



1. सविस्तर उत्तरे लिहा.

अ. गतिज ऊर्जा व स्थितिज ऊर्जा यांमधील फरक स्पष्ट करा.

उत्तर :

गतिज ऊर्जा	स्थितिज ऊर्जा
i) पदार्थाच्या गतिमान अवस्थेमुळे पदार्थास प्राप्त झालेल्या ऊर्जेस गतिज ऊर्जा म्हणतात. ii) गतिज ऊर्जा = $\frac{1}{2} mv^2$ iii) उदा. गाडीची चाल	i) पदार्थाच्या विशिष्ट स्थितीमुळे किंवा स्थानामुळे त्यात जी ऊर्जा सामावलेली असते तिला स्थितिज ऊर्जा असे म्हणतात. ii) स्थितिज ऊर्जा = mgh iii) उदा. टाकीत साठवलेली पाणी

आ. पदार्थाचे वस्तुमान m असून तो v या वेगाने जात असल्यास गतिज ऊर्जेचे सूत्र तयार करा.

उत्तर :

समजा एका वस्तूचे वस्तुमान m असून तिचा आरंभिचा वेग $u = 0$
 तिच्यावर लावलेले बल = F
 बलामुळे निर्माण झालेले त्वरण = a
 t कालावधी नंतर वस्तूचा वेग = v
 t कालावधीत वस्तूचे झालेले विस्थापन = s
 वस्तूवर झालेले कार्य $w =$ गतीज ऊर्जा

आता $W = Fs$ व $F = Ma$ तसेच $s = ut + \frac{1}{2} at^2$

\therefore गतिज ऊर्जा = $W = Fs$ $s = 0 \times t + \frac{1}{2} at^2$

$\therefore W = ma \times \frac{1}{2} at^2$ (1)

= $\frac{1}{2}m (at)^2$

तसेच $v = u + at$

$\therefore V = at$ (2)

विधान (1) व (2) वरून,

गतिज ऊर्जा = $\frac{1}{2} mv^2$ (गतीज ऊर्जेचे सूत्र)

इ. उंचीवरून जमिनीवर मुक्तपणे पडणाऱ्या वस्तूची अंतिम ऊर्जा ही त्या वस्तूच्या प्रारंभिक स्थितिज रूपांतरण आहे हे सिद्ध करा.

उत्तर :

आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे समजा A हा बिंदू जमिनीपासून h उंचीवर आहे. M वस्तूमान असलेली वस्तू A बिंदूपासून आली असता ती x एवढे अंतर जाते, C हा बिंदू जमिनीवर आहे. A, B व C बिंदूपाशी असणारी ऊर्जा पाहू.

1. वस्तू A या बिंदूपाशी स्थिर असताना तिचा आरंभिक वेग $u = 0$

$$\therefore \text{K.E.} = \frac{1}{2} \text{ वस्तूमान} \times (\text{वेग})^2$$

$$= \frac{1}{2} mu^2$$

$$\text{K.E.} = 0$$

$$\text{P.E.} = mgh$$

$$\therefore \text{एकूण ऊर्जा} = \text{K.E.} + \text{P.E.}$$

$$= 0 + mgh$$

$$\text{एकूण ऊर्जा (Total Energy)} = mgh \dots\dots\dots (1)$$

2. वस्तू B या बिंदूपाशी असताना म्हणजे वस्तू x अंतर पार करून B पाशी येते तेव्हा तिचा वेग V_B हा मानू.

$$u = 0, s = x, a = g$$

$$v^2 = u^2 + 2as$$

$$V_B^2 = 0 + 2gx$$

$$V_B^2 = 2gx$$

$$\therefore \text{K.E.} = \frac{1}{2} mu^2$$

$$= \frac{1}{2} mu_B^2 = \frac{1}{2} m(2gx)$$

$$\text{उंची} = (h - x)$$

$$\therefore \text{P.E.} = mg(h - x)$$

$$\text{P.E.} = mgh - mgx$$

$$\therefore \text{एकूण ऊर्जा T.E.} = \text{K.E.} + \text{P.E.}$$

$$= mgx + mgh - mgx \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{एकूण ऊर्जा (Total Energy)} = mgh$$

$$\therefore \text{T.E.} = mgh$$

3. वस्तू C या बिंदूपाशी असताना म्हणजे वस्तू x अंतर पार करून C पाशी येते तेव्हा तिचा वेग V_c हा मानू.

$$U = 0, s = h, a = g$$

$$v^2 = u^2 + 2as$$

$$V_c^2 = 0 + 2gh$$

$$V_c^2 = 2gh$$

$$\therefore \text{K.E.} = \frac{1}{2} m u_c^2 = \frac{1}{2} m (2gh)$$

$$\text{K.E.} = mgh$$

C या बिंदूपाशी वस्तूची जमिनीपासून उंची

$$h = 0$$

$$\therefore \text{P.E.} = mgh = 0$$

$$\therefore \text{T.E.} = \text{K.E.} + \text{P.E.}$$

$$\text{T.E.} = mgx + mgh - mgx$$

$$\therefore \text{T.E.} = mgh \dots\dots\dots (3)$$

समीकरण (1), (2) व (3) वरून A, B व C बिंदूपाशी एकूण ऊर्जा स्थिर आहे.

म्हणजेच कोणतीही वस्तू उंचीवर असताना तिच्यात स्थितिज ऊर्जा असते. वस्तू खाली पडत असताना (स्थिती 'C') पूर्ण स्थितिज ऊर्जेचे रूपान्तर गतिज ऊर्जेत होते. परंतु कोणत्याही स्थितीत एकूण ऊर्जा ही उंचावरील स्थितिज ऊर्जेइतकीच असते.

i.e. $\text{T.E.} = \text{P.E.} + \text{K.E.}$ जसे,

$$\text{बिंदू A वर } \text{T.E.} = mgh + 0 = mgh$$

$$\text{बिंदू B वर } \text{T.E.} = mgx + mg(h-x) = mgh$$

$$\text{बिंदू C वर } \text{T.E.} = 0 + mgh = mgh$$

ई. बलाच्या दिशेच्या 30° कोनांत विस्थापन झाले असता केलेल्या कार्याचे समीकरण काढा.

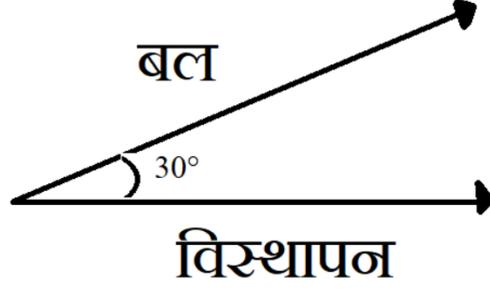
उत्तर :

$$W = F s \cos \theta$$

$$= F s \cos 30^\circ$$

$$= F s \times \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\therefore W = \frac{\sqrt{3}}{2} F s$$



उ. एखाद्या वस्तूचा संवेग शून्य असताना वस्तूला गतिज ऊर्जा असते का ? स्पष्ट करा.

उत्तर :

एखाद्या वस्तूचा संवेग शून्य असताना तिची गतिज ऊर्जा सुद्धा शून्य असते.

आपणास माहित आहे की, संवेग = mv

येथे, संवेग = $mv = 0$

पण $m \neq 0$ म्हणून $v = u = 0$

तसेच K.E. = $\frac{1}{2} mu^2$

= $\frac{1}{2} m \times 0^2$

\therefore K.E. = 0

ऊ. वर्तुळावर गतीत फिरत असलेल्या वस्तूचे कार्य शून्य का असते ?

उत्तर :

वर्तुळावर गतीत फिरत असलेल्या वस्तूचे कार्य शून्य असते, कारण यांमध्ये, बल व विस्थापन एकमेकांना लंबरूप असतात. ($\theta = 90^\circ$)

$$\text{कारण - } W = F s \cos \theta$$

$$= F s \cos 90^\circ$$

$$W = F s \times 0$$

$$= 0$$

$$\therefore \text{कार्य} = \text{शून्य}$$

2. खालील पर्यायातून एक वा अनेक पर्याय निवडा.

अ. कार्य घडून येण्यासाठी ऊर्जा व्हावी लागते.

- | | |
|----------------|-------------|
| 1. स्थानांतरित | 2. अभिसारित |
| 3. रूपांतरित | 4. नष्ट |

उत्तर :

कार्य घडून येण्यासाठी ऊर्जा स्थानांतरित व्हावी लागते.

कार्य घडून येण्यासाठी ऊर्जा रूपांतरित व्हावी लागते.

आ. ज्यूल हे एकक चे आहे.

- | | |
|----------|----------|
| 1. बल | 2. कार्य |
| 3. शक्ती | 4. ऊर्जा |

उत्तर :

ज्यूल हे एकक कार्य चे आहे.

ज्यूल हे एकक ऊर्जा चे आहे.

इ. एखादी जड वस्तू क्षितिजसमांतर दिशेने गुळगुळीत पृष्ठभागावरून ओढत असताना बलाची परिमाणे सारखी असतात ?

1. क्षितिज समांतर दिशेने प्रयुक्त केलेले बल
2. गुरुत्वीय बल
3. ऊर्ध्वगामी दिशेने असलेले प्रतिक्रिया बल
4. घर्षण बल

उत्तर :

एखादी जड वस्तू क्षितिजसमांतर दिशेने गुळगुळीत पृष्ठभागावरून ओढत असताना गुरुत्वीय बल बलाची परिमाणे सारखी असतात ?

एखादी जड वस्तू क्षितिजसमांतर दिशेने गुळगुळीत पृष्ठभागावरून ओढत असताना ऊर्ध्वगामी दिशेने असलेले प्रतिक्रिया बल बलाची परिमाणे सारखी असतात ?

ई. शक्ती म्हणजे होय.

1. कार्य जलद होण्याचे प्रमाण
2. कार्यासाठी लागणाऱ्या ऊर्जेचे प्रमाण
3. कार्य मंद होण्याचे प्रमाण
4. वेळेचे प्रमाण

उत्तर :

शक्ती म्हणजे कार्य जलद होण्याचे प्रमाण होय.

शक्ती म्हणजे कार्य मंद होण्याचे प्रमाण होय.

उ. एखादी वस्तू उचलत असताना किंवा ओढत असताना ऋण कार्य बलामुळे घडून येते.

1. प्रयुक्त केलेले बल
2. गुरुत्वीय बल
3. घर्षण बल
4. प्रतिक्रिया

उत्तर :

एखादी वस्तू उचलत असताना किंवा ओढत असताना ऋण कार्य गुरुत्वीय बल बलामुळे घडून येते.

एखादी वस्तू उचलत असताना किंवा ओढत असताना ऋण कार्य घर्षण बल बलामुळे घडून येते.

3. विधानाखालील योग्य पर्याय निवडून पुढील विधाने स्पष्टीकरणासह लिहा.

अ. तुमच्या शरीराची स्थितिज ऊर्जा कमीत कमी असते, जेव्हा तुम्ही
..... असता.

1. खुर्चीवर बसलेले
2. जमिनीवर बसलेले
3. जमिनीवर झोपलेले
4. जमिनीवर उभे

उत्तर :
तुमच्या शरीराची स्थितिज ऊर्जा कमीत कमी असते, जेव्हा तुम्ही जमिनीवर झोपलेले असता.

जमिनीवर झोपलेले - कारण स्थितिज ऊर्जा = mgh साठी झोपले असता h कमीत कमी असते.

आ. एखादी वस्तू जमिनीवर मुक्तपणे पडत असल्यास तिची एकूण ऊर्जा

-
1. कमी होते
 2. स्थिर असते
 3. वाढते
 4. सुरुवातीस वाढते व नंतर कमी होते.

उत्तर :
एखादी वस्तू जमिनीवर मुक्तपणे पडत असल्यास तिची एकूण ऊर्जा स्थिर असते.

स्थिर असते - कारण ऊर्जा अक्षय्यतेच्या नियमानुसार उंचावरून पडणाऱ्या वस्तूची ऊर्जा स्थिर असते.

इ. सपाट पृष्ठभागावरील रस्त्याने गतीमान असलेल्या मोटारगाडीचा वेग, तिच्या मूळ वेगाच्या 4 पट वाढवल्यास मोटार गाडीची स्थितिज ऊर्जा

1. मूळ ऊर्जेच्या दुप्पट होईल
2. बदलणार नाही
3. मूळ ऊर्जेच्या चारपट होईल
4. मूळ ऊर्जेच्या 16 पट होईल

उत्तर :
सपाट पृष्ठभागावरील रस्त्याने गतीमान असलेल्या मोटारगाडीचा वेग, तिच्या मूळ वेगाच्या 4 पट वाढवल्यास मोटार गाडीची स्थितिज ऊर्जा बदलणार नाही.
बदलणार नाही - कारण स्थितिज वेगावर अवलंबू नसते ती उंचीवर अवलंबून असते.

ई. वस्तुवर घडून येणारे कार्य वर अवलंबून नसते.

1. विस्थापन
2. लावलेले बल
3. वस्तूचा आरंभीचा वेग
4. बल व विस्थापन यांच्या दिशेतील कोन

उत्तर :

वस्तुवर घडून येणारे कार्य वस्तूचा आरंभीचा वेग वर अवलंबून नसते.

वस्तूचा आरंभीचा वेग - कारण कार्य $W = f s \cos \theta$

θ - बल व विस्थापन यातील कोन

4. खालील कृती अभ्यासा व विचारलेल्या प्रश्नांची उत्तरे लिहा.

कृती

1. दोन वेगवेगळ्या लांबीची अँल्युमिनियमची पन्हाळी घ्या.
2. दोन्ही पन्हाळ्याची वरील टोके समान उंचीवर ठेवा व खालील टोके जमिनीला स्पर्श करतील अशी व्यवस्था करा.
3. आता दोन समान आकरांचे आणि वजनांचे चेंडू एकाच वेळी दोन्ही पन्हाळ्यांच्या वरच्या टोकापासून सोडा. ते घरंगळत जाऊन सारखीच अंतरे पार करतील.

प्रश्न

1. चेंडू सोडण्याच्या स्थितीवेळी चेंडूमध्ये कोणती ऊर्जा असते ?

उत्तर :

स्थितिज ऊर्जा

2. चेंडू खाली घरंगळत येत असताना कोणत्या ऊर्जेचे कोणत्या ऊर्जेत रूपांतरण होते ?

उत्तर :

स्थितिज ऊर्जेचे गतिज ऊर्जेमध्ये रूपांतर होते.

3. चेंडू घरंगळत जाऊन सारखेच अंतर का पार करतात ?

उत्तर :

दोन्ही चेंडूचे वस्तुमान सारखे आहेत तसेच दोन्ही पन्हाळ्याची वरील टोके समान उंचीवर आहेत. तसेच आरंभीचा वेग समान आहे.

4. चेंडू असलेली अंतिम एकूण ऊर्जा ही कोणती असते ?

उत्तर :

स्थितिज ऊर्जा

5. वरील कृतीतून तुम्हाला ऊर्जेसंबंधी कोणता नियम सांगता येतो ? स्पष्ट करा.

उत्तर :

वरील कृतीतून ऊर्जा अक्षयतेचा नियम सिद्ध होतो. ऊर्जा निर्माण करता येत नाही. तीचा विनाशही करता येत नाही. त्याचे रूपांतरण एका ऊर्जेतून दुसऱ्या ऊर्जेत होते.

5. उदाहरणे सोडवा.

1. एका विद्युत पंपाची शक्ती 2kW आहे. तो पंप प्रति मिनिटाला किती पाणी 10 m उंचीपर्यंत उचलू शकेल ?

उत्तर :

पंपाची शक्ती $P = 2KW = 2000 \text{ wt.}$

$h = 10\text{m}, t = 1 \text{ मिनीट} = 60 \text{ सेकंद}$

$$\text{आता } P = \frac{mgh}{t}$$

$$2000 = \frac{m \times 9.8 \times 10}{60}$$

$$\therefore m = \frac{2000 \times 60}{9.8 \times 10}$$

$$= 1224.5 \text{ kg}$$

आ. जर 1200 W ची इस्त्री प्रति दिवसाला 30 मिनिटाकरिता वापरली जात असेल तर एप्रिल महिन्यामध्ये इस्त्रीने एकूण वापरलेली वीज काढा.

उत्तर :

$$P = 1200 \text{ W} = 1.2 \text{ KW}$$

$$\text{एप्रिल महिन्याचे दिवस} = 30$$

$$\text{दररोज 30 मिनिटे वापर}$$

$$\therefore \text{वापराचा एकूण कालावधी} = 15 \text{ तास}$$

$$\therefore \text{वापरलेली ऊर्जा} = \text{शक्ती} \times \text{काळ}$$

$$= pt$$

$$= 1.2 \times 15$$

$$= 18.0 \text{ units}$$

इ. 10 m उंचीवरून जमिनीवर पडलेल्या पडलेल्या चेंडूची ऊर्जा जमिनीवर आदळतात 40 टक्क्यांनी कमी होते तर तो किती उंचीपर्यंत उसळी घेईल ?

उत्तर :

$$\text{उंची} = h_2 = 10\text{m.}$$

$$\text{चेंडूची ऊर्जा} = mgh_1$$

$$= 10mg$$

\therefore जमिनीवर आदळल्याने ऊर्जा 40% कमी होते.

म्हणजेच ऊर्जा 60% शिल्लक राहते

$$\text{जमिनीवरून उसळतानाची ऊर्जा} = \frac{60}{100} \times 10mg = 6mg$$

$$\therefore \text{आता स्थितिज ऊर्जा} = mgh$$

$$6mg = mgh_2$$

$$\therefore h_2 = 6\text{m}$$

\therefore चेंडू 6 मीटर वर उसळेल.

ई. एका मोटरीचा वेग 54 km/hr पासून 72 km/hr झाला. जर मोटरीचे वस्तुमान 1500 kg असेल तर वेग वाढविण्यासाठी किती कार्य करावे लागेल ते सांगा.

उत्तर :

मोटारीचा सुरुवातीचा वेग = $u = 54 \text{ km/hr}$

$$= \frac{54000}{60 \times 60} \text{ m/s}$$

$$U = 15 \text{ m/s}$$

मोटारीचा अंतिम वेग = $v = 72 \text{ km/hr}$

$$= \frac{72000}{60 \times 60} \text{ m/s}$$

$$V = 20 \text{ m/s}$$

आता मोटारीचा सुरुवातीचा संवेग = mu

$$= 1500 \times 15$$

$$= 22500 \text{ kgm/s}$$

मोटारीचा अंतिम संवेग = mv

$$= 1500 \times 20$$

$$= 30000 \text{ kgm/s}$$

संवेगातील बदल = $mv - mu$

$$= 30000 - 22500$$

$$= 7500 \text{ kgm/s}$$

मोटारीस हा वेग गाठण्यास t सेकंद वेळ लागत असल्यास

$$\text{संवेग बदलाचा दर} = \frac{mv - mu}{t}$$

$$F = \frac{7500}{t}n \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{आता } F = ma$$

$$\frac{7500}{t} = 1500 \times a$$

$$ta = 5 \dots\dots\dots (2)$$

तसेच मोटारीने कापलेले अंतर

$$S = ut + \frac{1}{2} at^2$$

$$= t(u + \frac{1}{2} at)$$

$$= t(15 + \frac{5}{2})$$

$$S = \frac{35}{2}t \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{आता } W = F \times s \text{ (विधान 1 व 2 वरून)}$$

$$= \frac{7500}{t} \times \frac{35t}{2}$$

$$= \frac{7500 \times 35}{2} = 131250J$$

उ. रवीने एका पुस्तकाला 10 N इतके बल लावले असता त्या पुस्तकाचे बलाच्या दिशेने 30 सेंमी इतके विस्थापन झाले तर रवीने केलेले कार्य काढा.

उत्तर :

$$F = \text{बल} = 10N \quad s = \text{विस्थापन} = 30\text{cm}$$

$$= \frac{30}{100} \text{m} = 0.3\text{m}$$

$$W = F \times s$$

$$= 10 \times 0.3 = 3J$$