

**1ο ΓΥΜΝΑΣΙΟ ΑΓ.ΙΩΑΝ.ΡΕΝΤΗ**  
**Σχολικό Έτος : 2015-2016**  
**ΤΑΞΗ Γ2β – ομάδα 2η**  
**Μάθημα : Τεχνολογία**

**ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ**  
**Πως επηρεάζει ο αριθμός των μπαταριών**  
**την ταχύτητα ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου**

**ΜΕΛΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗΣ ΟΜΑΔΑΣ**

**Κολλημένος**  
**Λαζαρίδης**  
**Κριτσέλη**  
**Κονσολάκη**

**Νικόλαος**  
**Χρήστος**  
**Γεωργία**  
**Μαρία**



**Καθηγητής : ΗΡ. ΝΤΟΥΣΗΣ**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### ΚΕΦΑΛΑΙΑ-ΕΝΟΤΗΤΕΣ

ΣΕΛ.

<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ .....</b>	<b>1</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο: ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ.....</b>	<b>2</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ</b>	
2α. Περιγραφή του προβλήματος.....	3
2β. Περιγραφή του σκοπού της έρευνας.....	3
2γ. Περιγραφή των κοινωνικών αναγκών που εξυπηρετεί η έρευνα.....	4
2δ. Διαμόρφωση της υπόθεσης της έρευνας.....	8
2ε. Ανάλυση των παραμέτρων που θεωρήθηκαν ότι δεν επηρεάζουν τα αποτελέσματα της έρευνας.....	8
2στ. Περιγραφή των ορίων – περιορισμών της έρευνας.....	9
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο: ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟ ΥΛΙΚΟ / ΕΝΝΟΙΕΣ-ΟΡΙΣΜΟΙ</b>	
3α. Ιστορική αναδρομή.....	10
3β. Ορισμοί εννοιών που συνδέονται με την έρευνα .....	12
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο: ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b>	
4α. Σχεδιασμός πειραματικής διάταξης – αιτιολόγηση επιλογών.....	16
4β. Διάγραμμα διαδικασίας του πειράματος.....	18
4γ. Εκτέλεση και φωτογραφίες του πειράματος.....	18
4δ. Κατάλογος υλικών- συσκευών- μηχανών-εργαλείων πειράματος και εκτίμησης κόστους της έρευνας .....	20
4ε. Παρουσίαση δεδομένων –μετρήσεων.....	21
4στ. Ανάλυση αποτελεσμάτων.....	22
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>23</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο: ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΑΠΟ ΑΛΛΟΥΣ ΕΡΕΥΝΗΤΕΣ.....</b>	<b>24</b>

### ΠΗΓΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ομάδα μας στο μάθημα της τεχνολογίας , σχετικά με την πειραματική έρευνα που περιλαμβάνει η δραστηριότητα του μαθήματος στην γ ' γυμνασίου , επέλεξε σαν θέμα το ηλεκτρικό αυτοκίνητο. Και τα 4 μέλη της ομάδας , θεώρησαν πολύ ενδιαφέρον θέμα , να μελετήσουμε μία τεχνολογική εφαρμογή που διαρκώς εξελίσσεται και που αναμένεται να αποτελεί μεταφορικό μέσο των επόμενων δεκαετιών , οπότε και της δικής μας γενιάς.



**Εικόνα 1**

Η εργασία μας περιλαμβάνει θεωρητικό και πειραματικό μέρος . Στο θεωρητικό μέρος παρουσιάζουμε πληροφοριακό υλικό για τα ηλεκτρικά οχήματα , με βάση το οποίο αναγνωρίσαμε και επιλέξαμε τις διάφορες έννοιες – μεταβλητές και τα μεγέθη που θα στηριχθεί η έρευνά μας. Στο πειραματικό μέρος αξιοποιήσαμε την κατασκευή ενός μικρού μοντέλου αυτοκινήτου , που είχε ο καθηγητής μας στο εργαστήριο , και με την τοποθέτηση μιας τετραπλής μπαταριοθήκης , πραγματοποιήσαμε έρευνα για το πώς επηρεάζεται η ταχύτητά του , από τον αριθμό (1-4) των μπαταριών που τροφοδοτείται το όχημα του αυτοκινήτου. Στο πειραματικό λοιπόν μέρος παρουσιάζονται αναλυτικά όλες οι δραστηριότητες της πειραματικής διαδικασίας που ακολουθήσαμε , για να επαληθεύσουμε την υπόθεση της έρευνας.

Η μικρή μας μαθητική εμπειρία σε τέτοιας μορφής μαθησιακές δραστηριότητες , νομίζουμε ότι δικαιολογεί τυχόν λάθη και παραλείψεις που θα εντοπίσετε , αλλά ελπίζουμε να βοηθήσει μελλοντικούς ερευνητές σε αρτιότερη και ακόμη πιο αξιόπιστη ερευνητική προσπάθεια, αν επιλέξουν το ίδιο ή παρόμοιο θέμα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο: ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

		ΕΒΔΟΜΑΔΕΣ									
ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	ΕΚΛΟΓΗ ΘΕΜΑΤΟΣ										
2	ΠΡΟΛΟΓΟΣ										
3	ΣΥΛΛΟΓΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ										
4	ΣΥΛΛΟΓΗ ΥΛΙΚΩΝ-ΣΥΣΚΕΥΩΝ- ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ										
5	ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ										
6	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ										
7	ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ										
8	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ										
9	ΣΥΓΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ										
10	ΣΕΜΙΝΑΡΙΑ										
11	ΑΥΤΟ-ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ										

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

### 2α. Περιγραφή του προβλήματος

Θέμα έρευνας : Η ομάδα μας επέλεξε να μελετήσει πόσο επηρεάζει την ταχύτητα ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου , ο αριθμός των συσσωρευτών από τους οποίους τροφοδοτείται.

Επεξήγηση των ορίων της έρευνας : Η έρευνα πραγματοποιήθηκε με μοντέλο που διέθετε ο καθηγητής μας στο εργαστήριο και αντικαταστήσαμε το κάθισμα του οδηγού με μπαταριοθήκη 4 θέσεων. Πραγματοποιήσαμε 2 φορές το πείραμα μέσα στο σχολικό εργαστήριο , αντικαθιστώντας την 2<sup>η</sup> φορά τις μπαταρίες μας με καινούργιες. Για την ομαλή κίνηση του οχήματος , τοποθετήσαμε μετροταινία στο δάπεδο που διευκόλυνε την κίνηση του οχήματος , χωρίς λοξοδρομήσεις. Το διανυθέν διάστημα ήταν 4 μέτρα , γιατί δεν ήταν δυνατή η εκκίνηση του οχήματος , από την αρχή της μετροταινίας. Για την ακριβή χρονομέτρηση της ταχύτητας , η κίνηση του οχήματος βιντεοσκοπείται από κινητό νέας τεχνολογίας, προκειμένου να καταγραφεί με ακρίβεια ο χρόνος που θα διανυθεί η απόσταση των 4 μέτρων.

Ορισμός μεταβλητών :

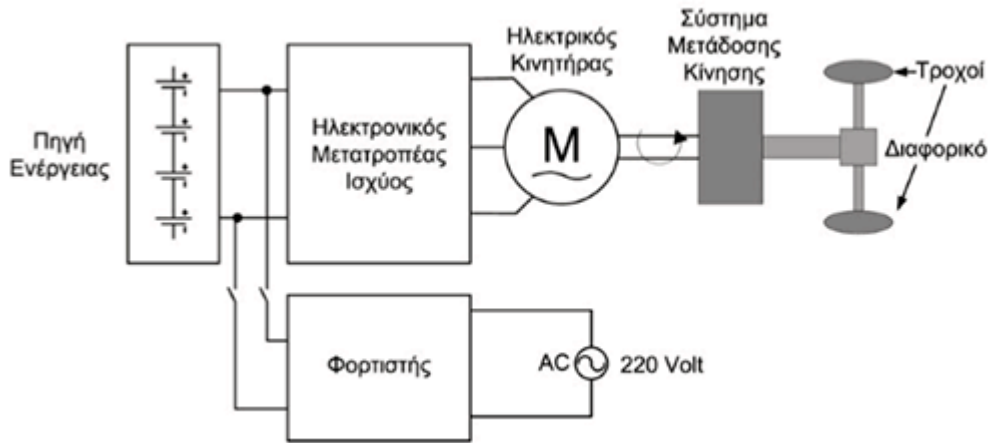
- ✚ Ανεξάρτητη : Ο αριθμός των μπαταριών
- ✚ Εξαρτημένη : Η ταχύτητα του ηλεκτρικού αυτοκινήτου
- ✚ Σταθερές :
  - Το μοντέλο του ηλεκτρικού οχήματος
  - Ο μηχανισμός κίνησης του οχήματος
  - Η απόσταση που θα διανύει το όχημα
  - Το είδος του δαπέδου που θα κινηθεί το όχημα
  - Η συσκευή χρονομέτρησης που θα χρησιμοποιηθεί.

### 2β. Περιγραφή του σκοπού της έρευνας

Η επιλογή του συγκεκριμένου θέματος έγινε , για να διαπιστώσουμε πως ο αριθμός των μπαταριών δηλ. το μέγεθος της ηλεκτρικής ενέργειας που τροφοδοτεί ένα ηλεκτρικό όχημα , επιδρά στην ταχύτητα που αναπτύσσει. Τα ηλεκτρικά οχήματα αναμένεται στο σύντομο μέλλον, να αποτελέσουν κυρίαρχο μέσο μεταφοράς.

Μία τέτοια έρευνα βέβαια είναι διαρκής, γιατί όπως μελετήσαμε στις διάφορες πηγές που χρησιμοποιήσαμε , απόσπασμα που παραθέτουμε παρακάτω, το θέμα των μπαταριών στο ηλεκτρικό αυτοκίνητο είναι σύνθετο.

Η «Πηγή Ηλεκτρικής Ενέργειας» στα ηλεκτρικά οχήματα χρησιμοποιούνται οι συσσωρευτές , το τμήμα που τροφοδοτεί με ενέργεια το υπόλοιπο σύστημα του ηλεκτρικού αυτοκινήτου. Το τμήμα αυτό λειτουργεί είτε ως πηγή είτε ως αποθήκη ηλεκτρικής ενέργειας είτε ως συνδυασμός και των δύο. Οι συσσωρευτές, γνωστοί στους περισσότερους με τον κοινό όρο «μπαταρίες», είναι οι ηλεκτροχημικές εκείνες διατάξεις που μετατρέπουν τη χημική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια κατά την εκφόρτισή τους και το αντίστροφο κατά τη φόρτισή τους.



**Εικόνα 2 : Διάγραμμα ηλεκτρικού αυτοκινήτου**

Αποτελούνται από μικρές κυψέλες, κάθε μία από τις οποίες αποτελεί ανεξάρτητη και ολοκληρωμένη μονάδα, και οι οποίες συνδέονται σε σειρά ή παράλληλα με σκοπό την ικανοποίηση των απαιτήσεων ισχύος της εκάστοτε εφαρμογής. Ο ιδανικός συσσωρευτής ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου πρέπει να παρουσιάζει όσο το δυνατόν υψηλότερη πυκνότητα ενέργειας και ισχύος. Τα δύο αυτά μεγέθη είναι συνήθως αντιστρόφως ανάλογα, οπότε επιλέγεται συνήθως κάποιος ικανοποιητικός συμβιβασμός. Αναφορικά με τα υλικά κατασκευής των συσσωρευτών αναζητούμε αυτά που υπάρχουν σε αφθονία είναι φθηνά, έχουν μελετηθεί σε ικανοποιητικό βαθμό και επιπλέον ανακυκλώσιμα ή έστω η εναπόθεση τους στο περιβάλλον να μη δημιουργεί πρόβλημα.

## **2γ. Περιγραφή των κοινωνικών αναγκών που εξυπηρετεί η έρευνα**

Η περιβαλλοντική ευαισθησία, η συνειδητοποίηση της κλιματικής αλλαγής και η εξάντληση των ενεργειακών πόρων οδηγούν ολοένα και περισσότερο στην ανεύρεση εναλλακτικών πηγών ενέργειας, και κυρίως, ανανεώσιμων.

Στο πνεύμα των νέων δεδομένων οι κατασκευαστές οχημάτων, οδηγήθηκαν στο σχεδιασμό και την κατασκευή ηλεκτρικών οχημάτων, ενώ τελευταία εντατικοποιούν τις προσπάθειές τους για μαζική παραγωγή και προώθηση των ηλεκτρικών οχημάτων.

Το ηλεκτρικό όχημα εξασφαλίζει μηδενική εκπομπή ρύπων, τουλάχιστον κατά τη λειτουργία του οχήματος, και αποδεσμεύει τους χρήστες από την χρήση υγρών καυσίμων. Στο άμεσο μέλλον, αναμένεται ότι η ευρεία χρήση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων θα έχει σαν αποτέλεσμα τη βελτίωση της ποιότητας του αέρα στις αστικές περιοχές.

Η ευρεία εισαγωγή των αυτοκινήτων αυτών στην κυκλοφορία είναι τεχνικά εφικτή και κοινωνικά αποδεκτή. Ωστόσο, η μετάβαση στο ηλεκτρικό αυτοκίνητο, και ειδικά η αειφόρος μετάβαση δεν είναι καθόλου εύκολη και απαιτεί την εκπλήρωση ορισμένων συνθηκών και προϋποθέσεων όπως την ανάπτυξη υποδομών (πχ. ηλεκτρικών δικτύων τροφοδότησης), αξιοποίηση

ανανεώσιμων πηγών ενέργειας , την ώθηση της αγοράς μέσω κρατικών κινήτρων ( π.χ. φοροαπαλλαγή) κ.ο.κ.



**Εικόνα 3 :** Το σπορ ηλεκτροκίνητο Tesla Roadster που κατάφερε να διανύσει 504 χιλιόμετρα (313 μίλια) με μία μόνο φόρτιση, με μέση ταχύτητα 56 χιλιόμετρα/ώρα (35 μίλια/ώρα) και είχε 5 χιλιόμετρα (3 μίλια) ακόμα αυτονομία όταν έφτασε στον τερματισμό. Το ρεκόρ επετεύχθη στις 27 Οκτωβρίου 2009, κατά τη διάρκεια του παγκόσμιου οικολογικού διαγωνισμού Global Green Challenge, στην Αυστραλία.

Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα παρουσιάζουν πλεονεκτήματα αλλά και ορισμένα μειονεκτήματα έναντι των συμβατικών οχημάτων.

#### **Πλεονεκτήματα:**

✓ Ο ηλεκτρικός κινητήρας (ειδικά όταν η λειτουργία αυτού συνδυάζεται με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας) σε αντίθεση με τις Μ.Ε.Κ. δεν παράγει καθόλου αέρια κατάλοιπα ενώ παρουσιάζει και πολλά κατασκευαστικά αλλά και λειτουργικά πλεονεκτήματα. Για παράδειγμα, έχει καλύτερο τρόπο λειτουργίας, ελέγχεται καλύτερα, έχει πολύ υψηλό βαθμό απόδοσης, δεν απαιτεί συχνή συντήρηση κλπ. Το κυριότερο πλεονέκτημα λοιπόν του ηλεκτρικού οχήματος είναι η συνεισφορά του στη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, το μεγαλύτερο μέρος της οποίας οφείλεται στους ρύπους των συμβατικών οχημάτων . Το ηλεκτρικό όχημα έχει θεωρητικά μηδενικούς ρύπους προκαλώντας ελάχιστη ρύπανση του αέρα και μηδενική ρύπανση του χώρου που κινείται.

✓ Συμβάλλει στη μείωση της ηχορύπανσης, πρόβλημα που κάνει την ατμόσφαιρα των μοντέρνων πόλεων ανυπόφορη. Το ηλεκτρικό όχημα είναι ουσιαστικά αθόρυβο συγκρινόμενο με τα οχήματα με μηχανές εσωτερικής καύσεως. Μάλιστα, λόγω της μη εκπομπής ρύπων και θορύβου κατά την κίνησή του, επιτρέπει την ενσωμάτωση της κίνησης σε περιοχές «ιστορικά ευαίσθητες» π.χ. ιστορικό κέντρο των πόλεων.

✓ Η ηλεκτρική τεχνολογία προσφέρει τη δυνατότητα χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην επαναφόρτιση του οχήματος. Τα ηλεκτρικά οχήματα μπορούν να αποτελέσουν μέρος ενός συστήματος που θα περιλαμβάνει σταθμούς ανεφοδιασμού σε κάθε σπίτι και ένα αναπτυγμένο ηλεκτρικό δίκτυο που θα μπορεί να συνεισφέρει στην κίνηση των οχημάτων.

✓ Η προβλεπόμενη μείωση στις εκπομπές CO<sub>2</sub>, εάν βέβαια η χρήση τους εξαπλωθεί και γίνει ευρεία. Αυξημένη απόδοση στο σύστημα μετάδοσης ισχύος αυτών των οχημάτων, οδηγεί σε σημαντικές μειώσεις των ρύπων που οδηγούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, ακόμα και αν ληφθούν υπόψη οι απώλειες ενέργειας κατά την παραγωγή και διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας του δικτύου και οι απώλειες κατά τη φόρτιση της μπαταρίας.

✓ Προσφέρουν τη δυνατότητα αποδοτικής διαχείρισης της ηλεκτρικής ενέργειας. Τα οχήματα αυτά φορτίζονται πρωτίστως σε περιόδους όπου υπάρχει χαμηλή ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας (π.χ τη νύχτα) ή εξοπλίζονται με τεχνολογία διακοπής της φόρτισης στη διάρκεια περιόδων αιχμής της ζήτησης.

✓ Η plug-in τεχνολογία προσφέρει τη δυνατότητα χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην επαναφόρτιση του οχήματος. Στην περίπτωση αυτή το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της χρήσης ενός EV οχήματος είναι σημαντικά μικρότερο απ' ό,τι ένα συμβατικό όχημα ίδιας κατηγορίας. Ωστόσο, εάν ένα EV χρησιμοποιεί ηλεκτρική ενέργεια προερχόμενη από ένα θερμοηλεκτρικό εργοστάσιο με καύσιμη ύλη άνθρακα ή λιγνίτη, τότε η ρύπανση που προκαλεί μπορεί να είναι μεγαλύτερη από ένα συμβατικό όχημα.

✓ Άλλο, πολύ σημαντικό πλεονέκτημα των plug-in οχημάτων, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις αυτόνομων δικτύων όπως π.χ. στα νησιά του Αιγαίου, είναι η ικανότητα τους στην εξισορρόπηση του φορτίου με την παροχή της αποθηκευμένης ενέργειας από αυτά στο δίκτυο σε περιόδους αιχμής. Αυτό επιτυγχάνεται με την τεχνολογία μεταφοράς ενέργειας από το όχημα στο δίκτυο. Χρησιμοποιώντας πλεονάζουσα ενέργεια από τις μπαταρίες τους, μπορούν να στείλουν ενέργεια πίσω στο δίκτυο και να επαναφορτιστούν αργότερα όταν θα έχει πάψει η αιχμή του δικτύου.

✓ Είναι πιο εύκολη η κατασκευή του ηλεκτρικού οχήματος γιατί ο ηλεκτροκινητήρας είναι πολύ απλός στη δομή του, σε σχέση με τις μηχανές εσωτερικής καύσεως. Εφόσον τροφοδοτείται μέσω ηλεκτρονικών μετατροπών ισχύος, οι οποίοι ελέγχονται εύκολα ηλεκτρονικά, δεν απαιτείται συνήθως νερό



**Εικόνα 4**



για την ψύξη τους και δεν χρησιμοποιεί φίλτρα και λάδι, με αποτέλεσμα να μην παρουσιάζει προβλήματα που δημιουργούνται από χαμηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος.

✓ Καταναλώνει ενέργεια μόνο όταν κινείται. Όταν δεν κινείται π.χ. στάση σε σηματοδότες ή σε μεγάλη κυκλοφοριακή συμφόρηση, δεν καταναλώνει ενέργεια. Άρα είναι πολύ καλή επιλογή για χρήση σε αστικά κέντρα.

✓ Το κόστος της λειτουργίας του, σύμφωνα με υπολογισμούς των General Motors και Chrysler είναι πολύ μικρότερο από αυτό των συμβατικών οχημάτων. Η ηλεκτρική μηχανή έχει πολύ μεγαλύτερη διάρκεια ζωής συγκρινόμενη με του συμβατικού. Υπολογίζεται μάλιστα ίση με 1.000.000 μίλια εν αντιθέσει με τα 100.000 μίλια του συμβατικού.

Η εμπορική χρήση ηλεκτρικών οχημάτων προσφέρει επίσης, σύμφωνα με τη «ΔΙΑΚΗΡΥΞΗ ΓΙΑ ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ» που υπεγράφη τον Μάρτιο του 2009, αρκετά οφέλη για τη βιώσιμη κινητικότητα σε επίπεδο Ε.Ε.:

- Προσφέρει ουσιαστική βοήθεια στην επίτευξη των κύριων στόχων της Ε.Ε. για ενέργεια και περιβάλλον: αντικαθιστώντας συμβατικές μηχανές εσωτερικής καύσης με ηλεκτρικά αυτοκίνητα θα εξασφαλισθούν σημαντικές μειώσεις στις εκπομπές CO<sub>2</sub> και βελτίωση της ποιότητας της ατμόσφαιρας, ιδιαίτερα στις πόλεις. Ηλεκτροδοτώντας τις οδικές μεταφορές θα ενισχυθεί η ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού της Ευρώπης, φρενάροντας την αυξανόμενη εξάρτηση από εισαγωγές ορυκτών καυσίμων.

- Η τεχνολογία ηλεκτρικού αυτοκινήτου προσφέρει μια ευκαιρία να προωθηθεί μια πράσινη οικονομία, η οποία θα ενισχύσει την ανταγωνιστικότητα της Ευρώπης: παρέχεται η δυνατότητα στην Ευρώπη να προηγηθεί στην παραγωγή ηλεκτρικών οχημάτων.

- Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα είναι περισσότερο αποδοτικά από άλλα που χρησιμοποιούν εναλλακτικές τεχνολογίες. Λαμβάνοντας υπόψη τα υφιστάμενα επίπεδα τεχνολογίας και υποδομών, μπορεί να γίνουν πραγματικότητα οχήματα που θα συνδέονται με δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον, η σε ευρεία κλίμακα προώθηση ηλεκτρικών οχημάτων θα έχει περιορισμένη επίδραση στο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ θα ενθαρρύνει την ανάπτυξη «έξυπνων δικτύων».

#### **Μειονεκτήματα:**

✓ Τα μειονεκτήματα προέρχονται κυρίως από τους συσσωρευτές και αυτό γιατί μέχρι σήμερα, παρά τη μακρόχρονη πορεία τους (έχουν ζωή πάνω από δύο αιώνες), παρουσιάζουν δύο αδύνατα σημεία. Το ένα σχετίζεται με την πυκνότητα ενέργειας-δηλαδή το λόγο της αποθηκευμένης ενέργειας του συσσωρευτή προς τον όγκο και το βάρος του, η οποία είναι πολύ χαμηλή σε σχέση με τη βενζίνη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να περιορίζεται η αυτονομία του οχήματος αφού όσο αυξάνει η ενεργειακή ζήτηση απαιτείται και μεγαλύτερος όγκος και βάρος συσσωρευτών. Για παράδειγμα, 1 χιλιόγραμμα βενζίνης έχει ειδική ενέργεια της τάξεως των 12.000 wh. Αντίθετα 1 χιλιόγραμμα από τον καλύτερο συσσωρευτή Νατρίου - Θείου έχει ειδική ενέργεια της τάξεως των 80-85 wh. Το μέγεθος αυτό διαφοροποιείται ανάλογα με τον τύπο του συσσωρευτή παρουσιάζοντας τις υψηλότερες τιμές για συσσωρευτές Λιθίου- Πολυμερούς και τις χαμηλότερες για συσσωρευτές

Μολύβδου-Οξέως. Σήμερα αν και η πυκνότητα ενέργειας έχει βελτιωθεί σημαντικά σε ορισμένα πειραματικά μοντέλα συσσωρευτών εξακολουθεί να παραμένει ένα από τα βασικά μειονεκτήματα αυτών των στοιχείων αποθήκευσης.

✓ Ένα άλλο σημαντικό πρόβλημα είναι η διάρκεια φόρτισης των συσσωρευτών καθώς μια πλήρης επαναφόρτιση με χαμηλό ρεύμα φόρτισης ώστε να υπάρχει εκμετάλλευση του νυχτερινού τιμολογίου κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, διαρκεί κάποιες ώρες.

✓ Επιπλέον, η διάρκεια ζωής των συσσωρευτών εμποδίζουν την ευρεία εξάπλωση των οχημάτων. Η έρευνα στον τομέα των ηλεκτρικών οχημάτων εστιάζεται εκτός των άλλων στο αδύνατο αυτό σημείο. Για την επίλυση των προβλημάτων έχουν προταθεί διάφορες λύσεις όπως νέοι τύποι συσσωρευτών, κατάλληλες κυκλωματικές τοπολογίες φόρτισης,



**Εικόνα 5**

εναλλακτικές μέθοδοι φόρτισης, μέθοδοι διαχείρισης της συστοιχίας των συσσωρευτών. Επίσης για το μέλλον η επιστημονική κοινότητα συνεχίζει με εντατικό ρυθμό την έρευνα για ανάπτυξη και εναλλακτικών πηγών ενέργειας όπως οι ενεργειακές κυψέλες.

✓ Επίσης, το ηλεκτρικό όχημα έχει μικρότερες επιδόσεις από το συμβατικό, εξαιτίας της ανεπάρκειας των συσσωρευτών, και πολύ μικρότερη αυτονομία σε σχέση με τα συμβατικά.

✓ Ακόμα, το κόστος των συσσωρευτών είναι υψηλό. Μάλιστα, αυτό επηρεάζει αισθητά το συνολικό κόστος του ηλεκτρικού οχήματος, και κάνει δυσκολότερη την αγορά του.

✓ Μια σημαντική δυσκολία στη χρήση του ηλεκτρικού οχήματος είναι η δυσκολία πρόσβασης σε φορτιστή, σε αντίθεση με τους σταθμούς καυσίμων που συναντάμε παντού. Το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται με τους φορητούς φορτιστές ή τους σταθμούς φόρτισης, που πλέον συναντάμε όλο και συχνότερα σε κάποιες πόλεις του εξωτερικού.

## **2δ. Διαμόρφωση της υπόθεσης της έρευνας**

Αν αυξάνουμε τον αριθμό των μπαταριών που τροφοδοτούν ένα ηλεκτρικό όχημα, θα αυξάνεται και η ταχύτητά του

## **2ε. Ανάλυση των παραμέτρων που θεωρήθηκαν ότι δεν επηρεάζουν τα αποτελέσματα της έρευνας**

Παράμετροι που κατά την διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας δεν εντοπίσθηκε ότι επηρεάζουν τα αποτελέσματα, είναι :

- ✓ Το βάρος και ο μηχανισμός κίνησης του οχήματος
- ✓ Το είδος και το υλικό των τροχών που χρησιμοποιήθηκαν
- ✓ Η επιφάνεια κίνησης του οχήματος κατά την διάρκεια του πειράματος.

- ✓ Η ακριβής χρονομέτρηση κάθε διαφορετικής μετακίνησης του οχήματος , αξιοποιώντας την λήψη βίντεο , με κινητό νέας τεχνολογίας

## **2στ.Περιγραφή των ορίων – περιορισμών της έρευνας**

Σαν παράγοντες που τείνουν να περιορίσουν την αξιοπιστία της έρευνας, θα χαρακτηρίζαμε :

- ✓ Την κατάσταση φόρτισης των μπαταριών , στην έναρξη κάθε πειράματος. Από την πλευρά μας χρησιμοποιήσαμε σε κάθε νέα μέτρηση , αχρησιμοποίητες και της ίδιας εταιρείας.
- ✓ Διεξαγωγή περισσότερων πειραμάτων , αντί 2 που πραγματοποιήθηκαν
- ✓ Η ομαλή ευθύγραμμη κίνηση του οχήματος έγινε προσπάθεια να εξασφαλισθεί με την χρήση μετροταινίας , ανάμεσα στους τροχούς του οχήματος, όμως αυτό δεν απέτρεψε σε ορισμένα σημεία την μικρές απομακρύνσεις του οχήματος από την ευθύγραμμη ομαλή πορεία του, κάτι που φαίνεται σε βίντεο , που υπάρχει στην δημοσιευμένη στο διαδίκτυο εργασία μας.
- ✓ Η μέγιστη ηλεκτρική τάση των 6V που παρέχεται από το κινητηράκι του μηχανισμού κίνησης , δεν επαρκεί για τον ακριβή προσδιορισμό της διαφοράς ταχύτητας του οχήματος με 3 και 4 μπαταρίες.

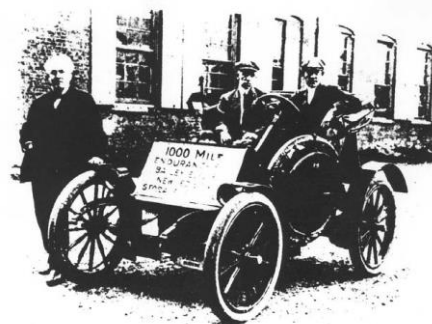
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο: ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟ ΥΛΙΚΟ / ΕΝΝΟΙΕΣ-ΟΡΙΣΜΟΙ

### 3α. Ιστορική αναδρομή

**Μέσα του 19ου αιώνα – 1920** :Αν και τα τελευταία χρόνια γίνεται ιδιαίτερος λόγος για τα «νέα» ηλεκτρικά οχήματα ως μια καινούργια τεχνολογία, εντούτοις η εμφάνισή τους τοποθετείται αρκετά πίσω στο χρόνο. Το ηλεκτρικό όχημα και το συμβατικό, μοιράζονται ένα κοινό παρελθόν. Έτσι, τα ηλεκτροκίνητα οχήματα έχουν μια μακρόχρονη ιστορία που ξεκινά στα μέσα του 19ου αιώνα, ταυτόχρονα περίπου με την εμφάνιση των συμβατικών οχημάτων (οχήματα ατμοκίνητα και οχήματα με Μ.Ε.Κ.). Από τότε μέχρι την εποχή μας τα ηλεκτροκίνητα οχήματα ήταν κυρίως στην αφάνεια μέχρι να αναζωπυρωθεί πρόσφατα το ενδιαφέρον γι'αυτά, λόγω της κλιματικής αλλαγής και της πετρελαϊκής κρίσης.

Οι πρώτες προσπάθειες για δημιουργία ενός μηχανοκίνητου οχήματος το οποίο να κινείται με ηλεκτρισμό χρονολογούνται τη δεκαετία του 1830 ως εφευρέσεις με καθαρά δοκιμαστικό-πειραματικό χαρακτήρα. Περισσότερο πρακτικά και επιτυχή οχήματα ήταν αυτά που φτιάχτηκαν από τον αμερικανό Thomas Davenport (1834) και από τον σκωτσέζο Robert Davidson περί το 1842.

Το 1847 ο αμερικανός Moses Farmer κατασκεύασε ένα όχημα που μπορούσε να μεταφέρει δύο άτομα. Την ίδια εποχή ο καθηγητής Charles Page έφτιαξε ένα όχημα με 100 συσσωρευτές και κινητήρα 16 ίππων που μετέφερε 12 άτομα με ταχύτητα μέχρι και 19 μίλια/ώρα. Το 1847 οι Lilly και Colton έφτιαξαν ένα ηλεκτρικό όχημα που τροφοδοτούνταν από κεντρικό σταθμό χάρη σε ηλεκτροφόρες ράγες. Το σημαντικότερο πρόβλημα που αντιμετώπιζαν όλες αυτές οι πρώιμες κατασκευές ήταν οι συσσωρευτές με τα μειονεκτήματά τους, όπως τον χαμηλό λόγο ενέργειας προς όγκο και βάρος αλλά κυρίως τη μη δυνατότητα επαναφόρτισης. Το πρόβλημα επαναφόρτισης επιλύθηκε το 1859, όταν ο Γάλλος Gaston Plante ανακάλυψε για πρώτη φορά το στοιχείο Μολύβδου-Οξέως (Pb-Acid) που έχει δυνατότητα επαναφόρτισης. Αρκετά χρόνια αργότερα έκαναν την εμφάνισή τους διάφοροι βελτιωμένοι τύποι συσσωρευτών μεταξύ των οποίων ξεχώρισε ένας συσσωρευτής Νικελίου-Σιδήρου (Ni-Fe). Η κατασκευή του έγινε το 1910 από τον Thomas Edison και ήταν το πιο προηγμένο στοιχείο τεχνολογικά την εποχή εκείνη. Μάλιστα χρησιμοποιήθηκε σε ένα όχημα που κατασκεύασε ο ίδιος ο Edison το οποίο απεικονίζεται στην εικόνα 6.



Εικόνα 6

Στη διάρκεια αυτών των δεκαετιών η ανάπτυξη των ηλεκτρικών οχημάτων είναι αρκετά μεγάλη τόσο στην Ευρώπη όσο και στην Αμερική. Οι τεχνικές επιδόσεις μάλιστα των ηλεκτροκίνητων οχημάτων ήταν αρκετά αξιόλογες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το όχημα του Βέλγου Camille Jenatzy το οποίο κατά τη δεκαετία του 1890 έσπασε το φράγμα των 100 χλμ/ώρα.

Μέχρι τη δεκαετία του 1920 η αγορά των ηλεκτροκίνητων οχημάτων ανθούσε. Μάλιστα υπάρχουν στοιχεία που δείχνουν το 1890 ο αριθμός των αυτοκινήτων που πουλήθηκαν στην Αμερική ήταν περίπου 4200 εκ των οποίων το 38% ήταν ηλεκτροκίνητα, το 22% βενζινοκίνητα και το 40 % ατμοκίνητα. Ανάμεσα στις διάφορες χρονολογίες επίσης ξεχωρίζει το έτος 1912 το οποίο στις ΗΠΑ ήταν η πιο γόνιμη χρονιά των ηλεκτρικών οχημάτων, αφού 34000 ηλεκτρικά αυτοκίνητα βρίσκονταν σε κυκλοφορία, αρκετά μεγάλος αριθμός για την εποχή. Οι επιδόσεις ταχύτητας που κυμαίνονταν 32 έως 48 χλμ./ώρα ήταν αρκετά ικανοποιητικές.

Βασικό πλεονέκτημα των ηλεκτρικών οχημάτων σε σχέση με τα βενζινοκίνητα και τα ατμοκίνητα ήταν ότι είχαν πολύ πιο εύκολη εκκίνηση, αφού αρκούσε το "κλείσιμο" ενός διακόπτη για να ξεκινήσει απ' ευθείας. Αντίθετα, τα βενζινοκίνητα οχήματα απαιτούσαν χειροκίνητη εκκίνηση, ενώ τα ατμοκίνητα απαιτούσαν μια προθέρμανση που διαρκούσε περίπου 3 τέταρτα της ώρας. Συνεπώς τα ηλεκτρικά οχήματα είχαν ευρεία απήχηση στις υψηλές κοινωνικές τάξεις και αποτελούσαν οχήματα πολυτελείας.

Επιπλέον, το οδικό δίκτυο διασύνδεσης των πόλεων δεν ήταν κατάλληλο για υπεραστικές μετακινήσεις. Όντας λοιπόν περιορισμένα για αστική χρήση και μόνο, τα ηλεκτρικά οχήματα επικρατούσαν έναντι των άλλων τύπων μέχρι τη δεκαετία του 1920.

### **Η μεταστροφή στα βενζινοκίνητα οχήματα στη δεκαετία του 1920:**

το 1920 έγινε μεταστροφή της αγοράς στα βενζινοκίνητα οχήματα στις ΗΠΑ, κυρίως για τους παρακάτω λόγους:

- ✓ Η βελτίωση του υπεραστικού οδικού δικτύου αύξησε την ανάγκη για οχήματα μεγάλης αυτονομίας
- ✓ Η ανακάλυψη μεγάλων αποθεμάτων πετρελαίου κατέστησε ιδιαίτερα χαμηλό το κόστος των καυσίμων
- ✓ Η εφεύρεση του ηλεκτρικού εκκινητή έδωσε τη δυνατότητα στα βενζινοκίνητα οχήματα για εύκολη εκκίνηση
- ✓ Η μαζική παραγωγή των βενζινοκίνητων οχημάτων από τον Henry Ford σε αρκετά χαμηλές τιμές, σε αντίθεση με τις τιμές των ηλεκτρικών οχημάτων που συνεχώς αυξάνονταν.

Η μεταστροφή αυτή εμφανίστηκε και στην Ευρώπη. Ως αποτέλεσμα, σταδιακά αποσύρθηκαν τα ηλεκτρικά οχήματα. Αυτή η περίοδος της παρακμής των ηλεκτρικών οχημάτων κράτησε περίπου από το 1930 έως το 1990. Στο διάστημα αυτό ελάχιστες προσπάθειες έγιναν στην έρευνα των ηλεκτρικών οχημάτων.

Μάλιστα, η χρήση των ηλεκτρικών οχημάτων έπαψε εντελώς μέχρι το 1960 όπου άρχισε και πάλι να αναζωπυρώνεται το ενδιαφέρον, διότι το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τα αυτοκίνητα στα αστικά κέντρα είχε

αρχίσει να γίνεται ορατό, ενώ παράλληλα έπρεπε να αναζητηθούν εναλλακτικές ενεργειακές λύσεις.

Έτσι, διάφορες εταιρίες όπως η General Motors, η Ford και η American Motors, η Fiat, η Mercedes, η Volkswagen, η Nissan, η Toyota κ.α. κατασκεύασαν ηλεκτροκίνητα μοντέλα.

Ανάμεσα στα διάφορα οχήματα που παρουσιάστηκαν μέσα στην περίοδο αυτή αξίζει να αναφερθεί το όχημα GMC Handivan του 1966, με καινοτομικό σύστημα τροφοδοσίας που αποτελούνταν από κυψέλες καυσίμου (fuel cells) υδρογόνου, ωστόσο με αρκετά μειονεκτήματα, όπως μεγάλο βάρος και κόστος, διαρροές υδρογόνου και πολυπλοκότητα κατασκευής.

Παράλληλα με τα αμιγώς ηλεκτρικά οχήματα την εποχή εκείνη παρουσιάστηκαν από πολλές αυτοκινητοβιομηχανίες και ορισμένα υβριδικά οχήματα, με συνδυασμένη χρήση ηλεκτροκινητήρα και βενζινοκινητήρα. Τα οχήματα αυτά ως γνωστόν συνδυάζουν πλεονεκτήματα των ηλεκτρικών και των συμβατικών οχημάτων.

Χάρη σε αυτές τις προσπάθειες υπήρξε μια σημαντική εξέλιξη στην τεχνολογική ανάπτυξη αυτών μέχρι να φτάσουμε στην τρίτη χρονολογική περίοδο της εξέλιξης των ηλεκτρικών οχημάτων που επεκτείνεται μέχρι και σήμερα και κατά τη διάρκεια της οποίας το ενδιαφέρον για τη χρήση τους έχει αλλάξει ριζικά εξ' αιτίας της κλιματικής αλλαγής και της αύξησης της τιμής και εξάντλησης του πετρελαίου. Σήμερα, το ηλεκτρικό όχημα, μετά από πολύ καιρό είναι για άλλη μια φορά στο προσκήνιο, πλέον σαν βιώσιμο μέσον διατήρησης της ποιότητας του αστικού μας περιβάλλοντος.

### **3β.Ορισμοί εννοιών που συνδέονται με την έρευνα**

Οι έννοιες που συνδέονται με την έρευνα μας, είναι οι εξής :

Ηλεκτρικό στοιχείο-συσσωρευτές ( μπαταρίες) : Το ηλεκτρικό στοιχείο είναι αποθήκη χημικής ενέργειας που με την κατάλληλη συνδεσμολογία, προβλέπεται να μετατραπεί σε ηλεκτρική ενέργεια. Διακρίνουμε δύο είδη ηλεκτρικών στοιχείων: τα πρωτογενή και τα δευτερογενή στοιχεία.

Στο πρωτογενές στοιχείο λαμβάνει χώρα μία χημική αντίδραση που δεν αναστρέφεται. Όταν εξαντληθεί η χημική του ενέργεια, δεν μπορεί να ξαναχρησιμοποιηθεί με τον ίδιο τρόπο.

Το δευτερογενές στοιχείο, όταν αποδώσει την χημική του ενέργεια μπορεί να επανέλθει στην αρχική του κατάσταση. Αυτό επιτυγχάνεται αντιστρέφοντας την "διαδικασία", δηλαδή δίνοντάς του ηλεκτρική ενέργεια, που αποθηκεύεται σ' αυτό σαν χημική ενέργεια. Αυτή η εργασία λέγεται φόρτιση (ή επαναφόρτιση).

Τα πρωτογενή στοιχεία τα λέμε επίσης ξηρά στοιχεία, ενώ τα δευτερογενή συσσωρευτές.

Κάθε στοιχείο έχει μία διαφορά δυναμικού, που συνήθως την λέμε τάση, και η οποία εξαρτάται από την χημική σύνθεση των δύο ηλεκτροδίων. Η μονάδα έκφρασης της τάσης είναι τα Volts (V).

Η τάση που συνάγεται από την χημική του σύνθεση είναι κατ' αρχάς ονομαστική. Στην πράξη θα έχει μεν αυτή την τάση, αλλά όταν έχει όλη του

την ενέργεια η τάση θα είναι λίγο μεγαλύτερη, ενώ όσο εξαντλείται η ενέργειά του η τάση θα είναι λίγο μικρότερη.

Σαν παράδειγμα, το στοιχείο Ni-Cd έχει ονομαστική τάση 1,2 V. Αμέσως μετά την φόρτιση η τάση του κυμαίνεται στα 1,35-1,4 V, ενώ αντίθετα όταν η τάση πέσει στα 1,1 V είναι ήδη "άδειο" για κάθε πρακτική εφαρμογή.

Η τάση που δείχνουν τα στοιχεία εν κενώ (όταν δεν παρέχουν ενέργεια) είναι πλασματική. Έτσι ένα πρακτικά άδειο στοιχείο Ni-Cd μπορεί να δείχνει εν κενώ 1,2 V αλλά μόλις δεχθεί φορτίο να δείξει την πραγματική χαμηλή του τάση. Γι' αυτό, την τάση την μετράμε πάντα υπό φορτίο.

Εξ ίσου σπουδαίο χαρακτηριστικό των ηλεκτρικών στοιχείων είναι η χωρητικότητά τους. Η χωρητικότητα δείχνει την θεωρητική διάρκεια που μπορεί να ξεφορτίζεται ένα στοιχείο με κάποιο σταθερό ρεύμα.

Δηλαδή, η χωρητικότητα είναι το γινόμενο του χρόνου (σε ώρες "h" ή σε λεπτά "min") επί την ένταση του ρεύματος (σε αμπέρ "A" ή σε μιλιαμπερ "mA") οπότε και εκφράζεται αντίστοιχα σε: αμπερώρια (Ah) ή μιλιαμπερώρια (mAh), ή αμπερολεπτά (Amin) ή μιλιαμπερολεπτά (mAmin).

Δηλαδή μία μπαταρία με χωρητικότητα 500 mAh μπορεί να δίνει ρεύμα 500 mA για 1 ώρα, ή 250 mA για 2 ώρες ή 50 mA για 10 ώρες κ.ο.κ.; Αυτό είναι εντελώς θεωρητικό. Στην πράξη όσο μεγαλώνει το ρεύμα εκφόρτισης, τόσο μειώνεται ο θεωρητικός χρόνος και αντίστροφα όσο μικραίνει το ρεύμα τόσο μεγαλώνει ο χρόνος. Τα ακριβή μεγέθη εξαρτώνται από τον τρόπο που ο κατασκευαστής έχει κλασσάρει (ονομάσει) το προϊόν του. Αν την έχει κλασσάρει σαν 500 mAh επειδή αντέχει 10 ώρες σε εκφόρτιση 50 mA, τότε κάθε χρήση με εκφόρτιση μεγαλύτερη από 50 mA θα διαρκέσει τέτοιο χρόνο που το γινόμενο τους θα δώσει χωρητικότητα μικρότερη από 500 mAh και κάθε χρήση με εκφόρτιση μικρότερη από 50 mA θα δώσει χωρητικότητα μεγαλύτερη από 500 mAh.

Αντίθετα αν την έχει κλασσάρει σαν 500 mAh επειδή αντέχει 1 ώρα σε εκφόρτιση 500 mA τότε κάθε χρήση με εκφόρτιση μικρότερη από αυτή την ένταση θα δώσει χωρητικότητα μεγαλύτερη από 500 mAh και κάθε χρήση με εκφόρτιση μεγαλύτερη από 500 mA θα δώσει χωρητικότητα μικρότερη από 500 mAh.

Η ενέργεια της μπαταρίας ισούται με το γινόμενο της τάσης επί την χωρητικότητά της, δηλαδή  $V \times Ah$ . Επειδή  $V \times A = W$ , η σωστή μονάδα έκφρασης της ενέργειας είναι Wh δηλαδή βατ-ώρες, και κατ' επέκταση Wmin (βατολεπτά), mWh (μιλιβατώρες), mWmin (μιλιβατολεπτά).

Αν από μία παρτίδα στοιχείων με χωρητικότητα 0,5 Ah φτιάξουμε μία μπαταρία με 4 στοιχεία και μία άλλη με 8 στοιχεία, σίγουρα αν και θα έχουν την ίδια χωρητικότητα δεν έχουν την ίδια ενέργεια.



**Εικόνα 7**

Στην πρώτη περίπτωση θα έχουμε  $4,8V \times 0,5 Ah = 2,4 Wh$ , ενώ στην δεύτερη  $9,6V \times 0,5Ah = 4,8 Wh$ .

Έστω ότι σε μια τρίτη περίπτωση έχουμε μια άλλη μπαταρία 4 στοιχείων με χωρητικότητα  $1,0Ah$ . Η ενέργεια αυτής της μπαταρίας θα είναι  $4,8V \times 1,0Ah = 4,8Wh$ , δηλαδή όση και η ενέργεια των 8 στοιχείων με  $0,5 mAh$

Ηλεκτρική ενέργεια : αναφέρεται στην κινητική ενέργεια των κινούμενων ηλεκτρονίων (ηλεκτρικό ρεύμα), λόγω της ύπαρξης διαφοράς δυναμικού στα άκρα ενός αγωγού.

Ηλεκτρικός κινητήρας : Ο Ηλεκτρικός κινητήρας ή ηλεκτροκινητήρας, (motor, κοινώς μοτέρ), είναι διάταξη που χρησιμοποιείται για την μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας σε μηχανική ενέργεια, που τυγχάνει εξαιρετικής εκμετάλλευσης από τις βιομηχανίες.

Η αρχή λειτουργίας του ηλεκτρικού κινητήρα είναι η δύναμη Laplace. Όταν ένας αγωγός από τον οποίο διαρρέει ηλεκτρικό ρεύμα βρεθεί μέσα σε ένα μαγνητικό πεδίο ασκείται πάνω του δύναμη ίση με:

$$F = I * \lambda * B * \eta\mu\phi$$

Όπου:

- ✓  $I$  = Ένταση Ρεύματος
- ✓  $\lambda$  = Μήκος Αγωγού
- ✓  $B$  = Ένταση Μαγνητικού πεδίου
- ✓  $\phi$  = η γωνία που σχηματίζει ο αγωγός με τη διεύθυνση των δυναμικών γραμμών ( $B$ )

Τα απαραίτητα στοιχεία για κάθε ηλεκτροκινητήρα τα οποία και προσδιορίζουν αυτόν εμπορικά είναι:

✓ Η απαιτούμενη τάση για την τροφοδοσία του σε βολτ (V),

✓ Το είδος της απαιτούμενης τάσης, συνεχές ή εναλλασσόμενο ρεύμα (DC ή AC) και στη 2η περίπτωση, μονοφασικό (1PH) ή τριφασικό (3PH). (PH = φάση, εκ του phase).

✓ Η συχνότητα του εναλλασσόμενου ρεύματος, εφόσον πρόκειται για ηλεκτροκινητήρα AC και προφανώς σε κύκλους ανά δευτερόλεπτο κ/δ (c/s) ή Χερτζ (Hertz). Πολλές φορές χρησιμοποιείται το σύμβολο ~ αντί του κ/δ.

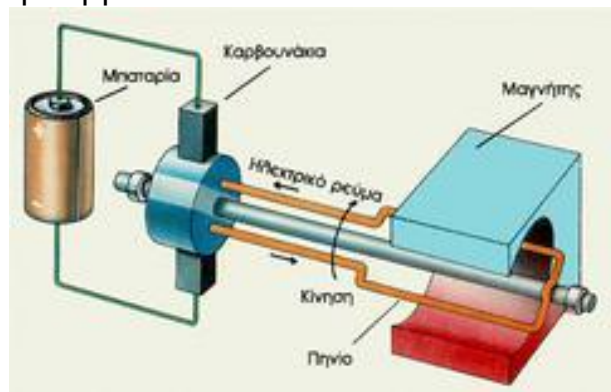
✓ Η ισχύς του κινητήρα σε Βατ ή ίππους (W ή HP)

✓ Η ένταση του ρεύματος σε αμπέρ που διαρρέει τον κινητήρα, και

✓ Η αποκτώμενη ταχύτητα περιστροφής του άξονα του κινητήρα σε στροφές ανά λεπτό (rpm ή RPM).

Κινητική ενέργεια : Κινητική ενέργεια, είναι η ενέργεια που έχει ένα σώμα όταν κινείται και αναφέρεται στην ικανότητά του να παράγει έργο και εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες: τη μάζα και την ταχύτητα ενός κινούμενου σώματος.

Ταχύτητα : Ως ταχύτητα ενός σώματος ορίζεται ο ρυθμός μεταβολής της θέσης του ως προς το χρόνο, όπως αυτή μετράται σε ένα δεδομένο σύστημα συντεταγμένων. Στην κινηματική, είναι μέγεθος διανυσματικό, δηλαδή χαρακτηρίζεται τόσο από το μέτρο (μέγεθος) της, όσο και από τη φορά (κατεύθυνση) της.



**Εικόνα 8 : Σχηματικό διάγραμμα λειτουργίας ηλεκτρικού κινητήρα**





**Εικόνα 9**

Έχει καθιερωθεί να συμβολίζεται η ταχύτητα στην κινηματική με το λατινικό γράμμα "v", ενώ στα ελληνικά χρησιμοποιείται αρκετές φορές αντίστοιχα το γράμμα "υ». Εκφράζει φυσικά (ή περιγράφει) τον ρυθμό μεταβολής της θέσης ενός σώματος, δηλαδή πόσο διάστημα διανύει στη μονάδα του χρόνου. Η ταχύτητα διακρίνεται σε μέση ταχύτητα και σε στιγμιαία ταχύτητα. Ως μέση ταχύτητα (v) ενός σώματος κατά τη διάρκεια ενός χρονικού διαστήματος ορίζεται το πηλίκο της απόστασης (d) που διανύθηκε προς το χρονικό διάστημα (t) που χρειάστηκε για τη μετατόπιση, ενώ ως φορά της ταχύτητας ορίζεται η φορά αυτής της μετατόπισης, Στο πείραμα μας επειδή απαιτείται ευθύγραμμη ομαλή κίνηση ισχύει ότι διδαχθήκαμε στην β' τάξη γυμνασίου δηλ.

Η μεταβολή της μετατόπισης (  $\Delta x$  ) ενός σώματος, που εκτελεί ευθύγραμμη ομαλή κίνηση, μεταξύ δύο τυχαίων θέσεων (μιας αρχικής και μιας τελικής), ισούται με το γινόμενο της ταχύτητας ( v ) του σώματος επί το χρόνο (  $\Delta t$  ) κατά τον οποίο έγινε η μεταβολή. Σημειώνεται ότι η ποσότητα (  $\Delta t$  ) εκφράζει χρονική διάρκεια (  $\Delta t$  ) Μονάδων Χρόνου, ενώ η μεταβλητή t εκφράζει τη χρονική στιγμή που χαρακτηρίζεται από την παρέλευση t μονάδων χρόνου από τη στιγμή μέτρησης του χρόνου.

Μαθηματική έκφραση (ή αναπαράσταση):  $\Delta x = v \Delta t$

Με την εξίσωση αυτή της μετατόπισης (επιλυμένη ως προς v):

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο: ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

### 4α. Σχεδιασμός πειραματικής διάταξης – αιτιολόγηση επιλογών

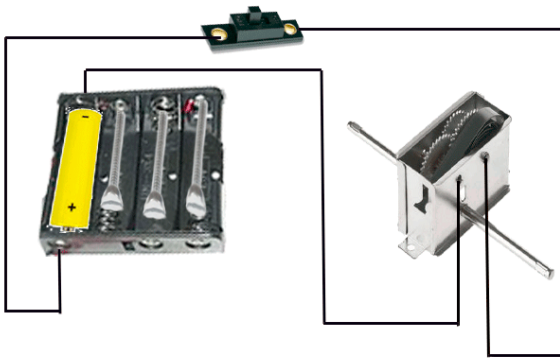
Για την έρευνα μας , όπως προαναφέραμε στο πρόλογο , αξιοποιήσαμε μοντέλο αυτοκινήτου που είχε στο εργαστήριο ο καθηγητής μας, από γνωστή εταιρεία πώλησης υλικών κατασκευών τεχνολογίας , αφαιρώντας 1) το κάθισμα του οδηγού που διέθετε και αντικαθιστώντας το με μηχανισμό κίνησης 2) στη θέση του τιμονιού προσθέτοντας τετραπλή μπαταριοθήκη και 3) τοποθετήσαμε πλαστικό συρταρωτό διακόπτη. Επίσης για την συνέχεια του κυκλώματος , στις θέσεις των μπαταριών χρησιμοποιήθηκαν κατσαβιδόβιδες ( 3τμχ.)

Παρακάτω απεικονίζονται τόσο το δοκίμιο της πειραματικής διάταξης όσο και τα 4 κυκλώματα που απαιτούνται για την διεξαγωγή της έρευνας. Επίσης εικόνες από την δοκιμή της διάταξης σε ξύλινη βάση στο εργαστήριο.



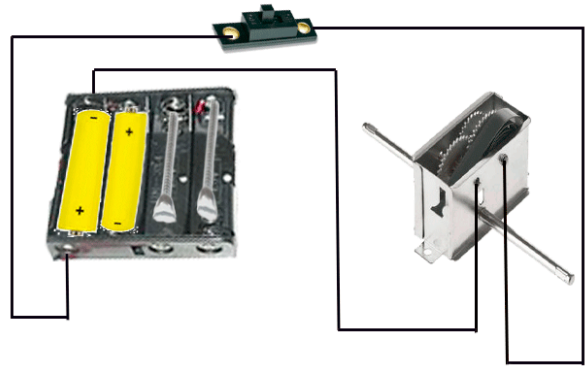
**Εικόνα 10 : Μοντέλο πειραματικής διάταξης**

Κύκλωμα με 1 μπαταρία



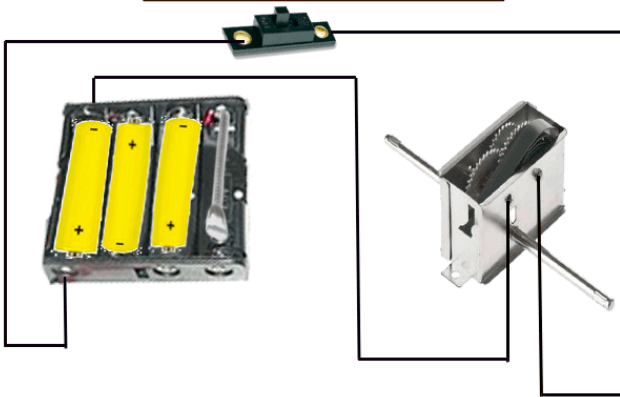
Εικόνα 11

Κύκλωμα με 2 μπαταρίες



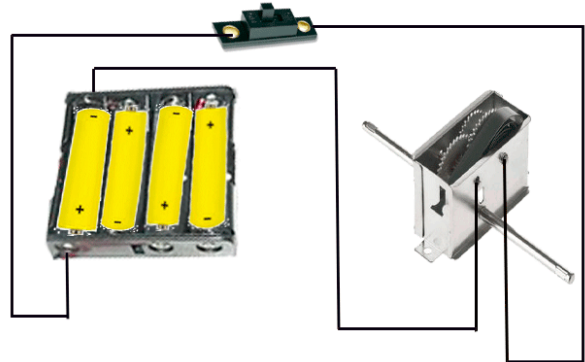
Εικόνα 12

Κύκλωμα με 3 μπαταρίες



Εικόνα 13

Κύκλωμα με 4 μπαταρίες

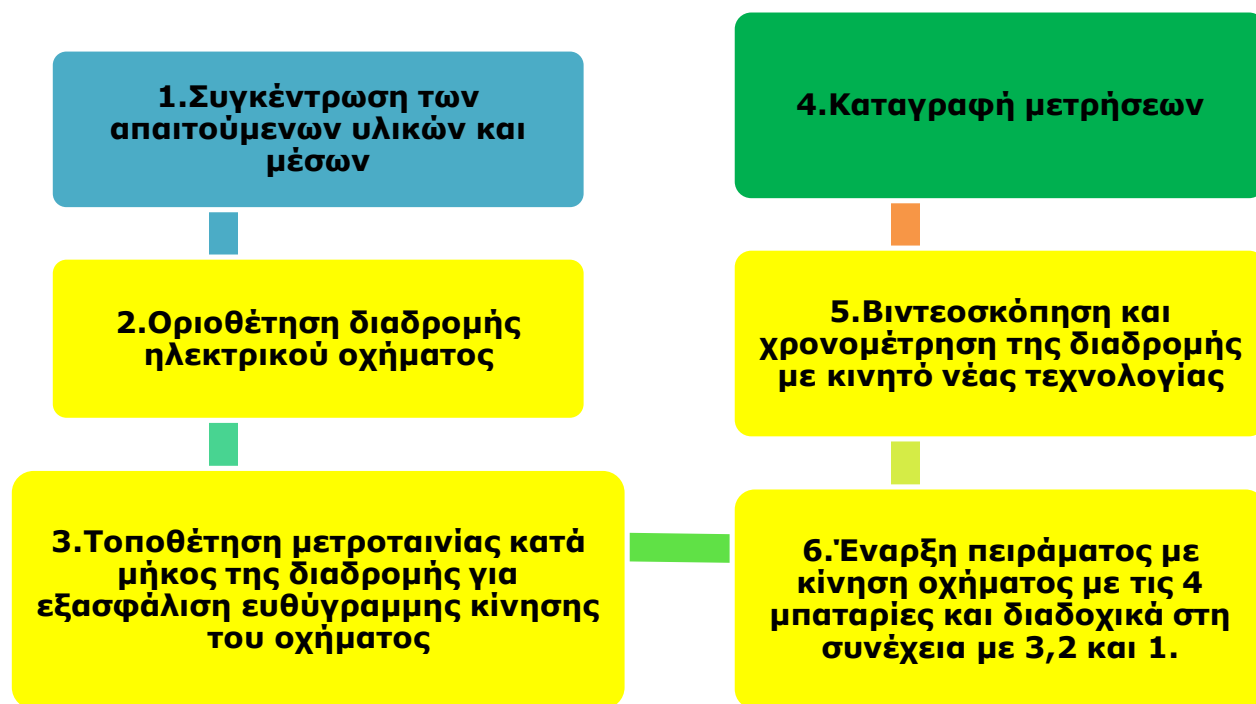


Εικόνα 14



Εικόνα 15

#### 4β. Διάγραμμα διαδικασίας του πειράματος



#### 4γ. Εκτέλεση και φωτογραφίες του πειράματος

Πραγματοποιήσαμε 2 πειράματα για την έρευνά μας ,

1) το 1ο την Τετάρτη 23/3/2016 και το 2ο, όπου οι μπαταρίες που λειτούργησε η πειραματική διάταξη είχαν χρησιμοποιηθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα και

2) την Τετάρτη 30/3/2016, χρησιμοποιώντας αχρησιμοποίητες μπαταρίες, ενώ στις 16/3/2016 είχε γίνει και δοκιμή λειτουργίας του οχήματος. Έγιναν και τα 2 πειράματα, στην αίθουσα του εργαστηρίου τεχνολογίας , παίρνοντας μετρήσεις 2 φορές ( με 4 μπαταρίες έως μία και αντίστροφα) και χρησιμοποιήσαμε για τον καθορισμό της απόστασης , αλλά και την εξασφάλιση ομαλής ευθύγραμμης κίνησης του οχήματος , μετροταινία των 5 μέτρων . Σαν απόσταση ορίσαμε τα 4 μέτρα , θεωρώντας σαν αφετηρία την ένδειξη των 20 εκατοστών της μετροταινίας ( έγινε γιατί η μεταλλική χειρολαβή της μετροταινίας στο άκρο της δεν επέτρεπε την εκκίνηση του οχήματος από τα 20 εκ.). Στις αποστάσεις 1,20 – 2,20 – 3,20 και τον τερματισμό των 4,20 μέτρων, είχαμε τοποθετήσει μονωτική ταινία για την παρακολούθηση της πορείας του αυτοκινήτου ανά 1 μέτρο.

Κατά την διάρκεια κάθε διαδρομής , ένα μέλος της ομάδας κατέγραφε με κινητό νέας τεχνολογίας ( είχε ενημερωθεί η διεύθυνση του σχολείου για την χρήση του , στο συγκεκριμένο συμβάν και είχε ληφθεί η σχετική προφορική άδεια) , σε βίντεο κάθε ξεχωριστή διαδρομή με την τοποθέτηση 1 έως 4 μπαταριών, για να υπάρχει στην συνέχεια η ακριβής χρονομέτρηση τους. Παρακάτω υπάρχουν ενδεικτικές εικόνες από τα πειράματά μας:



16/3/2016  
 Οι πρώτες  
 δοκιμές  
 της  
 διάταξης  
 ηλεκτρικού  
 αυτοκινήτου  
 μέσα σε  
 οριοθετημένο  
 με  
 dow  
 διάδρομο  
 1,80 εκ., στο  
 εργαστήριο  
 τεχνολογίας



Στήριξη  
 μετροταινίας 5 μέτρων



Εκκίνηση  
 ηλεκτρικού  
 αυτοκινήτου από 20εκ.

1μ.

2μ.

3μ.

4μ.



Οριοθέτηση χώρου 4 μέτρων για μετακίνηση ηλεκτρικού αυτοκινήτου.  
 Η χρήση μετροταινίας ανάμεσα στις ρόδες του , βοήθησε στην ευθύγραμμη ομαλή κίνησή του



#### 4δ. Κατάλογος υλικών- συσκευών- μηχανών-εργαλείων πειράματος και εκτίμησης κόστους της έρευνας

A/A	Υλικό – συσκευή- εργαλείο- μηχανή	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΚΟΣΤΟΣ
1.	Μοντέλο από αυτοκινητάκι	1	8,20 €
2.	Μηχανισμός κίνησης	1	5,50 €
3.	Μπαταριοθήκη τετραπλή	1	1,40 €
4.	Πλαστικός συρταρωτός διακόπτης	1	1,40 €
5.	Μπαταρίες συσκευασία	2 X 4τμχ.	10,00 €
6.	Κατσαβιδόβιδες 4 X 50	3 X 0,06	0,18 €
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΥΛΙΚΩΝ</b> ( θερμοκόλλα – καλώδιο : αμελητέα ποσότητα)			<b>26,68 €</b>

7.	Μετροταινία 5 μέτρων	Οριοθέτηση διαδρομής
8.	Κινητό νέας τεχνολογίας	Για βιντεοσκόπηση και ακριβή χρονομέτρηση κάθε διαδρομής
9.	Κατσαβίδι	Για στήριξη συρταρωτού διακόπτη και μηχανισμού κίνησης
10.	Πιστόλι σιλικόνης	Επικόλληση μπαταριοθήκης

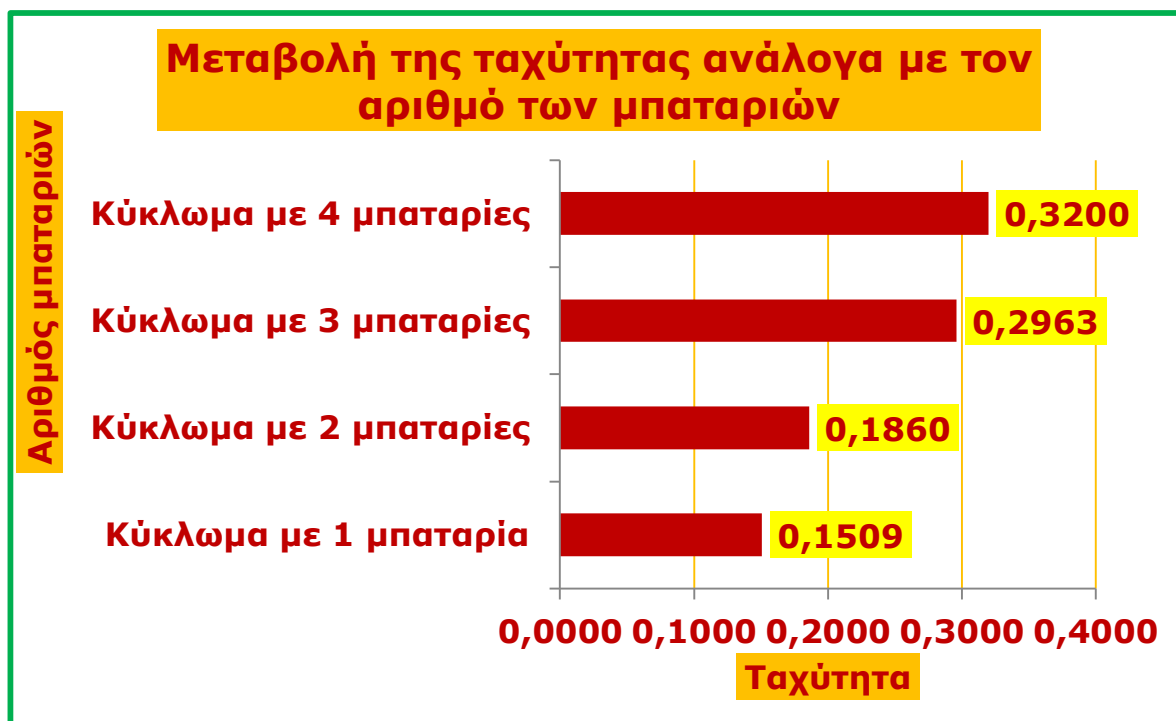
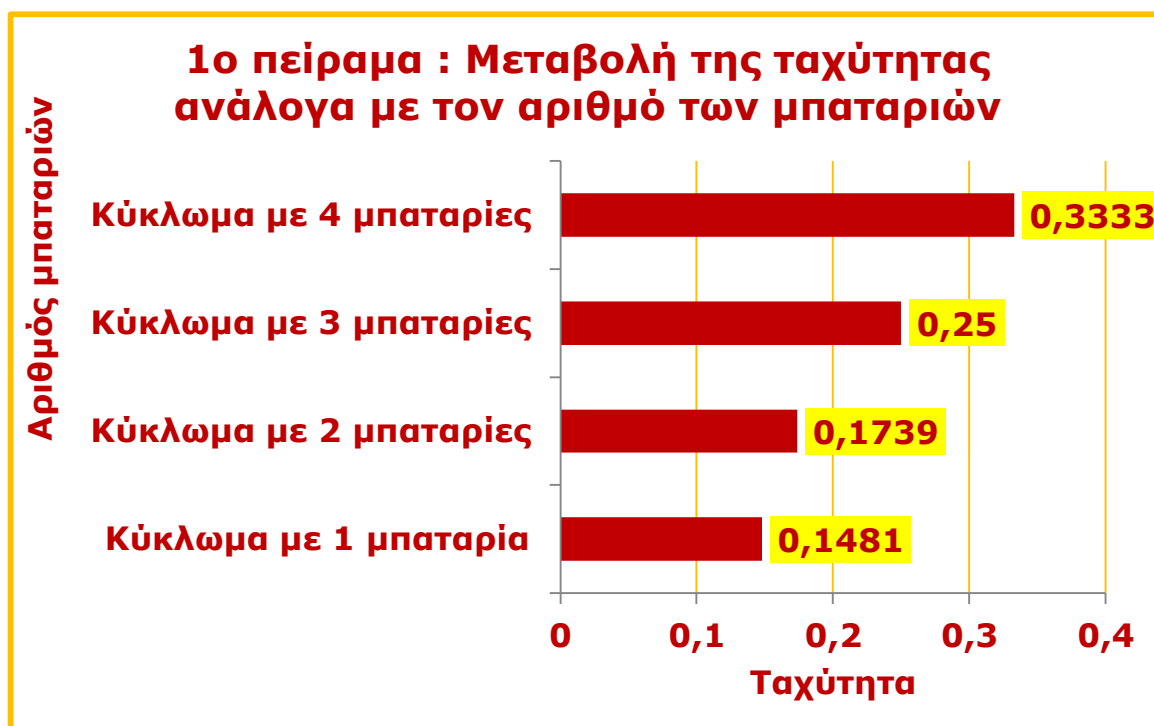
#### 4ε. Παρουσίαση δεδομένων –μετρήσεων

Στα 2 πειράματα που προαναφέραμε , λήφθηκαν οι παρακάτω μετρήσεις :

<b>Μετρήσεις 1<sup>ου</sup> πειράματος ( με χρησιμοποιημένες μπαταρίες)            Τετάρτη 23 Μαρτίου 2016 ( 3<sup>η</sup> διδακτική ώρα)            Αίθουσα εργαστηρίου - Απόσταση διαδρομής : 4 μέτρα</b>		
Τροφοδοσία οχήματος (Αριθμός μπαταριών)	Χρονομέτρηση διαδρομής t (sec)	Ταχύτητα U (m/ sec)
Κύκλωμα με 1 μπαταρία	27	0,1481
Κύκλωμα με 2 μπαταρίες	23	0,1739
Κύκλωμα με 3 μπαταρίες	16	0,2500
Κύκλωμα με 4 μπαταρίες	12	0,3333
<b>Μετρήσεις 2ου πειράματος            Τετάρτη 30 Μαρτίου 2016 ( 3η διδακτική ώρα)            Αίθουσα εργαστηρίου - Απόσταση διαδρομής : 4 μέτρα</b>		
Τροφοδοσία οχήματος (Αριθμός μπαταριών)	Χρονομέτρηση διαδρομής t (sec)	Ταχύτητα U (m/ sec)
Κύκλωμα με 1 μπαταρία	26,5	0,1481
Κύκλωμα με 2 μπαταρίες	21,5	0,1860
Κύκλωμα με 3 μπαταρίες	13,5	0,2963
Κύκλωμα με 4 μπαταρίες	12,5	0,3200

#### 4στ. Ανάλυση αποτελεσμάτων

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα , για την καλύτερη αποτύπωση και σύγκριση των τιμών τους , κατασκευάσαμε τα παρακάτω διαγράμματα:





## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την παρατήρηση του πίνακα τιμών , παρατηρούμε ότι πράγματι ότι η προσθήκη κάθε νέας μπαταρίας , αυξάνει και την ταχύτητα του οχήματος. Επίσης ότι με τις αχρησιμοποίητες μπαταρίες είχαμε βελτίωση των μετρήσεων της ταχύτητας στη σύγκριση τιμών με ίδιο αριθμό μπαταριών

Η σχέση βέβαια δεν είναι γραμμική , διότι επιδρούν και άλλοι παράγοντες στην μεταβολή της ταχύτητας του οχήματος , με κυριότερα τον κινητήρα και στο σύστημα μετάδοσης κίνησης που χρησιμοποιείται στο μηχανισμό κίνησης. Κάτι τέτοιο αποτυπώνεται στην χρήση νέων μπαταριών , όπου οι μετρήσεις με 3 και 4 μπαταρίες είχαν πολύ μικρότερη απόκλιση.

Το τελικό συμπέρασμα της έρευνας που επιβεβαίωσε την υπόθεση , είναι ότι :

**« Η χρησιμοποίηση μεγαλύτερου αριθμού συσσωρευτών αυξάνει την ταχύτητα ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου »**

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο:**  
**ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΕΥΝΑ ΣΤΟ ΜΕΛΛΟΝ**  
**ΑΠΟ ΑΛΛΟΥΣ ΕΡΕΥΝΗΤΕΣ**

Η έρευνα μας , ενδεχόμενα να επιδέχεται μεγάλες βελτιώσεις , αλλά πιστεύουμε ότι μπορεί να βοηθήσει ομάδες άλλων ερευνητών να βελτιώσουν και ερμηνεύσουν και με ακριβέστερο τρόπο τα όποια αποτελέσματα ληφθούν στο μέλλον . Στις προτάσεις μας για συμπληρωματικές έρευνες , συμπεριλάβαμε τις εξής :

**1<sup>η</sup> προτεινόμενη έρευνα - παρόμοια :**

Πως επηρεάζει την ταχύτητα ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου , ο αριθμός των συσσωρευτών από τους οποίους τροφοδοτείται ;

(με σταθερό αυτή την φορά τον χρόνο και καταμέτρηση του διαστήματος που διήνυσε το όχημα)

**2<sup>η</sup> προτεινόμενη έρευνα :** Πως επηρεάζει την ταχύτητα ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου , το είδος των συσσωρευτών από τους οποίους τροφοδοτείται ;

**3<sup>η</sup> προτεινόμενη έρευνα :** Πως επηρεάζει την ταχύτητα ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου , η ισχύς του κινητήρα του μηχανισμού κίνησης που χρησιμοποιεί;

**4<sup>η</sup> προτεινόμενη έρευνα :** Πως επηρεάζει το σύστημα μετάδοσης κίνησης ( αριθμός γραναζιών) την ταχύτητα ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου;

## ΠΗΓΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ



- ✚ [http://www.aegeanenergy.gr/gr/academy2013/pdf/AEA\\_electric\\_cars.pdf](http://www.aegeanenergy.gr/gr/academy2013/pdf/AEA_electric_cars.pdf)
- ✚ [https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%BA%CF%8C\\_%CE%B1%CF%85%CF%84%CE%BF%CE%BA%CE%AF%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%BF](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CE%B1%CF%85%CF%84%CE%BF%CE%BA%CE%AF%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%BF)
- ✚ [https://en.wikipedia.org/wiki/Plug-in\\_electric\\_vehicle](https://en.wikipedia.org/wiki/Plug-in_electric_vehicle)
- ✚ <http://energy.gov/eere/vehicles/vehicle-technologies-office-plug-electric-vehicles-and-batteries>
- ✚ <http://www.gavinshoebridge.com/electric-car-conversion/the-three-main-parts-of-an-electric-car/>
- ✚ <http://www.alternative-energy-news.info/technology/transportation/electric-cars/>
- ✚ <http://users.sch.gr/platinakis/index.php/2010-10-06-11-35-45.html>
- ✚ <http://www.gavinshoebridge.com/electric-car-conversion/the-three-main-parts-of-an-electric-car/>