

Ενέργεια και ισχύς του ηλεκτρικού ρεύματος

1. Τοποθετήστε στις τελίτσες τον αριθμό του αντίστοιχου μεγέθους

Σύμβολα		Μεγέθη		Μονάδες
R.....3		1. Ισχύς		1A.....4
I.....4		2. Ηλεκτρική Τάση		1J.....5
V.....2		3. Αντίσταση αγωγού		1V.....2
E _{ηλ}5		4. Ένταση ηλ ρεύματος		1C.....6
P.....1		5. Ηλεκτρική ενέργεια		1W.....1
Q ή q.....6		6. Ηλεκτρικό φορτίο		1KWh.....5
				1Ω.....3

2. Τυπολόγιο- Βοήθεια :

α) Για οποιονδήποτε καταναλωτή π.χ. κινητήρα

$E_{\eta\lambda} = q \cdot V \quad (1)$	$E_{\eta\lambda} = V \cdot I \cdot t \quad (2)$	$E_{\eta\lambda} = P \cdot t \quad (3)$	$P = \frac{E_{\eta\lambda}}{t} \quad (4)$	$P = V \cdot I \quad (5)$
---	---	---	---	---------------------------

β) Μόνο για αντιστάτες

Ένας αντιστάτης
α) Έχει σταθερή την αντίσταση
β) Ικανοποιεί τον νόμο του ohm και
γ) Μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια μόνο σε θερμική

$E_{\eta\lambda} = \frac{V^2 \cdot t}{R} \quad (6)$	$E_{\eta\lambda} = I^2 \cdot R \cdot t \quad (7)$	$P = \frac{V^2}{R} \quad (8)$	$P = I^2 \cdot R \quad (9)$
---	---	-------------------------------	-----------------------------

3. Για κινητήρα που ανυψώνει αντικείμενο ισχύει:

$$E_{\mu\eta\chi} = \text{Μάζα} \times \text{Επιτ. βαρύτητας} \times \text{Ύψος} \quad (12)$$

4. Ο αριθμός απόδοσης μιας μηχανής είναι $\alpha = \frac{E_{\omega\phi}}{E_{\delta\alpha\pi.}} \quad (13)$

Εδώ η $E_{\delta\alpha\pi.}$ είναι η ηλεκτρική ενέργεια. Το α είναι αριθμός μικρότερος του 1

Επισημάνση 1:

5. Τί σημαίνουν τα στοιχεία (220 V, 500W) που είναι γραμμένα σε μια συσκευή.

Απάντηση

- Αν εφαρμοστεί Τάση 220 V τότε η συσκευή λειτουργεί κανονικά και η ισχύς της είναι 500

W. Οπότε η ένταση που την διαρρέει είναι : $I = \frac{P}{V} \quad (10)$

- Αν η Τάση λειτουργίας είναι μικρότερη από 220V τότε η συσκευή υπολειτουργεί.
- Αν η Τάση είναι μεγαλύτερη από 220V τότε συνήθως η συσκευή καταστρέφεται.

6. Πως συνδέονται οι ηλεκτρικές συσκευές στο σπίτι μας για να λειτουργούν κανονικά ;

Απάντηση

Η σύνδεση που εξασφαλίζει σταθερή τάση και αυτονομία είναι η παράλληλη. Γνωρίζουμε ότι στην παράλληλη σύνδεση η Τάση στα άκρα των καταναλωτών είναι ίδια.

Ασκήσεις -εργασίες

1. Επιλέξτε τη σωστή απάντηση. Οι ηλεκτρικοί καταναλωτές είναι συσκευές που:

A. Μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια μόνο σε θερμική.

B. Καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια και την μετατρέπουν σε άλλη μορφή ενέργειας.

C. Καταναλώνουν θερμότητα και παράγουν ρεύμα.

D. Παίρνουν τάση και δίνουν ρεύμα.

2. Επιλέξτε τη σωστή απάντηση. Οι αντιστάτες είναι συσκευές που:

A. Μετατρέπουν σε ηλεκτρική ενέργεια άλλη μορφής ενέργεια.

B. Καταναλώνουν ηλεκτρική ενέργεια και την μετατρέπουν σε άλλη μορφή.

C. Καταναλώνουν θερμότητα και παράγουν ρεύμα.

D. Παίρνουν τάση και δίνουν ρεύμα.

3. Ποιον ή ποιους τύπο(ους) μπορώ να χρησιμοποιήσω σε κάθε περίπτωση:

α. Ζητώ την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει ένας κινητήρας.

$$E_{\eta\lambda} = V \cdot I \cdot t \quad E_{\eta\lambda} = P \cdot t$$

β. Ζητώ την ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνει ο αντιστάτης του θερμισίφωνα .

$$E_{\eta\lambda} = \frac{V^2 \cdot t}{R} \quad E_{\eta\lambda} = I^2 \cdot R \cdot t \quad E_{\eta\lambda} = q \cdot V \quad E_{\eta\lambda} = V \cdot I \cdot t \quad E_{\eta\lambda} = P \cdot t$$

γ. Την ένταση του ρεύματος που διαρρέει καταναλωτή που λειτουργεί κανονικά .

$$P = V \cdot I \text{ από όπου } I = \frac{P}{V}$$

δ. Ζητώ τον αριθμό απόδοσης μιας μηχανής.

$$\alpha = \frac{E_{\omega\phi}}{E_{\eta\lambda}}$$

ε. Την μηχανική ενέργεια μιας μηχανής όταν έχω την ηλεκτρική και τον αριθμό απόδοσης.

$$E_{\mu\eta\chi} = \alpha \cdot E_{\eta\lambda}$$

στ. Την Ισχύ μιας συσκευής που λειτουργεί κανονικά και έχω τις ενδείξεις : (2,5V, 0,3A).

$$P = V \cdot I$$

ζ. Για να υπολογίσω το κόστος χρήσης μια συσκευής, αν έχω την ισχύ κανονικής λειτουργίας και τον χρόνο λειτουργίας. (Γνωρίζω ότι το κόστος μιας KWh είναι 0,175 ευρώ)

η. Θέλω να υπολογίσω την αντίσταση αντιστάτη αν έχω την ισχύ κανονικής λειτουργίας.

$$\text{Επιλύοντας από εδώ} \quad P = I^2 \cdot R \quad P = \frac{V^2}{R}$$

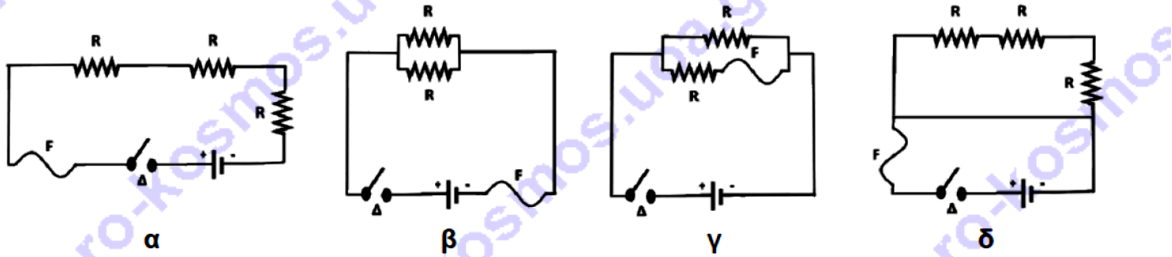
4. Ασφάλειες:

Από το βιβλίο : «Η σύνδεση της ασφάλειας στο κύκλωμα γίνεται πάντοτε σε σειρά με τη συσκευή που θέλουμε να προστατέψουμε. Σε κάθε ασφάλεια αναφέρεται η μέγιστη τιμή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος που μπορεί να τη διαρρέει, χωρίς να προκληθεί τήξη του αντιστάτη που περιέχει»

Από τον πανελλήνιο διαγωνισμό Φυσικής 2017 **Απάντηση: β, δ**

Β. Σε ποια από τα παρακάτω κυκλώματα θα καεί η ασφάλεια F των 0,15A όταν κλείσει ο διακόπτης Δ; Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

Η τάση της ηλεκτρικής πηγής είναι η ίδια και στα τέσσερα κυκλώματα και έχει τιμή 9V και η τιμή της αντίστασης για κάθε ένα αντιστάτη ξεχωριστά είναι $R = 100\Omega$.



Θεωρήστε την ηλεκτρική αντίσταση της ασφάλειας R_F αμελητέα σε σύγκριση με την R .

Επισημάνση 2:

α) Με την σύνδεση σε σειρά αντιστατών, η συνολική αντίσταση του κυκλώματος γίνεται πιο μεγάλη και από τη μεγαλύτερη. Αν συνδέονται σε σειρά δυο ίσες αντιστάσεις η ολική τους γίνεται διπλάσια.

β) Με την παράλληλη σύνδεση αντιστατών, η συνολική αντίσταση του κυκλώματος γίνεται πιο μικρή και από τη μικρότερη. Αν συνδέονται παράλληλα δυο ίσες αντιστάσεις η ολική τους γίνεται μισή.

γ) Σύμφωνα με τον νόμο του Ohm ανάμεσα σε δυο ή περισσότερες αντιστάσεις που έχουν στα άκρα τους την ίδια Τάση, μεγαλύτερη Αντίσταση έχει αυτή που διαρρέεται από το μικρότερο Ρεύμα. $R = \frac{V}{I}$ (11) και αντίστροφα.

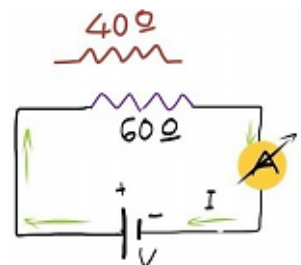
5. Δύο αντιστάσεις $R_1 = 20\Omega$ και $R_2 = 40\Omega$ συνδέονται παράλληλα. Από τους δύο παράλληλους κλάδους διέρχονται ρεύματα 3A και 1,5A. Ποιο από τα δύο ρεύματα περνάει από την R_1 και ποιο από την R_2 ; Γιατί; Βοήθεια : Χρησιμοποιήστε τον τύπο (11)

Απάντηση: 3 A στην R_1 και 1,5A στην R_2 , γιατί η Τάση είναι ίδια και όσο μεγαλύτερη είναι η αντίσταση τόσο μικρότερο είναι το ρεύμα.

6. Πώς θα συνδέατε την αντίσταση των 40Ω (σε σειρά ή παράλληλα;) με αυτήν των 60Ω στο κύκλωμα για να ελλατωθεί η ένδειξη το αμπερόμετρου; Γιατί;

Βοήθεια : Χρησιμοποιήστε επισημάνση 2 και τον τύπο (11)

Απάντηση: Πρέπει να αυξηθεί η ολική αντίσταση άρα σύνδεση σε σειρά



7. Δυο λαμπτήρες αναγράφουν τα στοιχεία (20 V, 20W) και (20 V, 80W).

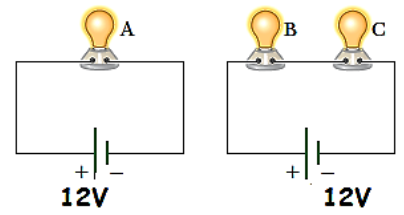
α. Πόση είναι η αντίσταση του καθενός; Βοήθεια : Χρησιμοποιήστε τον τύπο, (8) **20Ω, 5Ω**

β. Πόση είναι η ολική αντίστασή τους όταν συνδεθούν και οι δυο σε κύκλωμα ώστε να λειτουργούν κανονικά; **4Ω**

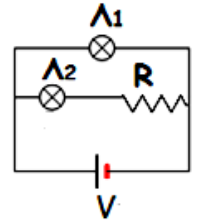
Βοήθεια : Χρησιμοποιήστε επισημάνση 1

γ. Σχεδιάστε το κύκλωμα και υπολογίστε την ένταση του ρεύματος που διαρρέει κάθε λαμπτήρα .

8. Στα διπλανά σχήματα όλοι οι λαμπτήρες είναι ακριβώς ίδιοι. Ποιος από τους τρεις διαρρέεται από ρεύμα μεγαλύτερης έντασης ; **A** Γιατί; Βοήθεια : Χρησιμοποιήστε τον τύπο (11)



9. Στο πιο κάτω σχήμα οι λαμπτήρες Λ_1 και Λ_2 είναι ακριβώς ίδιοι. Ποιος από τους δύο λαμπτήρες φωτοβολεί περισσότερο; Γιατί;



Ο Λ_1 γιατί διαρρέεται από μεγαλύτερο ρεύμα ,μικρότερη αντίσταση σε σχέση με τον κλάδο (Λ_2 ,R) και ίδια τάση στους κλάδους

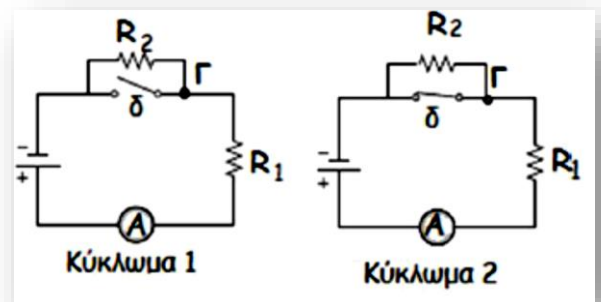
10. Μελετήστε τα δυο κυκλώματα .

α)Τι έχει δημιουργηθεί στο κύκλωμα 2 με το κλείσιμο του διακόπτη; **βραχυκύκλωμα**

β)Η ένδειξη του αμπερομέτρου στο κύκλωμα 2

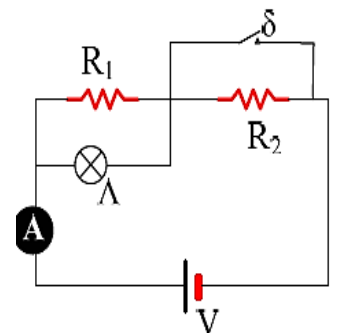
είναι **μεγαλύτερη** , μικρότερη ή ίδια με την ένδειξη του αμπερομέτρου στο κύκλωμα 1;

Βοήθεια : Χρησιμοποιήστε επισήμανση 2 και τον τύπο (11)



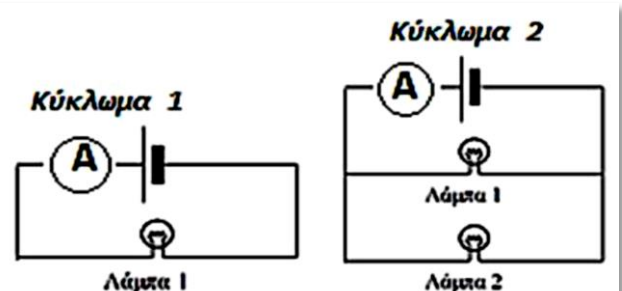
11. Για το κύκλωμα του σχήματος δίνονται $R_1=40\Omega$, $R_2=8\Omega$, $V=24V$ και η ένδειξη του αμπερομέτρου είναι $I=1,2A$ με τον διακόπτη ανοικτό.

- i) Αν κλείσουμε τον διακόπτη δ ποια αντίσταση δεν θα διερρέεται από ρεύμα; α)Η αντίσταση R_1 **β)Η αντίσταση R_2** γ)Ο λαμπτήρας Λ
 ii) Αν κλείσουμε τον διακόπτη δ, η ένδειξη του αμπερομέτρου:
α) θα αυξηθεί, β) θα μειωθεί, γ) θα παραμείνει ίδια
 iii) Αν με ανοικτό το διακόπτη καεί ο λαμπτήρας Λ , τότε η ένδειξη του αμπερομέτρου: α) θα αυξηθεί, **β) θα μειωθεί**, γ) θα παραμείνει σταθερή.
 iv) Ποια η ένδειξη του αμπερομέτρου όταν με ανοικτό το διακόπτη καεί η λάμπα. **0,5A**
 v) Μπορείτε να υπολογίσετε την αντίσταση του λαμπτήρα; **17,4Ω**



12. Στο σχήμα οι λάμπες είναι ίδιες και η πηγή δεν αλλάζει. Πραγματοποιούμε το κύκλωμα 1 και και η λάμπα 1 φωτοβολεί. Αν συνδέσουμε την λάμπα 2 (κύκλωμα 2) θα παρατηρήσουμε ότι :

- A: Η λάμπα 1 φωτοβολεί περισσότερο, λιγότερο ή **το ίδιο** με την λάμπα 2 και γιατί;
 B: Η λάμπα 1 φωτοβολεί περισσότερο, λιγότερο ή **το ίδιο** όπως πριν και γιατί;
 Γ: Το αμπερόμετρο δείχνει μικρότερη , **μεγαλύτερη** ή την ίδια ένδειξη όπως πριν και **γιατί; Η ολική αντίσταση γίνεται μισή**



Βοήθεια : Χρησιμοποιήστε επισήμανση 2 και τον τύπο (11)

13. Στο διπλανό κύκλωμα συνδέονται τρεις όμοιοι λαμπτήρες.

Απαντήστε Σ ή Λ

α. Ο λαμπτήρας Α φωτοβολεί πιο έντονα γιατί έχει μεγαλύτερη τάση στα άκρα του, άρα διαρρέεται από μεγαλύτερο ρεύμα.

Σ

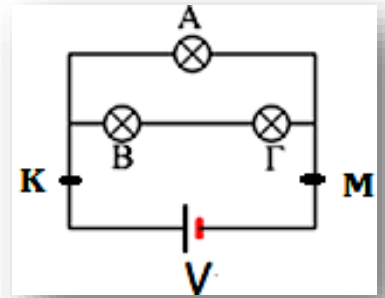
β. Αν καεί ο λαμπτήρας Α οι άλλοι δύο θα φωτοβολούν πιο έντονα. **Λ**

γ. Αν καεί ο λαμπτήρας Α θα σβήσουν και οι άλλοι δύο. **Λ**

δ. Αν καεί ο λαμπτήρας Γ θα σβήσει και ο λαμπτήρας Β. **Σ**

ε. Αν καεί ο λαμπτήρας Γ τότε ο λαμπτήρας Α θα φωτοβολεί περισσότερο. **Λ**

στ. Αν συνδέσω με καλώδιο τα σημεία Κ και Μ θα σβήσουν όλοι οι λαμπτήρες. **Σ**



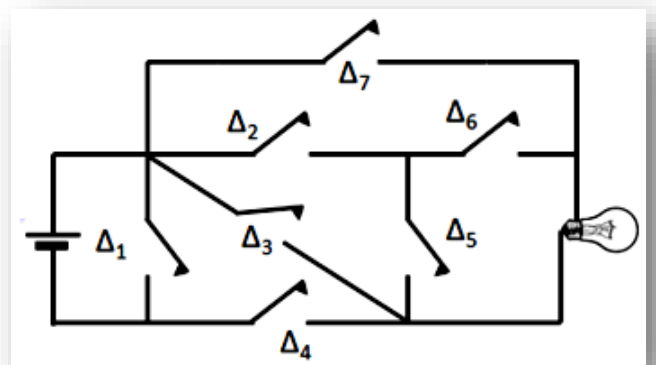
Από τον πανελλήνιο διαγωνισμό Φυσικής 2019

14. Δίνεται το διπλανό κύκλωμα

- | | |
|--|--|
| I. Ποιοι από τους συνδυασμούς κλειστών διακοπών αντιστοιχούν σε λειτουργία του λαμπτήρα; | α) Δ ₂ , Δ ₄ , Δ ₅ , Δ ₆ |
| | β) Δ ₃ , Δ ₄ , Δ ₅ , Δ ₆ |
| | γ) Δ ₂ , Δ ₄ , Δ ₅ |
| | δ) Δ ₂ , Δ ₄ , Δ ₆ |
| | ε) Δ ₃ , Δ ₇ |
| | στ) Δ ₂ , Δ ₄ , Δ ₇ |

- II. Αν ο διακόπτης Δ₁ είναι κλειστός, υπάρχει συνδυασμός κλειστών διακοπών που αντιστοιχεί σε

λειτουργία του λαμπτήρα; Εξηγήστε **όχι βραχυκύκλωμα**



15. α) Σχεδιάστε κύκλωμα που αποτελείται από ηλεκτρική πηγή, από δυο ίδιους λαμπτήρες Λ₁, Λ₂, συνδεδεμένους παράλληλα μεταξύ τους και έναν όμοιό τους Λ₃ συνδεδεμένο σε σειρά με αυτούς. Ποιος από τους τρεις λαμπτήρες φωτοβολεί περισσότερο και γιατί;

β) Βραχυκυκλώστε τον λαμπτήρα Λ₂. Τί θα συμβεί στην φωτοβολία καθενός λαμπτήρα και γιατί; Βοήθεια: Χρησιμοποιήστε την εργαστηριακή, την

επισήμανση 2 και τον τύπο (11)

16. Στο διπλανό σχήμα :

α) Τί έχει γίνει στα σημεία Α και Β.... **βραχυκύκλωμα**

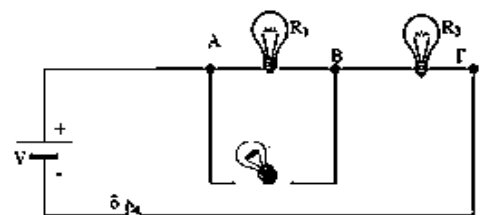
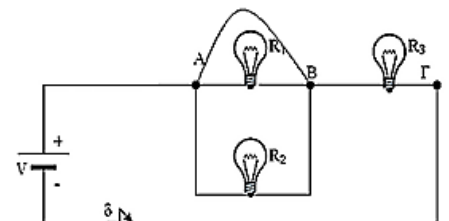
β) Ποιοι λαμπτήρες φωτοβολούν και ποιοι όχι;..... **Λ3...**

γ) Ποιες αλλαγές θα συμβούν στην φωτοβολία καθενός από του λαμπτήρες αν αποσυνδέσουμε το καλώδιο ΑΒ

Ανάβουν οι Λ1 και Λ2 και ο Λ3 λιγότερο

17. Ποες μεταβολές θα παρατηρήσουμε στην φωτοβολία των όλων των

λαμπτήρων αν βιδώσουμε τον ξεβιδωμένο λαμπτήρα



Ο Λ1 λιγότερο και ο Λ3 περισσότερο γιατί μειώνεται η ολική αντίσταση λόγω της παράλληλης σύνδεσης

18. Στο διπλανό σχήμα δίνεται ότι $R_2 = 40\Omega$. Όταν κλείσουμε τον διακόπτη το βολτόμετρο δείχνει 30V και το αμπερόμετρο δείχνει 2 A. Ο αντιστάτης R_1 καταναλώνει ισχύ 20W και ο R_3 καταναλώνει 24W.

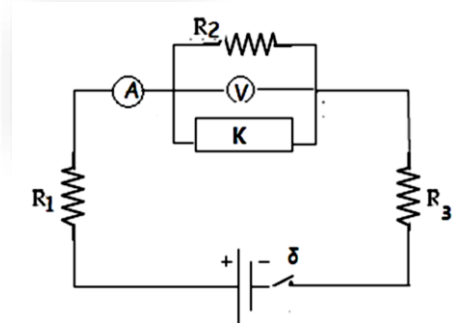
α) Πόση είναι η τάση στα άκρα των R_1 και R_3 ;

Βοήθεια : Χρησιμοποιήστε και τον τύπο (5) **10V, 12V**

β) Πόση είναι η ένταση του ρεύματος που διαρρέει την R_2

0,75A

γ) Πόση είναι η ισχύς του καταναλωτή K; **37,5w**



19. Ένας θερμοσίφωνας λειτουργεί με τάση $V = 200\text{ V}$. Όταν ο θερμοσίφωνας λειτουργεί για 15 min καταναλώνει ενέργεια $E_{\text{ηλ}} = 0,5\text{ kWh}$. Να υπολογίσετε

α) Την ισχύ του θερμοσίφωνα . Βοήθεια : Χρησιμοποιήστε τον τύπο (3) **2000W**

β) Το ρεύμα που διαρρέει τον θερμοσίφωνα κατά την λειτουργία του. **10A**

γ) Την αντίσταση του θερμοσίφωνα . **20Ω**

20. Από τον πανελλήνιο διαγωνισμό Φυσικής 2019

Σε ένα τεχνικό εργαστήριο λειτουργούν μόνο 3 ηλεκτρικές συσκευές οι οποίες συνδέονται παράλληλα μεταξύ τους και είναι συνδεδεμένες με ηλεκτρική πηγή τάσης $V = 200\text{ V}$.

Η ωμική αντίσταση της κάθε συσκευής είναι $R_1 = 40\Omega$, $R_2 = 200\Omega$ και $R_3 = 100\Omega$. Η πρώτη συσκευή Σ1 (με αντίσταση R_1) λειτουργεί αδιάκοπα (κάθε μέρα, 24 ώρες την μέρα), ενώ η δεύτερη συσκευή Σ2 (με αντίσταση R_2) λειτουργεί 5 ώρες κάθε 3 μέρες, ξεκινώντας από την πρώτη μέρα κάθε μήνα. Το κόστος κατανάλωσης ενέργειας που αναγράφεται στο λογαριασμό για τον μήνα Νοέμβριο είναι $\kappa = 7,50\text{ €}$. Αν η μία κιλοβατώρα (1 kWh) κοστίζει 0,01€, να υπολογίσετε πόσες ώρες, έστω x , λειτουργήσει τον μήνα αυτό η τρίτη συσκευή Σ3 (με αντίσταση R_3). Υπενθυμίζεται ότι ο μήνας Νοέμβριος έχει 30 μέρες.

Απάντηση από την σελίδα 7 http://micro-kosmos.uoa.gr/gr/announcements/pdf/Arist2019_GymnG.pdf

Αρχικά υπολογίζουμε το ρεύμα που διαρρέει κάθε συσκευή από τον νόμο του Ohm $V = IR$
 $I_1 = 5\text{ A}$, $I_2 = 1\text{ A}$, $I_3 = 2\text{ A}$.

Στην συνέχεια υπολογίζουμε την ισχύ κάθε συσκευής από την εξίσωση $P = V \cdot I$ άρα: $P_1 = 1000\text{ W} = 1\text{ kW}$, $P_2 = 200\text{ W} = 0,2\text{ kW}$, $P_3 = 400\text{ W} = 0,4\text{ kW}$.

Οι ώρες που λειτουργεί σε 30 μέρες η κάθε συσκευή είναι από 9 h $h_1 = 24 \cdot 30\text{ h} = 720\text{ h}$, $h_2 = 5 \cdot 30\text{ h} = 150\text{ h}$, $h_3 = x$.

Η ενέργεια E (σε kWh) που δαπανάται σε κάθε συσκευή υπολογίζεται από τον τύπο: $E = P \cdot h$
 Συσκευή 1: $E_1 = 720\text{ kWh}$, Συσκευή 2: $E_2 = 30\text{ kWh}$, Συσκευή 3: $E_3 = 0,4 \cdot x$ (σε kWh).

Το συνολικό κόστος είναι: $\kappa = (720 + 10 + 0.4 * x) \cdot 0,01\text{€} \Rightarrow 7,5\text{€} = (720 + 10 + 0,4 * x) \cdot 0,01\text{€} \Rightarrow \Rightarrow 750 = 720 + 10 + 0.4 * x \Rightarrow 750 = 730 + 0.4 * x \Rightarrow 0,4 * x = 20 \Rightarrow x = 20 / 0,4 \Rightarrow x = 50 \text{ h}$

21. Από τον πανελλήνιο διαγωνισμό Φυσικής 2019

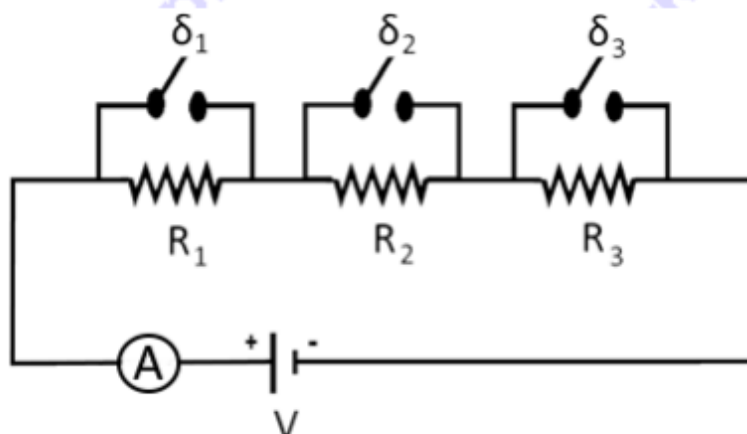
Για όσους θέλουν να ασκηθούν λίγο περισσότερο η πιο κάτω άσκηση είναι από τον διαγωνισμό Φυσικής 2019.

Είναι πολύ καλή άσκηση αλλά προσοχή !!! έχει μια παγίδα .

- ❖ Παγίδα: Όταν κλείνεις έναν διακόπτη π.χ. τον δ1 ,βραχυκυκλώνεις την αντίσταση R1 και το κύκλωμα περιέχει μόνο την R2 και την R3

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Στο εργαστήριο Φυσικής, πραγματοποιήθηκε κύκλωμα με 3 ωμικές αντιστάσεις σε σειρά, μία πηγή τάσης $V = 60\text{V}$, ένα αμπερόμετρο σε σειρά με την πηγή και τρεις διακόπτες, καθένας συνδεδεμένος παράλληλα σε μία από τις αντιστάσεις, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα:



Στις ωμικές αντιστάσεις δεν υπάρχει κάποιο διακριτικό και δεν γνωρίζουμε τις τιμές τους. Προκειμένου να τις υπολογίσουμε, πραγματοποιούμε το εξής πείραμα: Κλείνουμε κάθε φορά ένα μόνο διακόπτη και παρατηρούμε την ένδειξη στο αμπερόμετρο. Όταν είναι κλειστός ο διακόπτης δ1 η ένδειξη είναι $I = 0,1 \text{ A}$. Με κλειστό το διακόπτη δ2 η ένδειξη είναι $I = 0,2 \text{ A}$. Τέλος όταν κλείσει ο διακόπτης δ3 η ένδειξη γίνεται $I = 0,15 \text{ A}$.

Δ.1. Με βάση τις παραπάνω μετρήσεις να υπολογίσετε τις τιμές των τριών αντιστάσεων.

Απάντηση στην σελίδα 7 http://micro-kosmos.uoa.gr/gr/announcments/pdf/Arist2019_GymnG.pdf

Όταν κλείνουμε τον διακόπτη δ1, βραχυκυκλώνουμε την αντίσταση R_1 άρα μόνο οι αντιστάσεις R_2 και R_3 διαρρέονται από ρεύμα. Άρα από τον νόμο του Ohm θα ισχύει:

$$R_2 + R_3 = \frac{60}{0.1} = 600\Omega \quad (1)$$

Όμοια για τους διακόπτες δ2 και δ3: $R_1 + R_3 = \frac{60}{0.2} 300\Omega$ (2) $R_1 + R_2 = \frac{60}{0.15} = 400\Omega$ (3)

και αν προσθέσουμε τις τρεις σχέσεις: $2(R_1 + R_2 + R_3) = 1300\Omega$ ή $R_1 + R_2 + R_3 = 650\Omega$ (4)

Αφαιρώντας την σχέση (1) από την σχέση (4) βρίσκουμε:

$R_1 = 50\Omega$ και παρόμοια από τις άλλες $R_2 = 300\Omega$ και $R_3 = 250\Omega$