

Τίτλος διδακτικού σεναρίου:	<< ΟΙ ΝΟΜΟΙ ΤΟΥ ΑΠΛΟΥ ΕΚΚΡΕΜΟΥΣ >>
Γνωστικό αντικείμενο:	ΦΥΣΙΚΗ
Γενική ενότητα:	ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ
Μάθημα:	ΤΟ ΑΠΛΟ ΕΚΚΡΕΜΕΣ
Τάξη:	Γ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ
Προβλεπόμενος χρόνος:	Μία διδακτική ώρα
Εκπαιδευτικό λογισμικό:	PHET <a href="http://phet.colorado.edu/sims/pendulum-lab/pendulum-lab_el.jar">http://phet.colorado.edu/sims/pendulum-lab/pendulum-lab_el.jar</a>

### ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗ

#### ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΙΔΕΑ ΠΟΥ ΔΙΕΠΕΙ ΤΟ ΣΕΝΑΡΙΟ

Η εκτέλεση ενός πειράματος γύρω από τους νόμους που διέπουν το απλό εκκρεμές σε εικονικό εργαστήριο.

Το περιγραφόμενο σενάριο έχει ως στόχο την εξοικείωση των μαθητών με τη λειτουργία του απλού εκκρεμούς. Συγκεκριμένα οι μαθητές θα γνωρίσουν τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται και δεν εξαρτάται η περίοδος του απλού εκκρεμούς.

#### ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΗΣ ΤΑΞΗΣ/ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΙΔΑΚΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗΣ

Το σενάριο πραγματοποιείται στην αίθουσα των υπολογιστών και οι μαθητές χωρίζονται σε ομάδες των 2-3 ατόμων. Τα φύλλα εργασίας δίνονται ένα σε κάθε ομάδα και συμπληρώνονται από τα μέλη της ομάδας. Οι μαθητές εξοικειώνονται για λίγο με το περιβάλλον του λογισμικού και μετά εκτελούν την άσκηση, προκειμένου να ασκηθούν στη συλλογή πειραματικών δεδομένων. Η επεξεργασία των δεδομένων και τα συμπεράσματα γίνονται αμέσως μετά το κάθε πείραμα συμπληρώνοντας τα αντίστοιχα κενά στο φύλλο εργασίας.

Εναλλακτικά, το μάθημα μπορεί να γίνει με έναν υπολογιστή (με τη βοήθεια βιντεοπροβολέα) που τον χειρίζεται ο καθηγητής. Οι μαθητές απλά παρατηρούν την εκτέλεση των πειραμάτων χωρίς να έχουν τη δυνατότητα παρέμβασης, καταγράφουν τα δεδομένα στα κενά του φύλλου εργασίας και βγάζουν τα συμπεράσματά τους.

#### ΣΤΟΧΟΙ:

##### A. Διδακτικοί

Να μπορεί ο μαθητής στο τέλος της διδακτικής ώρας:

- \* Να χρησιμοποιεί τις έννοιες της περιόδου, της συχνότητας και του πλάτους στην περιγραφή της κίνησης ενός απλού εκκρεμούς
- \* Να υπολογίζει την περίοδο, τη συχνότητα και το πλάτος ενός απλού εκκρεμούς
- \* Να γνωρίσει τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η περίοδος ενός απλού εκκρεμούς
- \* Να εξηγήσει την κατασκευή και λειτουργία του απλού εκκρεμούς καθώς και την αξιοποίησή του στην κατασκευή των πρώτων ρολογιών

##### B. Γενικότεροι (Στάσεις, δεξιότητες)

1. Η ανάπτυξη της προσωπικότητας του μαθητή, με την καλλιέργεια ελεύθερης σκέψης, ικανότητας για λογική αντιμετώπιση καταστάσεων
2. Η διαρκής επαφή του μαθητή με τον επιστημονικό τρόπο σκέψης και την επιστημονική

μεθοδολογία (παρατήρηση, συγκέντρωση, αξιοποίηση πληροφοριών, διατύπωση υποθέσεων, πειραματικός έλεγχός τους, ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων, εξαγωγή συμπερασμάτων που μπορεί να μην συμφωνούν με τις προαντιλήψεις τους και τροποποίηση των ιδεών και απόψεών τους).

3. Η ανάπτυξη συνεργατικής στάσης του μαθητή και η αλληλεπίδραση με τους συμμαθητές του.
4. Η εξοικείωση του μαθητή με τις νέες τεχνολογίες.

#### **ΠΡΟΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ**

Πριν τη διδασκαλία του συγκεκριμένου θέματος θα πρέπει οι μαθητές να έχουν διδαχθεί ποιες περιοδικές κινήσεις είναι ταλαντώσεις, ποιες είναι οι προϋποθέσεις ώστε ένα σώμα να κάνει ταλάντωση, ποιες δυνάμεις μπορούν να προκαλέσουν ταλάντωση καθώς και τα μεγέθη που χαρακτηρίζουν μια ταλάντωση (περίοδος, συχνότητα, πλάτος).

#### **ΠΡΟΑΝΤΙΛΗΨΕΙΣ ΤΩΝ ΜΑΘΗΤΩΝ**

Οι μαθητές πιστεύουν ότι:

- \* Όσο βαρύτερο είναι το σφαιρίδιο του εκκρεμούς τόσο πιο γρήγορα κινείται το εκκρεμές (άρα τόσο μικρότερη είναι η περίοδος του).
- \* Η περίοδος ενός εκκρεμούς εξαρτάται από το πλάτος του
- \* Κάθε αιώρηση απλού εκκρεμούς είναι απλή αρμονική ταλάντωση ανεξάρτητα από τη μέγιστη γωνία απόκλισης
- \* Το απλό εκκρεμές δεν είναι μοντέλο, αλλά μια διάταξη την οποία μπορούμε να κατασκευάσουμε

#### **ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ**

Συνεργατική και διερευνητική μάθηση στα πλαίσια μιας εποικοδομητικής προσέγγισης που στηρίζεται στις προαντιλήψεις των μαθητών

#### **ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ**

Το εικονικό εργαστήριο πλεονεκτεί στη συγκεκριμένη δραστηριότητα από το πραγματικό στα εξής σημεία:

1. Οι μαθητές εκτελούν το πείραμα σε ομάδες και συνεργάζονται στην πραγματοποίηση του πειράματος, στην καταγραφή και επεξεργασία των αποτελεσμάτων, πράγματα που δεν μπορούν να εφαρμόσουν κατά την εκτέλεση εργαστηριακών ασκήσεων με επίδειξη οι οποίες συνήθως γίνονται στο σχολείο.
2. Ο μαθητής μπορεί να επιλέξει μετά τη Γη και έναν άλλο πλανήτη στον οποίο θα κινηθεί ένα όμοιο εκκρεμές και θα μπορεί άμεσα να κάνει σύγκριση ενώ στο πραγματικό δεν μπορεί.
3. Ο μαθητής μπορεί να βλέπει το πλάτος του εκκρεμούς με ακρίβεια για να μπορέσει να πετύχει τις προϋποθέσεις του πειράματος (πλάτος  $< 10^\circ$ ) ενώ στο πραγματικό δεν μπορεί.
4. Ο μαθητής μπορεί να μελετά την κίνηση του εκκρεμούς με τριβή και χωρίς τριβή ενώ στο πραγματικό υπάρχει πάντα τριβή.
5. Ο μαθητής έχει στη διάθεσή του χρονόμετρο που υπολογίζει απευθείας την περίοδο (ταυτόχρονα του επισημαίνεται η κίνηση του εκκρεμούς σε μια περίοδο), ενώ στο πραγματικό την υπολογίζει μόνος του και κάνει σφάλματα στους υπολογισμούς.

**ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ**

1. Μπορούν να αλλάζουν μήκος, μάζα, πλάτος εκκρεμούς με ακρίβεια
2. Μπορεί η κίνηση να γίνεται με τριβές ή χωρίς τριβές.
3. Μπορεί να επιλεγεί άλλος πλανήτης εκτός από τη Γη (Σελήνη, Δίας κ.λ.π).
4. Μπορεί να φαίνονται τα διανύσματα της ταχύτητας και της επιτάχυνσης καθώς και το μέγεθος της ενέργειας κάθε στιγμή.
5. Υπάρχει δυνατότητα απλού χρονομέτρου αλλά και χρονομέτρου φωτοπύλης που υπολογίζει κατευθείαν την περίοδο του εκκρεμούς.

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. ΦΥΣΙΚΗ Γ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ ( Ν. Αντωνίου, Π. Δημητριάδη, Κ. Καμπούρη κ.λ.π.ΟΕΔΒ 2010)
2. Το μήλο και το κουάρκ (Διδακτική της Φυσικής του Ανδρέα Κασσέτα, εκδόσεις Σαββάλας)
3. Οι ιδέες των παιδιών στις φυσικές επιστήμες (Driver, Guesne, Tiberghien Ένωση Ελλήνων Φυσικών - Εκδόσεις Τροχαλία - Αθήνα 1985
4. Αναπαραστάσεις του Φυσικού Κόσμου (Κουλαϊδής Β. - Εκδόσεις Gutenberg - Αθήνα 1994
5. Επιμορφωτικό υλικό για την επιμόρφωση των εκπαιδευτικών στα Κέντρα Στήριξης Επιμόρφωσης (Τεύχος 5: Κλάδος ΠΕ04 - Β' έκδοση, Πάτρα Δεκέμβριος 2010)

**ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ**

Μετά την εφαρμογή του σεναρίου στη σχολική τάξη παρατηρήθηκε ότι μία διδακτική ώρα είναι αρκετή (με λίγη πίεση) για την εφαρμογή του φύλλου εργασίας. Επίσης παρατηρήθηκε ανώμαλη λειτουργία του λογισμικού σε μερικούς μαθητές οι οποίοι με ίδιες συνθήκες πήραν διαφορετικές μετρήσεις κι έτσι χρειάστηκε να επαναλάβουν την προσομοίωση για να καταλήξουν στα σωστά συμπεράσματα. Λόγω της δυσλειτουργίας αυτής θα πρότεινα να έχει εκτελεστεί η προσομοίωση από τον διδάσκοντα από πριν, να έχουν σημειωθεί οι σωστές μετρήσεις και να επιδιώκεται οι μαθητές να φτάσουν σε αυτές τις μετρήσεις ακόμα και αν χρειαστεί να εκτελέσουν την προσομοίωση περισσότερες από μία φορές. Αλλιώς αν αφεθούν ελεύθεροι οι μαθητές κάποιοι από αυτούς θα φτάσουν σε λανθασμένα συμπεράσματα. Κατά τα άλλα η εφαρμογή του λογισμικού κύλησε ομαλά.

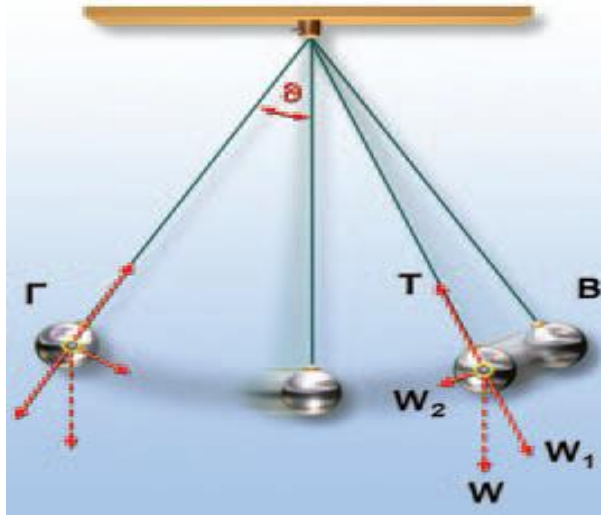
**ΦΥΛΛΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΑΘΗΤΗ****ΘΕΜΑ: ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΝΟΜΩΝ ΤΟΥ ΑΠΛΟΥ ΕΚΚΡΕΜΟΥΣ ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ  
ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΜΕΣΩ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ**[http://phet.colorado.edu/sims/pendulum-lab/pendulum-lab\\_el.jar](http://phet.colorado.edu/sims/pendulum-lab/pendulum-lab_el.jar)**ΕΝΟΤΗΤΑ 4 (ΤΑΛΑΝΤΩΣΕΙΣ)****ΤΙΤΛΟΣ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ: ΜΕΓΕΘΗ ΠΟΥ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΖΟΥΝ ΜΙΑ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗ****ΤΑΞΗ: Γ' ΓΥΜΝΑΣΙΟΥ****ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΑ ΟΜΑΔΑΣ.....****ΤΜΗΜΑ:.....****ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:.....****1. Εισαγωγή - Μια μικρή ιστορία**

Μια Κυριακή του 1581 ο 17χρονος Γαλιλαίος πήγε στον καθεδρικό ναό της Πίζας για να εκκλησιαστεί. Παρατήρησε την κίνηση ενός πολυελαίου ο οποίος πηγαινοέρχονταν από τα ρεύματα του αέρα διανύοντας άλλοτε μεγαλύτερο και άλλοτε μικρότερο τόξο. Χρονομετρώντας λοιπόν με το σφυγμό του, παρατήρησε ότι απαιτούνταν πάντα το ίδιο χρονικό διάστημα για την κίνηση του πολυελαίου από το ένα άκρο στο άλλο. Αναρωτήθηκε ποιοι νόμοι διέπουν την κίνηση του πολυελαίου και οι παρατηρήσεις του τον οδήγησαν στη μελέτη της κίνησης του εκκρεμούς. Εβδομήντα χρόνια αργότερα το εκκρεμές χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή μεγάλων ρολογιών - επίπλων. Ήταν τα πρώτα ρολόγια ακριβείας που εφευρέθηκαν.

**2. ΟΙ ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ**

Φανταστείτε ότι έχουμε στη διάθεσή μας ένα απλό εκκρεμές με νήμα μήκους 1m και μάζα σφαιριδίου 2kg. Εκτρέπω το σφαιρίδιο από τη θέση ισορροπίας κατά μια γωνία  $\theta=5^\circ$  ( $<10^\circ$ ) (πλάτος) και το αφήνω να ταλαντωθεί. Υπενθυμίζουμε ότι περίοδος είναι ο χρόνος για μια

πλήρη αιώρηση ΒΓΒ και ότι όταν το εκκρεμές κινείται πιο γρήγορα η περίοδος μικραίνει.



A. Αν αυξήσω τώρα το μήκος του νήματος του εκκρεμούς διατηρώντας τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά ίδια με τα αρχικά, το εκτρέψω από τη θέση ισορροπίας του και το αφήσω να ταλαντωθεί τότε:

Το εκκρεμές με το μεγαλύτερο μήκος νήματος θα κινηθεί σε σχέση με πριν:

πιο γρήγορα ..... πιο αργά..... το ίδιο.....

Δηλαδή η περίοδος του εκκρεμούς είναι σε σχέση με την αρχική περίοδό του :

μεγαλύτερη..... μικρότερη..... ίση.....

Εξηγήστε με λίγα λόγια την πρόβλεψή σας:.....  
 .....  
 .....

B. Αν αντικαταστήσω το σφαιρίδιο με ένα βαρύτερο (μεγαλύτερης μάζας), εκτρέψω πάλι το σφαιρίδιο κατά την ίδια γωνία από τη θέση ισορροπίας του και το αφήσω να ταλαντωθεί τότε:

Το εκκρεμές με το βαρύτερο σφαιρίδιο θα κινηθεί σε σχέση με το ελαφρύτερο:

πιο γρήγορα ..... πιο αργά..... το ίδιο.....

Δηλαδή η περίοδος του εκκρεμούς είναι σε σχέση με την αρχική περίοδό του :

μεγαλύτερη..... μικρότερη..... ίση.....

Εξηγήστε με λίγα λόγια την πρόβλεψή σας:.....  
 .....  
 .....

Γ. Αν εκτρέψω τώρα το σφαιρίδιο κατά γωνία  $\theta' = 9^\circ$  (μεγαλύτερη από πριν) από τη θέση ισορροπίας του και το αφήσω να ταλαντωθεί τότε:

Το εκκρεμές με το μεγαλύτερο πλάτος θα κινηθεί σε σχέση με πριν:

πιο γρήγορα ..... πιο αργά..... το ίδιο.....

Δηλαδή η περίοδος του εκκρεμούς είναι σε σχέση με την αρχική περίοδό του :

μεγαλύτερη..... μικρότερη..... ίση.....

Εξηγήστε με λίγα λόγια την πρόβλεψή σας:.....

Δ. Αν μεταφέρω τώρα το εκκρεμές σε έναν άλλο πλανήτη (π.χ. Σελήνη) διατηρώντας τα αρχικά χαρακτηριστικά του, το εκτρέψω και το αφήσω να ταλαντωθεί τότε:

Το εκκρεμές στη Σελήνη θα κινηθεί σε σχέση με τη Γη:

    πιο γρήγορα .....    πιο αργά.....    το ίδιο.....


Δηλαδή η περίοδος του εκκρεμούς είναι σε σχέση με την περίοδό του στη Γη:

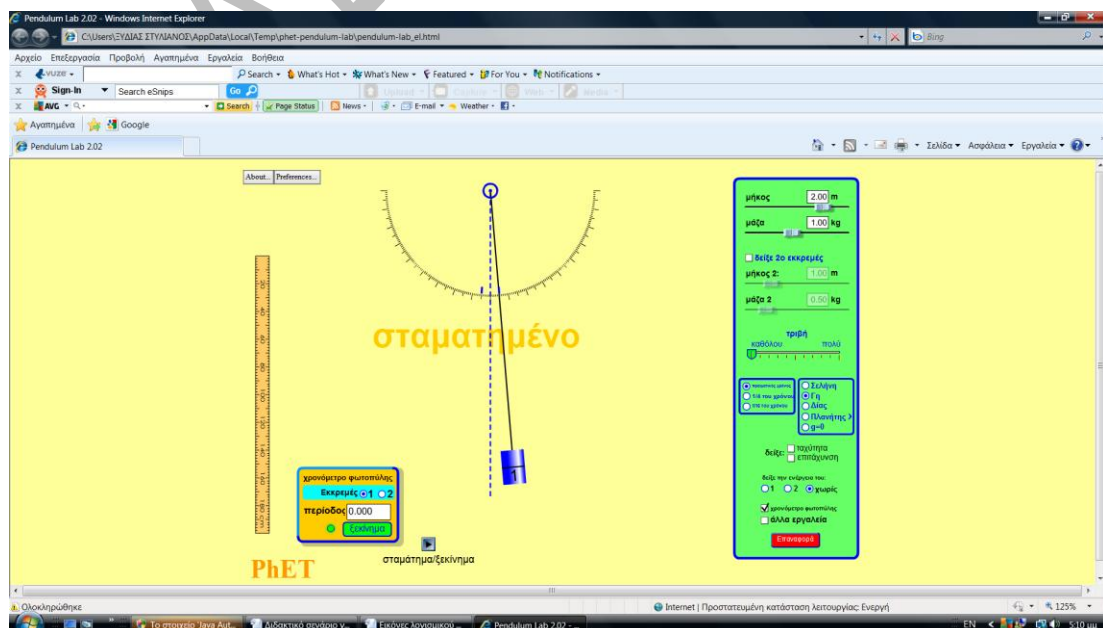
    μεγαλύτερη.....    μικρότερη.....    ίση.....


Εξηγήστε με λίγα λόγια την πρόβλεψή σας:.....


### 3.Η ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ ΣΤΟ ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ


Ανοίξτε τώρα το αρχείο "λογισμικό rhet για το απλό εκκρεμές" που βρίσκεται στο φάκελλο έγγραφα του υπολογιστή σας. Για πέντε λεπτά γνωρίστε το λογισμικό αλλάζοντας τα δεδομένα στην πράσινη εργαλειοθήκη στα δεξιά της οθόνης. Αφού δείτε όλες τις δυνατότητες του λογισμικού βγείτε από αυτό και ξαναμπείτε για να αρχικοποιηθούν τα χαρακτηριστικά του εκκρεμούς.



Όπως βλέπω στην οθόνη υπάρχει ένα απλό εκκρεμές με μήκος νήματος 2m και μάζα σωματιδίου 1kg. Πατάω το κουμπί  σταμάτημα/ξεκίνημα έτσι ώστε στην οθόνη να γράφει σταματημένο. Στη συνέχεια εκτρέπω το σωματίδιο του εκκρεμούς κατά γωνία 5 μοιρών (θα το γράψει η οθόνη) και στη δεξιά στήλη με τα εργαλεία κάνω κλικ στο χρονόμετρο φωτοπύλης έτσι ώστε να εμφανιστεί στην οθόνη ένα χρονόμετρο που μετρά αυτόματα την περίοδο.(Στις μετρήσεις που θα πάρετε θα στρογγυλοποιείτε στα 2 πρώτα δεκαδικά ψηφία της περιόδου.)







Κάνω κλικ στην ετικέτα **ξεκίνημα** στο χρονόμετρο φωτοπύλης και τότε το φωτάκι αριστερά της ετικέτας γίνεται από κόκκινο πράσινο και το χρονόμετρο είναι έτοιμο για μέτρηση. Μετά κάνω κλικ στο κουμπί  σταμάτημα/ξεκίνημα και γράφω την περίοδο του εκκρεμούς (που διαβάζω στο χρονόμετρο φωτοπύλης) στον πίνακα 1 της σελίδας 7.

Πατάω  και **ξεκίνημα** για να μηδενιστεί το χρονόμετρο και **επιβεβαίωση** στη στήλη των εργαλείων.

Α. Βάζω τώρα στη δεξιά στήλη των εργαλείων μήκος νήματος 2,5m, εκτρέπω το εκκρεμές πάλι για 5 μοίρες και πατάω **ξεκίνημα** και . Μετρώ πάλι την περίοδο του εκκρεμούς με το χρονόμετρο φωτοπύλης και συμπληρώνω τον πίνακα 1 της σελίδας 7.

Β. Πατάω  γυρίζω το μήκος στα 2m, βάζω μάζα 2kg και εκτρέπω το εκκρεμές πάλι κατά 5 μοίρες. Πατάω **ξεκίνημα** στο χρονόμετρο φωτοπύλης και . Βλέπω πάλι την περίοδο του εκκρεμούς στο χρονόμετρο φωτοπύλης και συμπληρώνω τον πίνακα 1 της σελίδας 7.

Γ. Πατάω  γυρίζω τη μάζα στο 1kg και εκτρέπω το εκκρεμές κατά 9 μοίρες. Πατάω **ξεκίνημα** και . Βλέπω την περίοδο στο χρονόμετρο φωτοπύλης και συμπληρώνω τον πίνακα 1 της σελίδας 7.

Δ. Πατάω  γυρίζω τη γωνία εκτροπής στις 5° και επιλέγω Σελήνη στη στήλη εργαλείων. Πατάω **ξεκίνημα** και . Βλέπω πάλι την περίοδο στο χρονόμετρο φωτοπύλης και συμπληρώνω τον πίνακα 1 της σελίδας 7.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1 - ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ**

Μήκος νήματος σε m	Μάζα σφαιριδίου σε kg	Γωνία εκτροπής σε μοίρες	Τόπος πειράματος	Περίοδος T σε sec	Μεταβολή της περιόδου
2	1	5	Γη		-
<b>2,5</b>	1	5	Γη		
2	<b>2</b>	5	Γη		
2	1	<b>9</b>	Γη		
2	1	5	<b>Σελήνη</b>		

#### 4. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΕΨΕΩΝ ΜΕ ΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Συμπληρώστε τώρα τον παρακάτω πίνακα 2 για να γίνει η σύγκριση προβλέψεων - μετρήσεων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 - ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΡΟΒΛΕΨΕΩΝ - ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

	ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ
	Σύγκριση με περίοδο αρχικών συνθηκών	Σύγκριση με περίοδο αρχικών συνθηκών
Μεγαλύτερο μήκος νήματος		
Μεγαλύτερη μάζα		
Μεγαλύτερη γωνία εκτροπής (πλάτος)		
Τόπος πειράματος: Σελήνη		

**5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

- A. Η περίοδος ενός απλού εκκρεμούς εξαρτάται από το μήκος του νήματός του. Σ Λ
- B. Η περίοδος ενός απλού εκκρεμούς εξαρτάται από τη μάζα του σφαιριδίου του. Σ Λ
- Γ. Η περίοδος ενός απλού εκκρεμούς εξαρτάται από τη γωνία εκτροπής του σφαιριδίου του (πλάτος του εκκρεμούς) Σ Λ
- Δ. Η περίοδος ενός απλού εκκρεμούς εξαρτάται από τον τόπο που βρίσκομαι. Σ Λ

**6. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ**

Η περίοδος ενός εκκρεμούς με μήκος νήματος 1m και μάζα σφαιριδίου 2kg είναι 2sec.

- Αν το μήκος νήματος γίνει διπλάσιο η περίοδος θα μείνει η ίδια. Σ Λ
- Αν βάλω διπλάσια μάζα η περίοδος θα μεγαλώσει. Σ Λ
- Αν αλλάξω τη γωνία εκτροπής (<math>10^\circ</math>) η περίοδος θα μείνει η ίδια. Σ Λ
- Αν το μεταφέρω στον πλανήτη Δία ( $g \gg$ ) η περίοδος θα μικρύνει. Σ Λ