

## Δυναμική βαρυτική ενέργεια



Όταν ένα σώμα μάζας  $m$  είναι σε ύψος  $h$  σε σχέση με **κάποιο(\*)** οριζόντιο επίπεδο, τότε λέμε ότι το σώμα έχει μια ποσότητα ενέργειας η οποία :

- ✓ Υπολογίζεται από τη σχέση  $U = m g h$
- ✓ Ονομάζεται βαρυτική δυναμική ενέργεια.

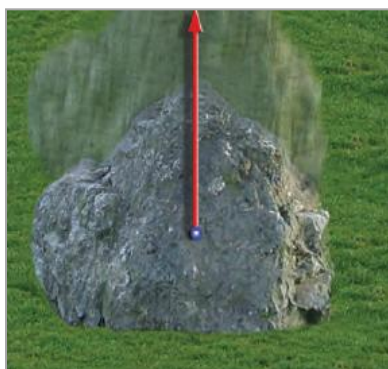
Στο σχήμα ο νεαρός κρατά ένα κουτάκι αναψυκτικού, ενώ ένα δεύτερο κατεβαίνει και στο στιγμιότυπο βρίσκεται σε χαμηλότερο ύψος σε σχέση με το πρώτο. Αν τα κουτάκια έχουν ίσες μάζες, μπορούμε να πούμε ότι το κουτάκι που κρατά στο αριστερό χέρι, έχει –περίπου– διπλάσια δυναμική βαρυτική ενέργεια.

Συμφωνείτε με αυτή τη παρατήρηση;

**ΠΑΡΑΔΟΧΗ** : Σε όλα τα παραδείγματα της ενότητας η επιφάνεια του εδάφους ορίζεται σε ύψος μηδέν.

### Μελέτη I

Στο σχήμα τα δυο κουτάκια αναψυκτικών κρέμονται με δυο νήματα ίσου μήκους. Το ένα είναι γεμάτο και το άλλο άδειο. Ποιο κουτάκι έχει μεγαλύτερη δυναμική βαρυτική ενέργεια ;



### Μελέτη II

Στην εικόνα η πέτρα αφέθηκε από κάποιο ύψος και σταμάτησε αφού εισχώρησε κατά τι στο μαλακό έδαφος.

Αυτή η πέτρα βρίσκεται σε ύψος μηδέν. Επομένως έχει δυναμική ενέργεια ΜΗΔΕΝ.

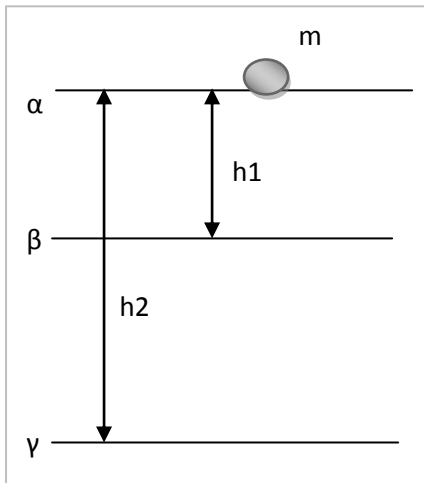
### Μελέτη III

Ποια η δυναμική ενέργεια ( $U$ ) της χιονοδρόμου στη διπλανή εικόνα;

Εδώ βλέπουμε ότι οι περιοχές του σώματός της (πέλματα, γόνατα, λεκάνη, κοιλιά, στήθος, κεφάλι,... είναι σε διαφορετικό ύψος. Επομένως η σχέση  $U=mgh$  δεν μπορεί να εφαρμοστεί ...αβασάνιστα! Στις τάξεις του γυμνασίου ας εστιάσουμε την προσοχή μας στο επίπεδο όπου στηρίζεται το μεγάλο μας αντικείμενο. Έτσι για την χιονοδρόμο μπορούμε να λέμε  $U=0$ . Την ίδια τιμή  $U=0$  έχει και ένας ελέφαντας που περπατά εκεί στις πεδιάδες της Αφρικής...



(Στο Λύκειο οι γνώσεις σας θα συμπληρωθούν. Μέχρι τότε ...υπομονή ! )



### Μελέτη IV (\*)

Στη διπλανή εικόνα έχουμε σχεδιάσει τρία οριζόντια επίπεδα α, β και γ.

Η δυναμική ενέργεια του σώματος εξαρτάται από το ύψος όπου βρίσκεται το σώμα, σε σχέση με το επίπεδο αναφοράς.

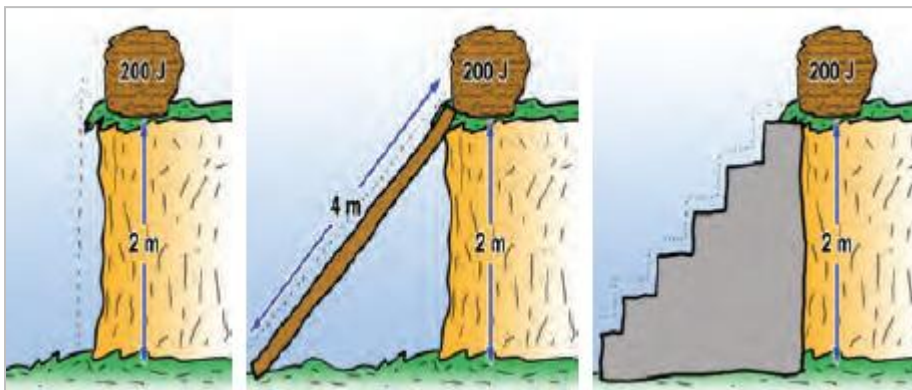
$$U_{\alpha} = 0 \quad , \quad U_{\beta} = mgh_1 \quad \text{και} \quad U_{\gamma} = mgh_2$$

Δηλαδή **για να ορίσεις δυναμική ενέργεια σε σώμα m, πρέπει να καθορίσεις από πού μετράς το ύψος !**

✍ Μα αν διαλέξεις διαφορετικά επίπεδα, τότε θα έχεις διαφορετικές τιμές στη δυναμική ενέργεια. Είναι αυτό πρόβλημα ;

Φαίνεται ότι είναι! Αλλά όπως θα μάθετε στο Λύκειο, δεν έχει ιδιαίτερη αξία η τιμή που θα αποδώσεις σε δυναμική ενέργεια, αλλά πόσο αυτή αλλάζει όταν σώμα μεταφερθεί από μια θέση σε μια άλλη...

### Μελέτη V : Τι μας διδάσκει η σχέση $U=m.g.h$



(I) Σώμα 100 N μεταφέρεται με τρεις διαφορετικούς τρόπους από το έδαφος σε κάποιο υψομετρικά ανώτερη θέση.

Η δυναμική ενέργεια είναι και στις τρεις περιπτώσεις :

$$U=(m.g).h = W.h = 100 \text{ N} \cdot 2 \text{ m} = 200 \text{ Joule.}$$

Επομένως : Η U εξαρτάται από το ύψος και όχι από το πώς μεταφέρθηκε το σώμα για να πάει σε αυτό το ύψος!

(II) Η δυναμική ενέργεια εξαρτάται από το μέγεθος g (βαρυτική ένταση). Άρα ένα σώμα m σε ύψος h στη Γη, θα έχει δυναμική βαρυτική ενέργεια εξαπλάσια αυτής που θα έχει το ίδιο σώμα, όταν βρεθεί στο ίδιο ύψος, στην επιφάνεια της Σελήνης.

(III) Αν στον κήπο μας –για παράδειγμα- μια ντομάτα αυξάνει συνεχώς σε μέγεθος τότε αυξάνει η μάζα της m και επομένως η βαρυτική δυναμική ενέργεια της.



## Ανακεφαλαιώνουμε

- Ένα σώμα 'έχει' βαρυτική δυναμική ενέργεια  $U=m.g.h$  , όταν βρίσκεται σε κάποιο ύψος  $h$ .
- Το ύψος  $h$  μετράται από οποιοδήποτε επίπεδο εμείς θέλουμε ή θέλει ο συντάκτης της άσκησης.
- Η βαρυτική δυναμική ενέργεια εξαρτάται από τη μάζα του σώματος ( $m$ ), από την βαρυτική ένταση ( $g$ ) και από το ύψος ( $h$ ) στο οποίο βρίσκεται το σώμα.
- Όταν σώμα αλλάζει θέση, τότε η βαρυτική δυναμική ενέργεια μεταβάλλεται **ΜΟΝΟ** στη περίπτωση που υπάρχει υψομετρική διαφορά μεταξύ αρχικής και τελικής θέσης.

### Παράδειγμα 5.2

Κατά την πραγματοποίηση μιας ελεύθερης βολής στην καλαθοσφαίριση, η μπάλα ανεβαίνει σε ύψος 3 m από το έδαφος του γηπέδου. Αν γνωρίζεις ότι η μάζα της μπάλας είναι 0,8 kg, να υπολογίσεις:

- Τη βαρυτική δυναμική ενέργεια που αποκτά σε σχέση (α) με το έδαφος και (β) με το κεφάλι της παίκτριας της οποίας το ύψος είναι 1,90 m.
- Τη μεταβολή της δυναμικής ενέργειας της μπάλας, αν γνωρίζεις ότι όταν η μπάλα φεύγει από τα χέρια της παίκτριας, βρίσκεται σε ύψος 2,5 m από το έδαφος (α) σε σχέση με το έδαφος και (β) σε σχέση με το κεφάλι της παίκτριας.

Δίνεται η επιτάχυνση της βαρύτητας  $g = 10 \frac{m}{sec^2}$



(iα) Η μπάλα σε ύψος  $h_1=3$  m από το έδαφος :  $U = m.g.h_1 = 0,8 \text{ Kg} \cdot 10 \text{ m/sec}^2 \cdot 3 \text{ m} = 24 \text{ joule}$

(iβ) Η μπάλα σε ύψος  $h_1-h_2 = 3 \text{ m} - 1,90 \text{ m} = 1,10 \text{ m}$  από το κεφάλι της ξανθιάς παίκτριας :

$$U = 0,8 \text{ Kg} \cdot 10 \text{ m/sec}^2 \cdot 1,1 \text{ m} = 8,8 \text{ joule}$$

(iiα) Αρχική θέση μπάλας σε σχέση με το έδαφος  $h_3=2,5$  m (φεύγει από το χέρι ξανθιάς παίκτριας) και τελική θέση της μπάλας σε σχέση με το έδαφος  $h_1=3$  m.

$$U_{\text{αρχική}} = m \cdot g \cdot h_3 = 0,8 \cdot 10 \cdot 2,5 = 20 \text{ joule} \quad \text{και} \quad U_{\text{τελική}} = \langle \text{βλέπε } i\alpha \rangle = 24 \text{ Joule}$$

Επομένως υπάρχει αύξηση :

$$\Delta U = U_{\text{τελική}} - U_{\text{αρχική}} = 24 \text{ J} - 20 \text{ J} = 4 \text{ Joule} \quad (1)$$

(iiβ) Αρχική θέση μπάλας σε ύψος  $h_3-h_2 = 2,5 \text{ m} - 1,90 \text{ m} = 0,6 \text{ m}$  πάνω από το κεφάλι της ξανθιάς. Τελική θέση μπάλας πάνω από το κεφάλι της ξανθιάς 1,10 m (βλέπε iβ)

$$U_{\text{αρχική}} = m \cdot g \cdot (h_3 - h_2) = 0,8 \cdot 10 \cdot 0,6 = 4,8 \text{ joule} \quad \text{και} \quad U_{\text{τελική}} = \langle \text{βλέπε } i\beta \rangle = 8,8 \text{ Joule}$$

Επομένως υπάρχει αύξηση :

$$\Delta U = U_{\text{τελική}} - U_{\text{αρχική}} = 8,8 \text{ J} - 4,8 \text{ J} = 4 \text{ Joule} \quad (2)$$

Για το ...Λύκειο:

**Μια σημαντική παρατήρηση:** Η μεταβολή της δυναμικής ενέργειας δεν εξαρτάται από την επιφάνεια σε σχέση με την οποία μετράς τη δυναμική ενέργεια.