



Εικονικό εργαστήριο στο ηλεκτρικό κύκλωμα

ΟΜΑΔΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Ευάγγελος Κολτσάκης, ΠΕ0401

ΣΧΟΛΕΙΟ

Καλλιτεχνικό Σχολείο Αμπελοκήπων



Θεσσαλονίκη, 2015

1. Συνοπτική περιγραφή της ανοιχτής εκπαιδευτικής πρακτικής

Στην περιγραφόμενη πρακτική επιχειρήθηκε η πραγματοποίηση εικονικού πειράματος (ηλεκτρικό κύκλωμα) κατ' οίκον από τους μαθητές, αξιοποιώντας ανοικτό εκπαιδευτικό υλικό και εργαλεία του διαδικτύου. Συνδέθηκε με τη διδασκαλία στην τάξη (Φυσική Α' Λυκείου και Φυσική Β' Λυκείου). Αποτελεί μια ιδέα που δοκιμάστηκε στην πράξη, διερευνώντας τα περιθώρια των μαθητών για αξιοποίηση κατ' οίκον ανοικτού εκπαιδευτικού υλικού και επικοινωνίας μέσω διαδικτύου.

Στην πρακτική αξιοποιήθηκαν:

- 1) Προσομοίωση (java applet) με τίτλο «Κατασκευή κυκλωμάτων (μόνο DC)» από το Physics Education Technology (PhET, <http://phet.colorado.edu/el/simulation/circuit-construction-kit-dc>)
- 2) Φόρμα google (http://www.google.com/intl/el_gr/forms/about/)
- 3) Υπολογιστικό φύλλο google (http://www.google.com/intl/el_gr/sheets/about/)
- 4) Η δυνατότητα κλειστής ομάδας του facebook (<https://el-gr.facebook.com/help/162866443847527/>)

2. Σχεδιασμός της ανοιχτής εκπαιδευτικής πρακτικής

2.1 Στοιχεία σχεδιασμού

Στο πλαίσιο της διδασκαλίας των ηλεκτρικών κυκλωμάτων (Φυσική Α' Λυκείου το 2014 και Β' Λυκείου ως το 2013 και το 2015), επιχειρήθηκε, συμπληρωματικά και ως συνέχεια του πραγματικού εργαστηρίου, εικονικό εργαστήριο, με αξιοποίηση προσομοιώσεων ελεύθερα διαθέσιμων στο διαδίκτυο, διαδικτυακών εργαλείων γενικής χρήσης και επικοινωνία/συνεργασία των μαθητών μέσα από διαδικτυακές πλατφόρμες.

2.2 Διδακτικοί στόχοι

Να είναι σε θέση οι μαθητές:

Να αναγνωρίζουν τα στοιχεία ενός ηλεκτρικού κυκλώματος καθώς και τα αναγραφόμενα σε αυτά φυσικά μεγέθη που τα χαρακτηρίζουν.

Να σχεδιάζουν, συνθέτουν και θέτουν σε λειτουργία απλά ηλεκτρικά κυκλώματα τα οποία εμπεριέχουν και όργανα μέτρησης (βολτόμετρο / αμπερόμετρο).

Να διατυπώνουν και να χρησιμοποιούν τον 1^ο και τον 2^ο κανόνα του Kirchhoff στην εκτέλεση εργαστηριακών ασκήσεων και την επίλυση ποσοτικών προβλημάτων.

Να διατυπώνουν και να χρησιμοποιούν το νόμο του Ohm στην εκτέλεση εργαστηριακών ασκήσεων και την επίλυση ποσοτικών προβλημάτων.

Να λαμβάνουν και να επεξεργάζονται πειραματικά δεδομένα από τη λειτουργία ηλεκτρικών κυκλωμάτων.

Να γνωρίζουν ότι οι ηλεκτρικές πηγές προσφέρουν ενέργεια σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα η οποία μετατρέπεται σε διάφορες μορφές στις άλλες συσκευές που συναποτελούν το ηλεκτρικό κύκλωμα.

Να εξασκηθούν στην πραγματοποίηση εικονικών πειραμάτων και στην αξιοποίηση εργαλείων που διατίθενται διαδικτυακά.

Να αξιοποιήσουν τον οικιακό εξοπλισμό πρόσβασης στο διαδίκτυο και για τις ανάγκες της διδασκαλίας.

Να επικοινωνούν γνώση διερευνητικά.

Να συνεργάζονται μεταξύ τους για την επίλυση προβλημάτων.

3. Εφαρμογή της ανοιχτής εκπαιδευτικής πρακτικής

3.1 Περιβάλλον – πλαίσιο

Η πρακτική υλοποιήθηκε συμπληρωματικά προς τη διδασκαλία στην τάξη. Υλοποιείται για τρία συνεχόμενα σχολικά έτη, με διαφορετικούς κάθε φορά μαθητές.

Ένας από τους στόχους –πέρα από τους διδακτικούς- ήταν να εξοικειωθούν οι μαθητές με την –σε επαρκή πλέον βαθμό- πρόσβαση που έχουν στις πηγές και τα εργαλεία του διαδικτύου, καθώς και να αξιοποιήσουν πλατφόρμες κοινωνικής δικτύωσης και για διαδικασίες συνεργασίας, αλληλοϋποστήριξης και μάθησης.

Πλέον και πριν από τις δραστηριότητες του φύλλου εργασίας, ζητήθηκε και επιδιώχθηκε εξοικείωση με τα εργαλεία και τον εξοπλισμό, ελεύθερη και καθοδηγούμενη διερεύνηση και αλληλοϋποστήριξη/αλληλοβοήθεια μεταξύ των μαθητών σε τεχνικά θέματα και σε θέματα σχετικά με το αντικείμενο της διδασκαλίας. Έμμεσα επιχειρήθηκε συνεργατική και διερευνητική μάθηση, αν και το φύλλο εργασίας ήταν ατομικό.

Μετά την κατ' οίκον υλοποίηση των δραστηριοτήτων του φύλλου εργασίας, και ενώ πλέον κάθε μαθητής είχε στείλει το αρχείο/κύκλωμα που υλοποίησε, είχε καταχωρίσει τα δεδομένα και τις μετρήσεις στη φόρμα και είχε πάρει ατομική ανατροφοδότηση από τον διδάσκοντα, ακολούθησε μια διδακτική ώρα στην τάξη, με παρουσιάσεις και συζητήσεις στην ολομέλεια.

3.2 Τάξη

- Νηπιαγωγείο
- Α' δημοτικού
- Β' δημοτικού
- Γ' δημοτικού
- Δ' δημοτικού
- Ε' δημοτικού
- ΣΤ' δημοτικού

- Α' γυμνασίου
- Β' γυμνασίου
- Γ' γυμνασίου
- Α' λυκείου
- Β' λυκείου
- Γ' λυκείου

3.3 Διάρκεια δραστηριότητας

2 ώρες διδασκαλίας και κατ' οίκον εργασία

3.4 Αναλυτική περιγραφή της πραγματοποίησης της ανοιχτής εκπαιδευτικής πρακτικής

Κατά την πλέον πρόσφατη υλοποίηση (σχ. έτος 2014-2015) η διδασκαλία έγινε σε τμήμα της Β' τάξης Λυκείου. Όλοι οι μαθητές είχαν πρόσβαση στο διαδίκτυο από το σπίτι, καθώς και ενεργό λογαριασμό στο facebook. Προτιμήθηκε η επικοινωνία/υποστήριξη/συνεργασία μέσα από κλειστή ομάδα του facebook, καθώς η πλατφόρμα αυτή ήταν πολύ πιο γνώριμη και εύχρηστη για τους μαθητές, σε αντίθεση με άλλες, όπως το Edmodo (<https://www.edmodo.com/>), που δοκιμάστηκαν σε προηγούμενα σχολικά έτη.

Προηγήθηκε κατασκευή απλού (πραγματικού) κυκλώματος στην τάξη και στη συνέχεια γνωριμία και εξοικείωση με το applet «Κατασκευή κυκλωμάτων (μόνο DC)» από το Physics Education Technology. Ζητήθηκε από τους μαθητές να «παίξουν» διερευνητικά με το applet, και στο σπίτι, κατασκευάζοντας κυκλώματα, καίγοντας αντιστάτες και λαμπτήρες, δημιουργώντας βραχυκυκλώματα κτλ. Σε μαθητές που αντιμετώπιζαν δυσκολίες (και τεχνικής φύσεως) δόθηκε βοήθεια από συμμαθητές τους.

Επιλέχθηκε το συγκεκριμένο applet, λόγω της σχετικής ευχρηστίας του, της φιλικότητας προς το χρήστη και των πολλών δυνατοτήτων του. Εξαιρετική δυνατότητα είναι η δυνατότητα αποθήκευσης και διαμοιρασμού του κάθε αρχείου με κύκλωμα που κατασκευάζει εικονικά ο μαθητής/χρήστης.

Στους μαθητές δόθηκε έντυπο φύλλο εργασίας, μέσα από το οποίο καλούνταν και καθοηγούνταν να πραγματοποιήσουν τις δραστηριότητες. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το κύκλωμα που ζητούνταν να υλοποιηθεί από κάθε μαθητή ήταν μοναδικό και αντιστοιχισμένο με τον κάθε μαθητή. Υπήρχε η δυνατότητα συνεργασίας, αλλά όχι η δυνατότητα αντιγραφής.

Επιλέχθηκε η χρησιμοποίηση των φορμών google, καθώς έχουν κριθεί ως απόλυτα εύχρηστες και αξιόπιστες κατά τα τελευταία χρόνια. Ενδεικτικά: <http://goo.gl/forms/2X6ag2hlln>.

Τα δεδομένα που εισάγονταν από τους μαθητές μέσω της φόρμας καταγράφονταν άμεσα σε συνδεδεμένο στη φόρμα google λογιστικό φύλλο. Ενδεικτικά, στο <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1tpfZs-oFuYqYwymDwtaZNJagNKeGKSeixvIWddN-CIQ/edit?usp=sharing>. Σε αυτό είχαν προστεθεί στήλες όπου (με κατάλληλους τύπους) ελέγχονταν ως προς την ορθότητα τα κυκλώματα που είχαν κατασκευάσει οι μαθητές (μέσω των τιμών που αυτοί είχαν δώσει στα στοιχεία του κυκλώματος και μέσω των τιμών που είχαν ληφθεί από τις εικονικές μετρήσεις με αμπερόμετρα και βολτόμετρα).



Εικόνα 1 – Η επιφάνεια εργασίας του εικονικού εργαστηρίου <http://phet.colorado.edu/el/simulation/circuit-construction-kit-dc>

Φύλλο εργασίας στο ηλεκτρικό κύκλωμα

Αφού ολοκληρώσεις τα 12 πρώτα βήματα του φύλλου εργασίας, συμπλήρωσε τα παρακάτω, αντιγράφοντας από το φύλλο εργασίας ό,τι συμπλήρωσες στα βήματα 5 έως 12. Αν κάτι δεν πάει καλά, μπορείς να ξαναανοίξεις τη φόρμα και να τη συμπληρώσεις από την αρχή ή να την τροποποιήσεις. Ευχαριστώ. Βαγγέλης

*** Required**

Γράψε το όνομά σου *

Γράψε το επώνυμό σου *

Αρχικές τιμές (...ηλικίες :)

Συμπλήρωσε στη συνέχεια τις τιμές που έβαλες στα βήματα 5-9.

5. Ορίσε την αντίσταση του αντιστάτη R1 ίση με την ηλικία του πατέρα σου και γράψε εδώ την τιμή που έβαλες: R1= Ω (ohm). *

6. Ορίσε την αντίσταση του αντιστάτη R2 ίση με την ηλικία της μητέρας σου και γράψε εδώ την τιμή που έβαλες: R2= Ω (ohm). *

Εικόνα 2 – Η φόρμα που χρησιμοποιήθηκε <http://goo.gl/forms/a1XNnoowwX>

Φύλλο εργασίας στο ηλεκτρικό κύκλωμα (Απαντήσεις) ☆

Αρχειο Επεξεργασία Προβολή Εισαγωγή Μορφή Δεδομένα Εργαλεία Φόρμα Πρόσθετα Βοήθεια

€ % .0_ .00 123 - Arial 10 B I A

f_x | 50

	A	B	C	D	E	F	G
1	Χρονική σήμανση	Γράψε το όνομά σου	Γράψε το επώνυμό σου	5. Όρισε την αντίσταση τι	6. Όρισε την αντίσταση τι	7. Όρισε την αντίσταση τι	8. Όρισε την c
2	13/01/2015 9:46:16 μ.μ.	Βxxxxxxx	xxxxxxxxxx		45	40	65
3	18/01/2015 8:59:04 μ.μ.	Αxxxxxxx	xxxxxxxxxx		47	41	82
4	18/01/2015 9:18:14 μ.μ.	Αxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxx		47	41	82
5	19/01/2015 7:38:44 μ.μ.	Νxxxxx	xxxxxxxxxx		56	48	78
6	20/01/2015 7:06:40 μ.μ.	Εxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxx		50	53	83
7	20/01/2015 9:17:02 μ.μ.	θxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxx		48	48	78
8	21/01/2015 7:54:10 μ.μ.	Ρxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxx		46	55	84
9	21/01/2015 8:55:05 μ.μ.	Αxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxx		50	50	75
10	21/01/2015 9:13:25 μ.μ.	Βxxxxxxx	xxxxxxxxxx		45	45	80
11	25/01/2015 10:34:21 π.μ.	Αxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxx		45	47	85
12	25/01/2015 10:32:56 π.μ.	Αxxxxxxx	xxxxxxxxxx		45	47	85
13	26/01/2015 12:09:34 π.μ.	Σxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxx		48	47	82
14	26/01/2015 3:37:42 μ.μ.	Δxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxx		50	50	100
15	04/02/2015 3:15:07 μ.μ.	Αxxxxxxxxxxx	xxxxxxxxxx		50	50	88

1 απαντήσεις φόρμας

krit33_64.pdf STOXOI.doc

Εικόνα 3 – Φύλλο εργασίας, με δεδομένα που συλλέχθηκαν μέσω της φόρμας και υπέστησαν αυτόματη επεξεργασία και έλεγχο
<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1tpfZs-oFuYqYwymDwtaZNJagNKeGKSe1xvIWddN-CIq/edit?usp=sharing>



Ο [redacted] ανέβασε ένα αρχείο.

14 Ιανουαρίου

Προαιρετική εργασία στο ηλεκτρικό κύκλωμα:
Παρακαλώ πολύ, αν είναι δυνατόν όλοι/ες, να την κάνετε και να φέρετε συμπληρωμένο το φύλλο εργασίας στο τελευταίο μάθημα πριν τις εκλογές. Απαιτεί 1-2 ώρες "δουλειάς", αλλά αξίζει! Για τυχόν απορίες στην εκτέλεση, ρωτήστε εδώ.



Φύλλο εργασίας στο ηλεκτρικό κύκλωμα.pdf

PDF

Λήψη

Προεπισκόπηση

Ανέβασμα αναθεωρημένης έκδοσης

Μου αρέσει! · Σχολιάστε



Αρέσει στους [redacted] [redacted] [redacted] και σε 3 ακόμη.

✓ Την είδαν 36



[redacted] OK, α [redacted] Και στις 2 προσπάθειές σου, κάτι δεν πήγε καλά στις μετρήσεις της έντασης του ρεύματος.

18 Ιανουαρίου στις 10:51 μ.μ. · Μου αρέσει!



V [redacted] κυριε, δεν μπορω να κλεισω το κυκλωμα. Παταω στον διακοπτη , ψαχνω τις επιλογες διπλα αλλα τζιφος... πως το κλεινω;!!!!

21 Ιανουαρίου στις 8:23 μ.μ. · Μου αρέσει!



[redacted] Όπως όλοι/ες! 😊 Κάπου -πιθανότατα- δεν έχεις κάνει σωστά τις συνδέσεις. Αυτά έχει η εικονική πραγματικότητα, keep on testing...

21 Ιανουαρίου στις 8:26 μ.μ. · Μου αρέσει! · 1



V [redacted]

21 Ιανουαρίου στις 8:27 μ.μ. · Μου αρέσει!



V [redacted] ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΠΑΩ ΝΑ ΠΑΙΔΕΥΤΩ.

21 Ιανουαρίου στις 8:27 μ.μ. · Μου αρέσει!

Εικόνα 4α – Ενδεικτικοί διάλογοι της ομάδας των μαθητών και παρεμβάσεις του εκπαιδευτικού σε μέσο κοινωνικής δικτύωσης



Ν... ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΠΑΩ ΝΑ ΠΑΙΔΕΥΤΩ.
21 Ιανουαρίου στις 8:27 μ.μ. - Μου αρέσει!



... ΕΚ-ΠΑΙΔΕΥΤΕΙΣ
21 Ιανουαρίου στις 8:27 μ.μ. - Μου αρέσει! - 1



Ν... ΝΤΑΞΕΙ ΕΚ-ΠΑΙΔΕΥΤΗΚΑ. ΤΟ ΒΡΗΚΑ!
21 Ιανουαρίου στις 8:28 μ.μ. - Δεν μου αρέσει - 1



Α... Play δεν είχε πατήσει κύριε
21 Ιανουαρίου στις 8:28 μ.μ. - Μου αρέσει! - 1



Α... 😞
21 Ιανουαρίου στις 8:29 μ.μ. - Μου αρέσει! - 1



Ν... τον διακοπτη δεν ειχα κατεβασει ρε...
21 Ιανουαρίου στις 8:29 μ.μ. - Μου αρέσει!



Ν... πατουσα κλικ πανω του, δεν το τραβουσα
21 Ιανουαρίου στις 8:29 μ.μ. - Μου αρέσει!



Α... Αφού είπες αυτό το δοκιμασεεεεεεεεε
21 Ιανουαρίου στις 8:30 μ.μ. - Μου αρέσει! - 1



Α... aaaaaaa
21 Ιανουαρίου στις 8:31 μ.μ. - Μου αρέσει! - 1



Ν... με εχεις για τοσοοσο χαζη που να μην εβλεπα ολοκληρο
play???

21 Ιανουαρίου στις 8:31 μ.μ. - Μου αρέσει!



Ν... ΕΧΩ ΠΑΡΕΙ ΦΩΤΙΑ ΤΩΡΑ!!!!!!!



21 Ιανουαρίου στις 8:34 μ.μ. - Μου αρέσει! - 2

Εικόνα 4β – Ενδεικτικοί διάλογοι της ομάδας των μαθητών σε μέσο κοινωνικής δικτύωσης

3.5 Ρόλος του διδάσκοντα

Επιλέξτε από την παρακάτω λίστα τα βασικά χαρακτηριστικά του ρόλου του διδάσκοντα. Υπάρχει η δυνατότητα πολλαπλών επιλογών.

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Διδακτικός | <input type="checkbox"/> Προπονητικός |
| <input type="checkbox"/> Ενθαρρυντικός | <input type="checkbox"/> Διαχειριστικός |
| <input type="checkbox"/> Υποστηρικτικός | <input type="checkbox"/> Μέντωρ |
| <input type="checkbox"/> Συμβουλευτικός | <input type="checkbox"/> Υποκινητικός |
| <input type="checkbox"/> Διευκολυντικός | <input type="checkbox"/> Εποπτικός |
| <input type="checkbox"/> Συντονιστικός | <input type="checkbox"/> Διαμεσολαβητικός |
| <input type="checkbox"/> Τεχνική υποστήριξη | |

4. Πηγές Ψηφιακού Εκπαιδευτικού Περιεχομένου που αξιοποιήθηκαν

1) Κατασκευή κυκλωμάτων (μόνο DC), <http://phet.colorado.edu/el/simulation/circuit-construction-kit-dc>

2) Φόρμα google, http://www.google.com/intl/el_gr/forms/about/

3) Υπολογιστικό φύλλο google, http://www.google.com/intl/el_gr/sheets/about/

4) Κλειστή ομάδα στο facebook, (<https://el-gr.facebook.com/help/162866443847527/>)

5. Στοιχεία τεκμηρίωσης και επέκτασης της ανοιχτής εκπαιδευτικής πρακτικής

5.1 Αποτελέσματα - Αντίκτυπος

Στην περιγραφόμενη ανοιχτή εκπαιδευτική πρακτική αξιοποιήθηκε εικονικό εργαστήριο, με παράλληλη αξιοποίηση εργαλείων που προσφέρει το διαδίκτυο.

Έρευνες των τελευταίων ετών αναδεικνύουν τα πολλαπλά οφέλη του εικονικού εργαστηρίου στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, ειδικά αν αυτό συνδυαστεί κατάλληλα με το πραγματικό εργαστήριο, και αποτελέσει μια επέκτασή του.

Σχεδιάστηκε ένα μαθησιακό περιβάλλον, μετά από μελέτη των δυνατοτήτων και των αναγκών. Στο περιβάλλον αυτό, σχεδιάστηκε η συγκεκριμένη εκπαιδευτική πρακτική, έτσι που να ενθουσιάζει τους εμπλεκόμενους μαθητές, και να τους (καθ)οδηγήσει, (συν)εργαζόμενους διερευνητικά σε δραστηριότητες που επεδίωκαν την επίτευξη συγκεκριμένων διδακτικών στόχων (αναφέρονται παραπάνω).

Η πλειονότητα των μαθητών, αλληλεπιδρώντας μεταξύ τους, με τον εκπαιδευτικό και με τον προσωπικό τους ηλεκτρονικό εξοπλισμό, και χρησιμοποιώντας πλατφόρμα και εφαρμογές που κατά κανόνα χρησιμοποιεί για διασκέδαση, συμμετείχε ενεργητικά, εποικοδομητικά και αρκετά συνεργατικά σε μια ενδιαφέρουσα και αποδοτική διδασκαλία.

Αν θα πρέπει να αναφερθεί μια καινοτομία της πρακτικής, αυτή είναι ο συνδυασμός αρκετών εργαλείων του διαδικτύου και η κοινή αλλά εξατομικευμένη εργασία του κάθε μαθητή.

Το μαθησιακό αποτέλεσμα κρίνεται θετικό, καθώς επιτεύχθηκε ενθουσιασμός και εμπλοκή των μαθητών, ικανοποιητική επίτευξη των διδακτικών στόχων και συνεργασία μεταξύ των μαθητών προς επίλυση προβλημάτων και εποικοδόμηση γνώσης.

5.2 Σχέση με άλλες ανοιχτές εκπαιδευτικές πρακτικές

Σε παρελθόντα έτη είχε επιδιωχθεί η αξιοποίηση ανοικτού εκπαιδευτικού υλικού σε περιβάλλοντα wordpress και Edmodo. Η διστακτικότητα μέρους των μαθητών και

κάποιες δυσκολίες στη χρήση, οδήγησαν προς την ιδέα να αξιοποιηθεί το facebook (κλειστή ομάδα) για την υποστήριξη της διδασκαλίας, καθώς όλοι οι μαθητές (πλην ενός) είχαν ενεργούς λογαριασμούς σε αυτήν την πλατφόρμα κοινωνικής δικτύωσης και –όπως και εκ του αποτελέσματος επιβεβαιώθηκε- επικοινωνούσαν και αντάλλασαν πληροφορίες σχεδόν σε πραγματικό χρόνο. Το applet του PhET που χρησιμοποιήθηκε ως μαθησιακό αντικείμενο, σε συνδυασμό με τη δυνατότητά του για αποθήκευση του δημιουργούμενου κυκλώματος και την αποστολή του, και τα εργαλεία του google που χρησιμοποιήθηκαν, επιλέχθηκαν λόγω της επιβεβαίωσης της λειτουργικότητάς τους, της αξιοπιστίας τους και της ευκολίας χρήσης τους, μετά από πολυτεείς δοκιμές.

Τα ίδια εργαλεία μπορούν να αξιοποιηθούν σε διάφορες ανοιχτές εκπαιδευτικές πρακτικές.

5.3 Αξιοποίηση, Γενίκευση, Επεκτασιμότητα

Η ανοιχτή εκπαιδευτική πρακτική που περιγράφεται, μπορεί να αξιοποιηθεί «ως έχει» από διδάσκοντες, αλλά –πολύ περισσότερο- μπορεί να δώσει ιδέες, να επεκταθεί ή/και να τροποποιηθεί ανάλογα με τις δυνατότητες, τους στόχους και τις ανάγκες του εκάστοτε διδάσκοντα και των μαθητών του.

6. Πρόσθετο υλικό που αξιοποιήθηκε

X Βιβλία: Σχολικό βιβλίο Φυσικής, <http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGL-A103/529/3520,14443/>

X Σημειώσεις: Σημειώσεις εκπαιδευτικού

X Websites: Φόρμες google, http://www.google.com/intl/el_gr/forms/about/, Υπολογιστικά φύλλα google, http://www.google.com/intl/el_gr/sheets/about/, Ομάδες στο facebook, <https://el-gr.facebook.com/help/162866443847527/>

X Λογισμικό: Προσομοίωση (java applet) με τίτλο «Κατασκευή κυκλωμάτων (μόνο DC)» από το Physics Education Technology (PhET, <http://phet.colorado.edu/el/simulation/circuit-construction-kit-dc>)