ΕΝΩΣΗ ΕΛΛΗΝΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ

ΘΕΜΑΤΑ

32ου ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΥ ΔΙΑΓΩΝΙΣΜΟΥ

Β΄ ΛΥΚΕΙΟΥ

2η ΦΑΣΗ

(*Συμπληρώστε τα στοιχεία σας με μικρά γράμματα και τόνους*)

Επώνυμο: ……..…….	Όνομα μητέρας: ……
Όνομα: …….....	Πόλη: ……..…….
Όνομα πατέρα: ……..	Σχολείο: ……

ΕΝΩΣΗ ΕΛΛΗΝΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ

32ος Πανελλήνιος Διαγωνισμός Φυσικής Β' Λυκείου – β' φάση

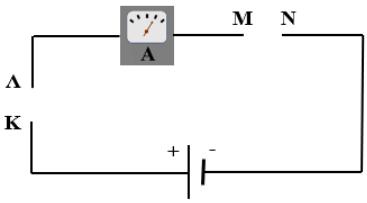
2022

ΘΕΜΑΤΑ Β' ΛΥΚΕΙΟΥ

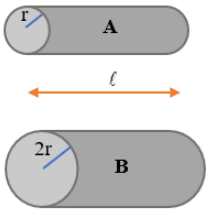
ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΘΕΜΑ Α

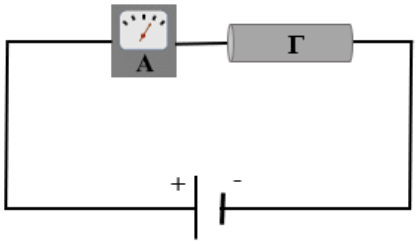
Α1. Δύο ομογενείς κυλινδρικοί αγωγοί (Α) και (Β) ίδιου μήκους ℓ είναι από το ίδιο υλικό και έχουν ακτίνες r και $2r$ αντίστοιχα. Συνδέουμε τον αγωγό (Α) στα σημεία Κ και Λ και τον αγωγό (Β) στα σημεία Μ και Ν του κυκλώματος (Ι). Το κύκλωμα (Ι) αποτελείται από πηγή, ιδανικό αμπερόμετρο και αγωγούς αμελητέας αντίστασης (καλώδια). Η ένδειξη του αμπερόμετρου είναι I_1.



Κύκλωμα Ι



Στη συνέχεια λιώνουμε τους δύο κυλινδρικούς αγωγούς (Α) και (Β) και με όλο το υλικό που προέκυψε από την τήξη των δύο αγωγών φτιάχνουμε έναν καινούριο ομογενή κυλινδρικό αγωγό (Γ) μήκους ℓ' και ακτίνας r'. Κατασκευάζουμε το κύκλωμα του σχήματος (ΙΙ) που αποτελείται από την ίδια πηγή, αγωγούς αμελητέας αντίστασης (καλώδια), ιδανικό αμπερόμετρο και τον αγωγό (Γ). Η ένδειξη του αμπερόμετρου είνα πάλι I_1.

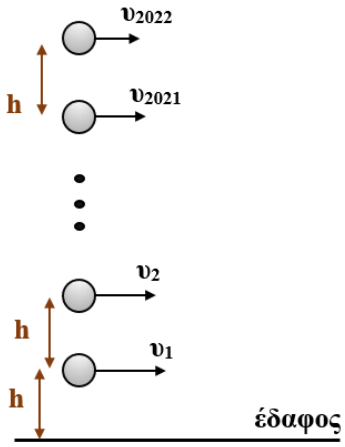


Κύκλωμα ΙΙ

Στα δύο κυκλώματα οι αγωγοί έχουν την ίδια θερμοκρασία.

Να υπολογίσετε τον λόγο $\frac{\ell'}{\ell}$.

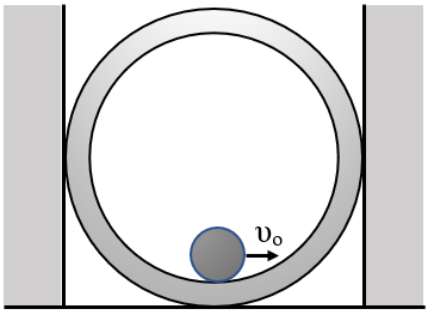
Α2. Στην ίδια κατακόρυφο είναι ακίνητες 2022 μικρές σφαίρες. Η πρώτη έχει μάζα m και απέχει από το έδαφος απόσταση h, η δεύτερη έχει μάζα $2\cdot m$ και απέχει απόσταση h από την πρώτη, η τρίτη έχει μάζα $3\cdot m$ και απέχει απόσταση h από τη δεύτερη κ.ο.κ. Η τελευταία σφαίρα έχει μάζα $2022\cdot m$ και απέχει απόσταση h από την 2021η σφαίρα. Η πρώτη σφαίρα βάλλεται με οριζόντια ταχύτητα μέτρου υ_1 και αρχική κινητική ενέργεια $K_1 = 1\,J$, η δεύτερη με οριζόντια ταχύτητα μέτρου υ_2 και αρχική κινητική ενέργεια K_2, η τρίτη με οριζόντια ταχύτητα μέτρου υ_3 και αρχική κινητική ενέργεια K_3 κ.ο.κ. Όλες οι σφαίρες πέφτουν στο ίδιο σημείο του εδάφους. Να υπολογίσετε το άθροισμα των αρχικών κινητικών ενεργειών όλων των σφαιρών $K_1 + K_2 + K_3 + ... + K_{2022}$.



Μονάδες 12+13

ΘΕΜΑ Β

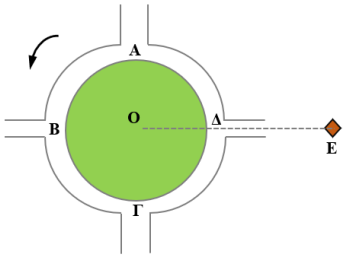
Β1. Ένα πλαστικό δαχτυλίδι έχει μάζα M και ακτίνα R, ενώ ισορροπεί με το επίπεδό του κατακόρυφο. Το δαχτυλίδι εφάπτεται σε δύο λεία κατακόρυφα επίπεδα και σε οριζόντιο δάπεδο, το οποίο εμποδίζει την περιστροφή του. Μία μικρή μπίλια με μάζα $m = \frac{M}{7}$ βάλλεται με οριζόντια ταχύτητα μέτρου υ_o από το κατώτερο σημείο του δαχτυλιδιού και κινείται σε αυλάκι που έχει στην εσωτερική του πλευρά το δαχτυλίδι. Η μπίλια φτάνει στο ανώτερο σημείο που έχει το αυλάκι, χωρίς το δαχτυλίδι να χάσει την επαφή του με το οριζόντιο δάπεδο. Δίνεται το μέτρο g της επιτάχυνσης της βαρύτητας.



Να υπολογίσετε σε μονάδες (S.I.) τις τιμές που μπορεί να πάρει ο λόγος $\frac{\upsilon_o^2}{Rg}$.

Μονάδες 12

Β2. Κυκλική οριζόντια πλατεία έχει κυκλικό κόμβο για τα αυτοκίνητα με κέντρο το σημείο Ο και ακτίνα $R = 120$ m. Στον κόμβο καταλήγουν 4 δρόμοι στα σημεία Α, Β, Γ, Δ που ανά δύο σχηματίζουν τεταρτοκύκλια. Τη χρονική στιγμή $t_o = 0$ εισέρχεται στον κόμβο από το σημείο Α αυτοκίνητο με αναμμένους προβολείς, οι οποίοι φέγγουν στην ευθεία μπροστά από το αυτοκίνητο. Το αυτοκίνητο κινείται με ταχύτητα σταθερού μέτρου $\upsilon = 10 \cdot \pi$ m/s αντίθετα με τη φορά περιστροφής των δεικτών του ρολογιού και εξέρχεται πάλι από το σημείο Α. Στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο με την πλατεία και εκτός αυτής, στην ευθεία ΒΔ από τη μεριά του Δ και σε απόσταση $(OE) = 2R$, βρίσκεται το σημείο Ε στο οποίο υπάρχει κατακόρυφος λεπτός στύλος. Να υπολογίσετε τη χρονική στιγμή που τα φώτα του αυτοκινήτου θα φωτίσουν το στύλο.



Να θεωρήσετε μικρές τις διαστάσεις του αυτοκινήτου. Επίσης να θεωρήσετε μικρό το πλάτος του δρόμου, συγκρινόμενο με την ακτίνα του κυκλικού κόμβου.

Μονάδες 13

ΘΕΜΑ Γ

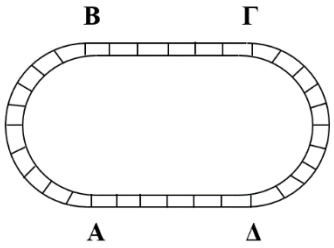
Γ1. Το ηλιακό μας σύστημα αποτελείται, κυρίως, από τον Ήλιο και τους πλανήτες, οι οποίοι περιφέρονται γύρω του σε ελλειπτικές τροχιές. Η Γη είναι ο τρίτος σε σειρά πλανήτης από τον Ήλιο και εκτελεί μία πλήρη περιφορά γύρω του σε 365 ημέρες. Ο πιο εντυπωσιακός είναι ο έκτος σε σειρά πλανήτης, ο Κρόνος, ο οποίος πάντοτε αποτελούσε το αγαπημένο θέαμα των αστρονομικών παρατηρήσεων,

Ο Κρόνος και οι δακτύλιοί του

εξαιτίας των εννέα δακτυλίων που διαθέτει. Οι δακτύλιοι αποτελούνται από σκόνη και πάγο. Η Γη και ο Κρόνος περιφέρονται ομόρροπα στο ίδιο επίπεδο (στην πραγματικότητα τα επίπεδα περιφοράς των δύο πλανητών σχηματίζουν μία μικρή γωνία, που εδώ τη θεωρούμε αμελητέα). Για τις ανάγκες της άσκησης ας θεωρήσουμε ότι οι πλανήτες εκτελούν ομαλή κυκλική κίνηση γύρω από το κέντρο του ακίνητου Ήλιου. Η ακτίνα περιφοράς της Γης είναι $R_{\Gamma} = 150.000.000$ km και του Κρόνου είναι $R_{K} = 1.350.000.000$ km. Κάποια χρονική στιγμή τα κέντρα των δύο πλανητών και το κέντρο του Ήλιου είναι συνευθειακά. Να υπολογίσετε το ελάχιστο χρονικό διάστημα που απαιτείται ώστε να ξαναγίνουν συνευθειακά. Να θεωρήσετε ότι στους πλανήτες ασκείται μόνο η ελκτική βαρυτική δύναμη από τον Ήλιο.

Μονάδες 10

Γ2. Δύο παιδιά παίζουν στο δωμάτιό τους με ένα τρενάκι. Οι ράγες του σιδηρόδρομου βρίσκονται πάνω στο οριζόντιο δάπεδο και σχηματίζουν δύο ημικύκλια ΑΒ και ΓΔ ίσης ακτίνας $R = 1$ m και δύο ευθύγραμμα τμήματα ΒΓ και ΔΑ μήκους $(\text{ΒΓ}) = (\text{ΔΑ}) = 2$ m. Το παιχνίδι έχει μία ηλεκτρική μηχανή τρένου με ενσωματωμένη καρότσα διαστάσεων (5 cm) x (10 cm) x (4 cm) και μάζας $m_1 = 400$ g και ένα βαγόνι μάζας $m_2 = 600$ g. Η μηχανή είναι ακίνητη στο μέσο Μ του ευθυγράμμου τμήματος ΒΓ και το βαγόνι είναι ακίνητο στο μέσο Κ του ευθυγράμμου τμήματος ΑΔ. Τα παιδιά γεμίζουν την καρότσα της μηχανής με άμμο πυκνότητας $\rho = 2 \cdot 10^3$ kg/m^3 και τη στιγμή $t_o = 0$ θέτουν σε λειτουργία τον ηλεκτροκινητήρα της μηχανής, οπότε αρχίζει να κινείται με σταθερή ταχύτητα $\upsilon = \dfrac{\pi + 2}{20}$ m/s προς το σημείο Γ. Ταυτόχρονα, από μία μικρή οπή στη βάση της η καρότσα αρχίζει να χάνει άμμο, η οποία πέφτει στο δάπεδο με σταθερό ρυθμό $\dfrac{\Delta m}{\Delta t} = 10$ g/s, κάτι που δεν επηρεάζει αισθητά το μέτρο της ταχύτητας με την οποία κινείται το τρενάκι.



Γ2.1. Να υπολογίσετε το μέτρο της συνισταμένης δύναμης που δέχεται η μηχανή από τις ράγες τη στιγμή που θα βρεθεί στο μέσο Ε του ημικυκλίου ΓΔ. Να θεωρήσετε ότι κατά τη διάρκεια της κίνησης στο ημικύκλιο η συνιστώσα της δύναμης που δέχεται η μηχανή από τις ράγες στη διεύθυνση της ταχύτητάς της είναι αμελητέα.

Γ2.2. Η μηχανή συγκρούεται πλαστικά με το βαγόνι, οπότε το συσσωμάτωμα κινείται αμέσως μετά την κρούση με ταχύτητα σταθερού μέτρου υ_{Σ}. Να υπολογίσετε το υ_{Σ}, αν κατά την κρούση θεωρήσουμε το σύστημα μηχανή-βαγόνι ως μονωμένο.

Γ2.3. Το συσσωμάτωμα συνεχίζει να κινείται με ταχύτητα σταθερού μέτρου υ_{Σ}, με την οποία φτάνει στο μέσο Ζ του ημικυκλίου ΑΒ. Να υπολογίσετε το μέτρο της μεταβολής της ορμής του συστήματος μηχανή-καρότσα-άμμος από το σημείο Ε στο σημείο Ζ.

Δίνεται το μέτρο της επιτάχυνσης της βαρύτητας $g = 10$ m/s^2 και $\pi = 3{,}14$.

Μονάδες 5+5+5

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΘΕΜΑ Δ

ΜΕΛΕΤΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗΣ ΚΑΜΠΥΛΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΠΗΓΗΣ-ΩΜΙΚΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗ –ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΔΙΟΔΟΥ

ΠΕΔΙΟ ΕΡΕΥΝΑΣ:

1. Διαχείριση απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων και λήψη μετρήσεων με τη βοήθεια αμπερομέτρου και βολτομέτρου.

2. Κατασκευή χαρακτηριστικής καμπύλης $\mathrm{I} = f(V)$ για ωμικό καταναλωτή και λαμπτήρα πυρακτώσεως. Επαλήθευση του νόμου του Ohm.

3. Κατασκευή χαρακτηριστικής καμπύλης $\mathrm{I} = f(V)$ για κρυσταλλοδίοδο p-n. Διαπίστωση της φοράς αγωγιμότητας.

ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ

Όταν μια ηλεκτρική πηγή συνδεθεί σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, η ηλεκτρική ενέργεια που παρέχει μετατρέπεται σε άλλης μορφής ενέργειας (π.χ θερμική σε αντιστάτη, φωτεινή σε ένα λαμπτήρα, κινητική σε ένα κινητήρα κλπ).

Μεταβάλλοντας τα χαρακτηριστικά των καταναλωτών (ωμικοί αντιστάτες, λαμπτήρες, κρυσταλλοδίοδος) στο κύκλωμα, έχουμε τη δυνατότητα μέτρησης κάθε φορά της έντασης I του ρεύματος και της τάσης V στα άκρα κάθε καταναλωτή.

Έτσι για ένα συγκεκριμένο ωμικό καταναλωτή (π.χ το σύρμα μιας θερμάστρας) ή για ένα λαμπτήρα πυρακτώσεως, η εφαρμογή μιας τάσης V (αίτιο) αποκαθιστά ένταση ρεύματος I (αποτέλεσμα), οπότε η γραφική παράσταση της εξίσωσης $\mathrm{I} = f(V)$ αποτελεί την **χαρακτηριστική καμπύλη του καταναλωτή.** Έχει ιδιαίτερη σημασία η γραμμική μορφή η οποία υπακούει στο νόμο του Ohm $\mathrm{I} = \dfrac{V}{R}$ **και η οποία δεν ισχύει στην περίπτωση του λαμπτήρα πυρακτώσεως.**

Η κρυσταλλοδίοδος p-n είναι πρόσμιξη δύο ημιαγωγών τύπου p και τύπου n (p ► n) η οποία ανάλογα με την πολική τάση στα άκρα της επιτρέπει ή απαγορεύει την διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος. Στην **ορθή πόλωση** που είναι αγώγιμη $(V_p > V_n)$ η αντίσταση της διόδου είναι πολύ μικρή και η ένταση αυξάνεται γρήγορα με την εφαρμοζόμενη τάση, ενώ στην **ανάστροφη πόλωση** $(V_p < V_n)$ που είναι μη αγώγιμη, η ένταση του ρεύματος είναι ελάχιστη και η αντίσταση της διόδου πολύ μεγάλη. Σε κάθε περίπτωση η γραφική παράσταση της εξίσωσης $\mathrm{I} = f(V)$ αποτελεί την χαρακτηριστική καμπύλη της κρυσταλλοδιόδου.

ορθή πόλωση

ανάστροφη πόλωση

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Δ1. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ I-V ΩΜΙΚΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗ

Πραγματοποιούμε κύκλωμα σειράς που περιλαμβάνει ένα τροφοδοτικό συνεχούς ρεύματος (0-20V), ένα διακόπτη, μια συρμάτινη αντίσταση από ηλεκτρική θερμάστρα (200V/500W), ιδανικό αμπερόμετρο και ιδανικό βολτόμετρο συνδεδεμένο στα άκρα της αντίστασης.

Δ1.1 Να σχεδιάσετε το ηλεκτρικό κύκλωμα. Ποια είναι η ένδειξη του αμπερομέτρου, όταν η ένδειξη του βολτομέτρου στα άκρα της αντίστασης είναι μηδέν;

Περιστρέφοντας το ρυθμιστή τάσης του τροφοδοτικού, αυξάνουμε διαδοχικά την ένδειξη του βολτομέτρου κατά 4V κάθε φορά μέχρι και 20V και καταχωρούμε στον πίνακα (Α1) τα ζεύγη των ενδείξεων V-I.

ΠΙΝΑΚΑΣ Α1

V (V)	0	4	8	12	16	20
I (mA)	0	50	100	150	200	250

Αντικαθιστούμε τη συρμάτινη αντίσταση με έναν αντιστάτη $10\,\Omega$ και αυξάνουμε διαδοχικά την ένδειξη του βολτομέτρου κατά $2\,V$ κάθε φορά μέχρι και τα $10\,V$, καταχωρώντας στον πίνακα (Α2) τα αντίστοιχα ζεύγη των τιμών που μετρήθηκαν.

ΠΙΝΑΚΑΣ Α2

V (V)	0	2	4	6	8	10
I (mA)	0	200	400	600	800	1000

Αντικαθιστούμε και τον αντιστάτη με ένα λαμπτήρα πυράκτωσης (200V/10W) επαναλαμβάνοντας την προηγούμενη διαδικασία και συμπληρώνοντας τον πίνακα (Α3) με τις τιμές των ενδείξεων.

ΠΙΝΑΚΑΣ Α3

V (V)	0	4	8	12	16	20
I (mA)	0	10	18	24	28	30

Δ1.2 Σε σύστημα αξόνων I-V να παραστήσετε γραφικά τα ζεύγη των ενδείξεων για το σύρμα της θερμάστρας και να χαράξετε το σχετικό γράφημα με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια. Να κάνετε το ίδιο και για τον αντιστάτη.

Δ1.3 Ποια είναι η μορφή των γραφημάτων για το σύρμα και τον αντιστάτη; Από τη μορφή των γραφημάτων να υπολογίσετε τις τιμές των αντιστάσεών τους. Ποια είναι η γενικότερη διαπίστωση και από ποιο νόμο καλύπτεται αυτή η μορφή;

Δ1.4 Να παραστήσετε γραφικά και το γράφημα I-V για το λαμπτήρα πυράκτωσης. Ποια είναι η μορφή της χαρακτηριστικής του; Υπακούει η μορφή αυτή στο νόμο που αναφερθήκατε προηγούμενα;

Δ1.5 Να υπολογίσετε από το γράφημα την αντίσταση του λαμπτήρα θέρμανσης για τις τιμές της τάσης $V_1 = 6$ V, $V_2 = 14$ V και $V_3 = 20$ V. Τι συμπέρασμα προκύπτει για την σχέση της αντίστασης του λαμπτήρα και της θερμοκρασίας, η οποία αυξάνεται με την αύξηση της τάσης;

Δ2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ I-V ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΔΙΟΔΟΥ

Πραγματοποιούμε κύκλωμα σειράς που περιλαμβάνει ένα τροφοδοτικό συνεχούς ρεύματος (0-20V), ένα διακόπτη, μια ωμική αντίσταση για περιορισμό του ρεύματος και προστασία της διόδου, μια κρυσταλλοδίοδο p-n, ιδανικό αμπερόμετρο και ιδανικό βολτόμετρο συνδεδεμένο στα άκρα της κρυσταλλοδιόδου.

Δ2.1 Να σχεδιάσετε τα ηλεκτρικά κυκλώματα με συνδεδεμένη την κρυσταλλοδίοδο πρώτα με ορθή και κατόπιν με ανάστροφη πόλωση.

Στο κύκλωμα που περιέχει την κρυσταλλοδίοδο συνδεδεμένη με ορθή πόλωση, κλείνουμε το διακόπτη και αυξάνεται η τάση που παρέχει το τροφοδοτικό, ώστε να παρατηρούνται ενδείξεις του βολτομέτρου στα άκρα της κρυσταλλοδιόδου μεταξύ 0 και 0,8V. Οι ενδείξεις αυτές καταγράφονται με τις αντίστοιχες του αμπερομέτρου στον πίνακα Β1.

ΠΙΝΑΚΑΣ Β1

V (V)	0	0,2	0,4	0,6	0,65	0,70	0,75	0,78	0,79
I (mA)	0	0	0	0,2	1,0	2,0	6,0	20,0	30,0

Ανοίγουμε τον διακόπτη, αντιμεταθέτουμε τους αγωγούς σύνδεσης του τροφοδοτικού, οπότε αντιστρέφεται η πολικότητα της πηγής και έτσι η κρυσταλλοδίοδος βρίσκεται σε πόλωση ανάστροφη. Αντιστρέφουμε και τις πολικότητες των οργάνων και κλείνουμε το διακόπτη. Λαμβάνονται οι ενδείξεις των οργάνων για τιμές της τάσης τροφοδοσίας κατά 4 V από 0 έως 20 V και καταχωρούνται στον πίνακα Β2.

ΠΙΝΑΚΑΣ Β2

V (V)	0	-4	-8	-12	-16	-20
I (mA)	0	0	0	0	0	0

Δ2.2 Να απεικονίσετε γραφικά σε άξονες V-I (με διαφορετική κλίμακα της τάσης) τα ζεύγη των ενδείξεων των οργάνων του πίνακα Β1 (ορθή πόλωση) και να σχεδιάσετε το γράφημα παίρνοντας την χαρακτηριστική καμπύλη $I = f(V)$ της κρυσταλλοδιόδου.

Δ2.3 Από τη μορφή των διαγραμμάτων και τις τιμές των πινάκων, τι συμπεραίνετε για τον τρόπο μεταβολής της έντασης του ρεύματος σε συνάρτηση με την τάση; Τι αντίσταση εμφανίζει η κρυσταλλοδίοδος σε σχέση με την τάση και τον τρόπο της πόλωσής της;

Δ2.4 Να σχεδιάσετε τα 6 κυκλώματα με τα στοιχεία που δίνονται παρακάτω και να επιλέξετε εκείνα στα οποία ο λαμπτήρας φωτοβολεί.
Κύκλωμα 1 με πηγή, λαμπτήρα και επαφή p-n με ορθή πόλωση
Κύκλωμα 2 με πηγή, λαμπτήρα και 2 p-n με ορθή πόλωση σε σειρά

Κύκλωμα 3 με πηγή, λαμπτήρα και επαφή p-n με ανάστροφη πόλωση
Κύκλωμα 4 με πηγή, λαμπτήρα και 2 p-n παράλληλα με ορθή πόλωση
Κύκλωμα 5 με πηγή, λαμπτήρα και 2 p-n σε σειρά, μία με ορθή πόλωση και μία με ανάστροφη πόλωση
Κύκλωμα 6 με πηγή, λαμπτήρα και 2 p-n παράλληλα, μία με ορθή πόλωση και μία με ανάστροφη πόλωση

Μονάδες 2+3+3+3+3+2+3+3+3