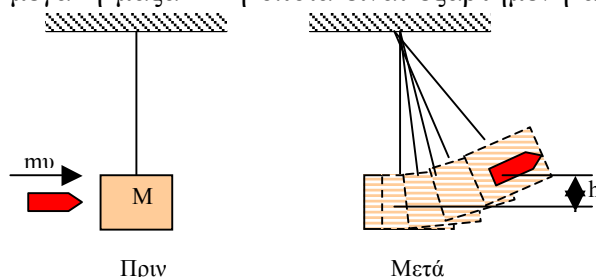
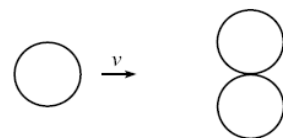


## ΦΥΣ. 131 ΕΡΓΑΣΙΑ # 6

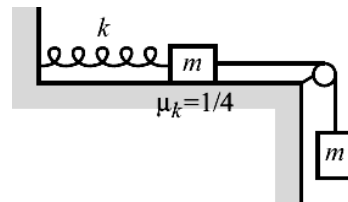
- Ένα αυγό μάζας 0.250kgr πέφτει από ένα ύψος 2.0 m στο έδαφος. (α) Υπολογίστε την ώθηση που εξασκεί η δύναμη της βαρύτητας στο αυγό κατά τη διάρκεια της πτώσης του στο έδαφος. (β) Προσδιορίστε την ταχύτητα του αυγού τη στιγμή ακριβώς πριν τη πρόσκρουσή του στο έδαφος, και με βάση το αποτέλεσμα σας υπολογίστε την αλλαγή στην ορμή του κατά τη διάρκεια της πτώσης του. (γ) Το αυγό σταματά στο δάπεδο μέσα σε 0.010s. Βρείτε την ώθηση της συνολικής δύναμης στο αυγό κατά το σπάσιμό του. Βρείτε την μέση δύναμη στο αυγό τη στιγμή που σπάει και συγκρίνετε το αποτέλεσμα με το βάρος του αυγού.
- Μια μπάλα ρίχνεται κατακόρυφα προς τα πάνω. Τη στιγμή που φθάνει στο μέγιστο ύψος μια όμοια μπάλα που κινείται οριζόντια με ταχύτητα  $v$ , συγκρούεται (όχι απαραίτητα μετωπικά) τελείως ελαστικά μαζί της. Ποια είναι η μέγιστη οριζόντια απόσταση η δεύτερη μπάλα μπορεί να διανύσει μέχρι την χρονική στιγμή που επιστρέφει στο αρχικό ύψος της σύγκρουσης. Υπόδειξη: μπορείτε να χρησιμοποιήσετε το αποτέλεσμα της ελαστικής σύγκρουσης 2 μπαλών που αποδείξαμε στις διάλεξεις;
- Μια μπάλα με αρχική ταχύτητα  $v$  ρίχνεται με τέτοια διεύθυνση ώστε να χτυπήσει ανάμεσα σε δυο άλλες μπάλες, όπως φαίνεται στο σχήμα. Σύμφωνα με το σχήμα, η ελαστική κρούση διώχνει τις δύο μπάλες στα δεξιά με γωνία  $30^\circ$  ως προς την αρχική διεύθυνση της κίνησης. Βρείτε τις ταχύτητες και των 3 μπαλών μετά τη σύγκρουση.
- Η ταχύτητα μιας σφαίρας μπορεί να μετρηθεί με μια συσκευή που ονομάζεται βαλλιστικό εκκρεμές, όπως δείχνει το παρακάτω σχήμα. Μια σφαίρα μάζας  $m$  κινούμενη με ταχύτητα  $v$  συναντά μια μεγάλη μάζα  $M$  η οποία είναι εξαρτημένη από ένα εκκρεμές που βρίσκεται αρχικά σε ηρεμία. Η μάζα  $M$  απορροφά την σφαίρα. Η κρεμασμένη μάζα (που τώρα αποτελείται από  $M+m$ ) αιωρείται σε κάποιο ύψος  $h$  πάνω από την αρχική θέση του εκκρεμούς όπως δείχνεται στο σχήμα; (α) Δείξτε ότι η αρχική ταχύτητα  $v'$  του εκκρεμούς



(που περιέχει τη σφαίρα) μετά την πρόσκρουση δίνεται από την σχέση  $v' = \frac{mv}{M+m}$ . (β)

Δείξτε ότι η ταχύτητα της σφαίρας δίνεται από τη σχέση  $v = \frac{M+m}{m} \sqrt{2gh}$ . (γ) Αν  $h=10\text{cm}$ ,  $M=2.50\text{kg}$  και  $m=10\text{gr}$  να βρεθεί η ταχύτητα  $v$  της σφαίρας.

5. Ένας πύραυλος που ανυψώνεται κατακόρυφα εκτοξεύει μάζα αερίων με σταθερό ρυθμό  $\frac{dm}{dt} = -100 \text{ kg/s}$ . Η αρχική συνολική μάζα του πυραύλου είναι  $m_0 = 2 \times 10^4 \text{ kg}$ . Η αρχική μάζα των καυσίμων είναι  $m_{0K} = 0.865 m_0$  και η ταχύτητα αποβολής των αερίων ως προς τον πύραυλο είναι  $v_{ex} = 4.0 \text{ km/s}$ . Δίνεται ότι τη χρονική στιγμή  $t = 0$  η ταχύτητα του πύραυλου είναι  $V_0 = 0$ . (Η ταχύτητα αποβολής των αερίων ως προς τον πύραυλο και η επιτάχυνση της βαρύτητας θεωρούνται σταθερές). (α) Να σημειώσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στον πύραυλο και να τις υπολογίσετε τη χρονική στιγμή  $t_1 = 100 \text{ s}$ . (β) Να υπολογίσετε το χρόνο που απαιτείται για να αδειάσει ο πύραυλος από καύσιμα και να υπολογίσετε τη ταχύτητά του τη χρονική στιγμή τότε. ( $g = 10.0 \text{ m/s}^2$ ).
6. Δοχείο γεμάτο με νερό ξεκινά από την ηρεμία του και ολισθαίνει χωρίς τριβές κατά μήκος κεκλιμένου επιπέδου με γωνία κλίσης  $\theta$ . Από τρύπα στο δοχείο, εκτοξεύεται νερό κατά την διεύθυνση του κεκλιμένου επιπέδου με σταθερή ταχύτητα  $v_{ex}$  ως προς το δοχείο και με σταθερό ρυθμό  $dm/dt = -\alpha$ , όπου  $\alpha > 0$ . Η μάζα του δοχείου όταν είναι άδειο είναι  $m_{0\Delta}$  και η αρχική μάζα του νερού είναι  $m_{0N}$ . Αναφέρατε και σημειώστε όλες τις δυνάμεις που ασκούνται στο με δοχείο με το νερό και βρείτε την ταχύτητα του δοχείου όταν θα έχει αδειάσει όλο το νερό, αν  $\frac{m_{0\Delta}}{\alpha} \geq \frac{v_{ex}}{g \sin \theta}$ .
7. Μια σακούλα με καραμέλες αδειάζει μέσα στο καλάθι μια ζυγαριάς ελατηρίου η οποία αρχικά είχε μηδενική ένδειξη. Κάθε καραμέλα ζυγίζει  $2 \text{ gr}$  και πέφτει στη ζυγαριά από ύψος  $1.2 \text{ m}$ . Οι καραμέλες πέφτουν στη ζυγαριά με ρυθμός  $6$  καραμέλες/sec. Ποια είναι η ένδειξη της ζυγαριάς μετά από  $10 \text{ sec}$  αν όλες οι καραμέλες συγκρούονται με την ζυγαριά τελείως πλαστικά;
8. Ο Γιάννης και η Μαρία στέκονται πάνω σε ένα κιβώτιο μάζας  $15.0 \text{ kg}$  το οποίο είναι σε ηρεμία πάνω στη λεία οριζόντια επιφάνεια μιας παγωμένης λίμνης. Ο Γιάννης έχει μάζα  $75.0 \text{ kg}$  ενώ η Μαρία έχει μάζα  $45.0 \text{ kg}$ . Ξαφνικά θυμούνται ότι δεν έχουν νερό μαζί τους και ο καθένας πηδά από το κιβώτιο οριζόντια. Αφού το κάθε άτομο πηδήξει από το κιβώτιο συνεχίζει να κινείται με ταχύτητα  $4.00 \text{ m/s}$  σχετικά με το κιβώτιο. (α) Ποια είναι η τελική ταχύτητα του κιβωτίου αν και τα δύο άτομα πηδήξουν ταυτόχρονα από το κιβώτιο. (β) Ποια είναι η τελική ταχύτητα του κιβωτίου αν πηδήξει πρώτα ο Γιάννης και μετά από λίγα δευτερόλεπτα η Μαρία πηδήξει προς την ίδια κατεύθυνση (γ) Ποια είναι η τελική ταχύτητα του κιβωτίου αν πηδήξει πρώτα η Μαρία και μετά ο Γιάννης και πάλι προς την ίδια διεύθυνση.
9. Θεωρήστε τη διάταξη του διπλανού σχήματος η οποία αποτελείται από δύο ίσες μάζες  $m$  και ένα ελατήριο σταθεράς  $k$ . Ο συντελεστής στατικής τριβής μεταξύ της μάζας στα αριστερά του τραπεζιού και της επιφάνειας του τραπεζιού είναι  $\mu = 1/4$ , ενώ η τροχαλία θεωρείστε την ως λεία και αβαρή. Το σύστημα συγκρατείται με ένα ελατήριο το οποίο είναι στο φυσικό του μήκος αρχικά και κατόπιν το σύστημα αφήνεται ελεύθερο. (α) Πόσο επιμηκύνεται το ελατήριο πριν η μάζα έρθει σε κατάσταση ηρεμίας; (β) Ποια η ελάχιστη τιμή του συντελεστή στατικής τριβής για τον



οποίο το σύστημα συνεχίζει να παραμένει σε ηρεμία μετά τη στιγμή που έρχεται για πρώτη φορά σε ηρεμία. (γ) Αν το νήμα κοπεί, ποια είναι η τιμή της μέγιστης συσπείρωσης του ελατηρίου εξαιτίας της κίνησης αυτής του σώματος;

10. Μια μάζα  $2m$  κινούμενη με ταχύτητα  $v$  συγκρούεται ελαστικά με μια ακίνητη μάζα  $m$ . Αν οι δύο μάζες φεύγουν μετά τη σκέδαση με ίσες γωνίες ως προς την αρχική διεύθυνση πρόσκρουσης, ποια είναι η γωνία σκέδασης;

11. Δυο μάζες  $2\text{ kg}$  και  $3\text{ kg}$  αντίστοιχα χρησιμοποιούνται για να συμπιέσουν τις αντίθετες άκρες ενός ιδανικού ελατηρίου με σταθερά ελατηρίου  $K=1.50 \times 10^3 \text{ N/m}$  πάνω σε ένα λείο τραπέζι. Το ελατήριο συμπιέζεται κατά  $40 \text{ cm}$  από το φυσικό του μήκος και αφήνεται ελεύθερο με τις δύο μάζες αρχικά σε κατάσταση ισορροπίας. Θεωρήστε το σύστημά σας να είναι το ελατήριο με τις δύο μάζες. (α) Εξηγήστε γιατί η ορμή του συστήματος διατηρείται. (β) Εξηγήστε γιατί η ολική μηχανική ενέργεια του συστήματος διατηρείται. (γ) Προσδιορίστε την ταχύτητα των μαζών τη στιγμή που αφήνουν το ελατήριο.

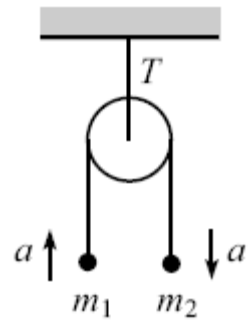
12. Σε προηγούμενες ασκήσεις είχαμε δει τη μηχανή του Atwood του παρακάτω σχήματος. Είχαμε δει ότι η επιτάχυνση των μαζών και η τάση του νήματος στο υψηλότερο σημείο δίνονται από τις σχέσεις:

$$a = g \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} \quad \text{και} \quad T = g \frac{4m_2 m_1}{m_2 + m_1}$$

Υποθέτουμε ότι  $m_2 > m_1$  οπότε η επιτάχυνση είναι προς τα πάνω και θετική.

(α) Θεωρείστε ότι κάθε μάζα έχει μετακινηθεί κατά μια απόσταση  $d$ . Υπολογίστε τη δυναμική και κινητική ενέργεια και αποδείξτε ότι η μηχανική ενέργεια διατηρείται.

(β) Δείξτε ότι μετά από ένα χρονικό διάστημα  $t$ ,  $P_{\text{ολική}} = F_{\text{ολική}} t$ . Προσέξτε ώστε να συμπεριλάβετε όλες τις δυνάμεις που ενεργούν στο σύστημα.



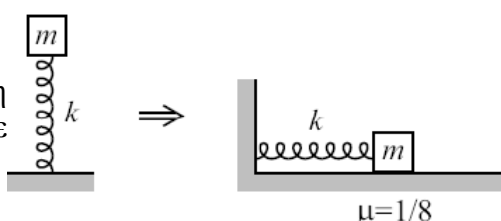
13. Το ελατήριο ενός όπλου έχει αμελητέα μάζα και μια σταθερά ελατηρίου  $k = 400 \text{ N/m}$ . Το ελατήριο συμπιέζεται  $0.050 \text{ m}$  και μια σφαίρα μάζας  $0.030 \text{ kg}$  τοποθετείται στην οριζόντια κάνη του όπλου ώστε να ακουμπά το άκρο του συσπειρωμένου ελατηρίου. Το ελατήριο κατόπιν ελευθερώνεται και η σφαίρα εκσφενδονίζεται από την κάνη του όπλου. Το μήκος της κάνης είναι  $0.050 \text{ m}$ , έτσι ώστε η σφαίρα χάνει επαφή με το ελατήριο την στιγμή που βγαίνει από την κάνη. Το όπλο κρατιέται ώστε η κάνη να είναι οριζόντια. (α) Υπολογίστε την ταχύτητα με την οποία η σφαίρα εξέρχεται από το όπλο θεωρώντας τις τριβές αμελητέες. (β) Υπολογίστε την ταχύτητα με την οποία η σφαίρα εξέρχεται από την κάνη όταν μια σταθερή δύναμη αντίστασης μέτρου  $F=6.0 \text{ N}$  ενεργεί στην σφαίρα καθώς αυτή κινείται μέσα στην κάνη. (γ) Για την περίπτωση του ερωτήματος (β), σε ποια θέση κατά μήκος της κάνης η μπάλα έχει την μέγιστη ταχύτητα; Πόση είναι αυτή η ταχύτητα; (στην περίπτωση αυτή η μέγιστη ταχύτητα δεν αποκτάται στο τέλος της κάνης).

14. Ένα ελατήριο με σταθερά ελατηρίου  $k$  είναι σε κατακόρυφη θέση και μια μάζα  $m$  τοποθετείται στο πάνω άκρο του ελατηρίου. Η μάζα σταδιακά κατεβαίνει στη θέση ισορροπίας της. Με το ελατήριο κρατούμενο στη θέση αυτή της συσπείρωσης, το σύστημα περιστρέφεται κατά  $90^\circ$  στην οριζόντια θέση. Το ελεύθερο άκρο του ελατηρίου εξαρτάται από ένα τοίχο και η μάζα τοποθετείται πάνω σε τραπέζι με συντελεστή κινητικής τριβής  $\mu=1/8$ . Η μάζα αφήνεται ελεύθερη:

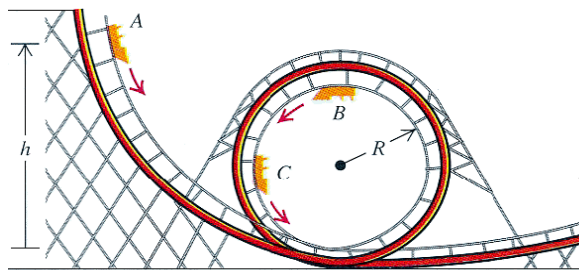
(α) Ποια είναι η αρχική συσπείρωση του ελατηρίου.

(β) Πόσο ελαττώνεται η μέγιστη συσπείρωση (ή επιμήκυνση) του ελατηρίου μετά από κάθε μισή ταλάντωση (Υπόδειξη: Μην προσπαθήσετε να το λύσετε με  $F = ma$ ).

(γ) Πόσες φορές ταλαντώνεται η μάζα  $m$  πριν έρθει στην κατάσταση ηρεμίας;

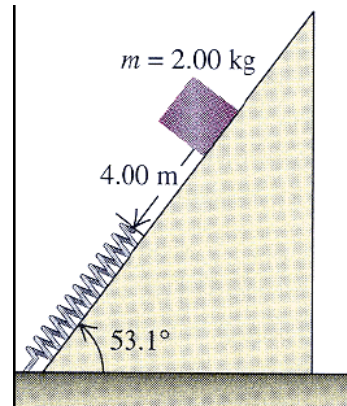


15. Ένα αυτοκίνητο σε κάποιο λούνα-πάρκ κινείται χωρίς τριβές πάνω στην τροχιά της εικόνας. Ξεκινά από την ηρεμία από ένα σημείο A και σε ύψος  $h$  από το χαμηλότερο σημείο της κυκλικής τροχιάς. (α) Ποια είναι η ελάχιστη τιμή του  $h$  (συναρτήσει της ακτίνας  $R$  της κυκλικής τροχιάς) ώστε το αυτοκίνητο να συμπληρώσει μια πλήρη περιστροφή χωρίς να πέσει από το υψηλότερο σημείο B. (β) Αν το ύψος είναι  $h=3.5R$  και  $R=25.0\text{m}$ ,

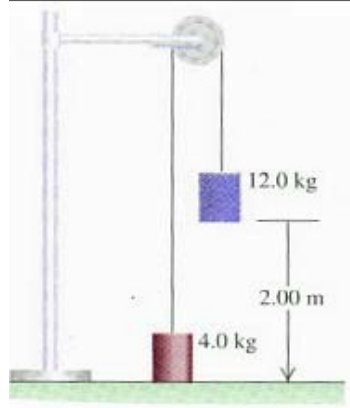


υπολογίστε την ταχύτητα, ακτινική επιτάχυνση, εφαπτομενική επιτάχυνση των επιβατών του αυτοκινήτου στο σημείο C, το οποίο είναι στο τέλος της οριζόντιας διαμέτρου. Δείξτε τις συνιστώσες αυτές της επιτάχυνσης σε ένα διάγραμμα

16. Ένα κιβώτιο μάζας  $2.0\text{kg}$  αφήνεται ελεύθερο σε ένα κεκλιμένο επίπεδο κλίσης  $53.1^\circ$ ,  $4\text{m}$  απόσταση από ένα μακρύ ελατήριο σταθερής  $k=140.0\text{N/m}$  το άλλο άκρο του οποίου είναι στερεωμένο στη βάση του κεκλιμένου επιπέδου. Οι συντελεστές τριβής μεταξύ του πακέτου και του κεκλιμένου επιπέδου είναι  $\mu_s=0.40$  και  $\mu_k=0.20$ . Η μάζα του ελατηρίου είναι αμελητέα. (α) Ποια είναι η ταχύτητα του πακέτου ακριβώς πριν ακουμπήσει το ελατήριο; (β) Ποια είναι η μέγιστη συσπείρωση του ελατηρίου; (γ) Το πακέτο μετά την ταλάντωση του ελατηρίου ελευθερώνεται και επιστρέφει ξανά προς το πάνω μέρος του κεκλιμένου επιπέδου. Πόσο κοντά στην αρχική του θέση μπορεί να φθάσει;



17. Το σύστημα του παρακάτω σχήματος αφήνεται από την κατάσταση ηρεμίας με το κουβά της μπουγιάς μάζας 12kg, 2.00m πάνω από το έδαφος. Χρησιμοποιήστε την αρχή διατήρησης της ενέργειας για να βρείτε την ταχύτητα με την οποία ο κουβάς χτυπά στο έδαφος. Αγνοήστε την τριβή και αδράνεια της τροχαλίας.



18. Ένα κιβώτιο μάζας  $m$  πιέζεται πάνω σε ένα ελατήριο αμελητέας μάζας και σταθερής ελατηρίου  $k$ , συσπειρώνοντάς το κατά ένα μήκος  $x$ . Το κιβώτιο κατόπιν αφήνεται ελεύθερο και αρχίζει να κινείται πάνω σε ένα κεκλιμένο επίπεδο κλίσης  $\alpha$  ως προς τον ορίζοντα. Ο συντελεστής κινητικής τριβής μεταξύ του κιβωτίου και του κεκλιμένου επιπέδου είναι  $\mu_k$ , όπου  $\mu_k < 1$ . Το κιβώτιο συνεχίζει να κινείται πάνω στο κεκλιμένο επίπεδο αφού έχει καλύψει μια απόσταση  $s > |x|$  κατά μήκος του κεκλιμένου επιπέδου. Υπολογίστε τη γωνία  $\alpha$  για την οποία η ταχύτητα του κιβωτίου αφού έχει κινηθεί κατά απόσταση  $s$  είναι ελάχιστη. Εξηγήστε γιατί η ελάχιστη ταχύτητα δεν συμβαίνει για γωνία  $\alpha=90^\circ$ , ακόμα και αν για την γωνία αυτή έχουμε μέγιστη αύξηση της δυναμικής ενέργειας λόγω βαρύτητας