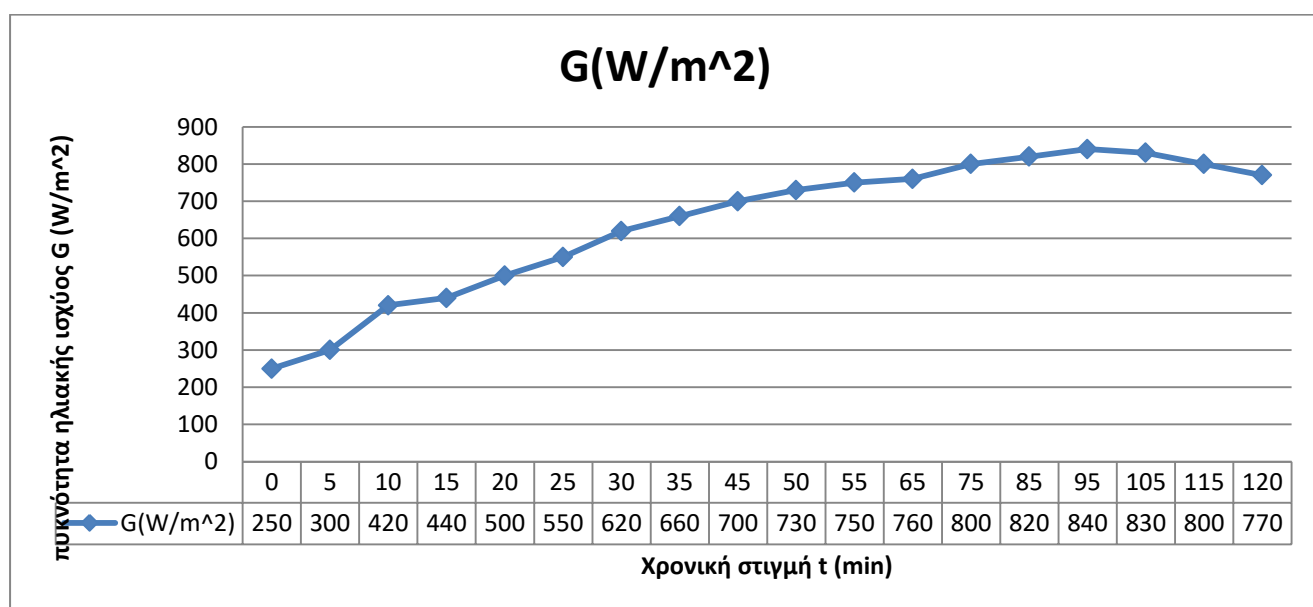


Υπολογισμός Προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας στο επίπεδο του ηλιακού συλλέκτη και υπολογισμός σφαλμάτων

A/A	t(min)	G(W/m ²)
1	0	250
2	5	300
3	10	420
4	15	440
5	20	500
6	25	550
7	30	620
8	35	660
9	45	700
10	50	730
11	55	750
12	65	760
13	75	800
14	85	820
15	95	840
16	105	830
17	115	800
18	120	770



Εικόνα 1 Γραφική παράσταση πυκνότητας ηλιακής ισχύος G σε συνάρτηση με τον χρόνο t

$$E_i = G_i A \Delta t_i = G_i * \Delta t_i * A$$

$$A = 0,88 \text{ m}^2$$

$$\Delta t_i = 0-5 \text{ min}=300\text{s}, 5-10\text{min}=300\text{s}, \dots \dots \dots 115-120\text{min}=300\text{s}$$

Προσοχή !! Δεν είναι όλα τα χρονικά διαστήματα 5min=300s αλλά κάποια χρονικά διαστήματα όπως το χρονικό διάστημα 35-45min είναι 10min=600s!!

$$E_{\text{inp}} = \sum (G_i A \Delta t_i) \text{ (για όλα τα } E_i)$$

$$\text{Πχ } E_1 = G_1 * A * \Delta t_1 = 250 \text{ W/m}^2 * 0.88 \text{ m}^2 * 300\text{s} = 66000 \text{ J}^1$$

Ομοίως υπολογίζονται τα υπόλοιπα $E_2, E_3 \dots \dots \dots$

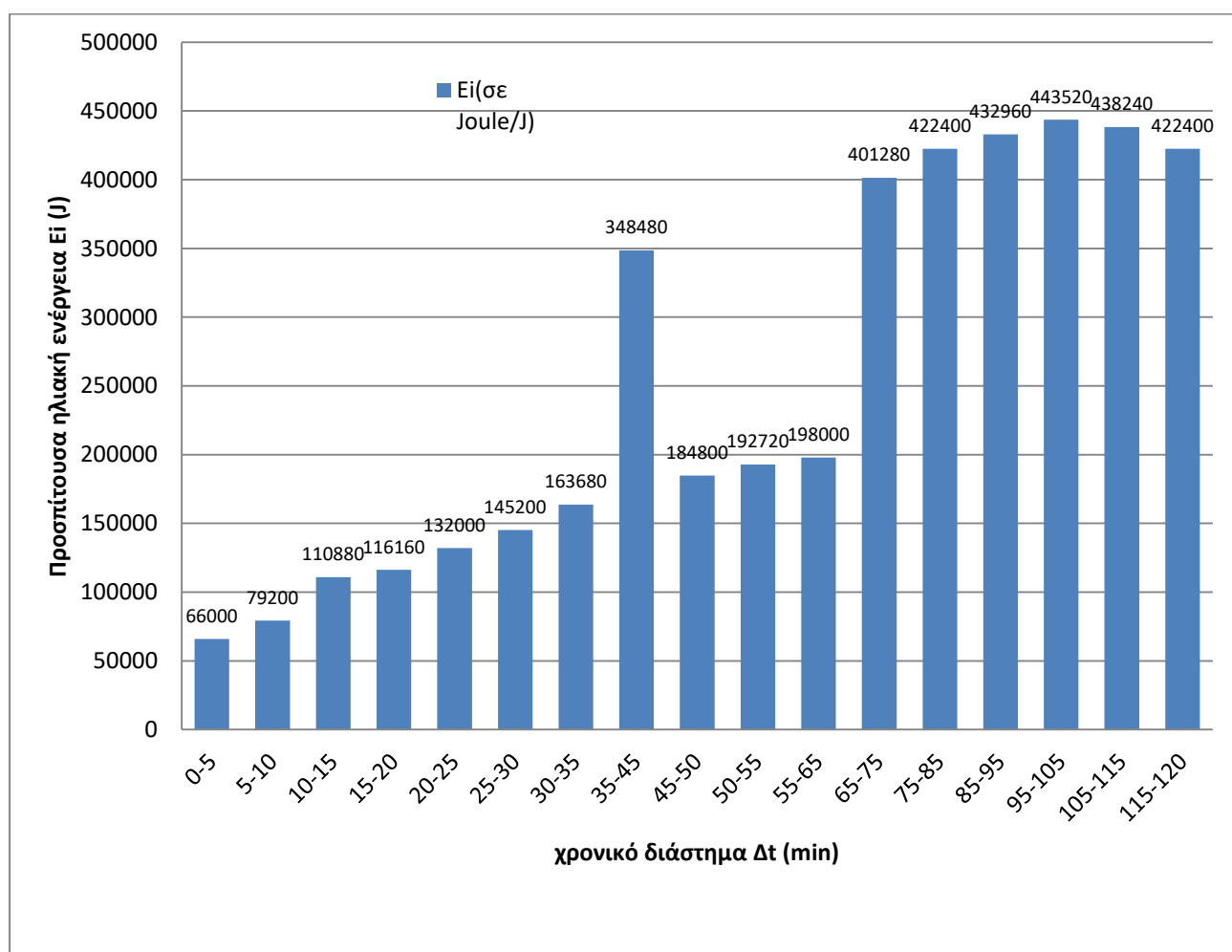
Πίνακας 1 Υπολογισμός των E_i

A/A	$\Delta t(\text{min})$	$E_i(\text{σε Joule/J})$
1	0-5 (5min)	66000
2	5-10 (5min)	79200
3	10-15 (5min)	110880
4	15-20 (5min)	116160
5	20-25 (5min)	132000
6	25-30 (5min)	145200
7	30-35 (5min)	163680
8	35-45 (10min)	348480
9	45-50 (5min)	184800
10	50-55 (5min)	192720
11	55-65 (10min)	198000
12	65-75(10min)	401280
13	75-85(10min)	422400
14	85-95(10min)	432960
15	95-105(10min)	443520
16	105-115(10min)	438240
17	115-120(5min)	422400

¹ Θεωρούμε ότι κατά την διάρκεια του χρονικού διαστήματος Δt_1 (0-5min) η πυκνότητα G ηλιακής ισχύος που προσπίπτει πάνω στην επιφάνεια του ηλιακού συλλέκτη είναι σταθερή και ίση με αυτή που μετρήθηκε την χρονική στιγμή μηδέν (0). Για το χρονικό διάστημα Δt_2 (5-10min) θα θεωρήσουμε ως σταθερή την τιμή της πυκνότητας G ηλιακής ισχύος που προσπίπτει πάνω στην επιφάνεια του ηλιακού συλλέκτη την χρονική στιγμή 5min (δηλαδή τιμή της $G=300\text{W/m}^2$).

Προσοχή!! Ενώ οι πειραματικές μετρήσεις της πυκνότητας ηλιακής ισχύος είναι 18 (δες τον 1^ο πίνακα πειραματικών μετρήσεων) τα χρονικά διαστήματα και οι επιμέρους ποσότητες προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας στο επίπεδο του ηλιακού συλλέκτη είναι 17!!!

Άρα η συνολική ενέργεια που προσπίπτει πάνω στον ηλιακό συλλέκτη είναι άθροισμα των επιμέρους E_i δηλαδή είναι : $E_{inp} = \sum (G_i A \Delta t_i) = \sum E_i = 66000 + 79200 + \dots + 422400 \text{ J} = 4297920 \text{ J}$



Εικόνα 2 Γραφική παράσταση προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας G σε συνάρτηση με τα διάφορα χρονικά διαστήματα

Προσοχή ότι το χρονικό διάστημα 35-45 είναι 10 min (όπως και κάποια άλλα χρονικά διαστήματα) για αυτό βλέπουμε την μεγάλη διαφορά ενέργειας σε αυτό το χρονικό διάστημα σε σχέση με τα διπλανά E_i

Για τον υπολογισμό του σφάλματος ($\sigma n = \delta n$)

$$n = Q_{\text{coll}} / E_{\text{inp}}$$

Για να υπολογίσετε το σφάλμα του n ($\sigma n = \delta n$) θα πρέπει να υπολογίσετε πρώτα το σφάλμα για τον αριθμητή και τον παρανομαστή του κλάσματος δηλαδή το $\sigma(Q_{\text{coll}})$ και το $\sigma(E_{\text{inp}})$. Στην συνέχεια έχοντας υπολογίσει τα $\sigma(Q_{\text{coll}})$, $\sigma(E_{\text{inp}})$ μπορείτε με τον τύπο για την διάδοση του σφάλματος με τις μερικές παραγώγους (από τα εργαστήρια Φυσικής (1^ο έτος)) να υπολογίσετε το $\sigma n = \delta n$.

Για το $\sigma(Q_{\text{coll}})$

$$Q_{\text{coll}} = mc\Delta\theta$$

Οι τιμές των σφαλμάτων για τα m , και $\Delta\theta$ δίνονται παρακάτω

Μάζα νερού σε όλο το θερμοσίφωνα $m = (61000 \pm 1000)\text{g}$

c : η ειδική θερμότητα του νερού ($1 \frac{\text{cal}}{\text{gr}^\circ\text{C}}$) (χωρίς σφάλμα)

Σφάλμα μεταβολής θερμοκρασίας $\delta(\Delta\theta) = \pm 0.4^\circ\text{C}$

Με τον τύπο για την διάδοση του σφάλματος με τις μερικές παραγώγους από τα εργαστήρια Φυσικής (1^ο έτος) μπορείτε να υπολογίσετε το $\sigma(Q_{\text{coll}})$.

Για το $\sigma(E_{\text{inp}})$

Επειδή το E_{inp} είναι ένα άθροισμα ($E_{inp} = \sum (G_i A \Delta t_i)$) είναι δύσκολο να υπολογιστεί το σφάλμα του καθώς κάθε τιμή του G_i είναι διαφορετική και έχει διαφορετικό σφάλμα (θυμίζω ότι το $\sigma G = \pm 5\% \cdot G$)

Υπάρχει όμως τρόπος να βρούμε μια τιμή του G που μπορούμε να θεωρήσουμε ότι αντιπροσωπεύει την τιμή του G που αν ήταν σταθερή (και δεν μεταβαλλόταν) όλο το χρονικό διάστημα που παίρναμε τις μετρήσεις μας (στο παράδειγμα που παρουσιάζουμε είναι τα 120min) τότε η συνολική ηλιακή ενέργεια που θα προσέπιπτε πάνω στον ηλιακό συλλέκτη θα ήταν ίση με αυτή που υπολογίσαμε δηλαδή $E_{inp} = 4297920$ J. Αυτή την τιμή του G την ονομάζουμε ενεργό τιμή της πυκνότητας ηλιακής ισχύος G_{rms} και βρίσκεται πολύ απλά ως εξής:

$$E_{inp} = G_{rms} \cdot A \cdot t_{ολ} \rightarrow G_{rms} = E_{inp} / A \cdot t_{ολ} = 4297920 \text{ J} / 0,88 \text{ m}^2 \cdot 120 \cdot 60 \text{ s} = 678 \text{ W/m}^2$$

(το $t_{ολ}$ είναι το συνολικό χρονικό διάστημα των πειραματικών μετρήσεων ,δηλαδή 120min= 120*60 =720s)

Άρα το σφάλμα για το G (θέτοντας ως G για όλο το χρονικό διάστημα των πειραματικών μετρήσεων το G_{rms}) είναι $\sigma G = \pm 5\% \cdot G = \pm 5\% \cdot 678 \text{ W/m}^2 = 33,9 \text{ W/m}^2$

Το σφάλμα του A (δηλαδή το σA) υπολογίζεται από τον τύπο διάδοσης του σφάλματος αφού ξέρουμε τα σX και σY (όπου X, Y οι διαστάσεις της επιφάνειας του ηλιακού συλλέκτη)

Το σφάλμα του $t_{ολ}$ το θεωρούμε αμελητέο

Άρα από τον τύπο για το $E_{inp} = G_{rms} \cdot A \cdot t_{ολ}$ και με τον τύπο για την διάδοση του σφάλματος με τις μερικές παραγώγους από τα εργαστήρια Φυσικής (1^ο έτος) μπορείτε να υπολογίσετε το $\sigma(E_{inp})$