

## ΤΟ ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Το απλό εκκρεμές αποτελείται από μια σημειακή μάζα  $m$ , κρεμασμένη από αβαρές μη εκτατό νήμα  $L$ , σε ομογενές βαρυντικό πεδίο επιτάχυνσης  $g$ . Είναι ένα απλό σύστημα που για μικρά πλάτη, δηλαδή μικρές γωνίες  $\theta$ , μπορεί κατά προσέγγιση να εκτελεί απλή αρμονική ταλάντωση. Η περίοδος του εκκρεμούς μπορεί να εκφραστεί σε μορφή απειροσειράς

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \left( 1 + \frac{1^2}{2^2} \sin^2 \frac{\theta}{2} + \frac{1^2 3^2}{2^2 4^2} \sin^4 \frac{\theta}{2} + \dots \right)$$

Έτσι έχουμε για μικρές γωνίες  $\theta \leq 6^\circ$  είναι

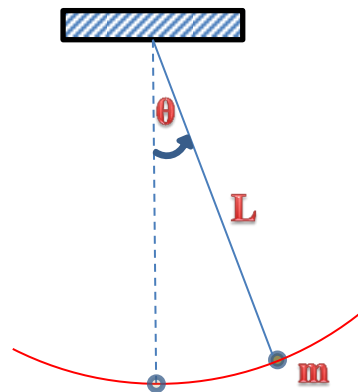
$$T \cong 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

Δηλαδή για μικρές γωνίες, η περίοδος δεν εξαρτάται από τη μάζα  $m$  και τη γωνία εκτροπής, αλλά είναι ανάλογη της τετραγωνικής ρίζας του μήκους του εκκρεμούς, και αντιστρόφως ανάλογη του τετραγώνου της επιτάχυνσης  $g$ . Ο παραπάνω τύπος μας δίνει μια βολική μέθοδο υπολογισμού της επιτάχυνσης της βαρύτητας  $g$  ως εξής

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow T^2 = 4\pi^2 \frac{L}{g} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2}{g} L$$

Συνεπώς αν χαράξουμε τη γραφική παράσταση  $T^2 - L$ , τότε η κλίση της ευθείας δίνει την επιτάχυνση της βαρύτητας, δηλαδή

$$\text{εφφ} = \frac{4\pi^2}{g} \Rightarrow g = \frac{4\pi^2}{\text{εφφ}}$$



## ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

<https://phet.colorado.edu/>  $\Rightarrow$  on line  $\Rightarrow$  physics  $\Rightarrow$  motion  $\Rightarrow$  Pendulum lab

Labels in the image:

- Επιλογή μήκους (Length selection)
- Επιλογή μάζας (Mass selection)
- Επιλογή τριβών (Friction selection)
- Επιλογή χρόνου εξέλιξης (Time evolution selection)
- Επιλογή πεδίου εξέλιξης (Evolution field selection)
- Εμφάνιση φωτοπύλης (Photogate display)
- Εμφάνιση μέτρου και χρονομέτρου (Display of meter and stopwatch)
- Γωνία εκτροπής (Angle of deflection)
- Μήκος L (Length L)
- Μάζα m (Mass m)
- Χάρακας (Ruler)
- PHET logo
- pause/play button

## Η ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

### I) ΣΧΕΣΗ ΓΩΝΙΑΣ - ΠΕΡΙΟΔΟΥ

Ορίζουμε την τιμή του μήκους 2m ,μάζα 1Kg και για κάθε γωνία μετράμε με τη βοήθεια της φωτοπύλης την περίοδο του εκκρεμούς.

ΓΩΝΙΑ ΤΑΛΑΝΤΩΣΗΣ $\theta(^{\circ})$	ΠΕΡΙΟΔΟΣ T(s)
90	
45	
30	
10	
6	
5	
4	
3	
2	

Συμπέρασμα

---

---

---

### II) ΣΧΕΣΗ ΜΑΖΑΣ - ΠΕΡΙΟΔΟΥ

Ορίζουμε την τιμή του μήκους 2m, γωνία εκτροπής  $6^{\circ}$  και για κάθε μάζα ,μετράμε με τη βοήθεια της φωτοπύλης την περίοδο του εκκρεμούς

ΜΑΖΑ m(Kg)	ΠΕΡΙΟΔΟΣ T(s)
0,5	
1	
1,5	
2	

Συμπέρασμα

---

---

---

### III) Α. ΣΧΕΣΗ ΜΗΚΟΥΣ - ΠΕΡΙΟΔΟΥ

Ορίζουμε την τιμή της μάζας 1Kg , γωνία εκτροπής  $6^{\circ}$  και για κάθε μήκος ,μετράμε με τη βοήθεια της φωτοπύλης την περίοδο του εκκρεμούς

ΜΗΚΟΣ L(m)	ΠΕΡΙΟΔΟΣ T(s)
0,6	
1	
1,4	
1,8	
2,2	

Συμπέρασμα

---

---

---

## ΕΠΕΚΤΕΙΝΟΝΤΑΣ

### Β.ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ ΝΟΜΟΥ ΑΠΛΟΥ ΕΚΚΡΕΜΟΥΣ

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \Rightarrow T = \frac{2\pi\sqrt{L}}{\sqrt{g}} \Rightarrow \frac{T}{\sqrt{L}} = \frac{2\pi}{\sqrt{g}} \Rightarrow \frac{T}{\sqrt{L}} = \text{σταθερό}$$

ΜΗΚΟΣ L(m)	ΤΕΤΡΑΓΩΝΙΚΗ ΡΙΖΑ ΜΗΚΟΥΣ $\sqrt{L}$	ΠΕΡΙΟΔΟΣ T(s)	$\frac{T}{\sqrt{L}}$
0,6	0,8		
1	1,0		
1,4	1,2		
1,8	1,3		
2,2	1,5		

Συμπέρασμα

---

---

### ΙV) ΣΧΕΣΗ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗΣ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ - ΠΕΡΙΟΔΟΥ

Ορίζουμε την τιμή του μήκους 2m, γωνία εκτροπής  $6^\circ$ , μάζα  $m=1\text{Kg}$  και μετράμε με τη βοήθεια της φωτοπύλης την περίοδο του εκκρεμούς σε διαφορετικά βαρυτικά πεδία

ΒΑΡΥΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ	ΠΕΡΙΟΔΟΣ T(s)
ΣΕΛΗΝΗ $g \cong 1,6\text{m/s}^2$	
ΓΗ $g \cong 9,8\text{m/s}^2$	
ΔΙΑΣ $g \cong 22,9\text{m/s}^2$	
ΕΚΤΟΣ ΒΑΡΥΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ $g=0$	

Συμπέρασμα

---

---

### ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗΣ ΤΗΣ ΒΑΡΥΤΗΤΑΣ ΑΓΝΩΣΤΟΥ ΠΛΑΝΗΤΗ

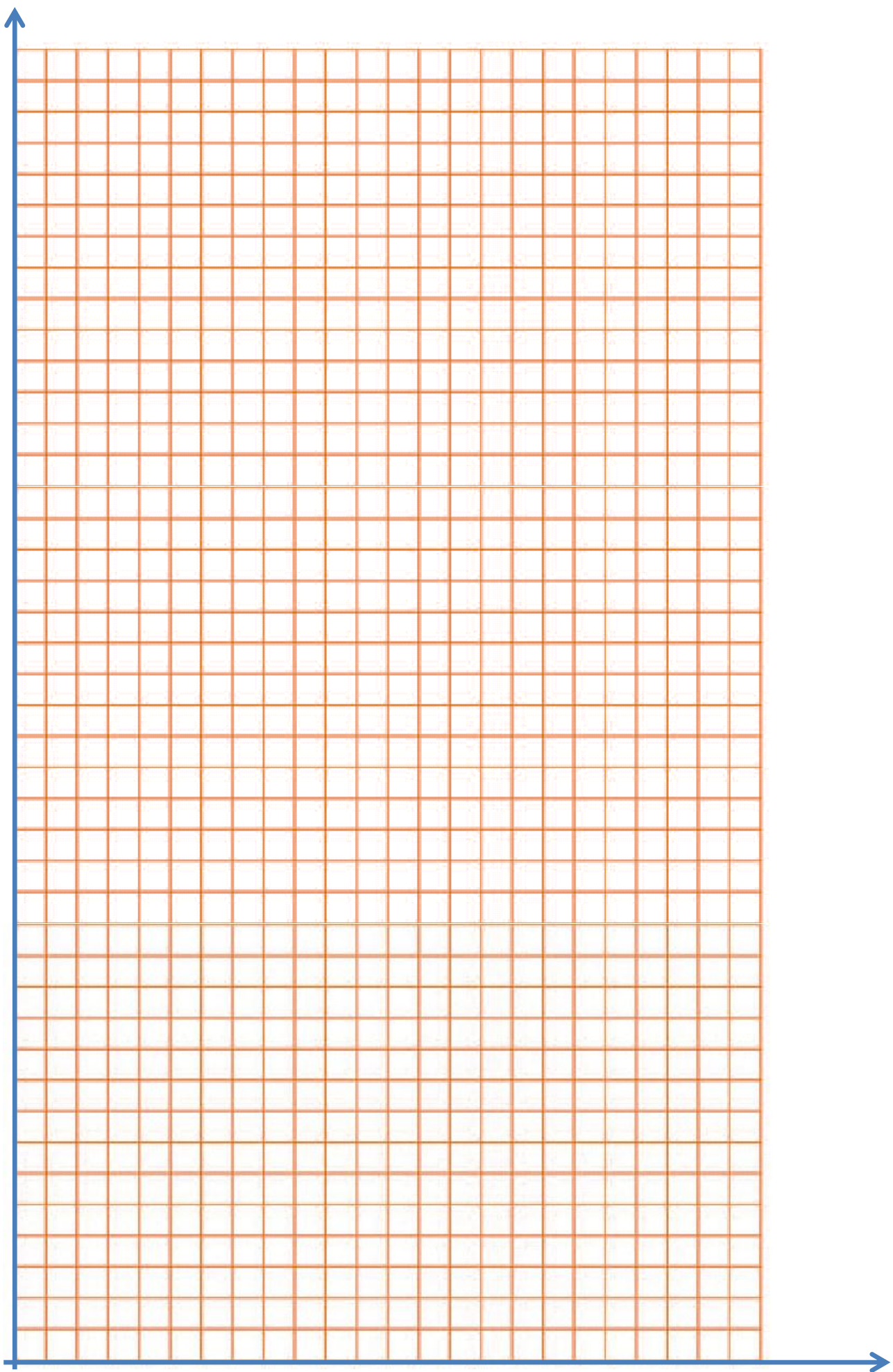
Επιλέγουμε τον πλανήτη X, ορίζουμε την τιμή της μάζας  $1\text{Kg}$ , τη γωνία εκτροπής  $6^\circ$  και για κάθε μήκος, μετράμε με τη βοήθεια της φωτοπύλης την περίοδο του εκκρεμούς.

ΜΗΚΟΣ L(m)	ΠΕΡΙΟΔΟΣ T(s)	$T^2(\text{s}^2)$
0,6		
0,8		
1		
1,2		
1,4		
1,6		
1,8		
2		

Σχεδιάζουμε τη γραφική παρασταση  $T^2$ -L και υπολογίζουμε την κλίση της (εφφ) εφφ=.....

$$\text{και } g = \frac{4\pi^2}{\text{εφφ}} \Rightarrow g = \frac{39,4}{\text{εφφ}} \Rightarrow g = \dots\dots\dots \text{m/s}^2$$

$T^2(s^2)$



$L (m)$