1ο ΔΕΥΤΕΡΟ ΘΕΜΑ

|  |
| --- |
| Β1. Εκτοξεύουμε σώμα Α από ύψος H από την επιφάνεια της Γης με ταχύτητα κατακόρυφη και φορά προς τα κάτω και μέτρου ίση με *u0* .Ποιό από τα παρακάτω διαγράμματα απεικονίζουν τις γραφικές παραστάσεις *U-h* ( δυναμική ενέργεια συναρτήσει του ύψους του σώματος από τη Γη), *K-h*, (κινητική ενέργεια του σώματος συναρτήσει του ύψους του σώματος από τη Γη ) και *E-h* ( Μηχανική ενέργεια του σώματος συναρτήσει του ύψους του σώματος από την επιφάνεια της Γης) στο ίδιο σύστημα αξόνων; Επιλέξτε ( **μονάδες 4**) και αιτιολογείστε ( **μονάδες 8**)  U  K  E  Να θεωρηθεί ότι δεν υπάρχει αντίσταση του αέρα και ότι η επιτάχυνση της βαρύτητας έχει σταθερό μέτρο σε όλες τις θέσεις από τις οποίες περνά το σώμα.  α)  0  *h*  K  *E,U,K*  H  E  *E,U,K*  E  *,*  *E,U,K*  ) )  U  K  U  β)  *h*  *E*  *K*  *E,U,K*  *U*  *h*  H  0  γ)  *U*  *K*  *E*  0  H  *h*  *E,U,K*  Β2 Σώμα Α βρίσκεται σε οριζόντιο δρόμο και αρχικά ηρεμεί. Κάποια χρονική στιγμή αρχίζει να ασκείται στο σώμα σταθερή οριζόντια δύναμη, μέτρου *F 1*,παράλληλη στο δρόμο. Το σώμα κινείται με επιτάχυνση μέτρου *α1*. Μετά από κάποιο χρονικό διάστημα διπλασιάζουμε απότομα το μέτρο της δύναμης, οπότε έχουμε *F2=2.F1* , διατηρώντας την κατεύθυνσή της. Από τη στιγμή αυτή το μέτρο της επιτάχυνσης γίνεται *α2=5.α1*. Οι μαθητές μίας τάξης, καλούνται να υπολογίσουν από τα παραπάνω δεδομένα, το μέτρο *Τ* της τριβής ολίσθησης.  Ο μαθητής Χ δηλώνει ότι βρήκε πως *Τ*=  Ο μαθητής Ψ δηλώνει πως *Τ*=  Ο μαθητής Ζ δηλώνει πως *Τ* =  Ποιος από τους τρεις μαθητές δίνει τη σωστή απάντηση;  Να επιλέξετε ( μονάδες 4) και να αιτιολογήσετε (μονάδες 8) |
|  |
| ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ 1ου ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ  Β1. Επιλέγουμε το σχήμα β γιατί:  **E=σταθερό** (γιατί ισχύει η αρχή διατήρησης της Μηχανικής Ενέργειας, επειδή η μόνη δύναμη που ασκείται στο σώμα είναι το βάρος) οπότε **Ε= σταθερό= U αρχ+ Kαρχ= m.g.H+ ½.m.u02,** άραη γραφική παράσταση, παράλληλη στον άξονα h, που τέμνει τον άξονα Ε στο σημείο: m.g.H+ ½.m.u02,  **U= m.g.h**→ Uαρχ= m.g.H και Uτελ= m.g.0=0  Άρα, η γραφική παράσταση U(h) είναι ευθύγραμμο τμήμα με αρχή το σημείο που έχει συντεταγμένες: (H,m.g.H) και τέλος το σημείο με συντεταγμένες: ( 0,0).  **K=E-U→**K =m.g.H+ ½.m.u02 -m.g.h→ ευθύγραμμο τμήμα με αρχή το σημείο ( H, ½.m.u02) και τέλος ένα σημείο με συντεταγμένες:  ( 0, m.g.H+ ½.m.u02 )  Από τις παραπάνω γραφικές παραστάσεις, μόνο η β συμφωνεί με τα δεδομένα αυτά.  Β2.Σωστή είναι η απάντηση του μαθητή Ψ.  Εφαρμόζουμε το 2ο νόμο του Νεύτωνα όταν η ασκούμενη δύναμη έχει μέτρο F1 και μετά εφαρμόζουμε τον ίδιο νόμο όταν η ασκούμενη δύναμη έχει μέτρο F2=2.F1  Στο πρώτο χρονικό διάστημα ισχύει:  ΣF=m.α1→ F1-T=m.α1(σχέση 1)  Μετά το διπλασιασμό της δύναμης: :  ΣF= m.α2→2.F1-T=m.α2 (σχέση2)  Διαιρούμε κατά μέλη τις δύο σχέσεις και έχουμε: |
| **2Ο  ΔΕΥΤΕΡΟ ΘΕΜΑ**  Β1.Συγκρατούμε ένα σώμα στην κορυφή ενός κεκλιμένου επιπέδου. Η κορυφή του κεκλιμένου επιπέδου, απέχει *h*= *Η* από την επιφάνεια της Γης. Κάποια στιγμή το αφήνουμε ελεύθερο να κινηθεί πάνω στην επιφάνεια κεκλιμένου επιπέδου. Στο παρακάτω διάγραμμα, φαίνονται στο ίδιο σύστημα αξόνων, οι γραφικές παραστάσεις της κινητικής και της δυναμικής ενέργειας του σώματος συναρτήσει του ύψους του από τη Γη . Κάποιος μαθητής, βλέποντας τις δύο γραφικές παραστάσεις, λέει ότι το κεκλιμένο επίπεδο είναι λείο. Συμφωνείτε ή όχι; ( μονάδες 3). Αιτιολογείστε την επιλογή σας ( μονάδες 10)  *K*  *U*  *U,K*  0  H  *h*  **Β2)**Τα δύο σώματα Α και Β του παρακάτω σχήματος, με μάζες *mA* και *mB* αντίστοιχα, βρίσκονται σε λείο οριζόντιο επίπεδο και συνδέονται μεταξύ τους με αβαρές και μη εκτατό νήμα. Από κάποια χρονική στιγμή και μετά, ασκούμε στο Α σταθερή δύναμη , με διεύθυνση παράλληλη στο δρόμο. Τα σώματα Α και Β κινούνται ως ένα σώμα, δηλαδή έχουν σε κάθε χρονική στιγμή την ίδια ταχύτητα και την ίδια επιτάχυνση. Βρέθηκε ότι το μέτρο της δύναμης που ασκεί το νήμα στο σώμα Β ισούται με το ένα τέταρτο (¼ ) του μέτρου της δύναμης . Να θεωρήσετε ότι οι δυνάμεις που ασκεί το νήμα στα δύο σώματα έχουν ίσα μέτρα. Ποιά από τις παρακάτω προτάσεις είναι η σωστή; Επιλέξτε ( μονάδες 3) και αιτιολογείστε ( μονάδες 10)  **α) *mB/mA*= 3**  **β) *mB/mA*=1/3**    **γ) *mB/mA*=1/4**  F  A  B |
| ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ 2ΟΥ ΔΕΥΤΕΡΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ  Β1.Όχι, δεν είναι λείο, γιατί :  Εαρχ= Καρχ + Uαρχ→ Εαρχ= Uαρχ ( Κ αρχ=0 J επειδή η αρχική ταχύτητα ισούταο με 0m/s) και  Ετελ= Κτελ+ Uτελ→ Ετελ= Κτελ ( U τελ=0J επειδή hτελικό=0m)  Από τη γραφική παράσταση βλέπουμε ότι Uαρχ > Κτελ άρα και Εαρχ>Ετελ. Άρα η μηχανική ενέργεια του σώματος δε διατηρήθηκε κατά τη διαδρομή. Άρα, υπάρχει και η τριβή ολίσθησης , μέσω του έργου της οποίας μετατράπηκε ένα μέρος της μηχανικής ενέργειας τελικά σε θερμότητα.  Β2. Σχεδιάζουμε τις δυνάμεις που ασκούνται στα σώματα . Σε κάθε σώμα πρέπει να ισχύει: ΣFy=0. Άρα ΣFA=ΣFAx και ΣFB=ΣFBx. Εφαρμόζουμε το 2ο νόμο του Νεύτωνα στα δύο σώματα : Στο σώμα Α: ΣFΑ= F-T=mΑ.α (1)  Στο σώμα Β: ΣFΒ=Τ=mΒ.α (2)  Όμως δίνεται ότι: Τ=F/4→ η (1) γίνεται:  F-F/4=mΑ.α→mΑ=3.F/4.α  Και η (2) γίνεται: mΒ=F/4.α .Διαιρούμε κατά μέλη και:mB/mA=1/3 .Άρα, επιλέγουμε το β) |
| **1o 4ο ΘΕΜΑ**  Σώμα μάζας *m*=20Kg, ηρεμεί σε οριζόντιο δάπεδο, στη θέση *x*=0m. Από τη χρονική στιγμή *t*=0s ασκείται σε αυτό δύναμη παράλληλη στο δάπεδο. Η αλγεβρική τιμή της σε συνάρτηση με τη θέση του σώματος φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.  Από τη θέση *x*=9m και μετά η δύναμη καταργείται.    F (N)  50  0  100  x(m)  9  5  6  8  Από μετρήσεις που έγιναν, διαπιστώσαμε ότι το σώμα κατά την μετακίνησή του από τη θέση 6m έως τη θέση 8m έχει σταθερή ταχύτητα.  Να θεωρήσετε ότι ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ σώματος και επιπέδου είναι σταθερός σε όλο το δρόμο και ότι g=10m/s2  Να απαντήσετε στα παρακάτω ερωτήματα:  α) Να βρεθεί το μέτρο της τριβής ολίσθησης που ασκείται από το δρόμο στο σώμα ( μονάδες 5)  β) Να υπολογισθεί ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ σώματος και δαπέδου ( μονάδες 5)  γ) Να βρεθεί η θέση στην οποία θα σταματήσει το σώμα.( μονάδες 8)  δ) Να βρεθεί η μέγιστη κινητική ενέργεια που αποκτά το σώμα κατά τη διάρκεια της κίνησης που περιγράφεται παραπάνω. (μονάδες 7) |
| ΛΥΣΗ 1ΟΥ Δ ΘΕΜΑΤΟΣ  α) Κατά την μετακίνηση από τα 6m έως τα 8m, βλέπουμε από το διάγραμμα ότι η δύναμη έχει σταθερή τιμή ίση με 50Ν. Επίσης κατά τη μετακίνηση αυτή, έχουμε από μετρήσεις ότι η ταχύτητα είναι σταθερή. Άρα, από τον 1ο νόμο του νεύτωνα, ΣF=0→F-T=0→50-T=0→T=50N  β) Τ=μ.Ν (1)  Αλλά ΣFy=0→N-w=0→w=N→m.g=N→N=200N.  Αντικαθιστούμε στην (1) και: μ=Τ/Ν=50/200=0,25  γ) θα σταματήσει όταν θα μηδενιστεί η ταχύτητα.Αρα εφαρμόζουμε Θ.Μ.Κ.E για μετατόπιση από x=0m έως x=xT:  0-0=WF(0→9m)+ WT(0→x T)→0=  WF(0→9m)-Τ.xT (2)  WF(0→9m)= ( από τα εμβαδά που σχηματίζονται στο διάγραμμα F(x)  WF(0→5m)+WF(5→6m)+WF(6→8m)+WF(8→9m)=  500+75+100+25=700J  Από τη (2): 0=700-50.xT→ xT= 14m  δ)Η θέση στην οποία αποκτά τη μέγιστη ταχύτητα, και άρα και τη μέγισστη κινητική ενέργεια, είναι αυτή που η κίνηση παύει να είναι επιταχυνόμενη. Αυτό συμβαίνει στη θέση x=6m.  Ως τη θέση 6 m η κίνηση είναι επιταχυνόμενη γιατί η ταχύτητα και η επιτάχυνση είναι θετικές. ( Η F έως τη θέση x=6m είναι μεγαλύτερη από 50Ν, άρα ΣF=F-50Ν>0).Από 6έως 8m η κίνηση είναι ομαλή, άρα η ταχύτητα παραμένει σταθερή και μετά, κατά τη μετακίνηση από x=8 έως x=9m, η κίνηση είναι επιβραδυνόμενη, γιατί η F<50N άρα ΣF<0→ η επιτάχυνση είναι αρνητική. Από x=9m έως x=14m η ΣF=-T, οπότε πάλι η επιτάχυνση αρνητική. Οπότε η μέγιστη κινητική ενέργεια είναι αυτή που αποκτά στη θέση 6m. Εφαρμόζουμε Θ.Μ.Κ.Ε από 0m έως 6m και : Kmax-0= WF(0→5m)+WF(5→6m)-T.Δx→  Kmax=500+75-50.6→ Kmax=275 J |
| **2Ο ΤΕΤΑΡΤΟ ΘΕΜΑ**  Εκτοξεύουμε σώμα Α μάζας *m*=2Kg από ύψος *h*=20m από την επιφάνεια της Γης με ταχύτητα κατακόρυφη και φορά προς τα κάτω και μέτρου ίση με *u0=10m/s* .  α) Να βρεθεί η ταχύτητα του σώματος τη στιγμή που διέρχεται από τη θέση που απέχει *h’*=5m από την επιφάνεια της Γης.( **μονάδες 5**)  β) να υπολογισθεί ο ( μέσος) ρυθμός με τον οποίο μεταβάλλεται η δυναμική του ενέργεια στο χρονικό διάστημα από τη στιγμή της εκτόξευσης μέχρι τη στιγμή που πέρασε από τη θέση που απέχει *h’*=5m από την επιφάνεια της Γης.( **μονάδες** **8**)  γ) να αποδώσετε τις γραφικές παραστάσεις:  *U-h* ( δυναμική ενέργεια συναρτήσει του ύψους του σώματος από τη Γη),( **μονάδες 4**)  *K-h*, (κινητική ενέργεια του σώματος συναρτήσει του ύψους του σώματος από τη Γη ( **μονάδες 4)**  *E-h* ( Μηχανική ενέργεια του σώματος συναρτήσει του ύψους του σώματος από την επιφάνεια της Γης) στο ίδιο σύστημα αξόνων (**μονάδες 4**)  Να θεωρηθεί ότι δεν υπάρχει αντίσταση του αέρα και ότι η επιτάχυνση της βαρύτητας έχει σταθερό μέτρο *g*= 10m/s2 .  h |
| α) ισχύει Α.Δ.Μ.Ε, άρα: μεταξύ της αρχικής θέσης και αυτής που απέχει h΄= 5m από την επιφάνεια ισχύει: m.g.H+ 1/2.m.u02= m.g.h’+1/2.m.u’2→  g.H+ 1/2.u02= g.h’+1/2.u’2→u’2= (g(H-h΄)+u02/2).2→  u’2=( 10.15+50).2→u’= 20m/s  β) Μέσος ρυθμός μεταβολής της δυναμικής ενέργειας στο χρονικό διάστημα της πτώσης= ΔU/Δt  ΔU= 2.10.5-2.10.20=-300J  Δt: H-h’=u0.Δt+ ½.g.Δt2→ 5.Δt2+10.Δt-15= 0→Δt=1s ( η αρνητική ρίζα απορρίπτεται)  Άρα, ΔU/Δt= -300Watt  Γ)**U=m.g.h→U=20.h** (άρα η γραφική παράσταση είναι ευθύγραμμο τμήμα με πρώτο σημείο (20m,400J) και τελικό σημείο το( 0m,0J).  **Ε= σταθερή** ( μόνο το βάρος ασκείται στο σώμα)=Εαρχ= Uαρχ+Καρχ= m.g.H+ ½.m.u02=400+100=500J άρα η γραφική παράσταση ευθύγραμμο τμήμα παράλληλο στον άξονα h, από το σημείο( 20m, 500J) ως το σημείο ( 0m, 500J)  **K= E-U**→K=E- m.g.h→K= 500 – 2.10.h (ευθύγραμμο τμήμα με πρώτο σημείο το: ( 20m, 100J) και το τελευταίο σημείο το ( 0m, 500J)  20m  E  0  100J  400 J  Κ  U  500 J  h  E,K,U |
| **3ο ΤΕΤΑΡΤΟ ΘΕΜΑ**  Σε σώμα μάζας *m*=10kg το οποίο αρχικά ηρεμεί σε οριζόντιο επίπεδο στη θέση *x*=0 m, αρχίζει να ασκείται τη χρονική στιγμή *t*=0 σταθερή οριζόντια δύναμη παράλληλη προς το δρόμο, Τη χρονική στιγμή *t*=2s, η ταχύτητα του σώματος έχει μέτρο ίσο με 6m/s. Τη στιγμή αυτή καταργούμε τη δύναμη και το σώμα σταματά στη θέση *x*=21m.  α) Να σχεδιάσετε τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα στα 2 πρώτα δευτερόλεπτα της κίνησης και τις δυνάμεις που ασκούνται στο σώμα από *t*=2s έως τη στιγμή που σταματά**.(5** **μονάδες)**  β) Την αλγεβρική τιμή της επιτάχυνσης του σώματος στο χρονικό διάστημα από *t*=0 έως *t*=2s και τη θέση του κινητού τη χρονική στιγμή *t*=2s **(μονάδες 5)**  γ) Την αλγεβρική τιμή της επιτάχυνσης του σώματος στο χρονικό διάστημα από τη χρονική στιγμή *t*=2s έως τη στιγμή που σταματά.  **( μονάδες 8)**  δ) Το ( μέσο) ρυθμό με τον οποίο προσφέρεται ενέργεια στο σώμα μέσω του έργου της δύναμης  στο χρονικό διάστημα από *t*=0s έως *t*=2s  **(**  **μονάδες 7)** |
| **ΛΥΣΗ 3ου ΘΕΜΑΤΟΣ**    Από t=0s έως t=2s          Από t=2s έως ότου σταματήσει:        β)Από το 1ο σχήμα,η κίνηση είναι ομαλά μεταβαλλόμενη από t=0 έως t=2s, γιατί ΣF=F-T= σταθερή .Άρα  **α1**= Δu1/Δt1= (6-0)/2=3m/s2. Η κατευθυνσή της συμπίπτει με αυτήν της . και  **Δx1**=1/2.α1.Δt12→ Δx1=1/2.3.4=6m . Αλλά Δx1=x1-0. Άρα η θέση x1=6m.  γ)Θ.Μ.Κ.Ε από x=6m έως x=21m :  από το δεύτερο σχήμα, εκεί ασκείται μόνο η :  0-1/2.m.u(στη θέση 6m)2= WT  → -5.36= Τ.Δxσυν180ο→  -180= - T.(21-5)→T=180/15=12N  Η  όμως έχει αρνητική φορά, άρα η αλγεβρική της τιμή είναι αρνητική και ως μοναδική οριζόντια δύναμη κατά τη μετακίνησης από x=6m έως x=21m, έχουμε ΣF= - T ( T= μέτρο της ) και επίσης ΣF= m.α2→-T=m.α2 ( εδώ το α2=αλγεβρική τιμή της επιτάχυνσης.) →α2=-12/10 = -1,2m/s2.  Το – δείχνει ότι η κατεύθυνση της επιτάχυνσης αυτής είναι αρνητική, δηλαδή αντίθετη της αρχικής επιτάχυνσης.( στο χρονικό διάστημα των 2 πρώτων δευτερολέπτων) .  δ) P=W/t= F.Δx1.συν0ο/Δt1  **F** :εφαρμοφή 2ου Νόμου Νεύτωνα στο χρονικό διάστημα: t=0s έως t=2s:  ΣF=F1-T= m.α1→F1=T+m.α1→F1= 12+3.10→ F1=42N  **Δx1**=6m, **συνα**=συν0ο=1, **Δt1**=2s→  P=W/t= 42.6/2=126Watt |
| **4ο ΤΕΤΑΡΤΟ ΘΕΜΑ**  Σώμα μάζας *m*=26,4Kg, ηρεμεί σε οριζόντιο δάπεδο, στη θέση *x*=0m. Από τη χρονική στιγμή *t*=0s ασκείται σε αυτό δύναμη παράλληλη στο δάπεδο. Η αλγεβρική τιμή της σε συνάρτηση με τη θέση του σώματος φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα. Τη χρονική στιγμή που το σώμα διέρχεται από τη θέση *x*=4,5m, η δύναμη καταργείται.  0  240  4  3  *F (N)*  120  4,5  2,5  *x(m)*  Από μετρήσεις που έγιναν, διαπιστώσαμε ότι το σώμα κατά την μετακίνησή του από τη θέση 3m έως τη θέση 4m έχει ταχύτητα σταθερού μέτρου.  Να θεωρήσετε ότι ο συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ σώματος και επιπέδου είναι σταθερός σε όλο το δρόμο και ότι g=10m/s2  Να απαντήσετε στα παρακάτω ερωτήματα:  α) Να σχεδιάσετε το σώμα και τις δυνάμεις που ασκούνται σε αυτό, όταν βρίσκεται στη θέση *x*=3,5m και να υπολογίσετε τα μέτρα των δυνάμεων αυτών( μονάδες 8)  β) Να βρεθεί η ταχύτητα του σώματος τη στιγμή που διέρχεται από τη θέση *x*=3 m . (μόρια 6)  γ) Να βρεθεί ο ρυθμός με τον οποίο προσφέρεται η ενέργεια στο σώμα μέσω του έργου της δύναμης  κατά τη μετακίνηση του σώματος από τη θέση *x*=3m έως τη θέση *x*=4m (μονάδες 4)  δ) Πόση είναι η θερμότητα που παράγεται κατά τη μετακίνηση του σώματος από τη θέση *x*=4,5m έως τη θέση όπου σταματά;. ( μόρια 7) |
| **α**)          Στη θέση *x*=3,5m, το μέτρο της τριβής ολίσθησης ισούται με το μέτρο της δύναμης . ( δεδομένο ότι η οριζόντια ταχύτητα είναι σταθερή από *x*=3 m έως *x*=4m.  Μέτρα των δυνάμεων:  Ταχύτητα σταθερή→ Άρα από 1ο νόμο Νεύτωνα : ΣFx=ΣF=0→ F-T=0→120-T=0→T=120Ν( F=120Ν από το διάγραμμα) και τα μέτρα  και :  w=m.g=26,4.10=264N  ΣFy=0→w-N=0→N=w=264N  **β** )Θ.Μ.Κ.Ε από x=0m έως x=3m:  ΚT-0=WF(0→3m)+WT(0→3m) ( 1)  WF(0→2,5m)=600J ( εμβαδό του ορθογωνίου που σχηματίζεται από το διάγραμμα F(x))  WF(2,5→3m)=(240+120).0,5/2= 90 J(εμβαδόν τραπεζίου που σχηματίζεται στο διάγραμμα F(x) Άρα, WF(0→3m)=600+90=690J  Αντικαθιστώνατς το WF(0→3m) στην (1) έχουμε:  ΚT =690+ 120.3.συν(180)→  ΚT =690-360=330→1/2.26,4.uT2= 330→ uT2=660/26,4→ uT2=25→uT=5m/s  γ) Ο ρυθμός με τον οποίο προσφέρεται η ενέργεια στο σώμα, ισούται με την ισχύ της δύναμης στο χρονικό διάστημα αυτό. Επειδή και η δύναμη και η ταχύτητα είναι σταθερές στο χρονικό αυτό διάστημα, ισχύει ότι: P=F.u=120.5=600W  δ) Θ.Μ.Κ.Ε από x=4,5m έωςτη θέση όπου σταματά:  0-Κ(στη θέση 4,5m)=WT→ WT= - Κ(στη θέση 4,5m)  Η μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε θερμότητα πραγματοποιείται μέσω του έργου της τριβής ολίσθησης.Άρα, η θερμότητα που παράχθηκε συνολικά, ισούται με την Κ(στη θέση 4,5m). Αυτή υππολογίζεται από εφαρμογή του Θ.Μ.Κ.Ε από x=0m έως x= 4,5m:  Κ(στη θέση 4,5m)- 0= WF(0→2,5m)+WF(2,5m→3m)+ WF(3→4m)+WF(4→4,5m)+ WT(0→4,5m)→  Κ(στη θέση 4,5m) =240.2,5+1/2.(240+120).0,5+ 120.1+1/2.0,5.120 - 120.4,5→ Κ(στη θέση 4,5m) =300J  Άρα η θερμότητα που παράγεται από τη θέση 4,5m έως τη θέση που σταματά, ισούται με 300J. |