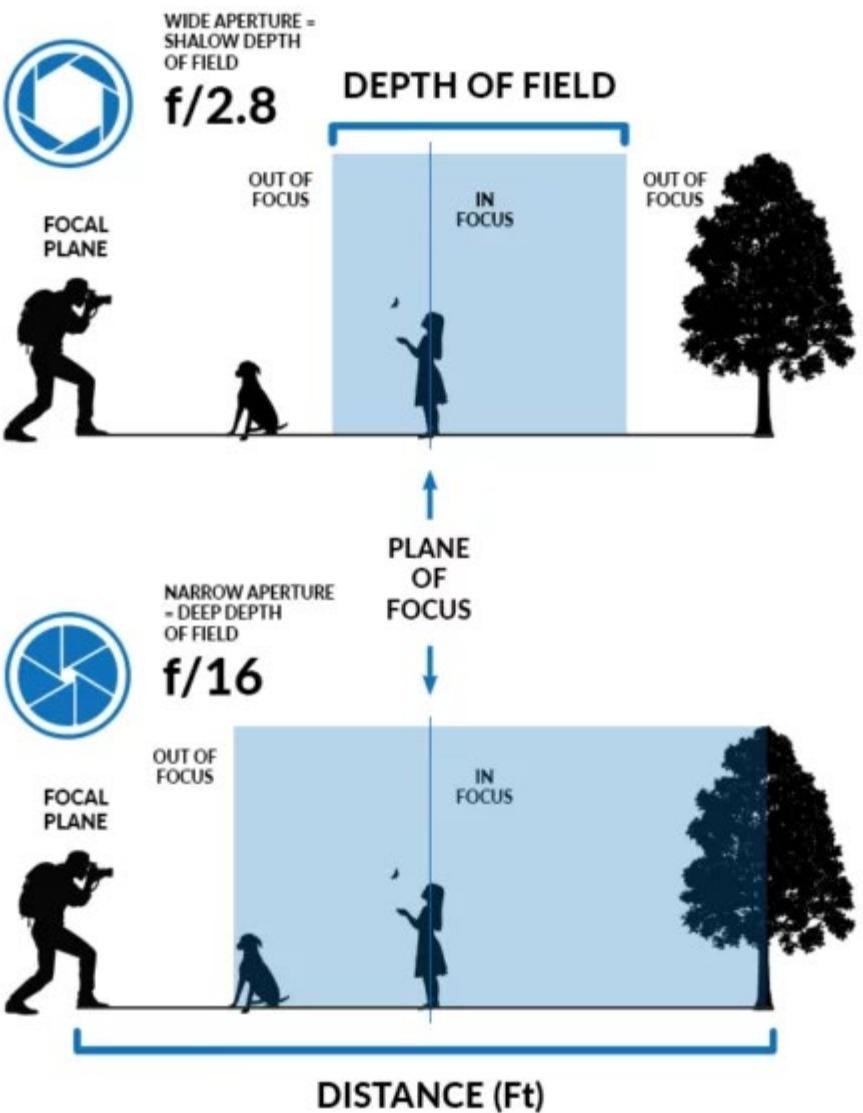
$$N_n = \sqrt{2}N_{n-1} \quad S_n = 2S_{n-1}$$



Circle of confusion

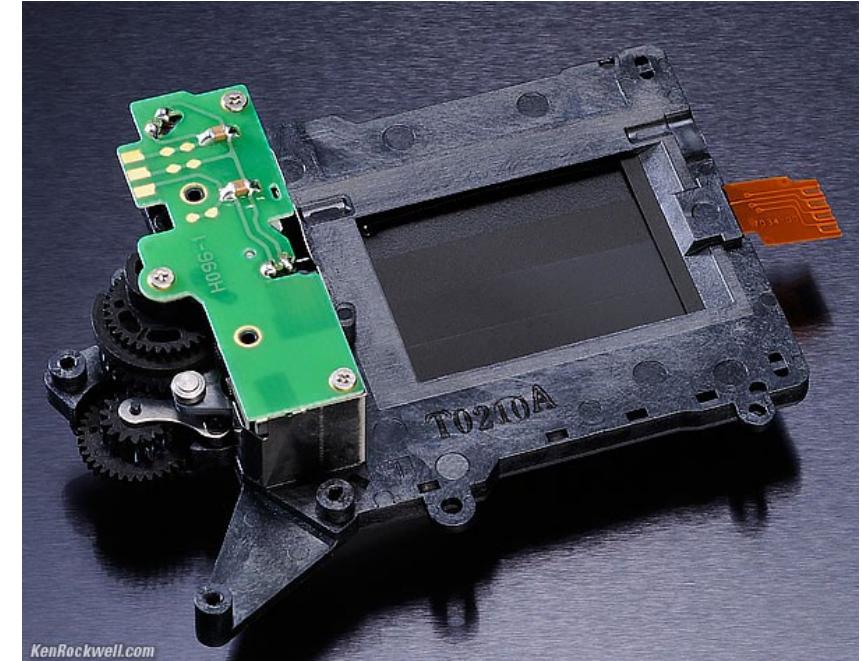
- Oko razloči liso premera $1/4$ mm na razdalji 25 cm
- slika na 8"x10" je 8-kratna povečava standardnega formata 35 mm
- na negativu full-frame 35 mm to ustreza $1/30$ mm.





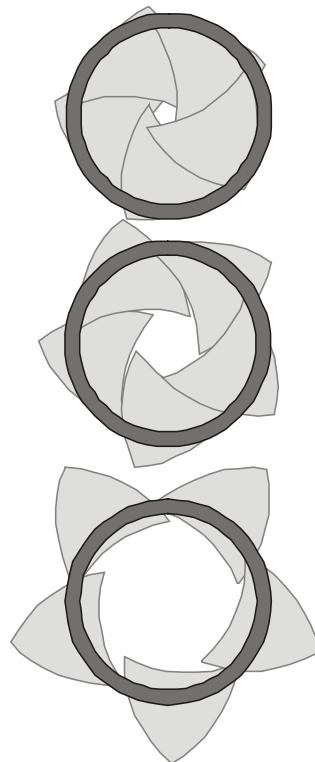
Zaklop - Ekspozicija

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



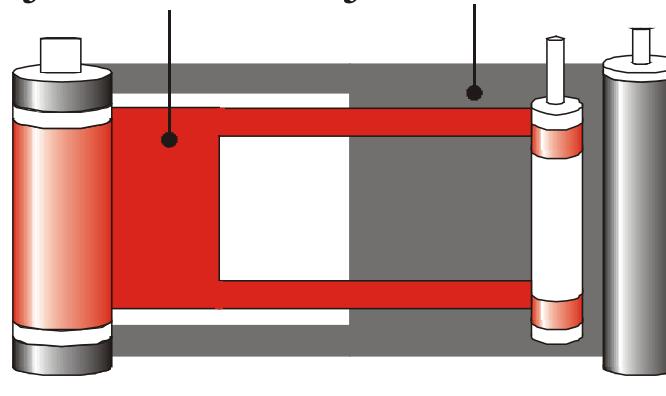
Zaklop

Lamelni zaklop



Zavesni zaklop

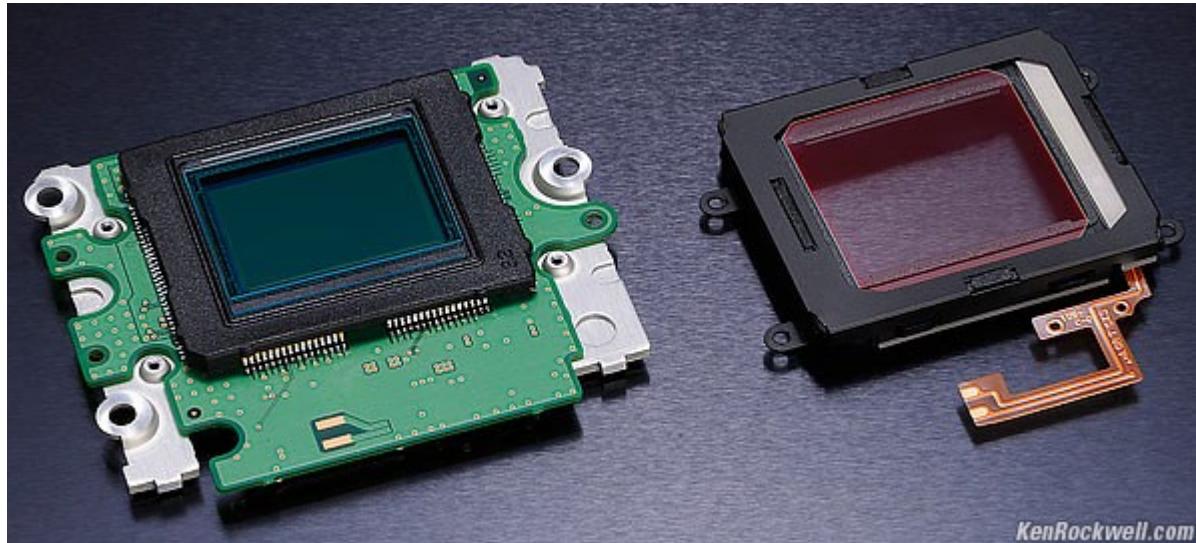
zadnja sinhronizacija prednja sinhronizacija



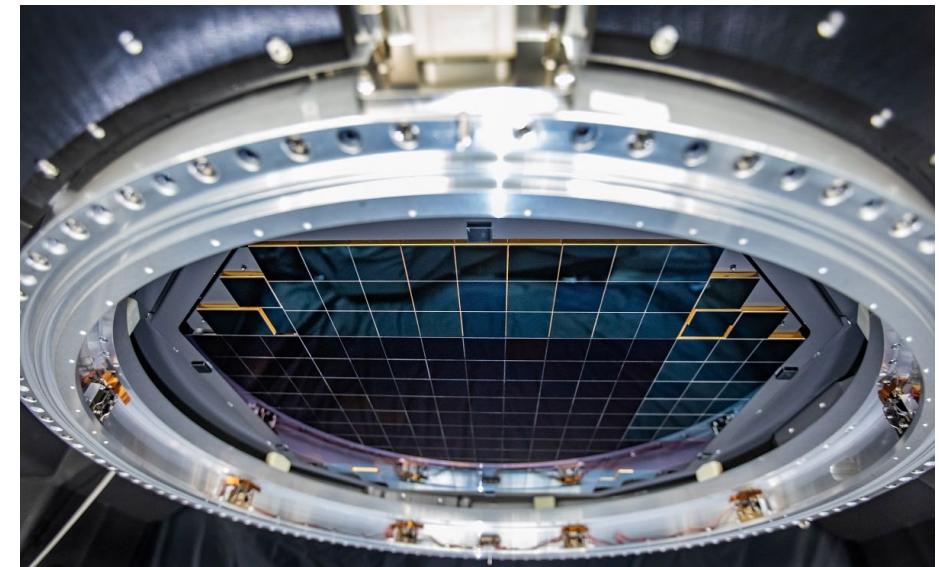
odvijanje zaves



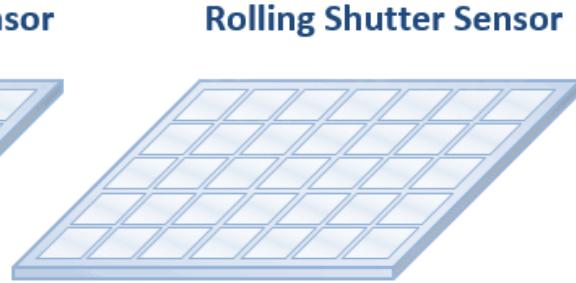
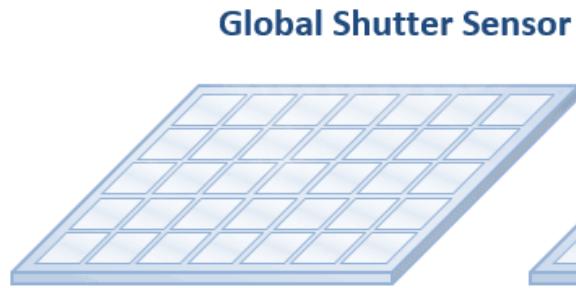
Svetlobno tipalo



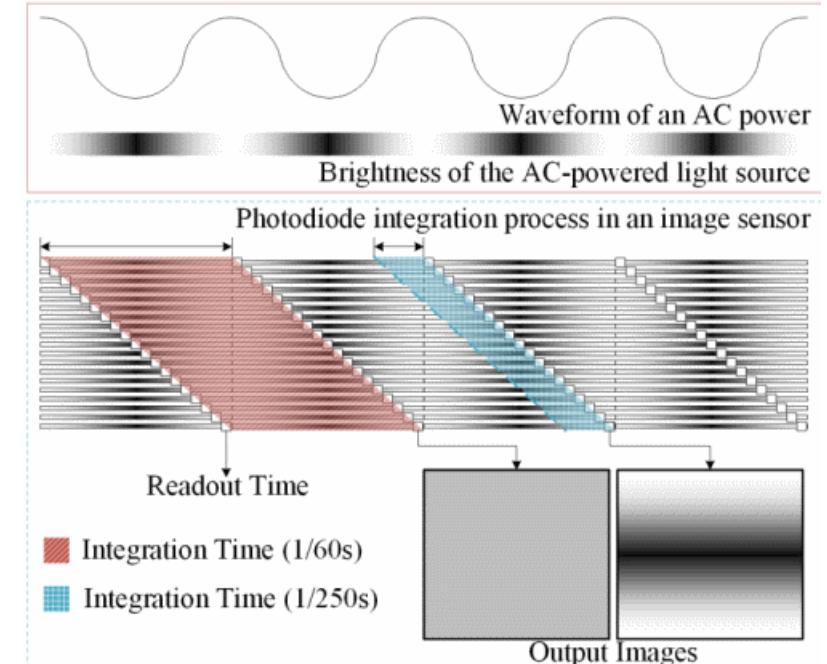
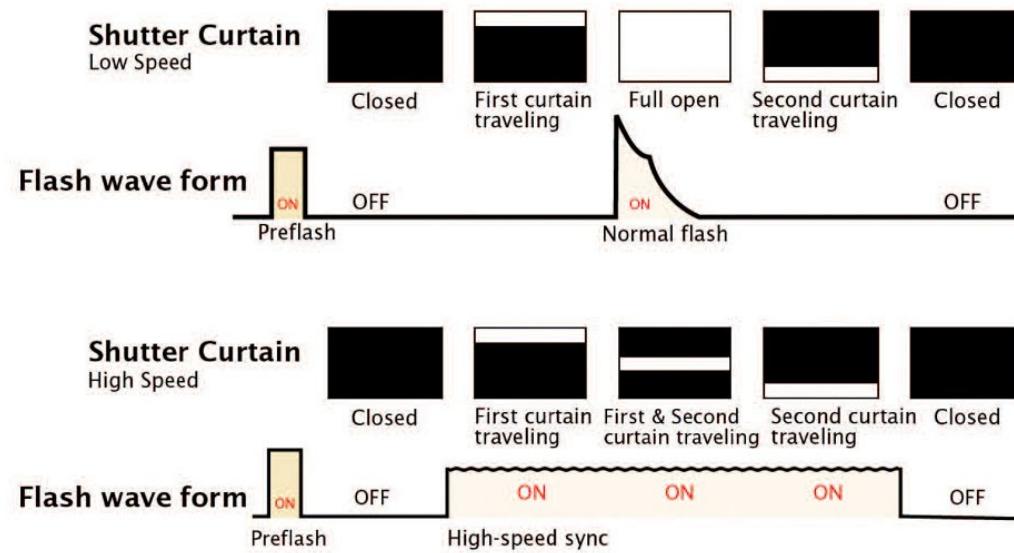
3200 megapikslov



Globalni in zavesni zaklop



© Vision-Doctor.com

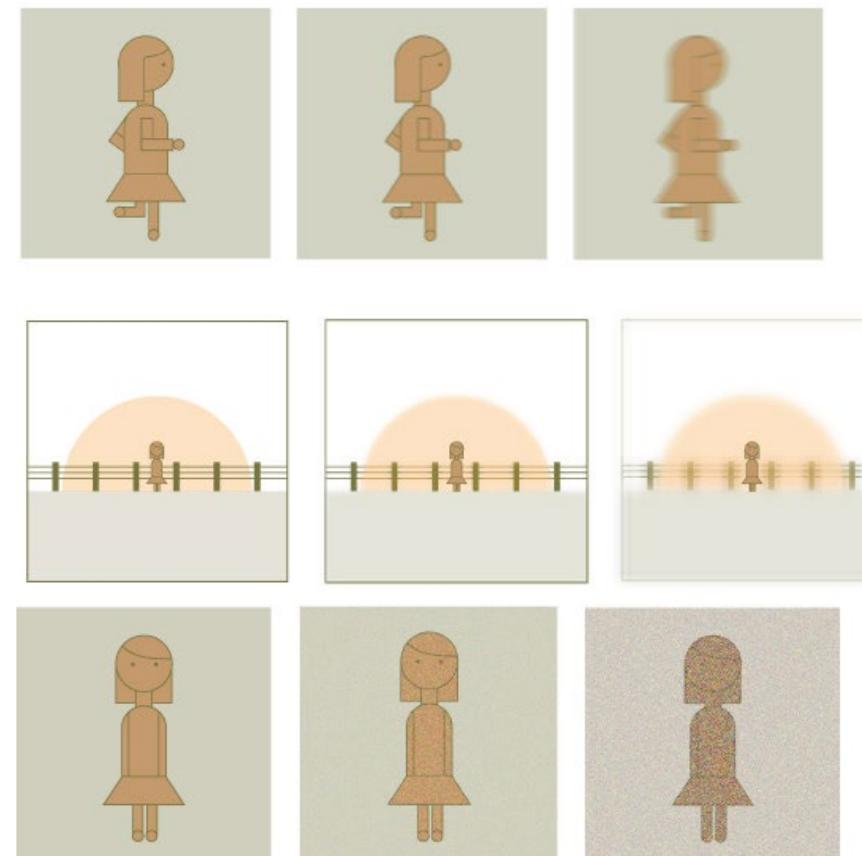
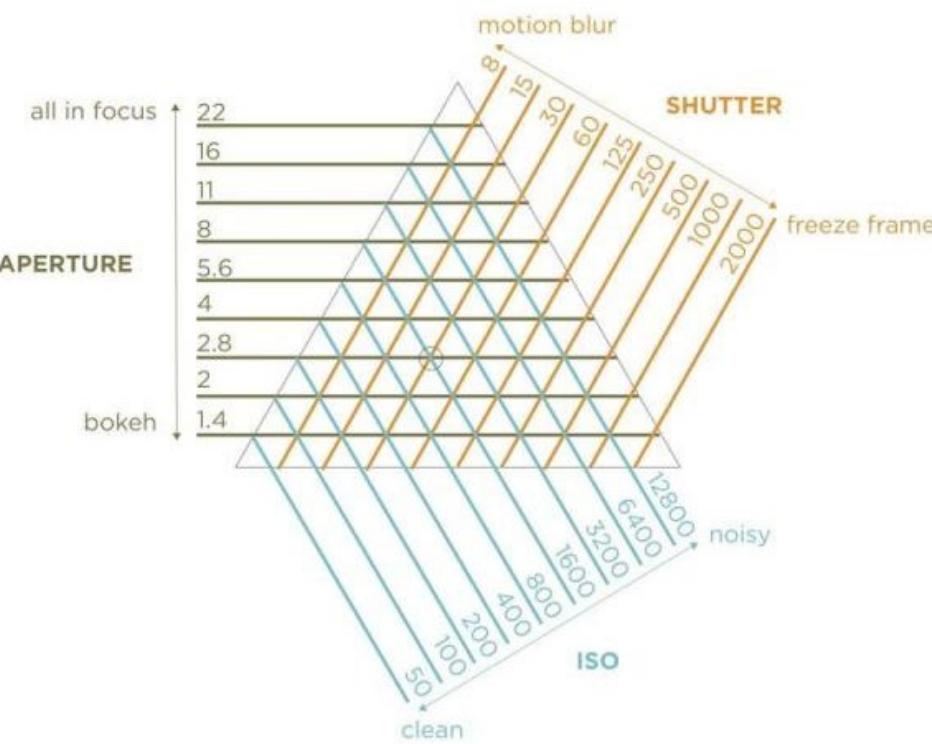


Concept of flicker generation by electronic rolling shutter in a image sensor.

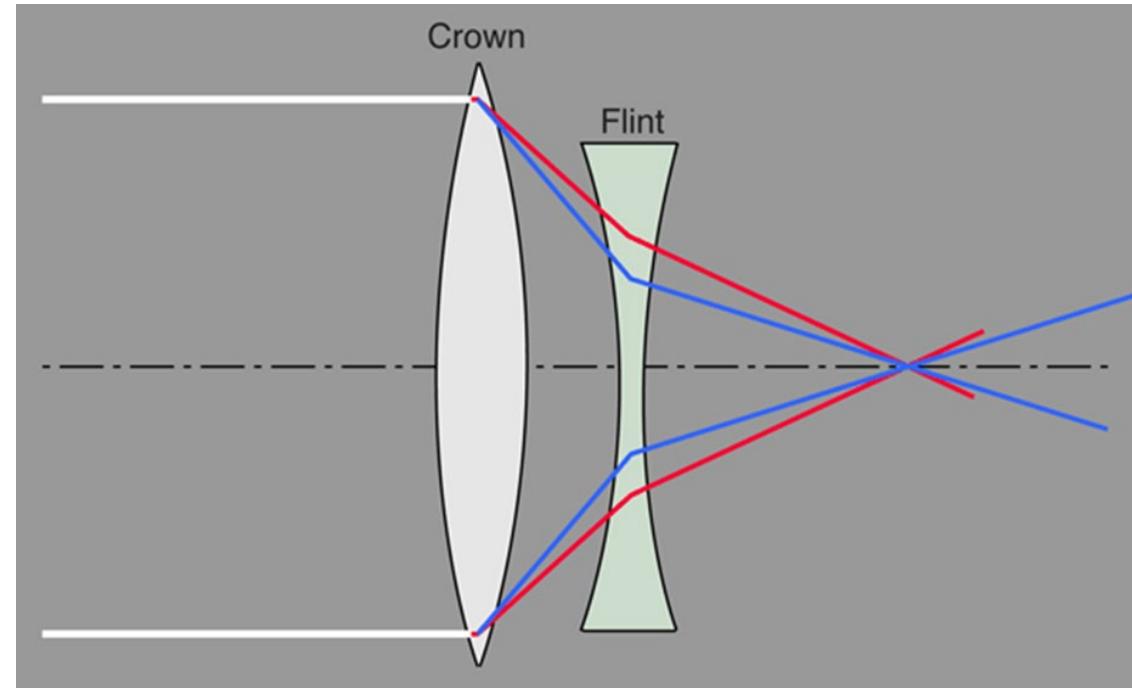
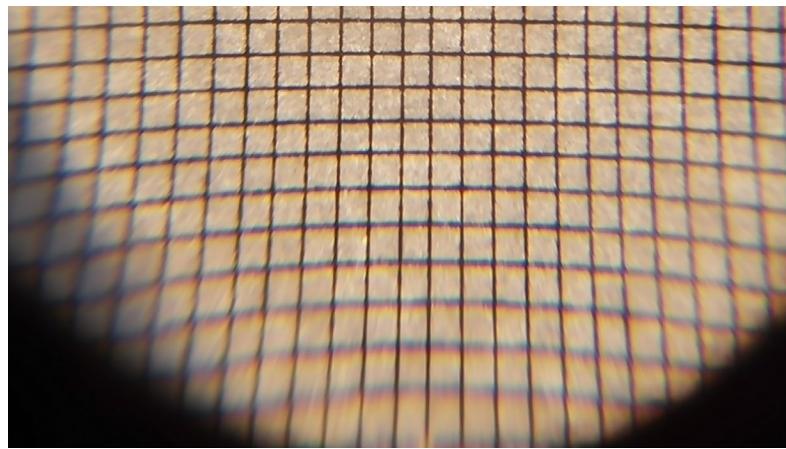
Hitrost filma (ISO, ASA, DIN)

ISO 100 → ISO 200,

Enako, kot če pri fiksiranem zaslonskem številu podvojimo čas ekspozicije

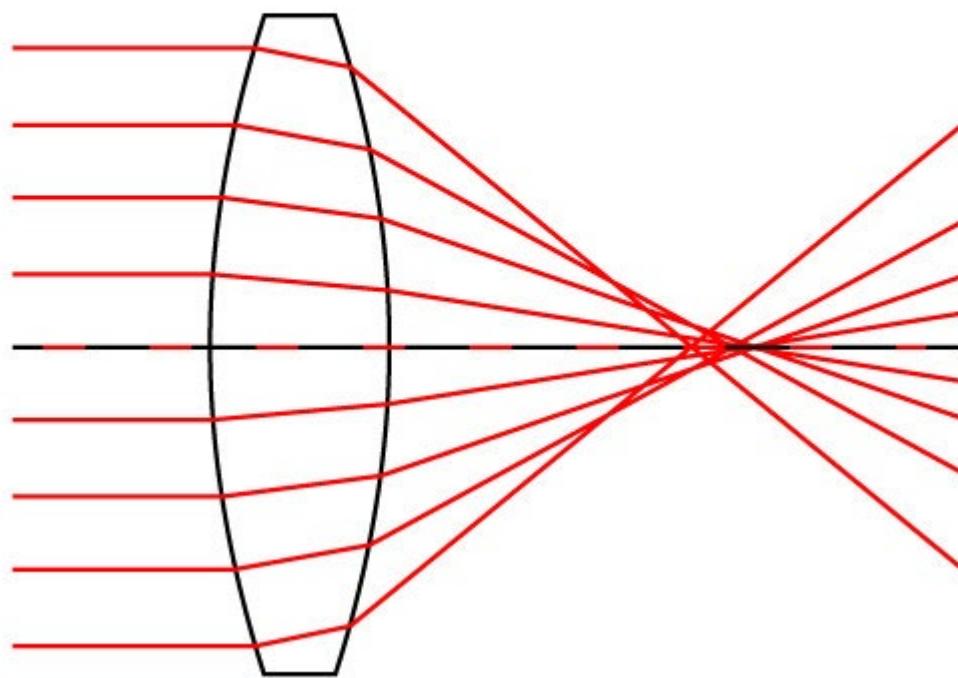


Kromatična aberacija

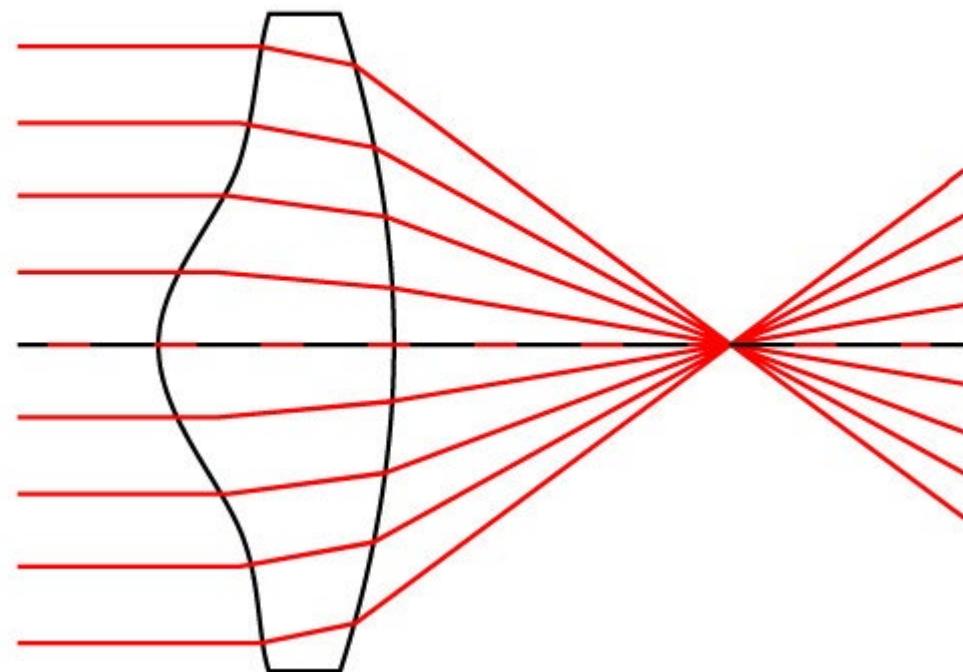


Sferična aberacija

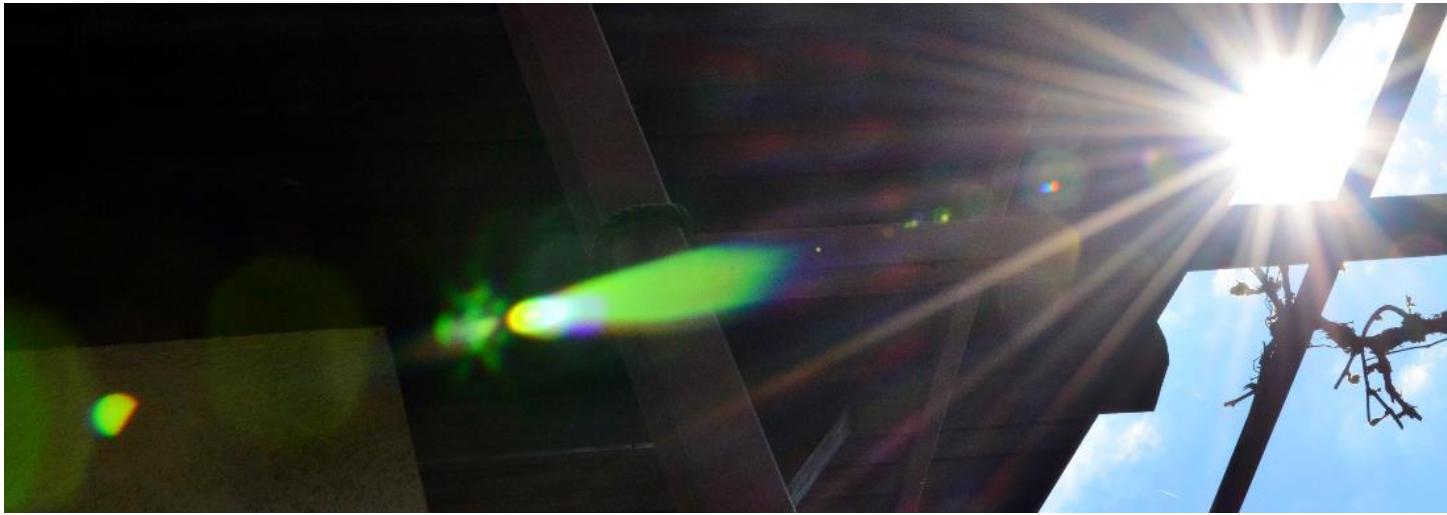
Lens with
Spherical Aberration



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 označ

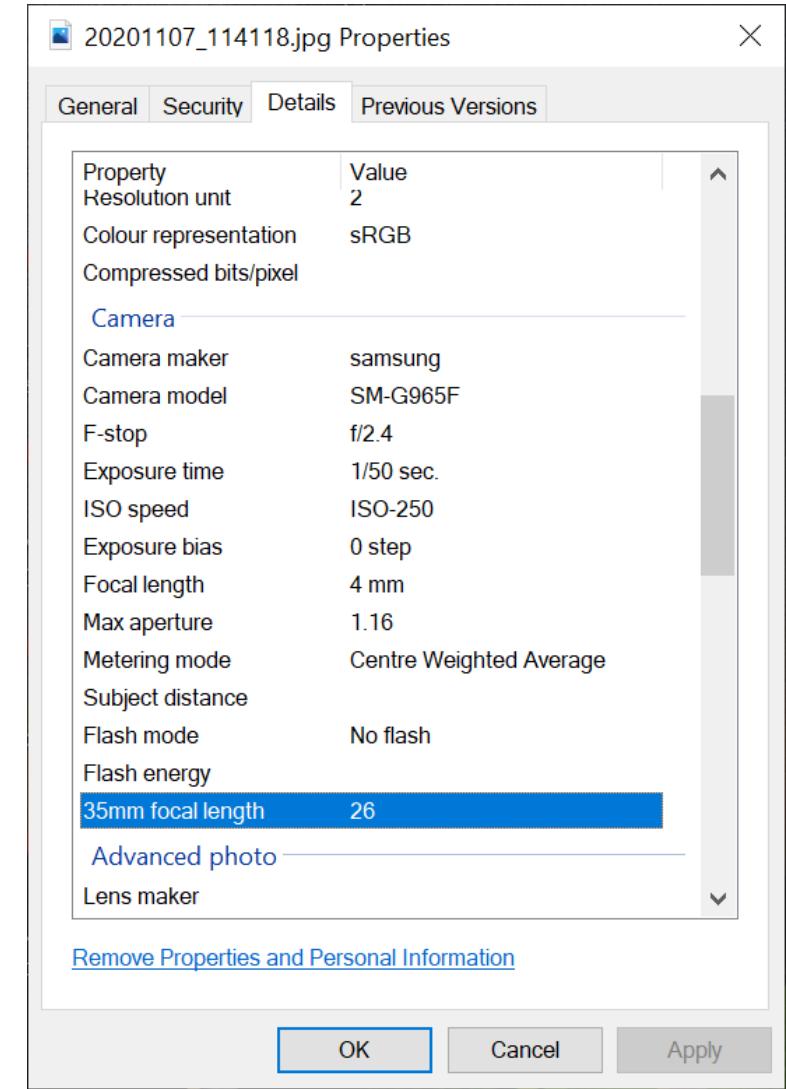


Makro fotografija



Tehnike in parametri fotografije

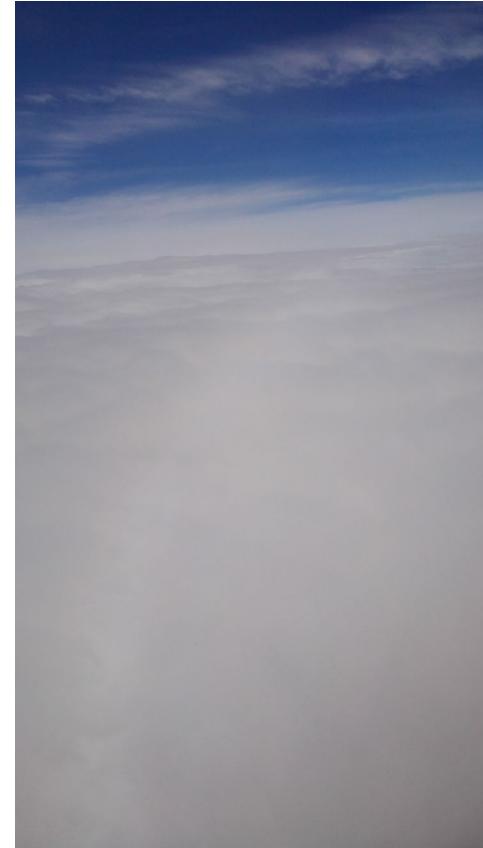
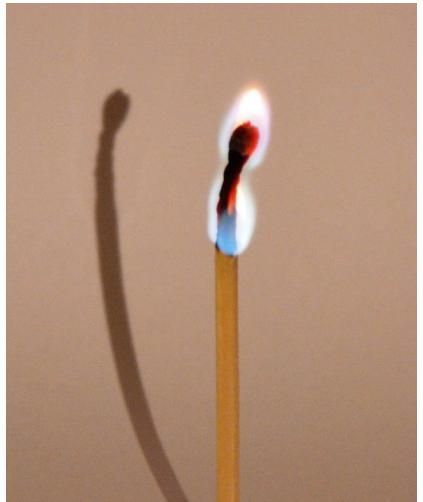
- goriščna razdalja, zaslonsko število (F-stop), čas osvetlitve, iso, exp bias, max apr, 35 mm focal length
- globinska ostrina, filter ostrenja
- kadriranje (bracketing - high dynamic range)
- rafal slik - združitev za gibanje, povprečenje
- polarizacijski filtri, gradientni filtri
- vrtenje kamere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



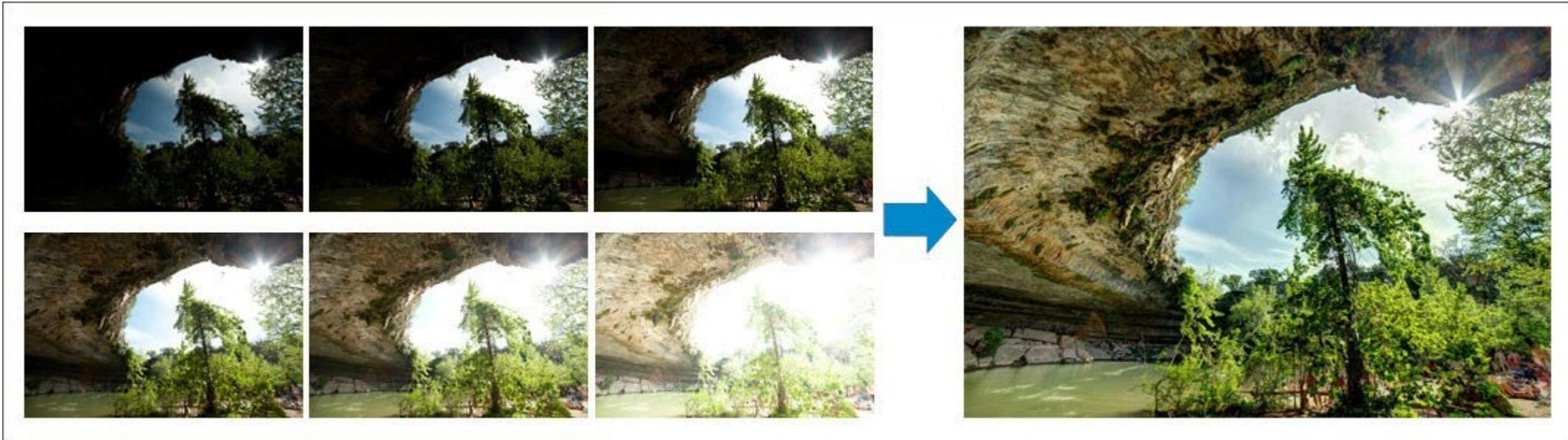
Zamrznjeno v času



Kontrast



Kadriranje (bracketing) – HDR fotografija

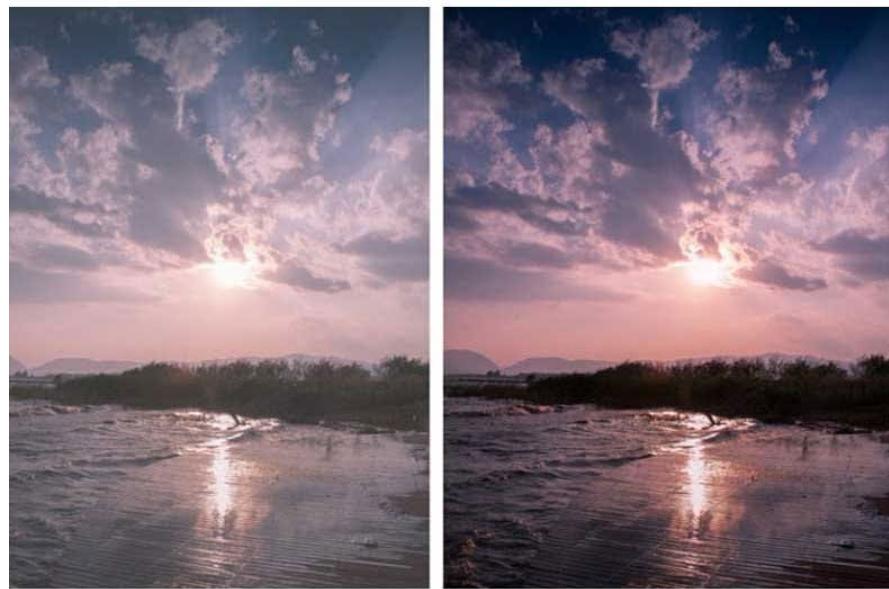


Gradientni filtri



Before

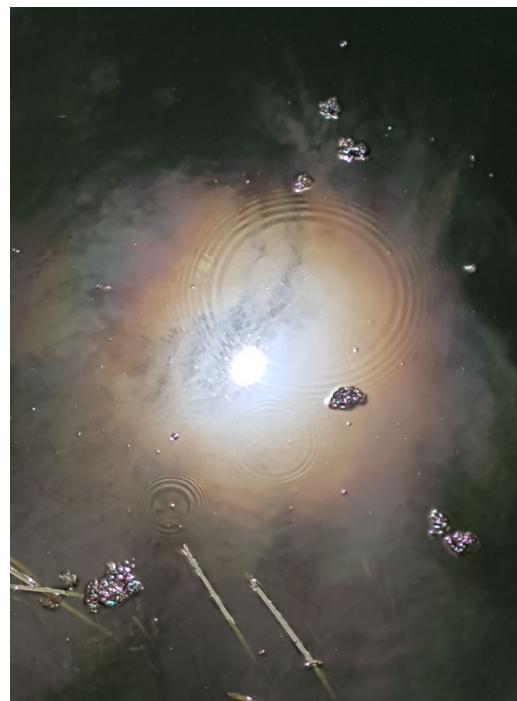
After



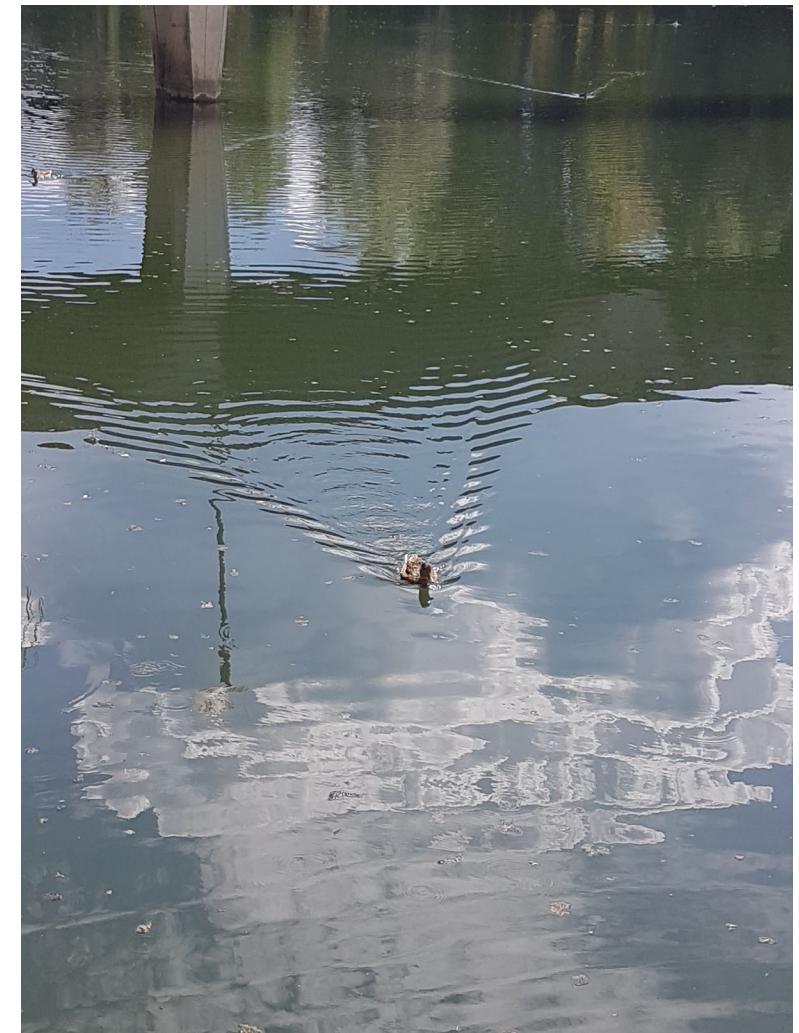
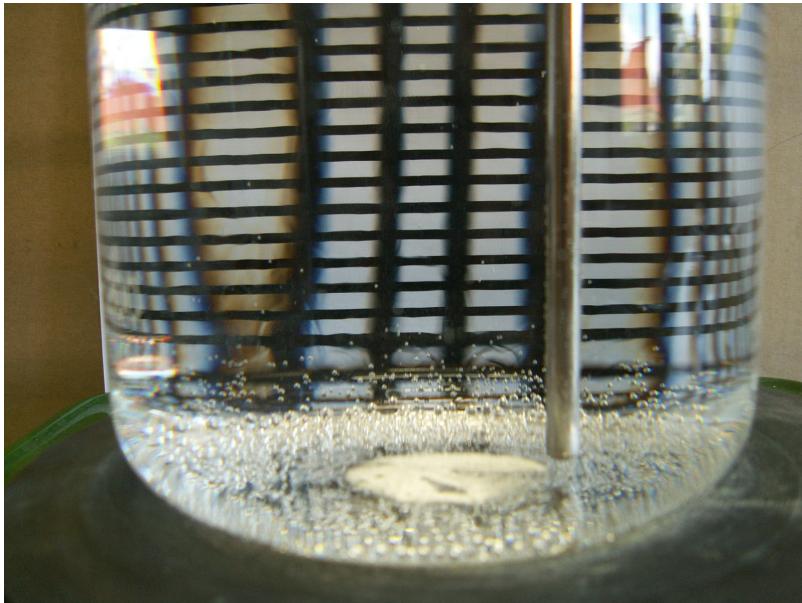
Before

After

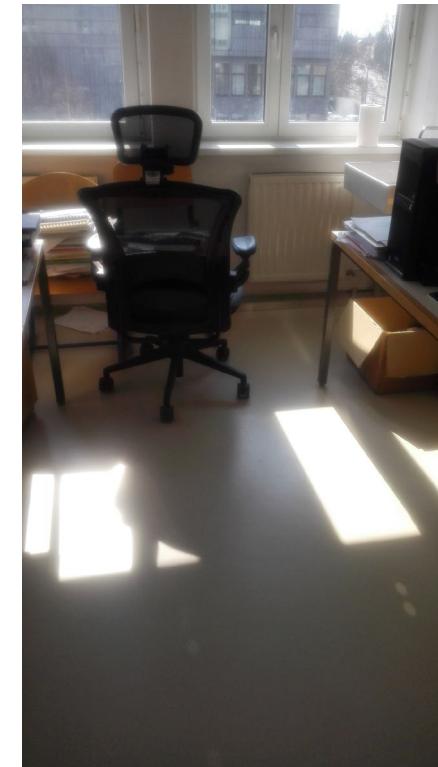
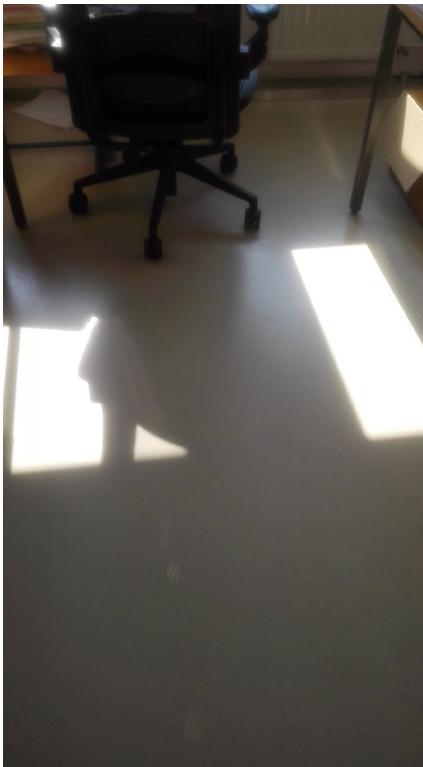
Velik kontrast



Kontrast



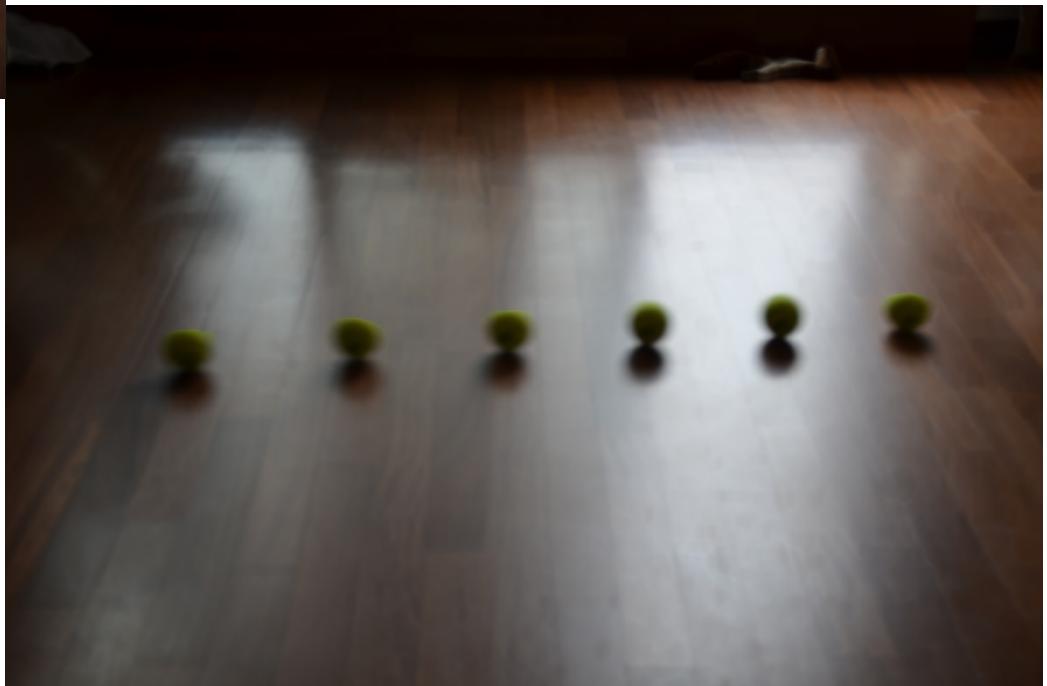
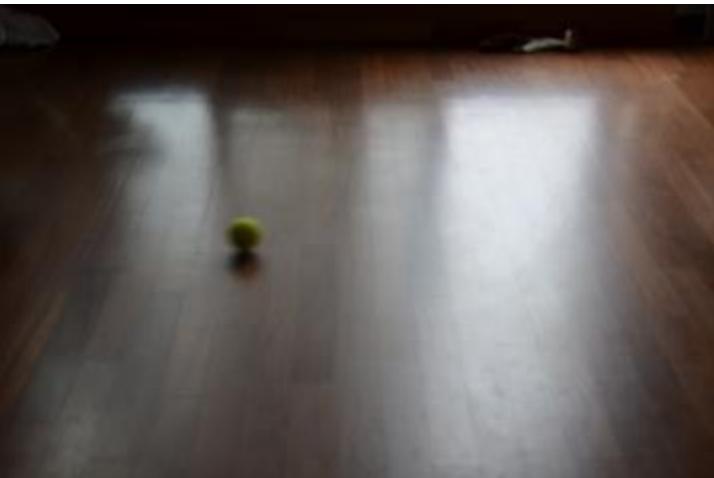
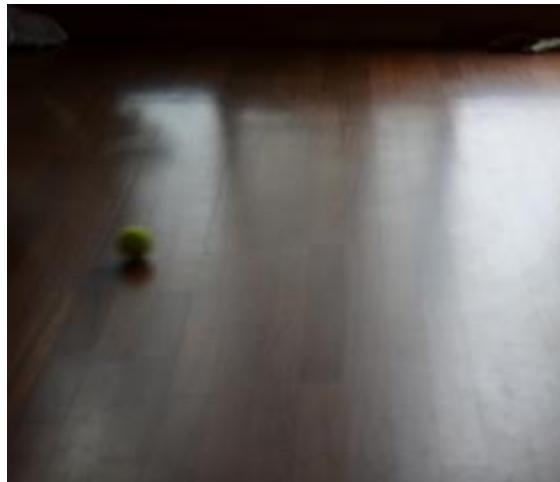
Kontekst



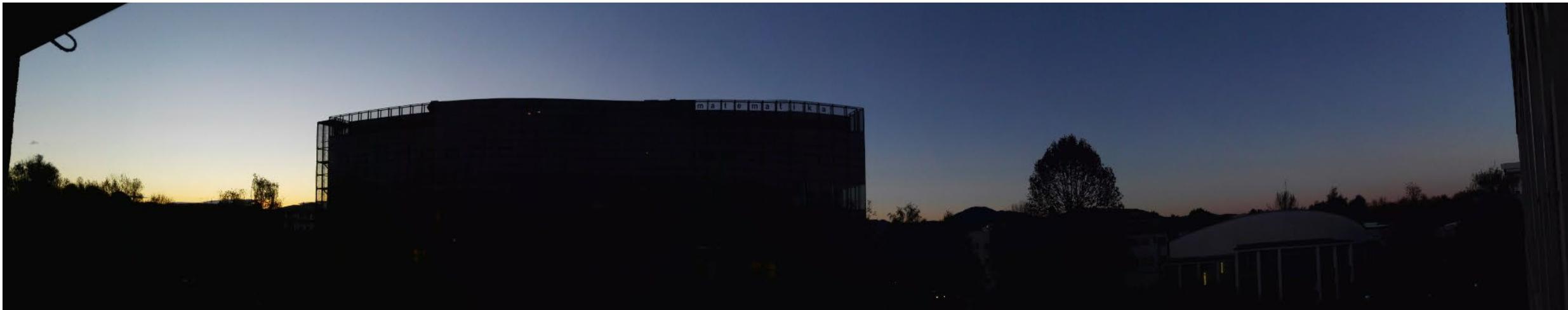
Lažna interferenca - moire



Seštevanje (Adding)



Panorama



Zlaganje (Stacking)



Filter “globinska ostrina”



Perspektiva

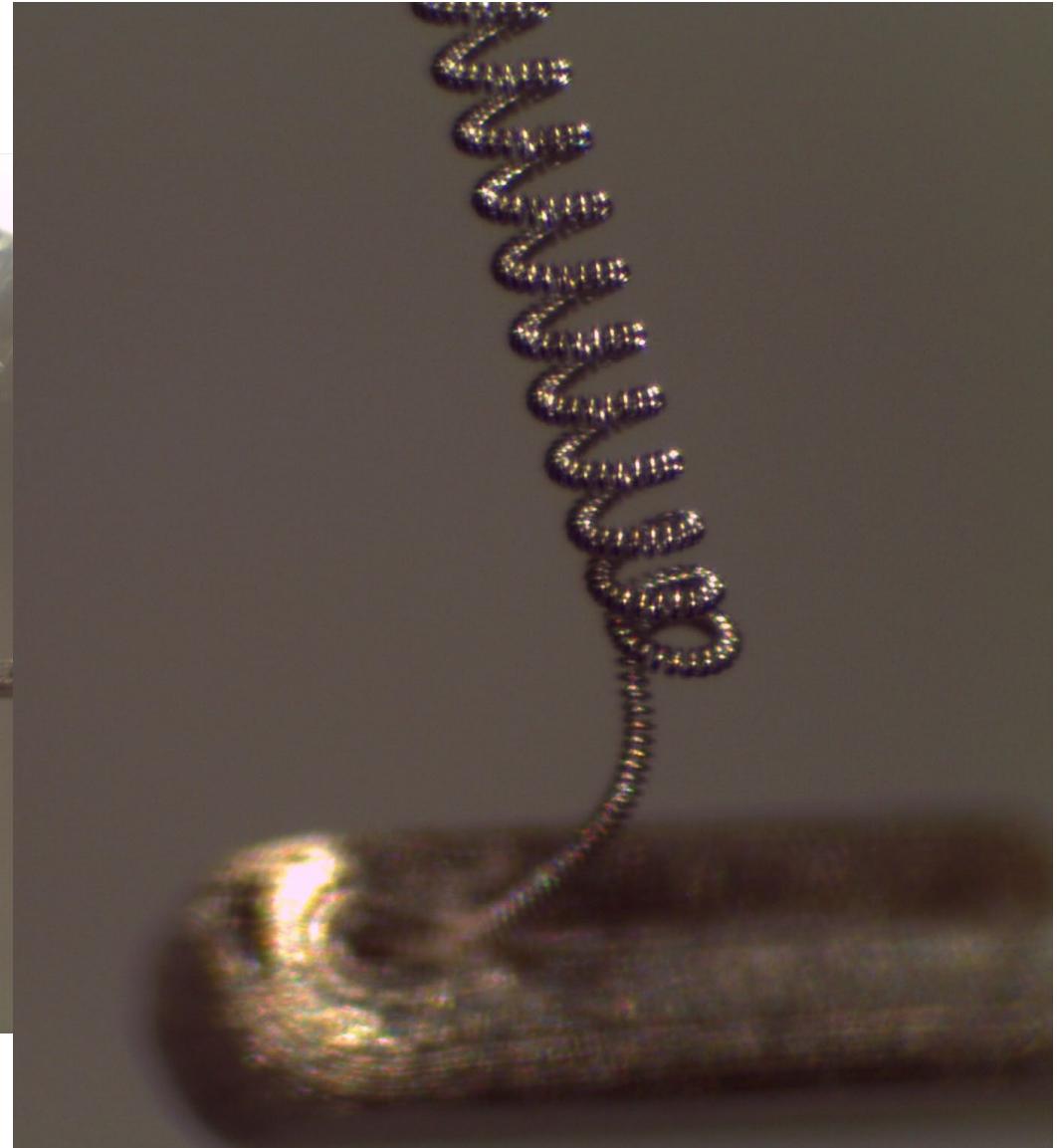
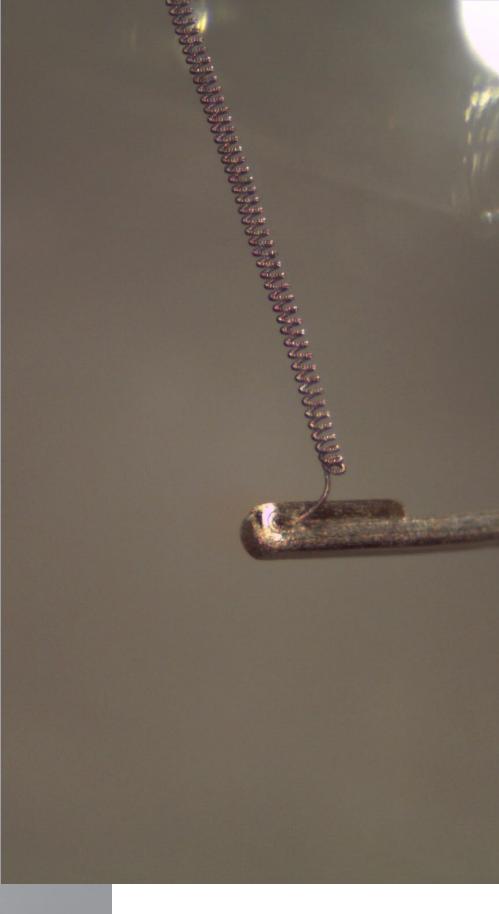




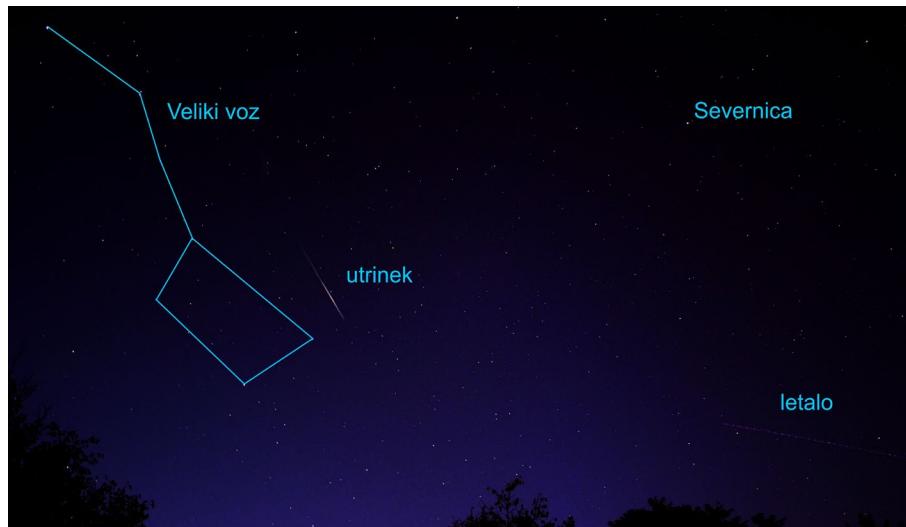
Enkratni dogodki



Povečava



Dolga osvetlitev

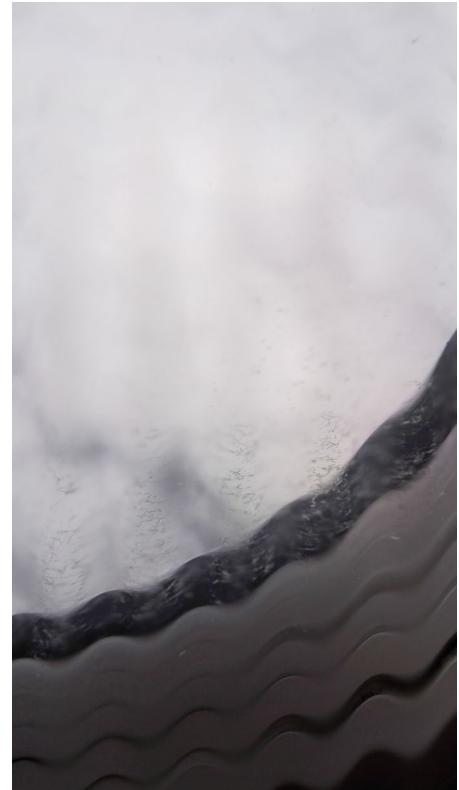
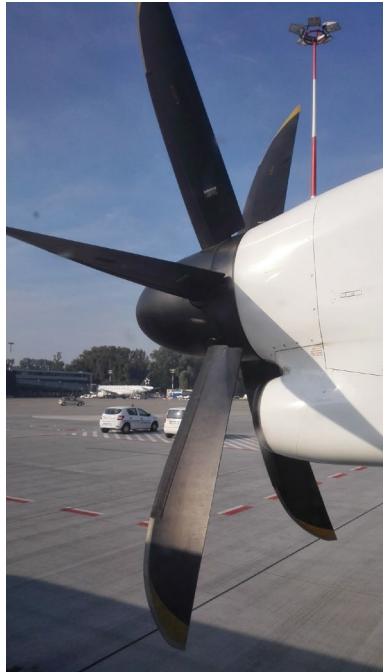


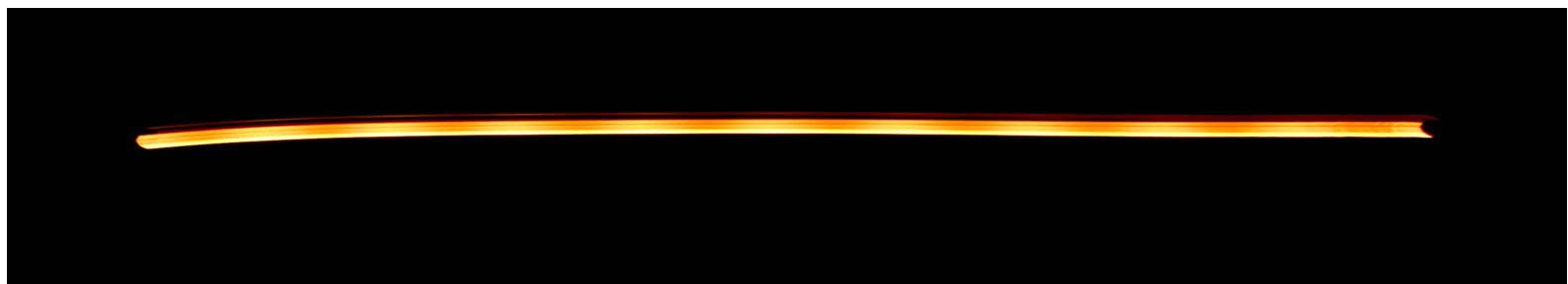
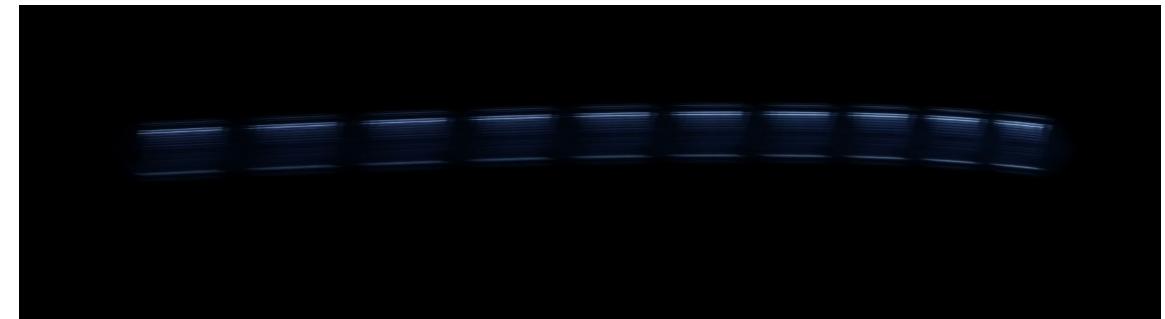
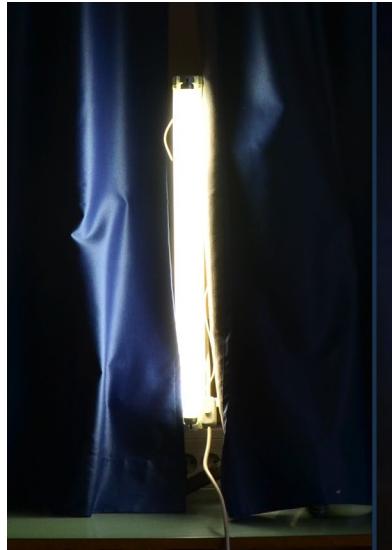
Nevidna svetloba



A photoshoot for food and drink, G. Planinšič, Phys. Ed, 2004

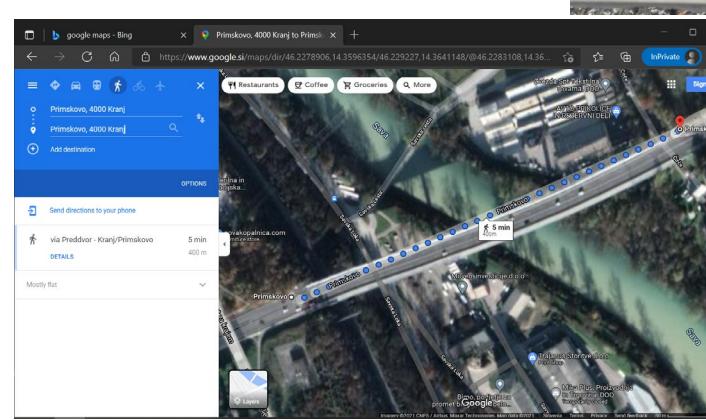
Zavesni zaklop





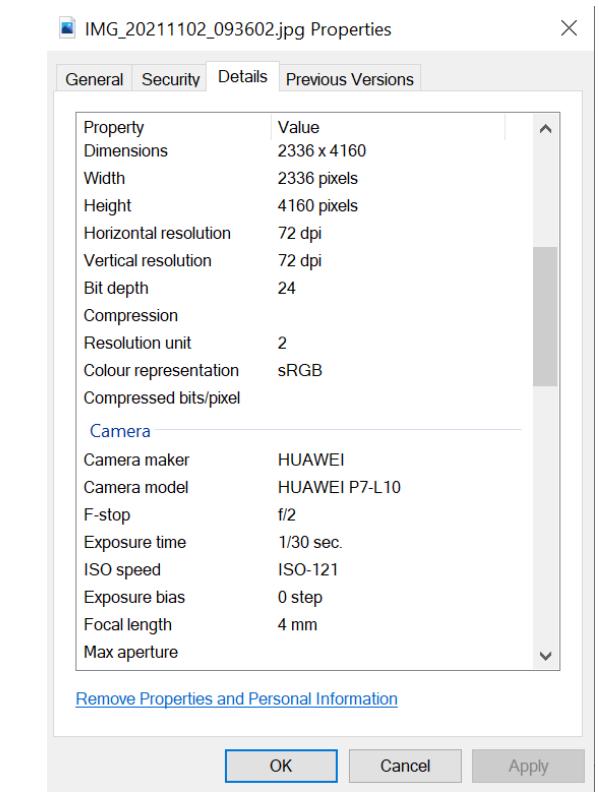
Temperaturno raztezanje

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



Določi 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 določi gravitacijski pospešek



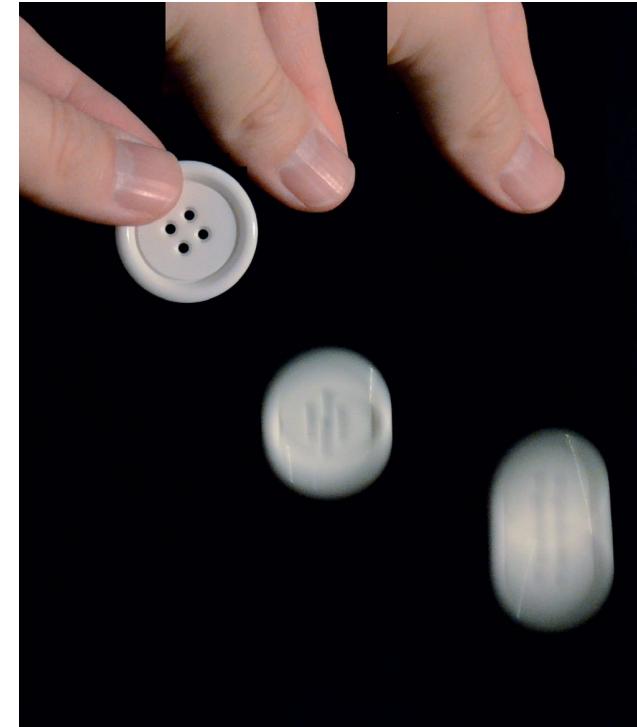
Ali lahko iz slike določimo frekvenco nihanja kavne gladine? Kakšen poskus bi morali narediti, da bi to lahko naredili?

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



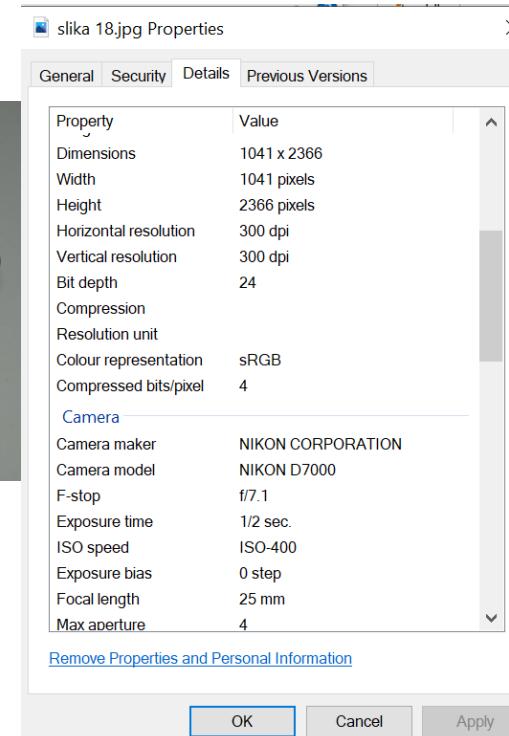
Padanje gumba

- 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



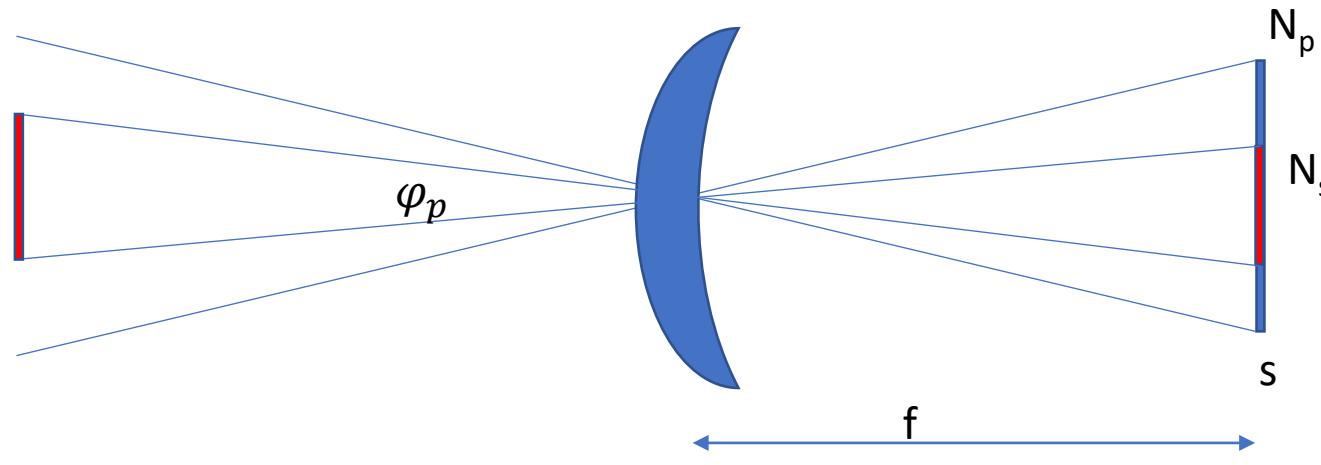
Kakšna je frekvenca stroboskopa?

- <https://docs.google.com/document/d/1HMcy4UMUPM7FHakGNtbOx-B3gKGze8xsjknwjdvOS1s/edit?usp=sharing>
- Delo močno olajša podatek o času ekspozicije. Če tega podatka ni, je izliv 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 objektiva (ali pa velikost Leica formata in ekvivalentne goriščne razdalje)



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

Pod kakšnim kotom še vidimo fatamorgano?



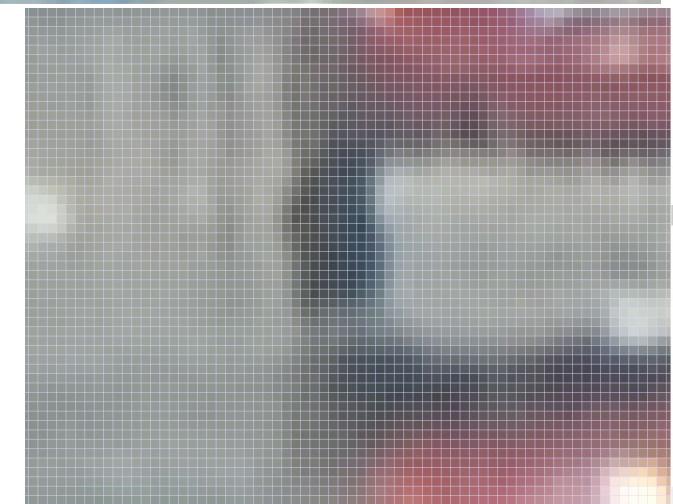
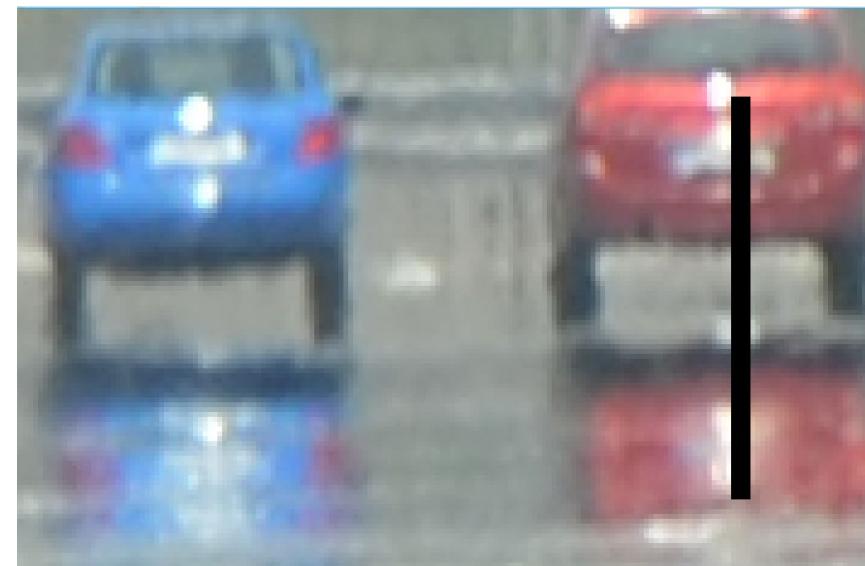
The image shows two side-by-side screenshots of the Windows File Explorer Properties dialog for the file "DSC_7762.JPG". Both dialogs are set to the "Details" tab.

Left Dialog (General Tab):

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

Right Dialog (Details Tab):

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	



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.

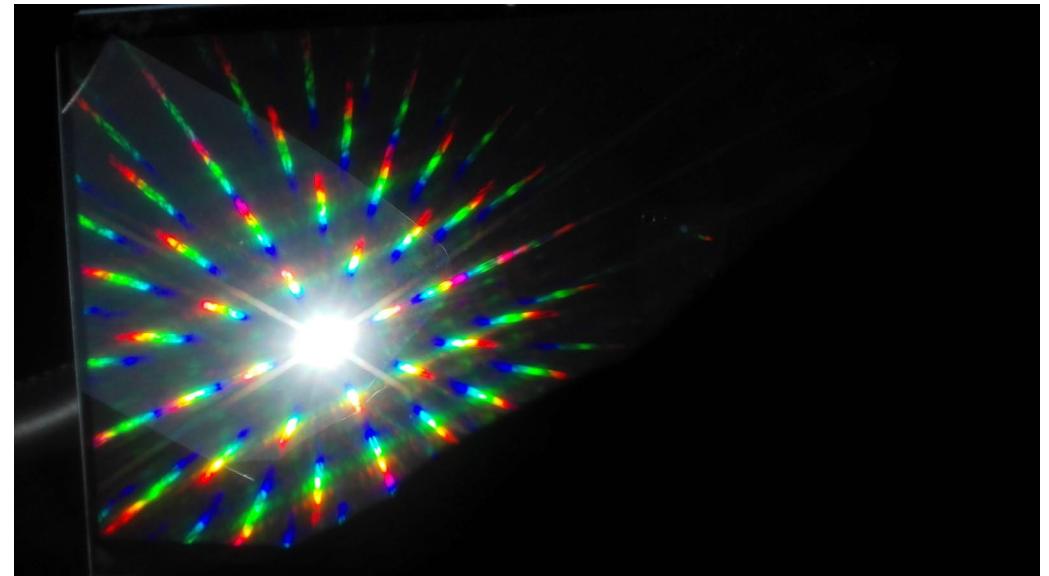
$$slika = \frac{94}{3264} 24 \text{ mm} = 0,69 \text{ mm.}$$

Uklonska mrežica

<https://docs.google.com/document/d/1r55Gh4ezN9UKHhSadCT3rMkmL5jTWN9Qj2skTThsqk/edit?usp=sharing>

Kolikšna je velikost slikovnih elementov?

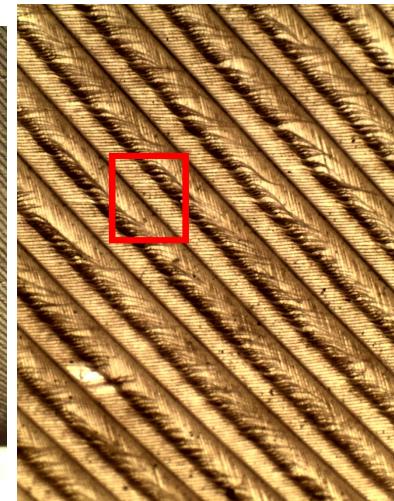
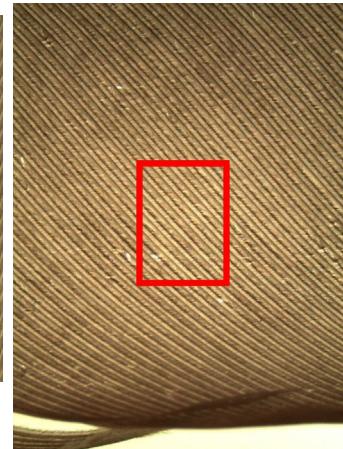
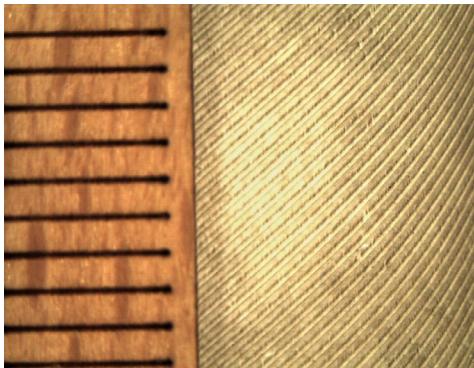
Fotografija kaže odsev točkaste svetilke. Osrednji del je zrcalni odsev, okoli pa so nanizani interferenčni maksimumi. Zaslon deluje kot 2D uklonska mrežica. Uklonski kot določimo iz znane goriščne razdalje objektiva, znane ločljivosti slike, dolžine na slikah raje merimo z ravnalom ali ustreznim orodjem kakega urejevalnika slik in jih primerjamo z na enak način izmerjeno velikostjo slike.



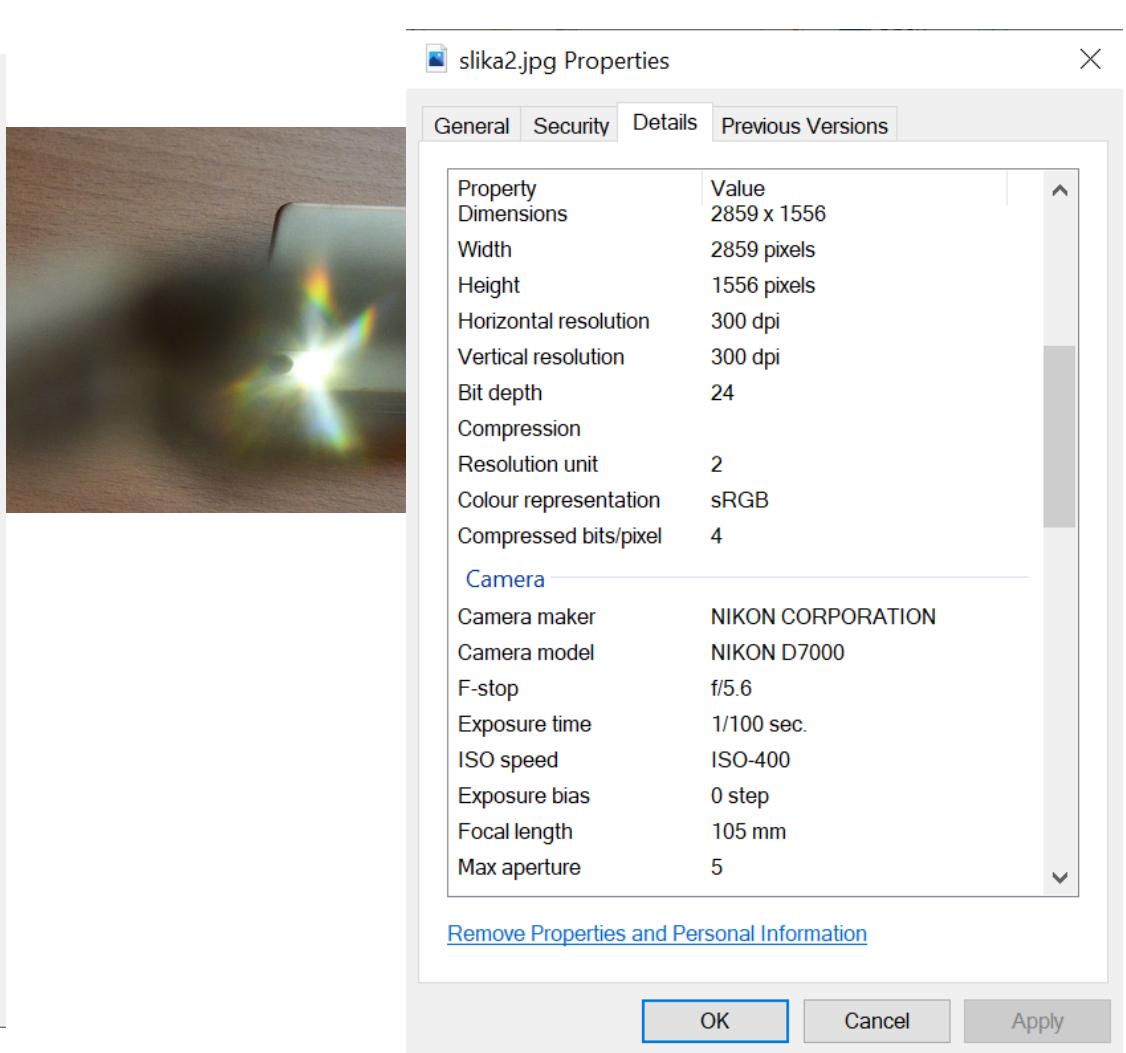
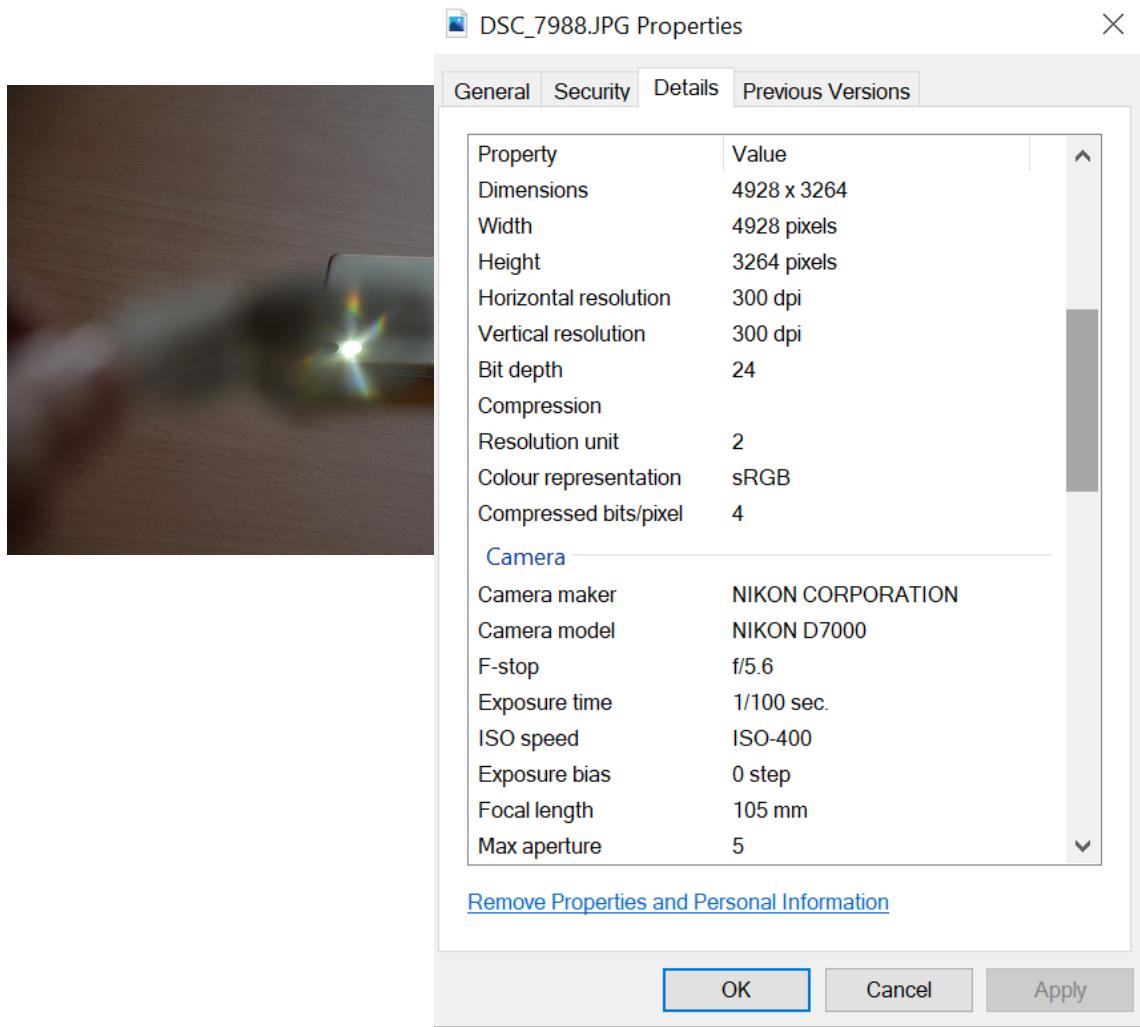
Property	Value
Origin	
Authors	
Date taken	11/03/2020 14:04
Program name	P7-L10V100R001C00B623
Date acquired	
Copyright	
Image	
Image ID	
Dimensions	4160 x 2336
Width	4160 pixels
Height	2336 pixels
Horizontal resolution	72 dpi
Vertical resolution	72 dpi
Bit depth	24
Compression	
Resolution unit	2
Colour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

Property	Value
Compression	2
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
Advanced photo	

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 štetiti.
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.



Odboj



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

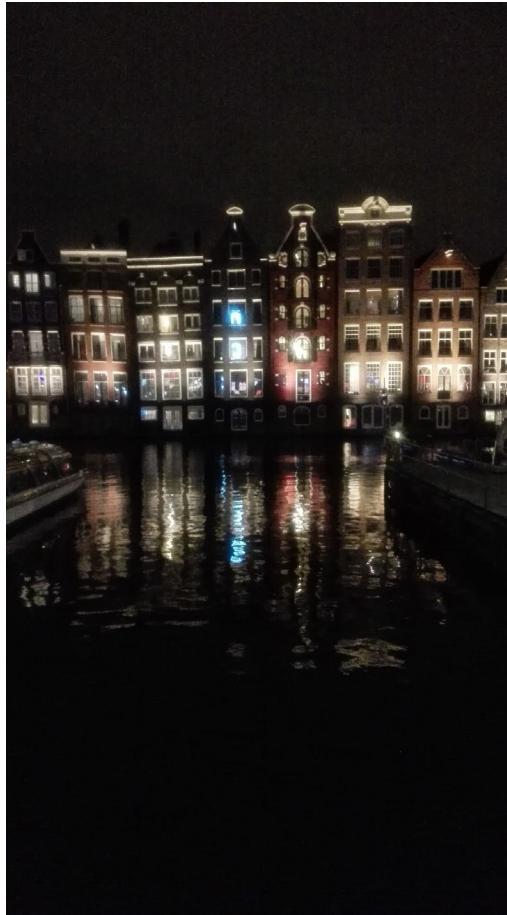
Odboj

<https://docs.google.com/document/d/18B9F2d4HixiQURkGbYIZfLvJ9OUPsiNDATqsiznDUwc/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

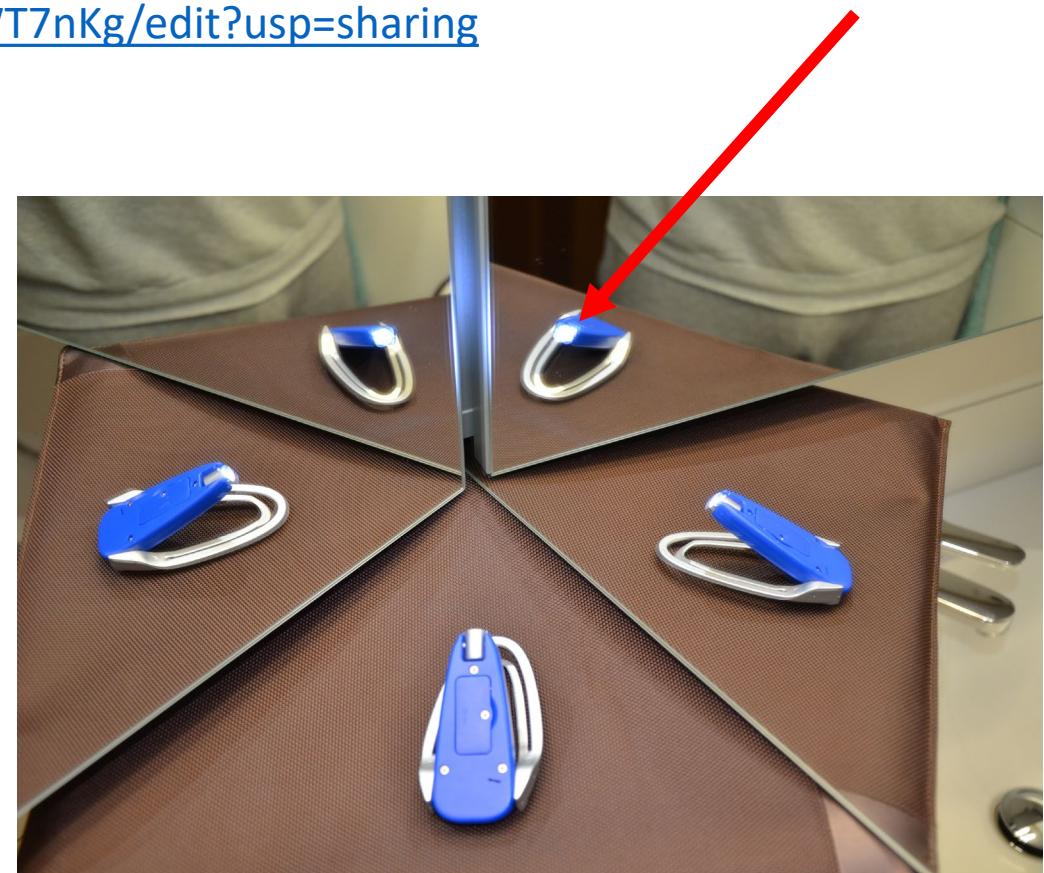


Odboj

https://docs.google.com/document/d/1rYh6l3iPcf0gfzFSYdY78_6N3SQap26dYwNxWT7nKg/edit?usp=sharing

Od katerega zrcala se najprej odbije žarek, ki ustreza lučki na zgornji sliki desno?

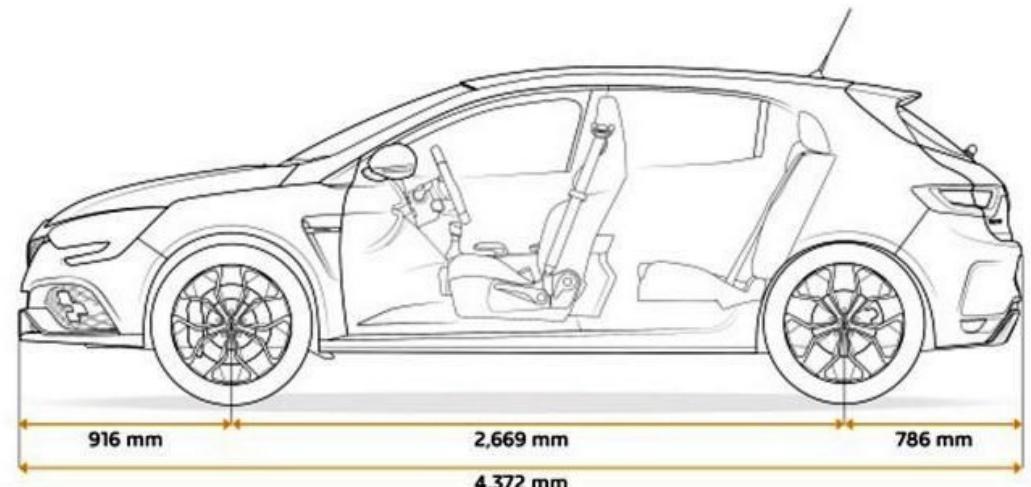
Narišite tloris, dve zrcali in predmet, poiščite vse slike predmeta.



Hitrost

S kakšno hitrostjo je peljal avto?

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

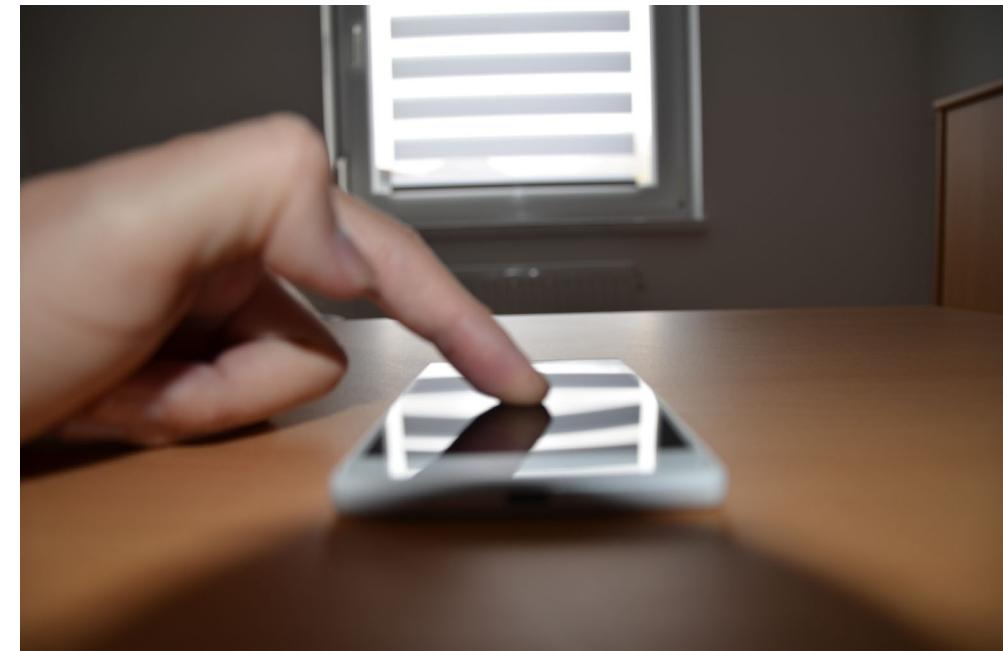
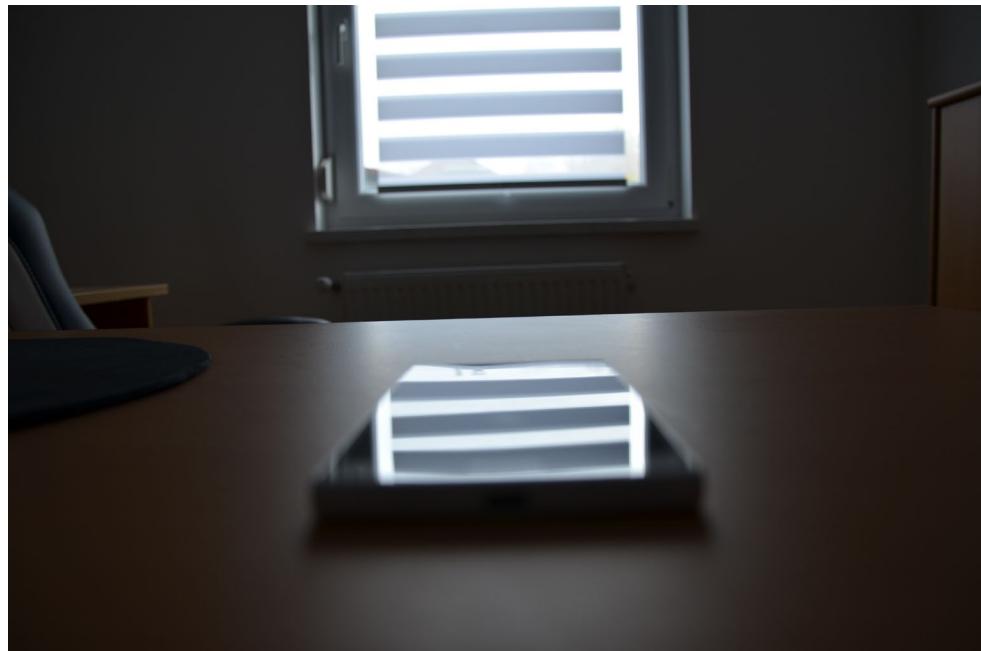


<https://docs.google.com/document/d/1JFG59Ei8Oxqyou7ou7AcOWsUUbkI5GadoJKKw-Mj9Fo/edit?usp=sharing>

Določi deformacijo zaslona

- Določite deformacijo zaslona telefona. Pomagajte si z odsevom (pravilnega) vzorca okenske zavese. 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?

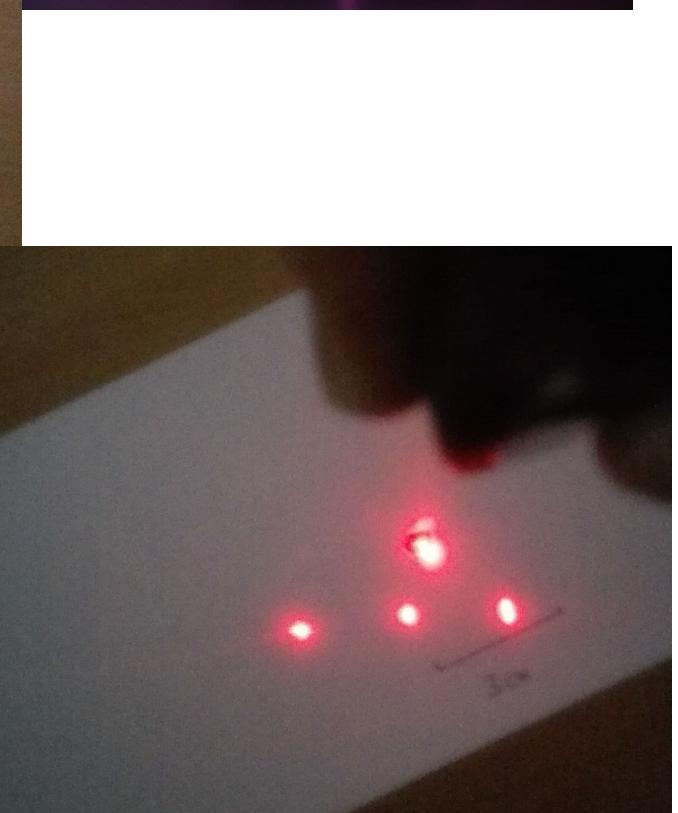
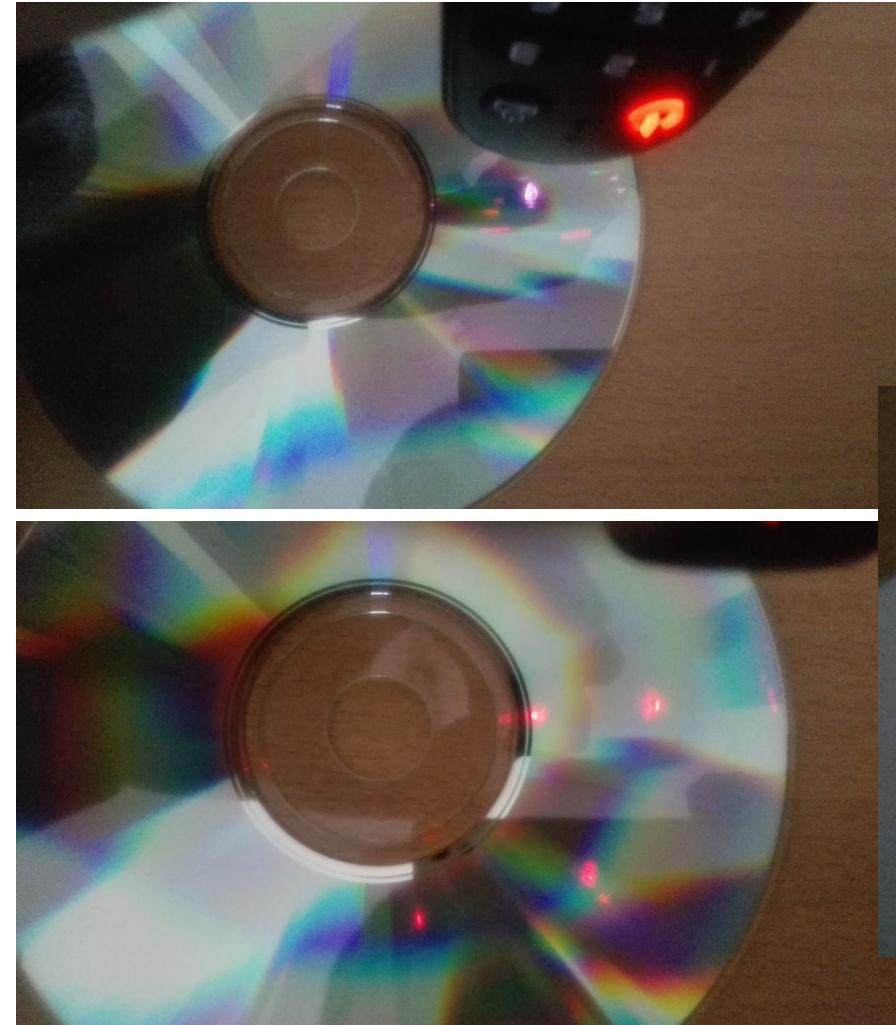
- (a) vrtenje Zemlje okoli svoje osi
- (b) kroženje Zemlje okoli Sonca
- (c) kroženje Lune okoli Zemlje
- (d) premikanje zemeljskih tektonskih plošč

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 maksima.



- 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.

