பௌதிகவியல்

புவிஈர்ப்பு புலம்



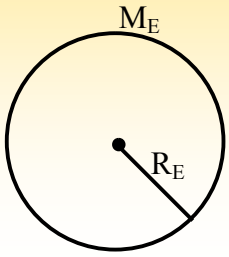
Start Your Learning Journey with e-thaksalawa
The National e-learning Portal for The General Education

தேர்ச்சி மட்டம்: 5.2

புவிஈர்ப்பு அழுத்தம்

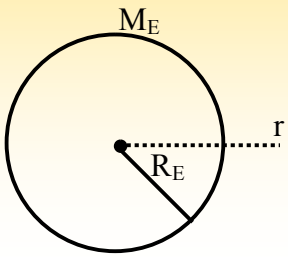
பூமியானது சீரான நிறைவான கோளமாகக் கருதப்படுகின்றது, எனவே பூமியினால் ஏற்படுத்தப்படும் ஈர்ப்பழுத்தமானது சீரான திண்மக் கோளத்தினால் ஏற்படுவது போன்றது.

(i) பூமியின் மேற்பரப்பில் ஈர்ப்பழுத்தம். (புள்ளித்திணிவு M_E இலிருந்து r தூரத்தில் ஈர்ப்பழுத்தம் போன்றது.)



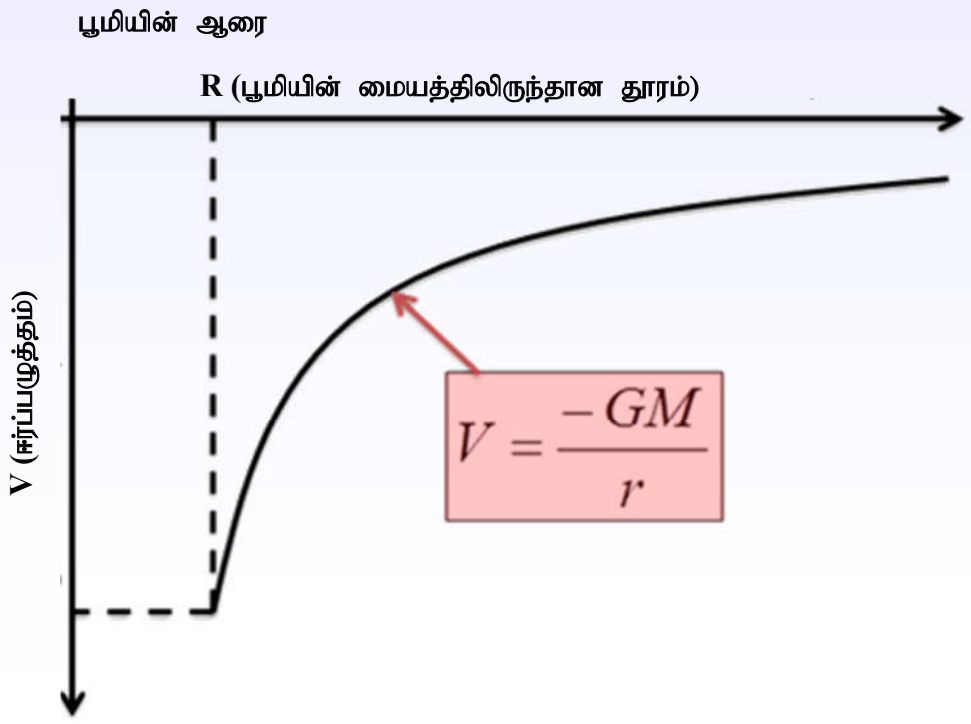
$$V = (-)\frac{GM_E}{R_E}$$

(ii) வெளிப்புள்ளியில் ஈர்ப்பலுத்தம்



$$V = (-)\frac{GM_E}{r}$$

புவிஈர்ப்பு அழுத்தம் தூரத்துடனான மாறலை கீழுள்ள வரைபு காட்டுகின்றது.



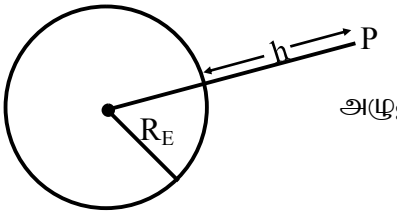
தொகுப்பு : திரு.T.சிவலிங்கம், ஆசிரியர் - பௌதிகவியல், (யா/இந்துக் கல்லூரி - யாழ்ப்பாணம்)
கணினி வடிவமைப்பு : திரு.ச.சசிஸ்குமார், ஆசிரியர் - தகவல் தொடர்பாடல் தொழினுட்பம் (யா/சாவகச்சேரி இந்துக் கல்லூரி)

Copyright © www.e-thaksalawa.moe.gov.lk

பூமியின் மேற்பரப்பிலிருந்து h உயரத்தில் ஈர்ப்பழுத்த சக்தி mgh என நிறுவல்

பூமியின் மேற்பரப்பிலிருந்து h உயரத்தில் m திணிவுடைய பொருளின் ஈர்ப்பழுத்த சக்தி, $P.E = -\left(\frac{GM_E m}{R_E + h}\right)$

m திணிவுடைய பொருளில் பூமியின் மேற்பரப்பில் ஈர்ப்பழுப்ப சக்தி, $P.E = -\left(\frac{GM_E m}{R_E}\right)$



அழுத்த சக்தி அதிகரிப்பு $= (-)\frac{GM_E m}{(R_E + h)} - (-)\frac{GM_E m}{R_E}$

$$= GM_E m\left[\frac{1}{R_E} - \frac{1}{R_E + h}\right]$$

$$= GM_E m\left[\frac{R_E + h - R_E}{R_E(R_E + h)}\right]$$

$$= GM_E m\left(\frac{h}{R_E(R_E + h)}\right)$$

$$= \left(\frac{GM_E}{R_E^2\left(1 + \frac{h}{R_E}\right)}\right)mh$$

ஆனால் $\left(1 + \frac{h}{R_E}\right) \approx 1, \because R_E \rangle\rangle\rangle h$

$$= \frac{GM_E}{R_E^2}mh$$

ஆனால் $g = \frac{GM_E}{R_E^2}$

எனவே **அழுத்த சக்தி அதிகரிப்பு** = mgh

பூமியின் மேற்பரப்பில் ஈர்ப்பழுத்தச் சக்தி **பூச்சியமெனக் கருதின்** புள்ளி P இல் ஈர்ப்பழுத்த சக்தி mgh ஆகும்.

தொகுப்பு : திரு.T.சிவலிங்கம், ஆசிரியர் - பௌதிகவியல், (யா/இந்துக் கல்லூரி - யாழ்ப்பாணம்)
கணினி வடிவமைப்பு : திரு.ச.சசிஸ்குமார், ஆசிரியர் - தகவல் தொடர்பாடல் தொழினுட்பம் (யா/சாவகச்சேரி இந்துக் கல்லூரி)

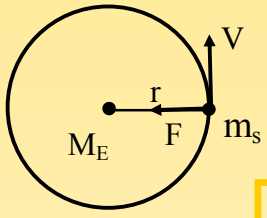
Copyright © www.e-thaksalawa.moe.gov.lk

செய்மதிகளின் இயக்கம்

சூரியனைச் சுற்றி கோள்களின் இயக்கத்திற்குரிய மையநாட்ட விசை ஈர்ப்பு விசையால் வழங்கப்படுகின்து. அதேபோல் பூமியைச் சுற்றி செய்மதிகள், சந்திரனின் இயக்கத்திற்குரிய மையநாட்ட விசையை வழங்குவது ஈர்ப்புவிசை ஆகும். அதாவது மையநாட்ட விசையாக ஈர்ப்புவிசை தொழிற்படுகின்றது.செய்மதியானது புவிஈர்ப்பின் கீழ் விழுகின்ற பொருள்போன்றது.

புவியீர்ப்பு விசையால் ஏற்படும் ஆர்முடுகல் = மையநாட்ட ஆர்முடுகல்.

செய்மதியில் தொழிற்படும் ஈர்ப்பு விசை, $F = \frac{GM_E M_S}{r^2}$ இவ்விசையே மையநாட்ட விசையாகும்.



F = ma ஐ மையத்தைநோக்கி செய்மதிக்கு பிரயோகிக்க

$$\frac{GM_E m_S}{r^2} = \frac{m_S V^2}{r}$$
$$= \frac{m_S (r\omega)^2}{r}$$
$$= m_S r\omega^2$$
$$= m_S r\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$$

செய் மதியின் தொடலி வேகம்

$V = r\omega$ (ω - கோணவேகம்)

அலைவு காலம் $T = \frac{2\pi}{\omega}$

அதிர் வெண் $f = \frac{1}{T}$

$= \frac{\omega}{2\pi}$

$$\frac{GM_E m_S}{r^2} = \frac{m_S V^2}{r}$$
$$\frac{GM_E}{r} = v^2$$
$$v = \sqrt{\frac{GM_E}{r}}$$

$$\frac{GM_E m_S}{r^2} = m_S r\omega^2$$
$$\omega = \sqrt{\frac{GM_E}{r^3}}$$

$$\frac{GM_E m_S}{r^2} = m_S r\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$$
$$T = \sqrt{\frac{r^3 4\pi^2}{GM_E}}$$

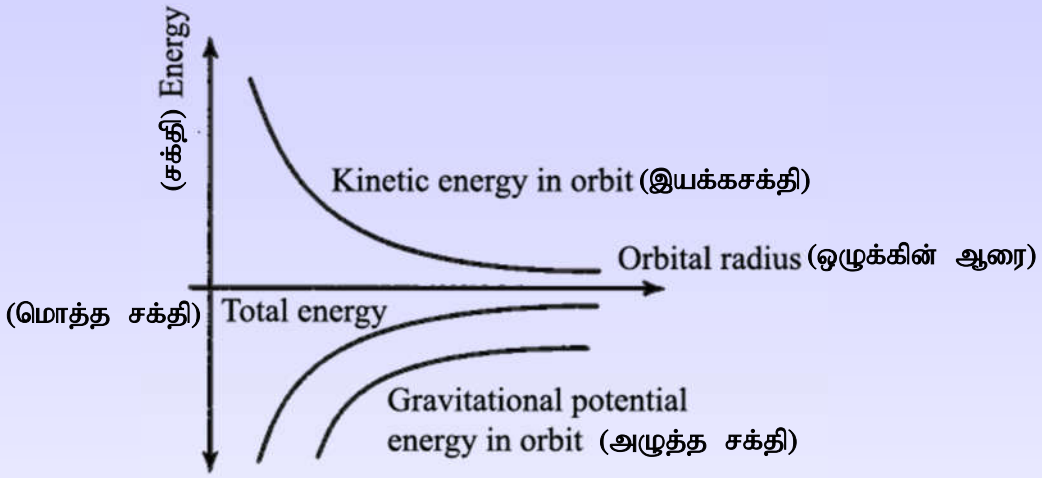
தொடலிக்கதி, கோணவேகம் அலைவுக்காலம் என்பன ஒழுக்கின் ஆரையில் தங்கியுள்ளன.

தொகுப்பு : திரு.T.சிவலிங்கம், ஆசிரியர் - பௌதிகவியல், (யா/இந்துக் கல்லூரி - யாழ்ப்பாணம்)
கணினி வடிவமைப்பு : திரு.ச.சசிஸ்குமார், ஆசிரியர் - தகவல் தொடர்பாடல் தொழினுட்பம் (யா/சாவகச்சேரி இந்துக் கல்லூரி)

Copyright © www.e-thaksalawa.moe.gov.lk

Note:

- செய்மதியில் இருக்கும் பொருட்களின் தோற்றநிறை பூச்சியம் (புவிஈர்ப்பின் கீழ் விழுகின்ற பொருட்களின் தோற்ற நிறை பூச்சியம் போன்றது) செய்மதியில் இருந்து பொருள் ஒன்று விழவிடப்பட்டால் பொருள் தொடர்ந்து செய்மதியுடன் அதேபாதையில் இயங்கும்.
- செய்மதியில் இயற்கை உடன்காவுகை நிகழாது. புவிஈர்ப்பின் கீழ் விழும் உயர்த்தியிலும் இயற்கை உடன்காவுகை நிகழாது.
- செய்மதியின் சக்தியானது ஒழுக்கின் ஆரையுடனான மாறலை பின்வரும் வரைபு வகைகுறிக்கின்றது.



- செய்மதியின் ஒழுக்கின் ஆரை அதிகரிக்க இயக்க சக்தி குறையும், அழுத்த சக்தி அதிகரிக்கும், மொத்த சக்தி அதிகரிக்கும்.

தொகுப்பு : திரு.T.சிவலிங்கம், ஆசிரியர் - பௌதிகவியல், (யா/இந்துக் கல்லூரி - யாழ்ப்பாணம்)
கணினி வடிவமைப்பு : திரு.ச.சசிஸ்குமார், ஆசிரியர் - தகவல் தொடர்பாடல் தொழினுட்பம் (யா/சாவகச்சேரி இந்துக் கல்லூரி)

Copyright © www.e-thaksalawa.moe.gov.lk

புவிநிலையான செய்மதி

பூமியிலிருந்து அவதானிக்கும் போது செய்மதி நிலையாகவுள்ளது போல் இருக்கும். எனவே புவி சார்பாக செய்மதி ஓய்விலுள்ளது. இச்செய்மதி புவிநிலையான செய்மதி எனப்படும். அதனால் புவியின் கோணவேகமும் இச் செய்மதியின் கோணவேகமும் சமனாகும். கோணவேகம் ஒழுக்கின் ஆரையில் தங்கியுள்ளது. ஆகவே புவி நிலையான செய்மதிக்கு ஒழுக்கின் ஆரை குறித்தவொரு பெறுமானம் மட்டுமே இருக்கும்.

பூமியின் கோணவேகம்

பூமியின் அலைவுகாலம் = 24 = $\frac{2\pi}{24x60x60}$ $rads^{-1}$ மணித்தியாலயம்.

Note:

♦ புவிநிலையான செய்மதிக்கு

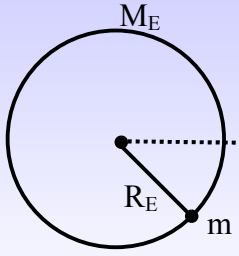
1. கோணவேகம் = $\frac{2\pi}{24x60x60}$ $rads^{-1}$
2. ஒழுக்கின் ஆரைக்கு குறித்த ஒருபெறுமானம் மட்டுமே இருக்கும்.

செய்மதிகள் பல்வேறு துறைகளில் பயன்படுத்தப்படுகின்றது அவையாவன

i. விவசாயத்துறை - மண்வள ஆராய்ச்சி, காலநிலைபற்றி எதிர்வு கூறல்.
ii. சுற்றுப்புறச் சூழல் - அணுக்கழிவுகள் கடலில் வீசுவது போன்ற செயற்பாடுகளைக் கண்காணித்தல்.
iii. நில அளவை - நில அளவைத் திணைக்களத்தில் GPS (Global Position System)
iv. தொலைத்தொடர்புத்துறை

தப்பு வேகம்

பூமியின் கவர்ச்சி விசையிலிருந்து தப்புவதற்கு பூமியின் மேற்பரப்பில் பொருள் கொண்டிருக்க வேண்டிய இழிவுக்கதி தப்பு வேகம் எனப்படும். தப்பு வேகமானது பொருளின் திணிவிலோ வேகத்தின் திசையிலோ தங்கியிருக்கவில்லை.



முடிவிலியில் (∞)

$P.E = (-)\frac{GM_E m}{R_E}$

$K.E = \frac{1}{2}mv^2$

அழுத்த சக்தி = 0
இயக்கசக்தி $\geq$ 0 ஆக இருக்கும்
$\therefore$ T.E $\geq$ 0 ஆக இருக்கும்.

புவியின் மேற்பரப்பில் m திணிவுடைய பொருளின் மொத்த சக்தி $T.E = (-)\frac{GM_E m}{R_E} + \frac{1}{2}mv^2$

தொகுப்பு : திரு.T.சிவலிங்கம், ஆசிரியர் - பௌதிகவியல், (யா/இந்துக் கல்லூரி - யாழ்ப்பாணம்)
கணினி வடிவமைப்பு : திரு.ச.சசிஸ்குமார், ஆசிரியர் - தகவல் தொடர்பாடல் தொழினுட்பம் (யா/சாவகச்சேரி இந்துக் கல்லூரி)

Copyright © www.e-thaksalawa.moe.gov.lk

இப்பொருள் புவியின் கவர்ச்சி விசைக்கு அப்பால் இருக்கும்போது பொருளின் அழுத்த சக்தி பூச்சியம். எனவே பொருள் புவியீர்ப்பு கவர்ச்சி விசை அப்பால் இருக்கும் போது இயக்க சக்தியை மட்டும் கொண்டிருக்கலாம் அதாவது பொருளின் மொத்த சக்தி இயக்க சக்தியாகும். பொருள் ஓய்வில் இருப்பின் மொத்த சக்தி பூச்சியம்.

பூமியின் மேற்பரப்பிலுள்ள பொருள் புவிஈர்ப்பு கவச்சி விசைக்கப்பால் செல்லவேண்டுமாயின் அதன் மொத்தசக்தி ≥ 0 ஆதல் வேண்டும்.

$$(-)\frac{GM_E m}{R_E}+\frac{1}{2}mv^2 \geq 0$$

$$v^2 \geq 2\frac{GM_E}{R_E}$$

$$v_{Min}=\sqrt{2\frac{GM_E}{R_E}}$$

$$v_{Min}=v_e$$

தப்பு வேகம் $v_e=\sqrt{2\frac{GM_E}{R_E}}$

$$v_e=\sqrt{2\frac{GM_M}{R_E^2}R_E}$$

$v_e=\sqrt{2gR_E}$ இங்கு $g=\frac{GM_E}{R_E^2}$

$$v_e \approx 11.2 kms^{-1}$$

பூமியின் மேற்பரப்பில் ஈர்ப்புப் புலச்செறிவு $11.2\ kmS^{-1}$ வேகத்திலும் பெரிதாக அல்லது சமனான வேகத்தை பொருள் கொண்டிருக்குமாயின் அப்பொருள் கவர்ச்சி விசைக்கு அப்பால் சென்றுவிடும்.

தொகுப்பு : திரு.T.சிவலிங்கம், ஆசிரியர் - பௌதிகவியல், (யா/இந்துக் கல்லூரி - யாழ்ப்பாணம்)
கணினி வடிவமைப்பு : திரு.ச.சசிஸ்குமார், ஆசிரியர் - தகவல் தொடர்பாடல் தொழினுட்பம் (யா/சாவகச்சேரி இந்துக் கல்லூரி)

Copyright © www.e-thaksalawa.moe.gov.lk

வினாக்கள்

1. பூமியை சுற்றிவரும் செய்மதியில் உள்ள விண்வெளிவீரர் நிறையற்ற தன்மையை உணருவார். இது பூமியில் இருந்து செய்மதியின் உயரத்தில் தங்கியுள்ளதா?

2. பூமியை சுற்றிவரும் செய்மதியில் இருந்து விண்வெளிவீரர் பொருள் ஒன்றை விழவிடுகின்றார். பொருளானது பூமியின் மீது விழுமா? (சக்தி இழப்பை புறக்கணிக்க)

3. பூமியை சுற்றிவரும் செய்மதியின் மொத்தச் சக்தியானது நேர்ப்பெறுமானம்உடையதா? அல்லது மறைப்பெறுமானம் உடையதா? விளக்குக.

4. பூமியை சுற்றிவரும் செய்மதியியானது ஒருபகுதி சக்தியை இழக்கின்ற போது அதன் கதி அதிகரிக்கின்றது விளக்குக.

5. சந்திரனில் ஏன் வளிமண்டலம் காணப்படவில்லை? விளக்குக.

6. பூமியை வட்டப்பாதையில் வலம் வரும் செய்மதியில் உள்ள அளவுசாடியில் தக்கையொன்று மிதக்கின்றது. தக்கையானது நீர்மேற்பரப்பிலிருந்து சிறிது உயரத்தில் விடப்படும் போது யாது நிகழும்? விளக்குக.

1. பூமியின் மேற்பரப்பிலிருந்து R, 3R உயரங்களில் உள்ள ஒழுக்குகளில் இரு செய்மதிகள் வலம் வருகின்றன. இங்கு R என்பது பூமியின் ஆரையாகும். இரு செய்மதிகளினதும் அழுத்த சக்திகளின் விகிதம்.

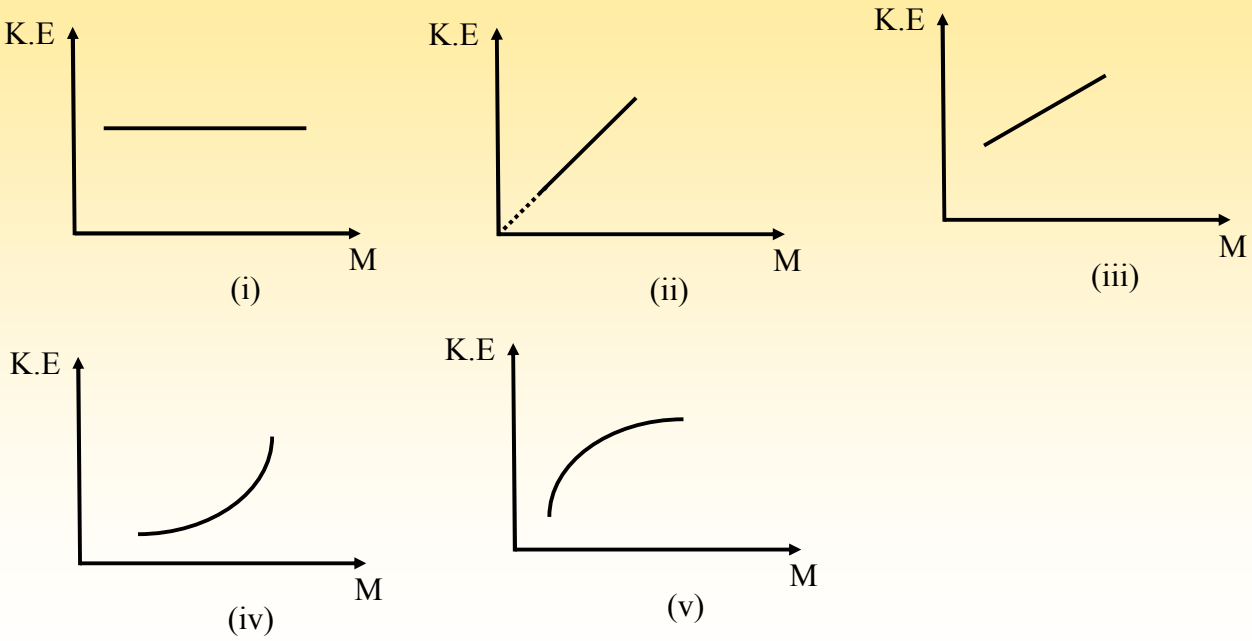
2. செய்மதியொன்று உறுதிய ஒழுக்கில் இருந்து ஆரை கூடிய உறுதியான பூச்சியத்திற்கு மாறுகின்றது. இதன் போது எக்கணியம் அதிகரிக்கும்.
   (1) விசை (2) அழுத்த சக்தி (3) இயக்க சக்தி

3. செய்மதியொன்று பூமியை நோக்கி விழாதிருக்கின்றது ஏனெனில்
   (1) பூமியின் கவர்ச்சி விசையை சந்திரனின் கவர்ச்சி விசை சமப்படுத்தப்படுகின்றது.
   (2) இயக்கத்திற்குரிய மையநாட்ட விசையை பூமியின் கவர்ச்சி விசை வழங்குகின்றது.
   (3) செய்மதியின் உயரத்தில் பூமியின் கவர்ச்சி விசை பூச்சியம்.
   (4) வளிமண்டலத்தால் ஏற்படும் பாகுநிலைத் தடை விசைகளால் பூமியின் கவர்ச்சி விசை சமப்படுத்தப்படுகின்றது.

தொகுப்பு : திரு.T.சிவலிங்கம், ஆசிரியர் - பௌதிகவியல், (யா/இந்துக் கல்லூரி - யாழ்ப்பாணம்)
கணினி வடிவமைப்பு : திரு.ச.சசிஸ்குமார், ஆசிரியர் - தகவல் தொடர்பாடல் தொழினுட்பம் (யா/சாவகச்சேரி இந்துக் கல்லூரி)

Copyright © www.e-thaksalawa.moe.gov.lk

4. பூமியை சுற்றி புவிசார்பாக நிலையான செய்மதிகள் பல உள்ளன இவற்றின் திணிவுகள் மாறுபட்டனவாக அமையும். இச் செய்மதிகளின் இயக்க சக்திகள் அச்செய்மதிகளின் திணிவுகளுடன் மாறுபடும் வளையிகளில் சரியானது.



5. புவியீர்ப்பின் கீழ் ஒரு துணிக்கை புள்ளி X இலிருந்து புள்ளி Y வரை பயணம் செய்கின்றது.

A. புவிஈர்ப்பு அழுத்த சக்தியின் வேறுபாடு துணிக்கையின் பயணப்பாதையில் தங்கியிருக்கவிலலை.

B. X இற்கும் Y இற்கும் இடையிலான துணிக்கையின் இயக்க சக்தி வேறுபாடு துணிக்கையின் அழுத்த சக்தி வேறுபாட்டிற்கு சமன்.

C. அழுத்த சக்தி வேறுபாடு துணிக்கையின் திணிவில் தங்கியிருக்கும்.

மேலுள்ள கூற்றுகளுள் சரியானது / சரியானவை.

(1) A மாத்திரம் (2) B மாத்திரம் (3) A, B மாத்திரம்

6. 100 kg திணிவுடைய ரொக்கற் ஒன்று பூமியின் மையத்திலிருந்து 10^7 m தூரத்திலுள்ள போது ஈர்ப்பழுத்த சக்தி $(-)4x10^9$ J. ரொக்கற் பூமியின் மையத்திலிருந்து 10^9 m தூரத்தில் உள்ளபோது அதன் நிறை (N) இல்

(1) $8x10^{-2}$ (2) $4x10^{-2}$ (3) $2x10^{-2}$ (4) $8x10^{-3}$ (5) $4x10^{-8}$

தொகுப்பு : திரு.T.சிவலிங்கம், ஆசிரியர் - பௌதிகவியல், (யா/இந்துக் கல்லூரி - யாழ்ப்பாணம்)
கணினி வடிவமைப்பு : திரு.ச.சசிஸ்குமார், ஆசிரியர் - தகவல் தொடர்பாடல் தொழினுட்பம் (யா/சாவகச்சேரி இந்துக் கல்லூரி)

Copyright © www.e-thaksalawa.moe.gov.lk

7. துணிக்கையொன்று முடிவிலியிலிருந்து பூமியை நோக்கி விழுகின்றது. பூமியின் மேற்பரப்பில் அதன் கதி (g - புவியின் மேற்பரப்பில் ஈர்ப்பார்முடுகல் , R_E - பூமியின் ஆரை)

(1) $\sqrt{gR_E}$ (2) $\sqrt{2gR_E}$ (3) gR_E (4) $2gR_E$ (5) $\sqrt{3gR_E}$

8. பூமியில் இருந்து சந்திரனை நோக்கி எறியப்படும் பொருள் சந்திரனை அடைகின்றது

A - எறியற்கதி பூமியின் தப்பு வேகத்திலும் பெரிதாக இருத்தல் வேண்டும்.

B - எறியப்படும் பொருளின் அழுத்த சக்தி அதன்பாதையிலுள்ள ஏதாயினும் ஒரு புள்ளியில் பூச்சிய பெறுமானத்தை அடைதல் வேண்டும்.

C - எறியப்படும் பொருளின் இயக்க சக்தி குறைவடைந்து பின்னர் அதிகரிக்கும்

மேலுள்ள கூற்றுக்களுள் சரியானது/சரியானவை.

(1) A மட்டும் (2)B மட்டும் (3) C மட்டும் (4) A , C மாத்திரம் (5) A,B,C எல்லாம்

தொகுப்பு : திரு.T.சிவலிங்கம், ஆசிரியர் - பௌதிகவியல், (யா/இந்துக் கல்லூரி - யாழ்ப்பாணம்)
கணினி வடிவமைப்பு : திரு.ச.சசிஸ்குமார், ஆசிரியர் - தகவல் தொடர்பாடல் தொழினுட்பம் (யா/சாவகச்சேரி இந்துக் கல்லூரி)

Copyright © www.e-thaksalawa.moe.gov.lk