

Ο νόμος της Αμοιβαιότητας στην Φωτογραφία

Σημειώσεις: Ιωάννα Κανελλοπούλου

Αμοιβαιότητα στην φωτογραφία ονομάζουμε την αναλογία που υπάρχει ανάμεσα στις ρυθμίσεις της ευαισθησίας, της ταχύτητας του φωτοφράχτη και του ανοίγματος του διαφράγματος του φακού. Αλλά και την αναλογία που υπάρχει ανάμεσα στην ένταση των φωτιστικών πηγών και στις ρυθμίσεις της φωτογραφικής μηχανής. Αυτό σημαίνει δηλαδή ότι αν χάσουμε φωτεινότητα από την μία ρύθμιση στην φωτογραφική μηχανή, μπορούμε να την κερδίσουμε ισόβαθμα από μια άλλη. Αυτή την αναλογία την ονομάζουμε νόμο της Αμοιβαιότητας στην Φωτογραφία. Από ιστορική άποψη η αμοιβαιότητα σαν χαρακτηριστικό της έκθεσης των φωτοευαίσθητων υλικών, πρωτοαναφέρθηκε στο έργο των χημικών Robert Bunsen και Henry Roscoe το 1862.

Για παράδειγμα αν σε μια δεδομένη φωτογραφική σκηνή με αξία έκθεσης 13 (EV) χρησιμοποιήσουμε ISO 100 ταχύτητα 1/125 και διάφραγμα f8, τότε μπορούμε να έχουμε τα ίδια φωτιστικά αποτελέσματα με ISO 100, ταχύτητα 1/250 και διάφραγμα f5,6, ή με ISO 200, ταχύτητα 1/125 και διάφραγμα f11. Οι συνδυασμοί είναι πάρα πολλοί, ειδικά αν προσθέσουμε φίλτρα ουδέτερης πυκνότητας ή αυξομειώσουμε την ένταση του φωτισμού, που και αυτά υπακούουν στον νόμο της φωτογραφικής αμοιβαιότητας. Ότι χάνω από τον έναν παράγοντα που επηρεάζει την έκθεση, μπορώ να το κερδίσω από έναν άλλο παράγοντα.

Για να έχουμε πάντοτε καλές φωτογραφίες , πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη μας τους περιορισμούς που έχει ο εξοπλισμός μας. Οι κύριοι περιορισμοί είναι η αυξομείωση του ψηφιακού θορύβου σε σχέση με την ρύθμιση της ευαισθησίας μέσω των ISO, ο έλεγχος του βάθους πεδίου σε σχέση με το ανοιγοκλείσιμο του διαφράγματος του φακού και το πάγωμα της κίνησης της μηχανής ή του θέματος, σε σχέση με την ρύθμιση της ταχύτητας του φωτοφράχτη.

Όλα τα φωτογραφικά φωτοευαίσθητα υλικά, έχουν κάποια όρια μέσα στα οποία ισχύει ο νόμος της Αμοιβαιότητας. Πέρα από αυτά τα όρια ο φωτογράφος βρίσκεται αντιμέτωπος με το λεγόμενο σφάλμα αμοιβαιότητας και συνήθως πρέπει να διορθώσει την έκθεση και μερικές φορές εκτός από την έκθεση πρέπει να αλλάξει και τους χρόνους εμφάνισης, αλλά να διορθώσει και την χρωματική απόδοση με τα ανάλογα φίλτρα.

ΣΦΑΛΜΑ ΑΜΟΙΒΑΙΟΤΗΤΑΣ

Πρόκειται για ένα σφάλμα που παρατηρείται μόνο στα φιλμ (αρνητικά και slides) και αφορά την ισοδυναμία των εκθέσεων. Ο αισθητήρας των ψηφιακών μηχανών δεν παρουσιάζει σφάλμα αμοιβαιότητας. Έτσι αυτό το κεφάλαιο δεν θα απασχολήσει όσους χρησιμοποιούν ψηφιακές μηχανές.

Ένα τεστ που αποδεικνύει το σφάλμα αμοιβαιότητας είναι το παρακάτω:

Μ' ένα αρνητικό φιλμ και ένδειξη φωτομέτρησης: $f/1,4$, $t:1/15$ πραγματοποιείται μια σειρά λήψεων με ισοδύναμες σχέσεις ως εξής:

	F	T
Λήψη 1.	1,4	1/15
Λήψη 2.	2	1/8
Λήψη 3.	2,8	1/4
Λήψη 4.	4	1/2
Λήψη 5.	5,6	1"

	F	T
Λήψη 6.	8	2"
Λήψη 7.	11	4"
Λήψη 8.	16	8"
Λήψη 9.	22	16"
Λήψη 10.	32	32"

Σύμφωνα με τον νόμο της ισοδυναμίας, θα έπρεπε όλες οι στάσεις να διαθέτουν την ίδια πυκνότητα. Όμως αυτό παρατηρείται μέχρι και την 5η στάση, ενώ οι επόμενες στάσεις εμφανίζονται υποφωτισμένες.

Ο λόγος του παραπάνω φαινομένου οφείλεται στο «σφάλμα της αμοιβαιότητας», που είναι η εξαίρεση του κανόνα της ισοδυναμίας των σχέσεων. Το πρόβλημα αυτό προκύπτει λόγω των ορίων που παρουσιάζουν τα φωτοευαίσθητα υλικά, μέσα στα οποία η συμπεριφορά τους είναι αναλογική. Τα όρια αυτά έχουν να κάνουν με τον χρόνο έκθεσης. Έτσι σε πολύ σύντομες εκθέσεις (π.χ. 1/8000) καθώς και σε πολύ μεγάλης διάρκειας (π.χ. 10"), τα φωτοευαίσθητα υλικά

αποκτούν διαφορετική ευαισθησία, με αποτέλεσμα να χρειάζεται τροποποίηση της έκθεσης και της εμφάνισής τους, για να δώσουν την σωστή αμαύρωση.

Για κάθε τύπο φιλμ, υπάρχουν ειδικοί πίνακες, που προτείνουν τις ανάλογες διορθώσεις στην έκθεση και την εμφάνιση.

Ένας εύκολος και πρακτικός τρόπος που επιτρέπει μια γρήγορη κατά προσέγγιση διόρθωση στα περισσότερα αρνητικά είναι:

Για χρόνους έκθεσης από 1" - 10"	υπερέκθεση 1 stop.
Για χρόνους έκθεσης από 10" - 100"	υπερέκθεση 2 stop.
Για χρόνους έκθεσης από 100" - 1000"	υπερέκθεση 3 stop.

Έτσι σε δεδομένη φωτομέτρηση π.χ. $f/1,4$, $t:2"$, σύμφωνα με τον παραπάνω κανόνα, η έκθεση θα διορθωθεί κατά 1 stop ($2"+2"=4"$) δηλαδή $f/1,4$, $t:4"$.

Αν η φωτομέτρηση είναι $f/1,4$, $t:12"$, τότε πρέπει να γίνει διόρθωση κατά 2 stop ($12"+12"=24"$, $24"+24"=48"$) δηλαδή $f/1,4$, $t:48"$.

Αν η φωτομέτρηση είναι 120" (2 min) τότε η έκθεση θα διορθωθεί κατά 3 stop ($2+2=4$, $4+4=8$, $8+8=16$ min) δηλαδή $f/1,4$, $t:16$ min.

Θα πρέπει να τονιστεί ότι με τον παραπάνω τρόπο, τα αποτελέσματα δεν θα είναι απόλυτα σωστά, απλώς θα προσεγγίζουν την σωστή έκθεση.

Το σφάλμα αμοιβαιότητας εμφανίζεται επίσης σε λήψεις που γίνονται με πολύ γρήγορες ταχύτητες. Αρχίζει να παρατηρείται, ανάλογα με τον τύπο του φιλμ, σε ταχύτητες πάνω από το 1/1000 και επειδή σπάνια χρησιμοποιούνται τόσο μεγάλες ταχύτητες, δεν μας απασχολεί.

B&W Film - Οι εκθέσεις που υπερβαίνουν τα 1-2 δευτερόλεπτα θα οδηγήσουν σε μειωμένη πυκνότητα, αποδίδοντας πολύ απαλές, αν όχι ανύπαρκτες σκιές.

Color Negative Film - Οι εκθέσεις που υπερβαίνουν τα 20 δευτερόλεπτα θα έχουν ως αποτέλεσμα τη μετατόπιση κάποιων χρωμάτων, καθώς οι 3 στρώσεις (μπλε-πράσινη-κόκκινη) της έγχρωμης εμουλσιόν, απορροφούν το φως άνισα κατά τη διάρκεια της παρατεταμένης έκθεσης.

Slide Film - Οι εκθέσεις που υπερβαίνουν τα 5 δευτερόλεπτα έχουν μεταβολές χρώματος παρόμοιες με τα έγχρωμα αρνητικά. Στα φιλμ υψηλού κορεσμού όπως το Fuji Velvia, αυτή η μετατόπιση είναι πολύ πιο έντονη.

Table 1: Films: Fuji 64T, Fuji Velvia

Indicated:	4s	8s	10s	16s	20s	30s	40s	1m	2m	4m	6m	10m	15m	20m	30m	1 hr
Adjusted:	5s	12s	16s	28s	39s	1m	1m 28s	2m 30s	4m 50s	10m	15m	25m	37m	50m	1m 14m	2 hr 30m

Table 2: Films: Kodak Tri-X, Kodak Plus-X

Indicated:	2s	3s	4s	8s	10s	15s	20s	30s	40s	1m	2m	3m	4m	6m	10m	15m	20m	30m	1 hr
Adjusted:	4s	8s	12s	36s	50s	1m 35s	2m	3m 30s	4m 40s	8m	18m	25m	40m	1 hr	2 hr	3 hr 20m	4 hr	6 hr 20m	12hr 30m

Table 3: Films: Kodak 160t

Indicated:	4s	8s	16s	30s	1m	1m 30s	2m	3m	4m	6m	8m	12m	16m	30m	1 hr
Adjusted:	5s	12s	26s	54s	2m 6s	3m 26s	5m	8m	11m 22s	18m 39s	26m 29s	43m	1 hr	2 hr	3hr 50m

Table 4: Films: Kodak T-MAX

Indicated:	2s	5s	10s	15s	20s	30s	1m	2m	4m	10m	20m	1 hr
Adjusted:	3s	7s	15s	25s	35s	50s	2m	4m 30s	10m	30m	1 hr 10m	3 hr

Table 5: Films: Ilford HP5, Ilford FP4

Indicated:	5s	10s	15s	20s	25s	30s	1m	2m	4m	6m	10m	20m	1 hr
Adjusted:	13s	31s	55s	1m 23s	1m 57s	2m 35s	7m 8s	17m 21s	36m	55m	1hr 32m	3 hr	9hr 20m

Table 6: Films: Fuji Provia 100F

Indicated:	2m	5m 20s	6m 40s	8m 20s	10m 40s	13m 20s	16m 40s	21m
Adjusted:	2m	5m 32s	7m 10s	9m 30s	13m 31s	19m 27s	29m 33s	50m

Reciprocity Failure in Black & White Films

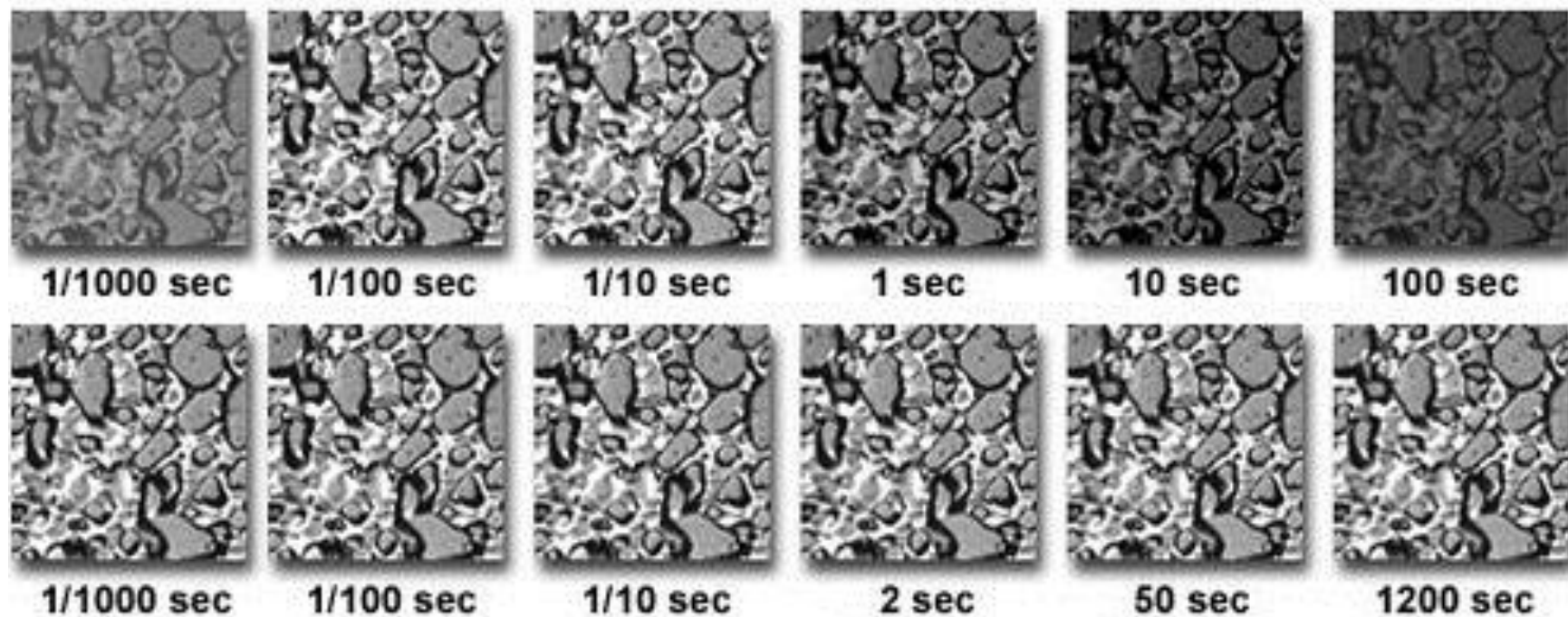


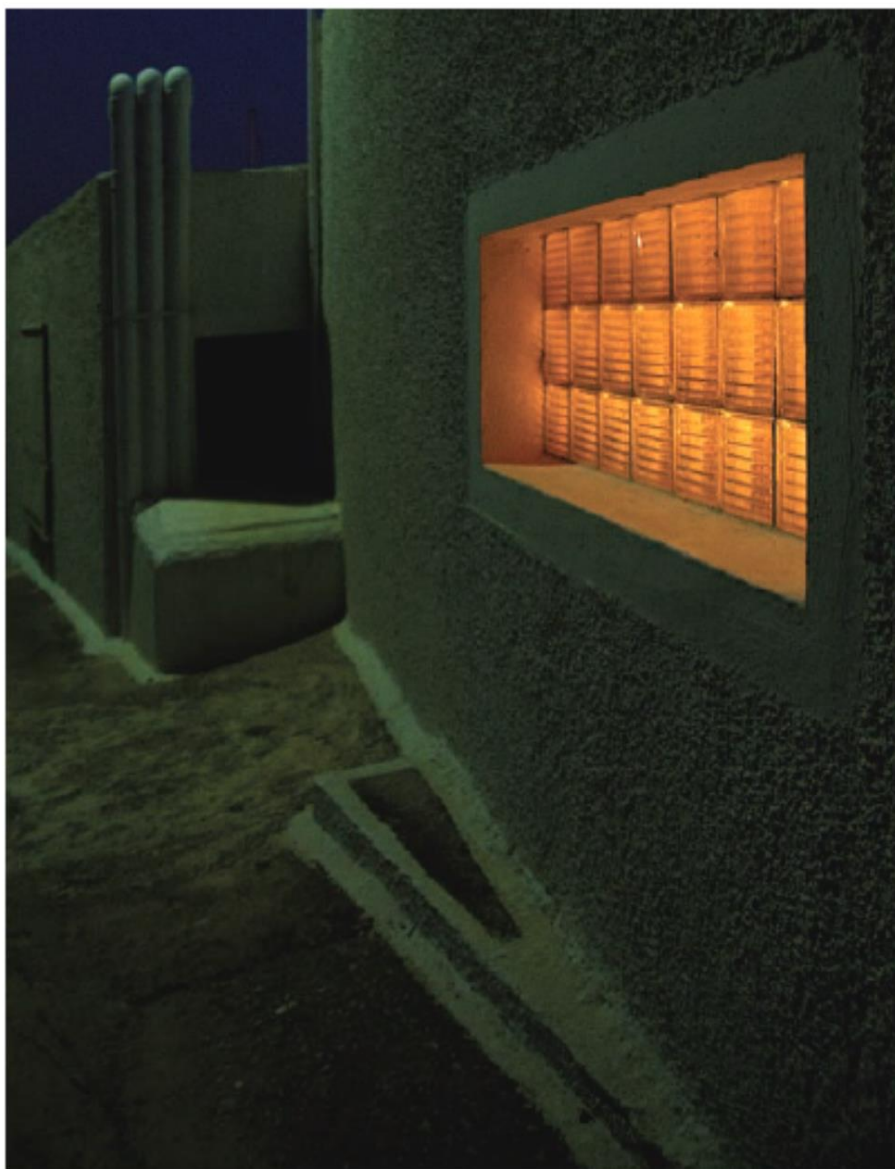
Figure 6



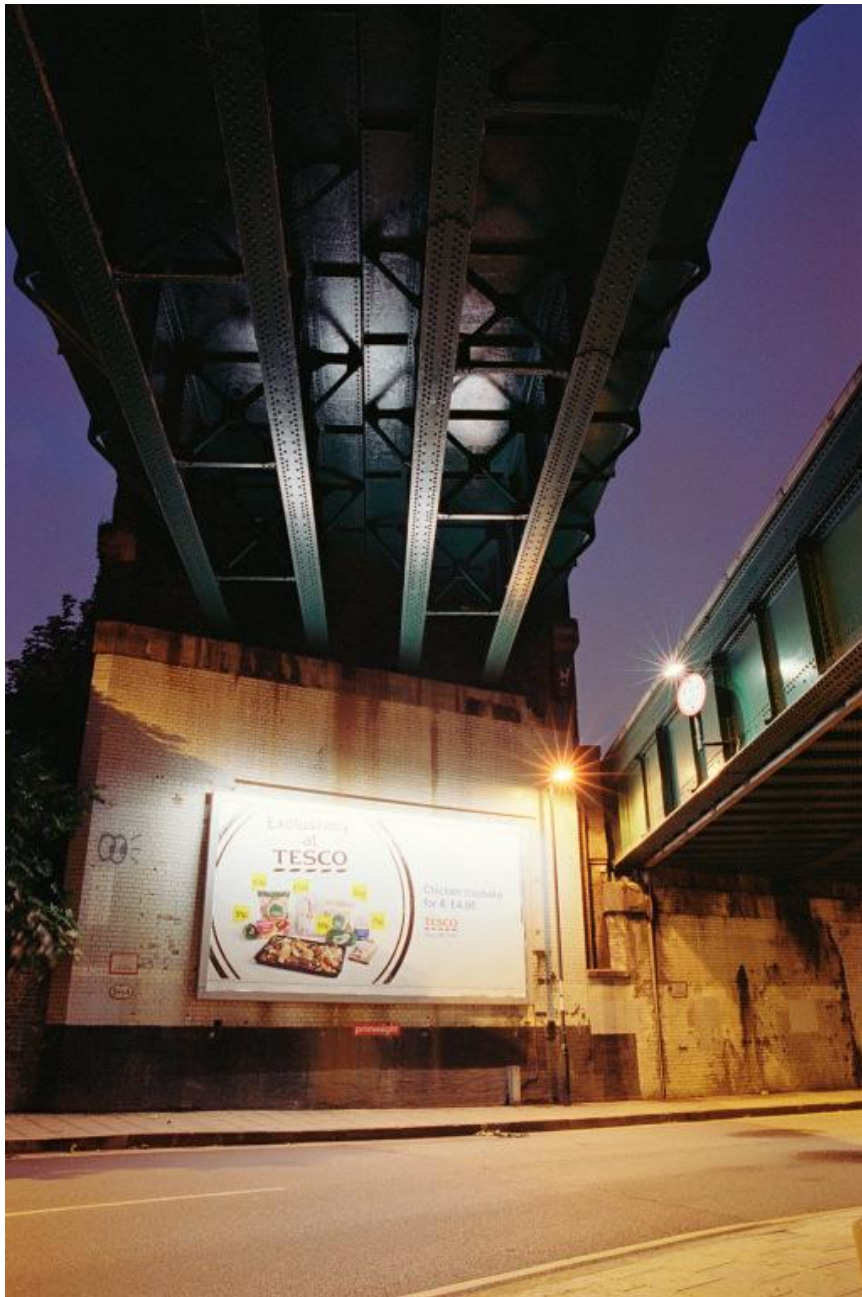
Φωτογραφία από
Kodak Ektachrome
χωρίς χρωματική
διόρθωση

Φωτογραφία από
Kodak Ektachrome
με χρωματική
διόρθωση

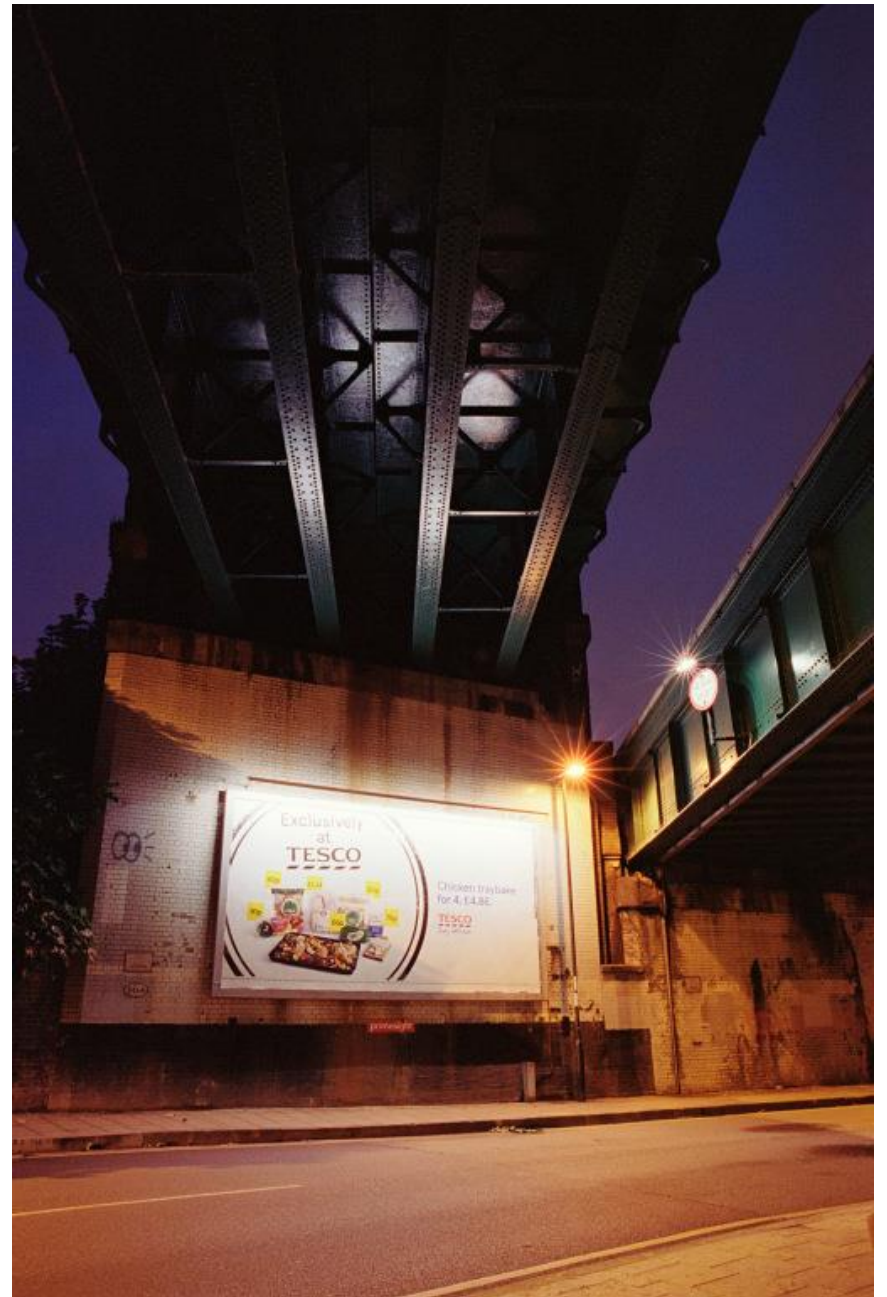




Ο προσδιορισμός της έκθεσης σε μια νυχτερινή λήψη είναι πολύ δύσκολος. Εκτός από την φωτομέτρηση, θα πρέπει να συνυπολογιστεί η υποέκθεση που θα δώσει το νυχτερινό αποτέλεσμα και το σφάλμα αμοιβαιότητας.



f11, t 8sec



f11, t 10sec







