

# ΣΥΝΔΕΣΗ ΑΝΤΙΣΤΑΤΩΝ

## 1. ΤΙΤΛΟΣ

Πειραματική διερεύνηση της σύνδεσης δύο αντιστατών – τόσο σε σειρά όσο και παράλληλα – μέσω της προσομοίωσης εικονικού εργαστηρίου phet.

## 2. ΕΝΟΤΗΤΑ

Φυσική γ' γυμνασίου, Κεφάλαιο 2.5 Εφαρμογές αρχών διατήρησης στη μελέτη απλών ηλεκτρικών κυκλωμάτων (σχολικό βιβλίο σελ.54-56)

## 3. ΓΝΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΙΔΕΕΣ ΜΑΘΗΤΩΝ

Οι έννοιες της έντασης ηλεκτρικού ρεύματος, της ηλεκτρικής τάσης και της αντίστασης, με τις αντίστοιχες μονάδες μέτρησης, είναι προαπαιτούμενες γνώσεις για τη μελέτη σύνδεσης δύο αντιστατών σε σειρά και παράλληλα.

Οι μαθητές σύμφωνα με τη βιβλιογραφία θεωρούν ότι:

- Το ρεύμα είναι το ίδιο με την τάση
- Δεν υπάρχει ρεύμα ανάμεσα στους πόλους μιας μπαταρίας
- Το ρεύμα "καταναλώνεται" καθώς διαρρέει ένα κύκλωμα
- Η αντίσταση μιας παράλληλης σύνδεσης είναι μεγαλύτερη και από τη μεγαλύτερη των αντιστατών
- Η διαφορά δυναμικού είναι το αποτέλεσμα του ρεύματος και όχι η αιτία του.
- Καθώς αυξάνεται το ηλεκτρικό ρεύμα θα αυξηθεί και η τάση.
- Η μπαταρία διανέμει ένα σταθερό ρεύμα σε ένα κλειστό κύκλωμα, που δεν επηρεάζεται από τις αλλαγές στο εξωτερικό κύκλωμα.
- Για να συνδεθεί η μπαταρία με μια λάμπα, συνδέουμε τον ένα πόλο (ή και τους δύο) της μπαταρίας με έναν πόλο της λάμπας.
- Αν ενώσουμε μια μπαταρία μόνο με κάποιο καλώδιο, αυτή δεν θα τελειώσει ποτέ, αφού το ρεύμα της δεν καταναλώνεται από κάποια λάμπα.
- Όσο περισσότερες λάμπες είναι συνδεδεμένες σε μια μπαταρία, τόσο λιγότερο φωτοβολεί κάθε μια από αυτές τις λάμπες.
- Οι μεγαλύτεροι αντιστάτες καταναλώνουν μεγαλύτερα ποσά ενέργειας.
- Τα στοιχεία που είναι συνδεδεμένα πιο κοντά στο θετικό πόλο της μπαταρίας καταναλώνουν μεγαλύτερα ποσά ενέργειας.
- Μια αλλαγή σε μια αντίσταση δεν επηρεάζει την ένταση του ρεύματος.
- Σε μια παράλληλη σύνδεση αφού η τάση μένει η ίδια και το ρεύμα που διαρρέει την κάθε αντίσταση θα έχει την ίδια τιμή με το αρχικό.
- Σε μια παράλληλη σύνδεση το ρεύμα διακλαδίζεται ισομερώς στους αντιστάτες, ανεξάρτητα από την τιμή τους.
- Όταν σε ένα κύκλωμα σε σειρά αυξηθεί η τιμή μιας αντίστασης, τότε η τάση είτε μειώνεται είτε μένει η ίδια.
- Σε ένα κύκλωμα σε σειρά όταν συνδέσουμε δύο ή περισσότερες αντιστάσεις, θα ισχύει  $V_1=V_2=\dots=V_{ολ}$ .

## 4. ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ

### Σκοπός:

Η διερεύνηση των σχέσεων μεταξύ ηλεκτρικών τάσεων, έντασης ρευμάτων και αντιστάσεων όταν οι δύο αντιστάτες συνδέονται σε σειρά και παράλληλα μεταξύ τους.

### Γνωστικοί στόχοι

Οι μαθητές/τριες να:

- εξοικειωθούν με τους 2 τρόπους συνδεσμολογίας
- αναγνωρίσουν ότι η συνολική αντίσταση του κυκλώματος εξαρτάται άμεσα από τον τρόπο σύνδεσης των δύο αντιστατών
- διακρίνουν πότε ένας λαμπτήρας φωτοβολεί περισσότερο

### Δεξιότητες

- εξοικειωθούν με τη χρήση προσομοιώσεων ως μέσου επιστημονικής μελέτης των φαινομένων
- ασκηθούν μέσω του εικονικού εργαστηρίου με τη χρήση και τη σωστή σύνδεση του αμπερόμετρου και του βολτόμετρου με το υπό μελέτη δίπολο
- μεταβαίνουν εύκολα από τη ρεαλιστική απεικόνιση του κυκλώματος στην αντίστοιχη συμβολική και αντίστροφα.
- να συνδέσουν πειραματικά δεδομένα του εικονικού εργαστηρίου και συμπεράσματα
- να αναπτύξουν ικανότητες στις διαδικασίες ελέγχου μεταβλητών

### Στάσεις

- εξοικειωθούν με τον επιστημονικό τρόπο σκέψης
- αναπτύξουν ενδιαφέρον για τις φυσικές επιστήμες
- συνδέσουν τη σχολική γνώση με την καθημερινότητα

## 5. ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ

Γίνεται χρήση της προσομοίωσης «Κατασκευή κυκλωμάτων (μόνο DC)» της ιστοσελίδας PhET Colorado (μετάφραση στα ελληνικά της προσομοίωσης “*circuit-construction-kit-dc\_el.jar*”

Επιπρόσθετη αξία του λογισμικού είναι η παραμετροποίηση του εικονικού πειράματος και η δυνατότητα ελέγχου και αλλαγής των μεταβλητών *τάση* και *αντίσταση*. Η εφαρμογή του εικονικού εργαστηρίου είναι απλή στη χρήση και δεν απαιτεί ιδιαίτερες τεχνικές γνώσεις, ενώ η κατασκευή ενός κυκλώματος με μπαταρία και λαμπτήρες καθώς και η σύνδεση σε αυτό αμπερομέτρων και βολτομέτρων γίνεται εύκολα και γρήγορα από τους μαθητές. Η καλαίσθητη διεπαφή της εφαρμογής επιτρέπει επιπρόσθετα την άμεση οπτικοποίηση εννοιών – όπως τα ηλεκτρόνια του κυκλώματος – καθώς και την κίνηση αυτών αναλόγως της έντασης του ρεύματος – γεγονός που δεν μπορεί να γίνει αισθητό με την εκτέλεση της εργαστηριακής άσκησης με τον παραδοσιακό τρόπο. Επιτρέπει επίσης την εύκολη μετάβαση από την πραγματική «ρεαλιστική» αναπαράσταση του κυκλώματος στην αντίστοιχη συμβολική και αντίστροφα. Η διδακτική προσέγγιση της εφαρμογής μπορεί να

πραγματοποιηθεί γρήγορα και με ασφάλεια ενώ οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες, συνθήκες που πολύ δύσκολα εξασφαλίζονται σε πραγματικό εργαστήριο ηλεκτρισμού.

Το περιβάλλον της προσομοίωσης είναι ελκυστικό για τους μαθητές λόγω των γραφικών του και το περιβάλλον διεπαφής είναι απλό και εύχρηστο ακόμα και για τυχαίους χρήστες. Επιπλέον οι μαθητές έχουν την ευκαιρία να επαναλάβουν την προσομοίωση μέσω δικτύου στο σπίτι τους και να ασκηθούν σε αυτήν.

Επίσης η δυνατότητα διερεύνησης που προσφέρει το συγκεκριμένο εικονικό εργαστήριο εξασφαλίζει το ενδιαφέρον και την ενεργητική συμμετοχή των μαθητών. Η άμεση ανατροφοδότηση οδηγεί σε διδακτικά οφέλη που ο διδάσκων έχει την ευκαιρία να αξιοποιήσει.

Οι προσομοιώσεις των Phet “τρέχουν” διαδικτυακά, αλλά είναι δυνατόν και να εκτελεστούν και εκτός δικτύου εφόσον έχει γίνει μεταφόρτωση από τον διδάσκοντα.

## **6. ΟΡΓΑΝΩΣΗ και ΥΛΙΚΟΤΕΧΝΙΚΗ ΥΠΟΔΟΜΗ**

Οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες 2 ατόμων – ανάλογα με το πώς κάθονται στα θρανία στην τάξη τους – ενώ θα εργαστούν στην αίθουσα πληροφορικής. Τους δίνεται το φύλλο εργασίας «Σύνδεση Αντιστατών» και καλούνται να το συμπληρώσουν εκτελώντας το λογισμικό “circuit-construction-kit-dc\_el.jar” που θα βρουν στην ιστοσελίδα <http://phet.colorado.edu/el/simulation/circuit-construction-kit-dc>. Αν δεν υπάρχει δυνατότητα σύνδεσης με το διαδίκτυο, το λογισμικό έχει δυνατότητα μεταφορτώσεως από την ιστοσελίδα.

Συνολικά θα χρειαστούν 12 σταθμοί εργασίας για τους 24 μαθητές του τμήματος.

## **7. ΔΙΑΡΚΕΙΑ**

Δύο (2) διδακτικές ώρες για το φύλλο εργασίας «Σύνδεση Αντιστατών».

## **8. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ**

Το προτεινόμενο διδακτικό σενάριο προτείνεται να πραγματοποιηθεί είτε για τη διδασκαλία της σύνδεσης αντιστατών είτε και ως επανάληψη στο τέλος της διδακτικής χρονιάς εφόσον υπάρχει διαθέσιμος χρόνος. Οι μαθητές μέσω των δραστηριοτήτων του φύλλου εργασίας ασκούνται στο εικονικό εργαστήριο έτσι ώστε να διερευνήσουν τη σχέση των τάσεων, των εντάσεων και των ισοδύναμων αντιστάσεων σε σχέση με τη συνδεσμολογία των αντιστατών. Ακολουθείται το μοντέλο της «πρόβλεψης- διερεύνησης- επιβεβαίωσης» έτσι ώστε να προκληθεί γνωστική σύγκρουση εφόσον οι μαθητές διατηρούν εναλλακτικές ιδέες μακράν των επιστημονικά σωστών. Οι μαθητές εργάζονται σε ένα ομαδοσυνεργατικό πλαίσιο έτσι ώστε να τους δίνεται η ευκαιρία αλληλεπίδρασης με τους συμμαθητές τους. Ο διδάσκων έχει ρόλο υποστηρικτικό και συγχρόνως αξιοποιεί παρακολουθώντας την εργασία των ομάδων τις ιδέες που εκφράζονται από τους μαθητές. Στο τέλος του μαθήματος γίνεται στο επίπεδο της ολομέλειας ανακεφαλαίωση και συσχέτιση της συνδεσμολογίας των δύο αντιστατών με τα μεγέθη τάση, ένταση και συνολική αντίσταση, αν και η προσέγγιση είναι κατά κύριο λόγο ποιοτική.

Εισαγωγικά: Οι μαθητές αρχικά μεταβαίνουν στην ιστοσελίδα <http://phet.colorado.edu/el/simulation/circuit-construction-kit-dc> και «τρέχουν» την εφαρμογή με όνομα «Κατασκευή κυκλωμάτων (μόνο DC)». Όταν ανοίξει η εφαρμογή, παρατηρούν τις δύο ισοδύναμες απεικονίσεις του κυκλώματος, την Ρεαλιστική και τη Συμβολική. Η φάση αυτή στοχεύει κυρίως στην εξοικείωση των μαθητών με το περιβάλλον.

Στο 1<sup>ο</sup> βήμα «Ας συνδέσουμε 2 λάμπες σε σειρά» οι μαθητές συνδέουν δύο λαμπτήρες - των οποίων αλλάζουν την τιμή της αντίστασης - σε σειρά με μία μπαταρία και παρατηρούν τη φωτοβολία τους. Συνδέοντας στη συνέχεια βολτόμετρο στα άκρα των λαμπτήρων, καταγράφουν την τάση τους. Παρατηρούν έτσι ότι το άθροισμα των τάσεων ισούται με την τάση της μπαταρίας, ενώ τα αμπερόμετρα μετρούν την ίδια ένταση σε όλο το κύκλωμα. Στη συνέχεια τους ζητείται να υπολογίσουν την ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος, το ισοδύναμο ρεύμα καθώς και τις τάσεις στα άκρα κάθε αντίστασης. Τέλος, ζητείται από τους μαθητές να συγκρίνουν τα μεγέθη που υπολόγισαν με τα αντίστοιχα που μέτρησαν στο εικονικό εργαστήριο και να επαληθεύσουν έτσι τους υπολογισμούς τους.

Στο 2<sup>ο</sup> βήμα «Ας συνδέσουμε 2 λάμπες παράλληλα τώρα» οι μαθητές συνδέουν παράλληλα μεταξύ τους δύο λαμπτήρες ίδιων αντιστάσεων με πριν καθώς και μία μπαταρία ίδιας τάσης με το 1<sup>ο</sup> βήμα. Πάλι παρατηρούν τη φωτοβολία τους. Συνδέοντας στη συνέχεια βολτόμετρο στα άκρα των λαμπτήρων, καταγράφουν την τάση τους. Παρατηρούν τώρα ότι το άθροισμα των εντάσεων ισούται με τη συνολική ένταση που διαρρέει το κύκλωμα, ενώ τα βολτόμετρα μετρούν την ίδια τάση σε κάθε λαμπτήρα. Στη συνέχεια τους ζητείται να υπολογίσουν την ισοδύναμη αντίσταση του κυκλώματος, το ισοδύναμο ρεύμα καθώς και τις εντάσεις που διαρρέουν κάθε λαμπτήρα. Πάλι ζητείται από τους μαθητές να συγκρίνουν τα μεγέθη που υπολόγισαν με τα αντίστοιχα που μέτρησαν στο εικονικό εργαστήριο και να επαληθεύσουν έτσι τους υπολογισμούς τους.

Τέλος, στην ανακεφαλαίωση, γίνεται αξιολόγηση των μαθητών με σύνοψη των συμπερασμάτων που εξήχθησαν από την προσομοίωση. Οι μαθητές πρέπει να καταλήξουν στα εξής συμπεράσματα:

- στη σύνδεση 2 αντιστάσεων σε σειρά έχουμε κοινή ένταση ρεύματος ενώ το άθροισμα των επιμέρους τάσεων είναι ίσο με την τάση της πηγής, καθώς και ότι η συνολική αντίσταση είναι μεγαλύτερη και από τις 2 αντιστάσεις χωριστά
- στη σύνδεση 2 αντιστάσεων παράλληλα έχουμε κοινή τάση ενώ το άθροισμα των επιμέρους εντάσεων είναι ίσο με τη συνολική ένταση, καθώς και ότι η συνολική αντίσταση είναι μικρότερη τώρα και από τις 2 αντιστάσεις χωριστά

## 9. ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

### ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ Σύνδεση αντιστατών

Στο σημερινό Φύλλο Εργασίας θα μελετήσουμε τη σύνδεση 2 αντιστατών τόσο σε σειρά όσο και παράλληλα. Θα χρησιμοποιήσουμε πάλι την προσομοίωση που είχαμε δει και στη μελέτη του νόμου του Ωμ.

#### Εισαγωγικά:

- Ανοίξτε το φάκελο «ΦΥΣΙΚΗ» που θα βρείτε στην επιφάνεια εργασίας και τρέξτε το αρχείο “*circuit-construction-kit-dc\_el.jar*” (<http://phet.colorado.edu/el/simulation/circuit-construction-kit-dc>)
- Είστε πλέον εξοικειωμένοι με την εφαρμογή! Σήμερα θα δούμε όμως και κάποιες επιπλέον επιλογές: Στη δεξιά πλευρά της οθόνης, στην «Εμφάνιση» δοκιμάστε τις επιλογές «Ρεαλιστική» και «Συμβολική». Η συμβολική χρησιμοποιεί εκείνα τα σύμβολα που χρησιμοποιούμε και εμείς όταν σχεδιάζουμε κύκλωμα στο χαρτί.

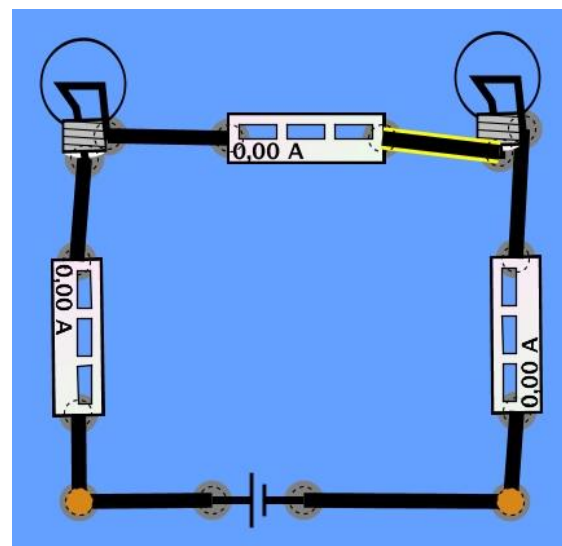


Πάμε να φτιάξουμε λοιπόν το 1<sup>ο</sup> μας κύκλωμα!

#### Δραστηριότητα:

1<sup>ο</sup> βήμα: «Ας συνδέσουμε 2 λάμπες σε σειρά»

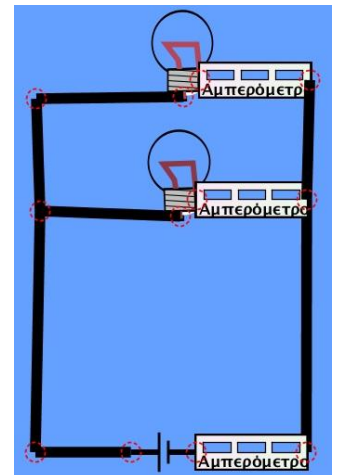
- Κατασκευάστε το κύκλωμα της εικόνας δίπλα. Είναι ένα κύκλωμα 2 αντιστατών σε σειρά. Εμείς όμως αντί για σκέτους αντιστάτες χρησιμοποιούμε λαμπτήρες, οι οποίοι στην εφαρμογή μας συμπεριφέρονται ακριβώς σαν αντιστάτες, ενώ φωτοβολούν κιόλας!
- Με δεξί κλικ στη μπαταρία αλλάξτε την τιμή της τάσης της σε **10V**. Με τον ίδιο τρόπο αλλάξτε την αντίσταση της αριστερής λάμπας ( $R_1$ ) σε **2Ω** και της δεξιάς λάμπας ( $R_2$ ) σε **8Ω**. Τσεκάρτε επίσης την επιλογή «Εμφάνιση τιμών» δεξιά στο μενού.
- Όταν το κύκλωμα λειτουργεί, ποιά λάμπα φωτοβολεί περισσότερο;.....
- Εμφανίστε το βολτόμετρο και συνδέστε το στα άκρα της αριστερής (1) και μετά της δεξιάς (2) λάμπας. Καταγράψτε τις τιμές των τάσεων και των αμπερόμετρων:  $V_1 = \dots\dots\dots$   $V_2 = \dots\dots\dots$   $I = \dots\dots\dots$
- Πώς σχετίζονται οι προηγούμενες μετρήσεις με τη φωτοβολία των λαμπτήρων;.....



- Στη σύνδεση 2 αντιστάσεων σε σειρά, ποιο μέγεθος είναι ίδιο πάντα, η ένταση  $I$  ή η τάση  $V_1$  και  $V_2$  των αντιστάσεων;
- Υπολογίστε την ισοδύναμη αντίσταση του παραπάνω κυκλώματος:  
 $R_{ολ}=R_1+R_2=.....$
- Από το νόμο του Ωμ για το ισοδύναμο κύκλωμα  $I_{ολ}=V/R_{ολ}$  υπολογίστε το  $I_{ολ}=.....$   
 Συμφωνεί η τιμή που βρήκατε με τις ενδείξεις των αμπερόμετρων;.....
- Από το νόμο του Ωμ για κάθε μία λάμπα, υπολογίστε την κάθε τάση χωριστά:  
 $V_1=R_1 \cdot I_{ολ}=.....$  και  
 $V_2=R_2 \cdot I_{ολ}=.....$   
 Συμφωνούν οι τιμές που βρήκατε με τις ενδείξεις των βολτόμετρων;.....

## 2<sup>ο</sup> βήμα: «Ας συνδέσουμε 2 λάμπες παράλληλα τώρα»

- Κατασκευάστε τώρα το κύκλωμα της εικόνας δίπλα. Είναι ένα κύκλωμα 2 αντιστάτων συνδεδεμένων παράλληλα.
- Με δεξί κλικ στη μπαταρία αλλάξτε την τιμή της τάσης της σε **10V**. Με τον ίδιο τρόπο αλλάξτε την αντίσταση της επάνω λάμπας ( $R_1$ ) σε **2Ω** και της κάτω λάμπας ( $R_2$ ) σε **8Ω**. Τσεκάρετε επίσης την επιλογή «Εμφάνιση τιμών» δεξιά στο μενού.
- Όταν το κύκλωμα λειτουργεί, ποιά λάμπα φωτοβολεί περισσότερο;.....
- Εμφανίστε το βολτόμετρο και συνδέστε το στα άκρα της επάνω (1) και μετά της κάτω (2) λάμπας. Καταγράψτε τις τιμές των τάσεων και των αμπερόμετρων:  $V_1=.....$   $V_2=.....$   $I_1=.....$   $I_2=.....$   $I_{ολ}=.....$
- Πώς σχετίζονται οι προηγούμενες μετρήσεις με τη φωτοβολία των λαμπτήρων;.....  
 .....  
 .....
- Στη σύνδεση 2 αντιστάσεων παράλληλα, ποιο μέγεθος είναι ίδιο πάντα, οι τάσεις στα άκρα των αντιστάσεων ή οι εντάσεις των ρευμάτων που τα διαρρέουν;.....
- Υπολογίστε την ισοδύναμη αντίσταση του παραπάνω κυκλώματος:  
 $R_{ολ}=R_1 \cdot R_2 / (R_1 + R_2) = .....  
 .....$
- Από το νόμο του Ωμ για το ισοδύναμο κύκλωμα  $I_{ολ}=V/R_{ολ}$  υπολογίστε το  $I_{ολ}=.....$   
 Συμφωνεί η τιμή που βρήκατε με την ένδειξη του αμπερόμετρου δεξιά της μπαταρίας;.....
- Από το νόμο του Ωμ για κάθε μία λάμπα, υπολογίστε την κάθε ένταση χωριστά:



$$I_1 = V/R_1 = \dots \quad \text{και} \quad I_2 = \dots \quad V/R_2$$

$$= \dots$$

Συμφωνούν οι τιμές που βρήκατε με τις ενδείξεις των αμπερόμετρων;.....

### Ανακεφαλαίωση:

Ας συνοψίσουμε λοιπόν τα παραπάνω συμπεράσματα:

⇒ Στη σύνδεση 2 αντιστάσεων **σε σειρά:**

- Έχουμε κοινή [τάση/ένταση]
- Η συνολική αντίσταση είναι [μεγαλύτερη/μικρότερη] και από τις 2 αντιστάσεις χωριστά
- Το άθροισμα των επιμέρους [τάσεων/εντάσεων] είναι ίσο με.....

⇒ Στη σύνδεση 2 αντιστάσεων **παράλληλα:**

- Έχουμε κοινή [τάση/ένταση]
- Η συνολική αντίσταση είναι [μεγαλύτερη/μικρότερη] και από τις 2 αντιστάσεις χωριστά
- Το άθροισμα των επιμέρους [τάσεων/εντάσεων] είναι ίσο με.....

## 10. ΠΡΟΣΘΕΤΑ

Πηγή της προσομοίωσης:

<http://phet.colorado.edu/el/simulation/circuit-construction-kit-dc>

(ενεργό και ελεγμένο @23/3/2020)

Στην ίδια ιστοσελίδα

<http://phet.colorado.edu/files/teachers-guide/circuit-construction-kit-dc-guide.pdf>

(ενεργό και ελεγμένο @23/3/2020)

υπάρχει υλικό με οδηγίες προς τους εκπαιδευτικούς για καλύτερη αξιοποίηση του λογισμικού.

Επίσης υπάρχουν έτοιμα φύλλα εργασίας από συναδέλφους με διδακτικές προτάσεις:

<http://phet.colorado.edu/el/contributions/view/3348> (ενεργό και ελεγμένο @23/3/2020)

<http://phet.colorado.edu/el/contributions/view/3345> (ενεργό και ελεγμένο @23/3/2020)

<http://phet.colorado.edu/el/contributions/view/3342> (ενεργό και ελεγμένο @23/3/2020)

<http://phet.colorado.edu/el/contributions/view/3344> (ενεργό και ελεγμένο @23/3/2020)

### Εργασία στο σπίτι:

Οι μαθητές που έχουν άνεση με τη χρήση των εργαλείων web2.0 καλούνται να συντάξουν ένα σύντομο κείμενο στο οποίο θα περιγράψουν τί έμαθαν από την εργασία αυτή, ποιά σημεία τους άρεσαν περισσότερο καθώς και ποιά τους έκαναν εντύπωση. Αυτά θα τα γράψουν σε ένα συνεργατικό έγγραφο (πχ Google Docs) το σύνδεσμο του οποίου θα αναρτήσουν στην ιστοσελίδα του σχολείου.