Explore the World with a New Vision...

Advanced Level Examination

PHYSICS

Gravitational Field

ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රය

Unit 05

සැකසුම : සමිත රත්නායක

ක්ෂේත්‍රයක් යනු කුමක්ද ? (What is a field ?)

යම් ප්‍රදේශයක පිහිටි සෑම ලක්ෂ්‍යයකදිම කිසියම් භෞතික රාශියක් අර්ථ දැක්විය හැකිනම්, (එනම් එම භෞතික රාශිය අර්ථ විරහිත නොවනවානම්) එම ප්‍රදේශය, අදාළ භෞතික රාශියෙහි ක්ෂේත්‍රයක් යැයි කියනු ලැබේ.

- භෞතික රාශිය දෛශිකයක් නම් අදාළ ක්ෂේත්‍රය " දෛශික ක්ෂේත්‍රයක් " (vector field) ලෙසද, භෞතික රාශිය අදිශයක් නම් අදාළ ක්ෂේත්‍රය " අදිශ ක්ෂේත්‍රයක් " (scalar field) ලෙසද හැඳින්වේ.
- භෞතික රාශිය බලයක් වන විට අදාළ ක්ෂේත්‍රය " බල ක්ෂේත්‍රයක් " (force field) ලෙස හැඳින්වේ.

ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රය (Gravitational field)

ස්කන්ධයක් මත බලයක් ඇති කළ හැකි ප්‍රදේශය ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රයක් ලෙස හැඳින්වේ. සෑම ස්කන්ධයක් අවටම මෙවැනි ක්ෂේත්‍රයක් පවතී.

- ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍ර බල ක්ෂේත්‍ර වේ.
- ස්කන්ධ අතර හටගන්නා බල ගුරුත්ව බල ලෙස හඳුන්වන අතර ඒවා සෑම විටම ආකර්ෂණ බල වේ.
- යම් ලක්ෂයක ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රයක් පවතීදැයි සෙවීමට එම ලක්ෂයෙහි තැබූ කුඩා ස්කන්ධයක් මත ගුරුත්වාකර්ෂණ බලයක් යෙදේදැයි පරීක්ෂාකල යුතුය.

ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාවය (E)
(Gravitational field intensity)

----

m ස්කන්ධයක් මත ක්‍රියා කරන ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය F නම්,

$m \longrightarrow F$

$1 \longrightarrow F/m = E \longrightarrow \boxed{F = mE}$

E හි ඒකක : $N\,kg^{-1}$

E හි මාන : LT^{-2}

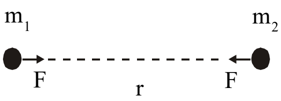
- වස්තුවක බර යනු එම වස්තුව මත ක්‍රියා කරන ගුරුත්වාකර්ෂණ බලයයි.

ගුරුත්වජ ත්වරණය (g) - (Accelaration due to gravity)

ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය යටතේ පමණක් වස්තුවකට අයත් වන ත්වරණයයි.

- $F = ma$ අනුව ත්වරණය යනු ඒකක ස්කන්ධයකට බලය බැවින්, ඕනෑම ලක්ෂයක $E = g$ වේ.

නිව්ටන්ගේ ගුරුත්වාකර්ෂණ නියමය
(Newton's law of gravitation)



$$F \propto m_1 m_2$$

$$F \propto \frac{1}{r^2}$$

$$F \propto \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$\boxed{F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}}$$

- සමානුපාතිකත්වයේ නියතය වන G, ඕනෑම ස්කන්ධ දෙකක් සඳහා එකම අගයක් ගන්නා අතර "සර්වත්‍ර ගුරුත්වාකර්ෂණ නියතය" ලෙස හැඳින්වේ.

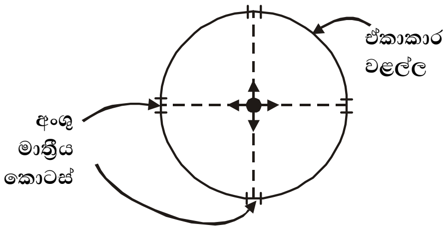
$$G = 6.67 \times 10^{-11}\ Nm^2\,kg^{-2} / m^3\,kg^{-1}\,s^{-2}$$
$$[G] = L^3 M^{-1} T^{-2}$$

- ස්කන්ධ අසමාන වුවද ඒවා අතර ඇති ගුරුත්වාකර්ෂණ බල සමාන වේ.

- ඒවා අතර ඇති දුර සමග සැසැඳීමේදී විශාලත්වය කුඩා වස්තු දෙකක් සඳහා නිව්ටන්ගේ නියමය යොදන විට "වස්තූන් අතර දුර" ලෙස දෙනු ලබන අගය r සඳහා ආදේශ කළ හැකිය.

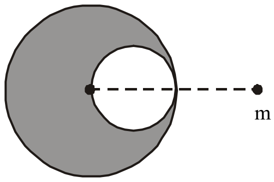
- ඒවා අතර ඇති දුර සමග සැසඳීමේදී කුඩා නොවන වස්තු දෙකක් සඳහා නිව්ටන්ගේ නියමය යොදන විට වස්තූන් ගෝලීය සමමිතිකතාවයකින් (spherical symmetry) යුක්ත නම් පමණක් ' r ' ලෙස වස්තූන්ගේ ජ්‍යාමිතික කේන්ද්‍ර අතර දුර යෙදිය හැකිය. එසේ නොවන විට වස්තූන් අංශුවලට වෙන්කර ගැනීමට හෝ ගෝලීය සමමිතිකතාවයෙන් යුත් වස්තුවලට පරිවර්තනය කර ගැනීමට හෝ සිදුවේ.

උදා : 01.



කේන්ද්‍රයේ තැබූ ස්කන්ධය මත ක්‍රියා කරන සම්ප්‍රයුක්ත ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය ශූන්‍ය වේ.

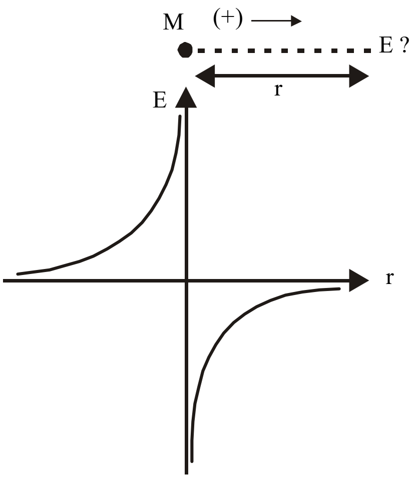
02.



ඒකාකාර විශාල ගෝලයෙන් ගෝලීය කොටසක් ඉවත් කර ඇත. ඉතිරි කොටස මගින් m මත යෙදෙන ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය සෙවීමේදි සම්පූර්ණ ගෝලයෙන් ඇති කරන ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය සොයා ඉන් කුඩා ගෝලයෙන් (ඉවත් කල) ඇති කරන ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය අඩු කල හැකිය.

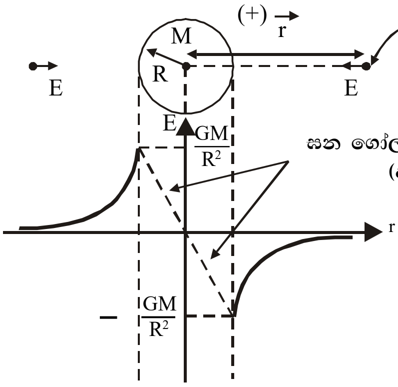
- ඒකාකාර කුහර වස්තුවක් මගින් ඒ තුළ තබා ඇති වෙනත් අංශුවක් මත ඇති කරන සම්ප්‍රයුක්ත ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය ශුන්‍ය වේ.

ලක්ෂිය ස්කන්ධයක් වටා ගුරුත්වාකර්ශණ ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාවයෙහි විචලනය
(Variation of the gravitational field intensity around a point mass)



- දුර දෙගුණ වූ විට E , 1/4 E දක්වාද, දුර තෙගුණ වූ විට E , 1/9 E දක්වාද ආදී වශයෙන් සීඝ්‍රයෙන් අඩුවේ.

ගෝලීය ස්කන්ධයක් වටා ගුරුත්වාකර්ශණ ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාවයෙහි විචලනය
(Variation of the gravitational field intensity around a spherical mass)



$E = \frac{GM}{r^2}$ සත්‍ය වන්නේ $r \geq R$ විට පමණි.

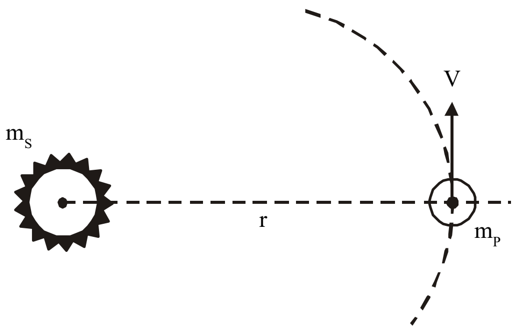
සම්ප්‍රයුක්ත ගුරුත්වාකාර්ෂණ ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාවය
(Resultant gravitational field intensity)

ස්කන්ධ කිහිපයකින් යුත් ප්‍රදේශයක යම් ලක්ෂයක සම්ප්‍රයුක්ත ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව ලබා ගැනීමට එක් එක් ස්කන්ධය මගින් වෙන වෙනම එම ලක්ෂයෙහි ඇති කරන ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාවයන් සොයා ඒවායේ **දෛශික එකතුව** ලබා ගත යුතුය.

උදාසීන ලක්ෂ (Neutral points)

සම්ප්‍රයුක්ත ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව ශූන්‍ය වන ලක්ෂ්‍ය උදාසීන ලක්ෂ්‍ය ලෙස හැඳින්වේ. එවන් ලක්ෂවල තැබූ ස්කන්ධ මත බල හට නොගනී.

සූර්යයා වටා ග්‍රහලොවක චලිතය
(Motion of a planet around the sun)

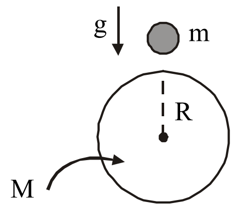


මෙම චලිතය ඉලිප්සාකාර වුවද එය ආසන්න වශයෙන් වෘත්ත චලිතයක් ලෙස සලකනු ලැබේ.

මෙහිදී ග්‍රහලොවෙහි ආසන්න වෘත්ත චලිතය පවත්වා ගැනීමට ඊට අවශ්‍ය කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය සැපයෙන්නේ ග්‍රහලොව සහ සූර්යයා අතර ඇති ගුරුත්වාකර්ෂණ බලයෙනි.

- $m_S = \dfrac{4\pi^2 r^3}{G T^2}$ බැවින් යම් ග්‍රහලොවක පරිභ්‍රමණ ආවර්ථ කාලයත් එහි කක්ෂයේ මධ්‍යන්‍ය අරයත් දන්නා විට සූර්යයාගේ ස්කන්ධය සෙවිය හැකිය. $(m_S \approx 2 \times 10^{30}\,kg)$

ග්‍රහලොවක ස්කන්ධය (Mass of a planet)



ග්‍රහලොව සමීපයේ නිදහස් කල කුඩා වස්තුවක් සඳහා

$$F = ma$$

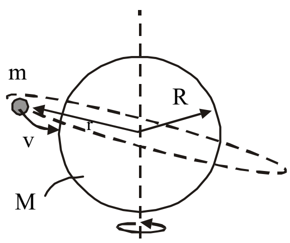
$$\frac{GMm}{R^2} = mg \quad ; g \text{ - ග්‍රහලොවේ පෘෂ්ඨය අසල ගුරුත්වජ ත්වරණය}$$

$$M = \frac{gR^2}{G}$$

- $GM = gR^2$

ග්‍රහලොවක ඝනත්වය (Density of a planet)

කෘතිම චන්ද්‍රිකාවල චලිතය (Motion of artificial satellites)



සෑම විටම චන්ද්‍රිකාවක් කක්ෂ ගත කරනුයේ එහි කක්ෂතලය ග්‍රහලොවේ කේන්ද්‍රය හරහා යන පරිදිය. (එසේ නොවන පරිදි චන්ද්‍රිකාවක් කක්ෂ ගත කල නොහැකි බව ඔබට වැටහෙනු ඇත.)

චන්ද්‍රිකාවට, $F = ma$

$$\frac{GMm}{r^2} = m\frac{v^2}{r}$$

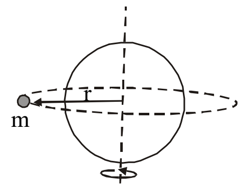
$$\frac{GM}{r} = \left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2 \Rightarrow r = \left(\frac{GMT^2}{4\pi^2}\right)^{1/3}$$

$GM = gR^2$ මගින්,

$$r = \left(\frac{gR^2T^2}{4\pi^2}\right)^{1/3} \qquad \text{-----------(A)}$$

හූ ස්ථාවර චන්ද්‍රිකා (Geostationary satellites)

සෑම විටම ග්‍රහලොවෙහි නිශ්චිත ස්ථානයකට ඉහලින් පවතින පරිදි කක්ෂගත කල චන්ද්‍රිකාවක් භූ ස්ථාවර චන්ද්‍රිකාවක් ලෙස හැඳින්වේ. චන්ද්‍රිකාවක් භූ ස්ථාවර වීම සඳහා

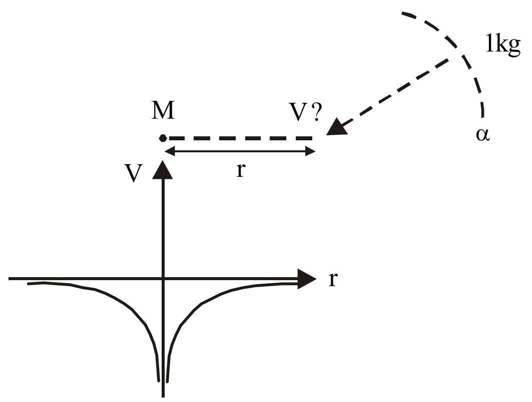


- (A) හි T, ග්‍රහලොවේ භ්‍රමණ ආවර්ත කාලයට සමාන කිරීමෙන් භූ ස්ථාවර චන්ද්‍රිකාවක කක්ෂයේ අරය සොයා ගත හැකිය.

ගුරුත්වාකර්ෂණ විභවය - V (Gravitational potential)

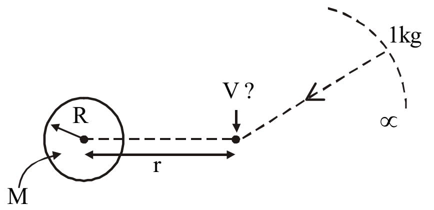
- විභවය අදිශ රාශියකි
- V හි ඒකක – $J\,kg^{-1}$, මාන – $L^2\,T^{-2}$
- අනන්තයෙහි ගුරුත්වජ විභවය ශුන්‍ය ලෙස සලකනු ලැබේ.
- ගුරුත්ව බල ආකර්ෂණ බල බැවින් සෑම ලක්ෂයකම ගුරුත්වජ විභවය (–) අගයක් ගනී.

ලක්ෂීය ස්කන්ධයක් වටා විභව විචලනය
(Variation of the gravitational potential around a point mass)

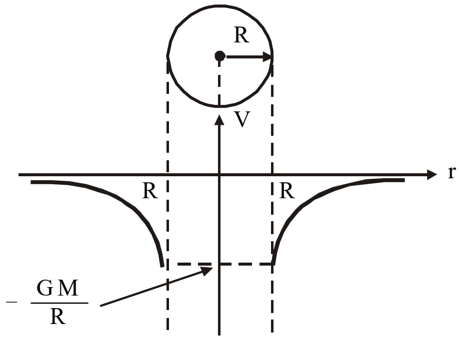


$$V = \frac{-GM}{r}$$

ගෝලීය ස්කන්ධයක් වටා විභව විචලනය
(Variation of the gravitational potential around a spherical mass)



$$V = -\frac{GM}{r} \qquad r \geq R$$



සම්ප්‍රයුක්ත විභවය (විභව අධිස්ථාපන මූලධර්මය)
(Law of superposition of potential)

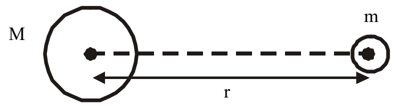
ස්කන්ධ කිහිපයකින් යුත් ප්‍රදේශයක යම් ලක්ෂයක සම්ප්‍රයුක්ත විභවය, එක් එක් ස්කන්ධය මගින් වෙන වෙනම එම ලක්ෂයෙහි ඇති කරන විභවයන්ගේ වීජ එෙකායට සමාන වේ.

ගුරුත්වාකර්ෂණ විභව ශක්තිය
(Gravitational potential energy)

විභවය V වන ස්ථනයක තැබූ m ස්කන්ධයක ගුරුත්වකර්ෂණ _විභව ශක්තිය_ W නම්,

$$\mathbf{W = m\ V}$$

J kg Jkg^{-1}



m පිහිටි ස්ථානයේ M මගින් ඇති කරන විභවය $= -\dfrac{GM}{r}$

$\therefore$ m හි ගුරුත්වාකර්ෂණ විභව ශක්තිය $= -\dfrac{GM}{r} \times m$ - - - - (B)

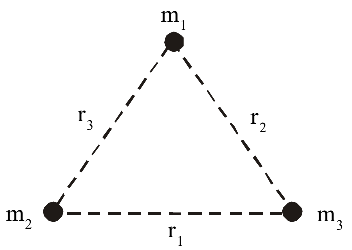
වැදගත් :-

සත්‍ය වශයෙන්ම ඉහත ලැබී ඇත්තේ M හා m යන ස්කන්ධ දෙකෙන් සමන්විත මුළු පද්ධතියේ ගුරුත්වාකර්ෂණ විභව ශක්තියයි. එය m ට කොපමණක්ද හා M ට කොපමණක්ද යනුවෙන් වෙන්කල නොහැකිය. එහෙත් ස්කන්ධ දෙක ගුරුත්වාකර්ෂණයේ බලපෑම යටතේ නිදහස් කල හොත්, M ට සාපේක්ෂව m ඉතා කුඩා නම්, ස්කන්ධ දෙක සමීප වීමෙදි නිදහස් වන විභව ශක්තිය මුළුමනින්ම පාහේ m හි චාලක ශක්තිය ලෙස විද්‍යාමාන වනු ඇත.
බොහෝ අවස්ථාවලදී $-(GM/r) \times m$ මගින් ලබා දෙන විභව ශක්තිය m හි විභව ශක්තිය ලෙස සලකනු ලබන්නේ එබැවිනි.

ස්කන්ධ කිහිපයකින් සමන්විත පද්ධතියක ගුරුත්වාකර්ෂණ විභව ශක්තිය
(Gravitational potential energy of a system of particals)

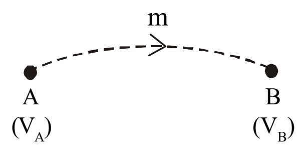
මෙහිදී වරකට ස්කන්ධ දෙක බැගින් ගෙන (අනෙක් ස්කන්ධ නැතැයි සලකා) ඉහත (B) සමීකරණ භාවිතයෙන් ගුරුත්වාකර්ෂණ විභව ශක්තීන් සොයා ඒවායේ වීජ ඓක්‍ය ගනු ලැබේ.

උදා :-



$$W = -\left(\frac{Gm_1m_2}{r_3} + \frac{Gm_2m_3}{r_1} + \frac{Gm_1m_3}{r_2}\right)$$

ලක්ෂ්‍ය දෙකක් අතර ස්කන්ධයක් ගෙන යාමේදී හුවමාරු වන විභව ශක්තිය
(Potential energy difference between two points)



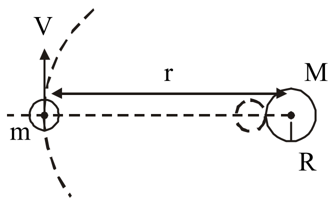
$$\Delta W = mV_B - mV_A$$

$$\boxed{\Delta W = m(V_B - V_A)}$$

- මාර්ගය කුමක් වුවද ආරම්භක හා අවසාන ලක්ෂ එකම නම් හා ගෙන ගිය ස්කන්ධය එකම නම් ඉහත ශක්ති වෙනසද එකම වේ.මෙය බල ක්ෂේත්‍රයක සංස්ථිතික ගුණය ලෙස හැඳින්වේ.

- ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රයක ලක්ෂ්‍ය දෙකක් අතර විභව අන්තරය යනු එම ලක්ෂ දෙක අතර 1 kg ක ස්කන්ධයක් ගෙන යාමේදී හුවමාරු වන ශක්තියයි.

කක්ෂගත චන්ද්‍රිකාවක මුළු යාන්ත්‍රික ශක්තිය
(Total mechanical energy of a orbital satellite)

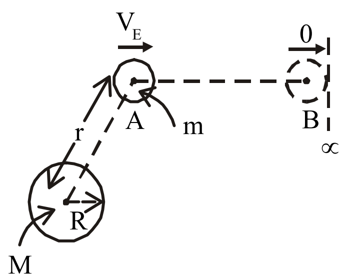


- කක්ෂගත චන්ද්‍රිකාවක මුළු යාන්ත්‍රික ශක්තිය (–) අගයක් වීමේ භෞතික අර්ථය වන්නේ චන්ද්‍රිකාව සතු චාලක ශක්තිය එය ග්‍රහලොවෙහි ආකර්ෂණයෙන් මුදවා ගැනීමට ප්‍රමාණවත් නොවන බවයි.

චන්ද්‍රිකාවක් කක්ෂගත කිරීමට අවශ්‍ය මුළු ශක්තිය
(Energy needed to place a satellite in orbit)

අවශ්‍ය මුළු ශක්තිය = පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ සිට කක්ෂයට ගෙන යාමේදී සිදුවන විභව ශක්ති වෙනස + කක්ෂයේදී ලබාදිය යුතු චාලක ශක්තිය

වියෝග ප්‍රවේගය (Escape velocity - V_E)



- ග්‍රහලොවක මතුපිට වියෝග ප්‍රවේගය $= \sqrt{\frac{2GM}{R}}$; R – ග්‍රහලොවේ අරය

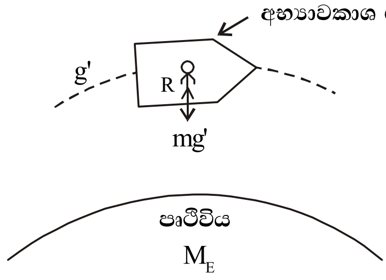
  $= \sqrt{2gR}$; g – ග්‍රහලොවේ මතුපිට ගුරුත්වජ ත්වරණය

ඉහත සමීකරණ අනුව පෙනී යන්නේ ග්‍රහලොවක <u>මතුපිට</u> වියෝග ප්‍රවේගය, එම ග්‍රහලොවට අයත් නියතයක් බවයි.

- වියෝග ප්‍රවේගය, ප්‍රක්ෂේපණය කරන වස්තුවේ ස්කන්ධයෙන් හා ප්‍රක්ෂේපණ දිශාවෙන් ස්වායත්ත වේ. කෙසේ වුවද ග්‍රහලොව තම අක්ෂය වටා භ්‍රමණය වන දිශාවටම වස්තුව ප්‍රක්ෂේපණය කිරීමෙන් ග්‍රහලොවක මතුපිටට අදාළ වියෝග ප්‍රවේගය ලබා ගැනීම පහසු වේ.

බර රහිත සංවේදනය (Weightless feeling)

කක්ෂගත අභ්‍යාවකාශ යානයක් තුල සිටින්නෙකුට බිමේ ප්‍රතික්‍රියාව නොදැනීමේ සංසිද්ධිය බර රහිත සංවේදනය ලෙස හැඳින්වේ.



යානයට, $\downarrow F = ma \Rightarrow \dfrac{G M M_E}{r^2} = M a$

අභ්‍යාවකාශගාමියාට, $\downarrow F = ma \Rightarrow mg^1 - R = ma$

$$\frac{G m M_E}{r^2} - R = m \times \frac{GM_E}{r^2}$$

$$R = 0$$

අභ්‍යාස

01. **Time target :** 2 minutes

ස්කන්ධය m හා 2 m වූ කුඩා බෝල දෙකක් d පරතරයෙන් තබා තිබේ. ස්කන්ධය m වූ තුන්වන බෝලයක් පළමු බෝල දෙක යා කරන රේඛාවේ නොදන්නා පිහිටුමක තබා ඇත්තේ පළමු බෝලය මත ඇති වන සඵල ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය $\frac{6Gm^2}{d^2}$ වන ලෙසය. තුන්වන බෝලයේ පිහිටුම කුමක්ද?

02. **Time target :** 3 minutes

200 kg ස්කන්ධයක් හා 500 kg ස්කන්ධයක් 0.4 m පරතරයෙන් තබා තිබේ. ඒවා අතර හරිමැද තබන ලද 50 kg ස්කන්ධයක් මත යෙදෙන ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය කොපමණද? මෙම 50 kg මත යෙදෙන සම්ප්‍රයුක්ත ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය ශූන්‍ය වීම සඳහා එය තැබිය යුතු ස්ථානය කුමක්ද?

03. **Time target :** 3 minutes

ස්කන්ධවල එකතුව 5 kg වූ ස්කන්ධ දෙකක් 20 cm පරතරයෙන් තැබූ විට ඒවා අතර ඇතිවන ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය 1×10^{-8} N නම් ස්කන්ධ දෙකේ අගයයන් සොයන්න.

04. **Time target :** 3 minutes

ABC ත්‍රිකෝණයක AB = 0.25 m, AC = 0.20 m හා BC = 0.15 m වේ. 800 kg ස්කන්ධයක් A ලක්ෂයෙහි ද 600 kg ස්කන්ධයක් B ලක්ෂ්‍යයෙහි ද තබා ඇති විට C ලක්ෂ්‍යයෙහි ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාවයේ විශාලත්වය හා දිශාව සොයන්න.

05. **Time target :** 3 minutes

අරය R වන ඝන ඒකාකාර ගෝලයක් තුල අරය R / 2 වන ගෝලීය කුහරයක් සාදා ඇත්තේ කුහරයේ එක් බිත්තියක් ගෝලයේ කේන්ද්‍රය හරහා යන ලෙසය. කුහරය සෑදීමට ප්‍රථම ගෝලයේ ස්කන්ධය M විය. ගෝලයේ හා කුහරයේ කේන්ද්‍ර යා කරන රේඛාව මත කුහරය තිබෙන පැත්තේම ගෝල කේන්ද්‍රයේ සිට d (> R) දුරකින් තබා ඇති කුඩා m ස්කන්ධයක් මත ක්‍රියා කරන ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය සොයන්න.

06. **Time target :** 4 minutes

අන්‍යෝන්‍ය ගුරුත්වාකර්ෂණයේ බලපෑම යටතේ ඇති ඒකාකාර ගෝල දෙකක් ඒවායේ පොදු ස්කන්ධ කේන්ද්‍රය වටා අවකාශයේ පරිභ්‍රමණය වේ. ගෝලවල M_1 , M_2 ස්කන්ධත්, ඒවායේ කේන්ද්‍ර අතර දුර D ත් ඇසුරින් T කාලාවර්තය සඳහා ප්‍රකාශනයක් ලබා ගන්න. ගෝල දෙකේ චාලක ශක්ති අතර අනුපාතයද සොයන්න.

07. **Time target :** 4 minutes

ස්කන්ධ පිළිවෙලින් 10^{20} kg හා 2×10^{20} kg වන දෙබිඩි තරු දෙකක් ඒවායේ පොදු ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය වටා ω කෝණික ප්‍රවේගයෙන් පරිභ්‍රමණය වේ. එක එකක් මත ක්‍රියා කරන එකම බලය අන්‍යෝන්‍ය ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය යැයි උපකල්පනය කර ω සොයන්න. තරු දෙක අතර දුර 10^6 km වේ.

08. **Time target :** 4 minutes

පාදයක දිග a වූ සමපාද ත්‍රිකෝණයක ශීර්ෂවල ස්කන්ධය m බැගින් වූ අංශු තුනක් තබා ඇත. අංශු මත ඇත්තේ අන්‍යෝන්‍ය ගුරුත්වාකර්ෂණය පමණක් යැයි සලකා ආරම්භක පරතරය නොවෙනස්ව පවතින සේ සෑම අංශුවක්ම වෘත්තයක ගමන් කිරීම සඳහා ඒවාට ලබා දිය යුතු ආරම්භක ප්‍රවේගය සොයන්න. මීට අනුරූප ආවර්ත කාලය ද සොයන්න.

09. **Time target :** 2 minutes

ගුරුත්වජ ත්වරණයේ අගය $1\ ms^{-2}$ වන්නේ පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ සිට කොපමණ උසකදී ද ?
පෘථිවියේ අරය 6400 km වේ.

10. **Time target :** 4 minutes

ධ්‍රැවීය අරය හා සමක අරය පිළිවෙලින් 6.357×10^6 m හා 6.378×10^6 m යනුවෙන් ඇති පෘථිවිය ඉලිප්සීය හැඩයෙන් යුක්ත වේ. අරයේ මෙම වෙනස නිසා ධ්‍රැවයේදීත් සමකයේදීත් ගුරුත්වජ ත්වරණයේ අගයවල වෙනස ගණනය කරන්න. පෘථිවියේ ස්කන්ධය 5.957×10^{24} kg වේ.

11. **Time target :** 3 minutes

අංශුවක් අරය R වූ පෘථිවි පෘෂ්ටයේ සිට h (h<<R) දුරක් ඉහළට ගෙන ගිය විට ඊට බලපාන ගුරුත්වජ ත්වරණයේ භාගික වෙනස් වීම සොයන්න.

12. **Time target :** 2 minutes

එක්තරා ග්‍රහලොවක ස්කන්ධය පෘථිවියේ ස්කන්ධයෙන් 1 / 8 ක් වන අතර එහි අරය පෘථිවියේ අරයෙන් හරි අඩකි. එම ග්‍රහයා මතුපිට ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව සොයන්න.

13. **Time target :** 2 minutes

පෘථිවිය (ස්කන්ධය M_E) මගින් චන්ද්‍රයාගේ (ස්කන්ධය M_M) කේන්ද්‍රයේ ඇති කරන ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රයේ ප්‍රබලතාව g_0 වේ. ඊට අනුරූපව චන්ද්‍රයා මගින් පෘථිවි කේන්ද්‍රයේ ඇති කරන ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රයේ ප්‍රබලතාව සොයන්න.

14. **Time target :** 3 minutes

පෘථිවියේ ස්කන්ධය නියතව පැවතී එහි අරය 1% කින් අඩු වුවහොත් පෘථිවි පෘෂ්ඨය මත ගුරුත්වජ ත්වරණය වෙනස්වන ප්‍රතිශතය සොයන්න.

15. **Time target :** 2 minutes

A නැමැති ග්‍රහලොවක අරය B නැමැති ග්‍රහලොවක අරය මෙන් දෙගුණයක් වන අතර A හි ඝනත්වය B හි ඝනත්වයෙන් 1 / 3 කි. A හි පෘෂ්ඨය මත ගුරුත්වජ ත්වරණය B හි පෘෂ්ඨය මත ගුරුත්වජ ත්වරණයට දරන අනුපාතය සොයන්න.

16. **Time target :** 3 minutes

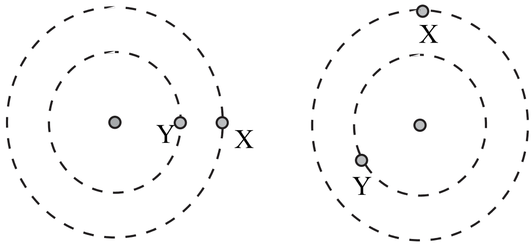
චන්ද්‍රයාගේ අරය 1750 km, ද චන්ද්‍රයා මතුපිට දී ගුරුත්වජ ත්වරණය පෘථිවිය මත ගුරුත්වජ ත්වරණයෙන් 1 / 6 ක් ද නම් චන්ද්‍රයා ඒකාකාර ගෝලයක් ලෙස සලකා එහි ස්කන්ධය හා මධ්‍යන්‍ය ඝනත්වය සොයන්න.

17. **Time target :** 4 minutes

පෘථිවි පෘෂ්ඨයෙන් 3.6×10^6 m උසකදී පෘථිවිය වටා වෘත්ත කක්ෂයක ගමන් කරන උපග්‍රහයෙකුගේ පරිභ්‍රමණ කාලාවර්තය සොයන්න. පෘථිවියේ අරය 6.4×10^6 m ද එහි ස්කන්ධය 6×10^{24} kg ද ලෙස ගන්න.

18. **Time target :** 3 minutes

X හා Y නැමැති ග්‍රහලෝක දෙකක් තරුවක් වටා වාමාවර්තව වෘත්තාකාර පථවල ගමන් කරන්නේ රූපයේ දැක්වෙන පරිදි ය. ඒවායේ කක්ෂවල අරයන් අතර අනුපාතය 4 : 1 වේ. එක්තරා මොහොතක (a) රූපයේ දැක්වෙන පරිදි ඒවා තරුව සමග ඒකරේඛීයව පිහිටයි. ඊළඟ අවුරුදු 5 දී X හි කෝණික විස්ථාපනය (b) රූපයේ දැක්වෙන පරිදි 90^0 නම් මෙම මොහොතේ Y හි කෝණික විස්ථාපනය කුමක් ද?



19. **Time target :** 3 minutes

අරය R වූ ග්‍රහලොවක මතුපිට සිට h උසකින් පිහිටි වෘත්ත කක්ෂයක T කාලාවර්තයකින් යුතුව චන්ද්‍රිකාවක් ගමන් ගනී. ග්‍රහලොවෙහි ඝනත්වය ρ නම් $\rho = \frac{3\pi}{GT^2}\left(1 + \frac{h}{R}\right)^3$ බව පෙන්වන්න.

20. **Time target :** 2 minutes

ඝනත්වය ρ වූ ග්‍රහලොවක් ආසන්නයේ ගමන් කරන චන්ද්‍රිකාවක ආවර්ත කාලය සඳහා ප්‍රකාශනයක් ගොඩනගන්න.

21. **Time target :** 4 minutes

ආවර්ත කාලය මිනිත්තු 105 ක් වූ චන්ද්‍රිකාවක කක්ෂයේදී කෝණික ප්‍රවේගයත් රේඛිය වේගයත් සොයන්න. පෘථිවියේ අරය 6400 km වේ.

22. **Time target :** 4 minutes

චන්ද්‍රයා පෘථිවියේ වටා අරය 3.8×10^5 km වන වෘත්ත කක්ෂයක ගමන් කරයි. මෙම චලිතයේ ආවර්ත කාලය දින 27 ක් නම් චන්ද්‍රයා පෘථිවිය වටා ගමන් ගන්නා වේගය හා පෘථිවියේ ස්කන්ධය සොයන්න.

23. **Time target :** 3 minutes

කාලගුණ චන්ද්‍රිකාවක් පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ සිට 1600 km උසින් පෘථිවිය වටා වෘත්තාකාර කක්ෂයක ගමන් කරයි. පෘථිවියේ අරය 6400 km ලෙස සලකා චන්ද්‍රිකා ආවර්ත කාලය සොයන්න.

24. **Time target :** 4 minutes

පහත දත්ත පදනම් කර ගනිමින් සූර්යයාගේ හා පෘථිවියේ ස්කන්ධ අතර අනුපාතය ගණනය කරන්න.

චන්ද්‍රයා වසරක දී පෘථිවිය වටා භ්‍රමණ 13 ක් සම්පූර්ණ කරන අතර සූර්යයා සහ පෘථිවිය අතර මධ්‍යන්‍ය දුර චන්ද්‍රයා හා පෘථිවිය අතර මධ්‍යන්‍ය දුර මෙන් 390 ගුණයකි.

25. **Time target :** 4 minutes

i. සූර්යයා වටා පෘථිවිය ගමන් කරන පථයේ මධ්‍යන්‍ය අරය 1.5×10^{11} m වන අතර බුධ ග්‍රහයාගේ එම අරය 6×10^{10} m වේ. බුධ ග්‍රහයා සූර්යයා වටා එක් වටයක් ගමන් කිරීමට ගන්නා කාලය පෘථිවි අවුරුදු වලින් සොයන්න.

ii. බුධ ග්‍රහයාගේ කක්ෂිය වේගය පෘථිවියේ කක්ෂිය වේගයට දරන අනුපාතය සොයන්න.

26. **Time target :** 3 minutes

චන්ද්‍රිකාවක් පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ සිට h උසකින් පවතී. පෘථිවියේ අරය R හා එහි මතුපිට ගුරුත්වජ ත්වරණය g ලෙස ගෙන චන්ද්‍රිකාවේ වේගය හා ආවර්ත කාලය සඳහා ප්‍රකාශන ගොඩ නගන්න.

27. **Time target :** 4 minutes

ග්‍රහලොවක ධ්‍රැවවලදී වස්තුවක දෘෂ්‍ය බර සමකයේ දී එම වස්තුවේ දෘෂ්‍ය බර මෙන් දෙගුණයකි. ග්‍රහලොවෙහි ඝනත්වය $3 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ නම් එහි භ්‍රමණ ආවර්ත කාලය සොයන්න.

28. **Time target :** 4 minutes

සමකයේදී වස්තුවක දුනු තරාදි පාඨාංකය, ධ්‍රැවවලදී එහි අගයට වඩා 10% කින් වෙනස් වේ නම් ග්‍රහලොවෙහි භ්‍රමණ කාලාවර්තය පැය 24 ක් ලෙස සලකා එහි මධ්‍යන්‍ය ඝනත්වය ගණනය කරන්න.

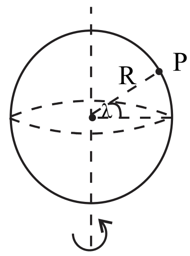
29. **Time target :** 3 minutes

පෘථිවියේ අරය 6400 km යැයි සලකා සමකය මතදී වස්තුවක දෘෂ්‍ය බර ශුන්‍ය වීමට පෘථිවියේ කෝණික ප්‍රවේගය කොපමණ විය යුතුදැයි සොයන්න. මෙවිට පෘථිවියේ "දවස" පැය කොපමණකින් වෙනස් වේද ?

30. **Time target :** 5 minutes

අරය R වූ පෘථිවිය සිය අක්ෂය වටා ω කෝණික ප්‍රවේගයෙන් භ්‍රමණය වේ. පෘථිවි පෘෂ්ටය මත ගුරුත්වජ ත්වරණය g ලෙස සලකා අක්ෂාංශ λ වන පිහිටුමකදී (P) සඵල ගුරුත්වජ ත්වරණය වන g',

$g' = g - R\omega^2 \cos^2 \lambda$ මඟින් දෙනු ලබන බව පෙන්වන්න.



31. **Time target :** 3 minutes

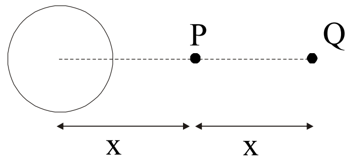
පෘථිවිය හා චන්ද්‍රයා අතර දුර 4×10^5 km වන අතර පෘථිවියේ ස්කන්ධ චන්ද්‍රයාගේ ස්කන්ධය මෙන් 81 ගුණයකි. පෘථිවියේ සිට චන්ද්‍රයා වෙත ගමන් කරන රොකටයක් චන්ද්‍රයාගේ ගුරුත්වාකර්ෂණ බලයට ලක් වී නිදහසේ චන්ද්‍රයා මතට වැටීමට පටන් ගන්නේ පෘථිවි කේන්ද්‍රයේ සිට කොපමණ දුරකදීද ?

31. **Time target :** 2 minutes

m ස්කන්ධයෙන් යුත් වස්තුවක් පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ සිට පෘථිවි අරයට සමාන උසකට ගෙන යනු ලැබේ. මෙවිට සිදුවන විභව ශක්ති වෙනස් වීම සොයන්න. පෘථිවියේ අරය R ද එහි මතුපිට ගුරුත්වජ ත්වරණ g ද වේ.

33. **Time target :** 2 minutes

පෘථිවියේ කේන්ද්‍රයේ සිට ඊට පිටතින් පිහිටි p හා Q ලක්ෂ්‍යවලට ඇති දුර පිළිවෙලින් x හා 2x වේ. P හි ගුරුත්වාකර්ෂණ විභවය -10 kJ g^{-1} නම් 1 kg ස්කන්ධයක් P සිට Q දක්වා ගෙන යාමේදී ස්කන්ධය මත කෙරෙන කාර්ය සොයන්න.



34. **Time target :** 2 minutes

ස්කන්ධ පිළිවෙලින් m, 2m, 3m, හා 2m වන අංශු හතරක් පැත්තක දිග x වන සමචතුරස්‍රයක ශීර්ෂවල තබා ඇත. මෙම පද්ධතියේ සම්පූර්ණ ගුරුත්වාකර්ෂණ විභව ශක්තිය සොයන්න.

35. **Time target :** 5 minutes

ස්කන්ධ m_1 හා m_2 වූ අංශු දෙකක් එකිනෙකට d දුරින් තබා ඇත. ඒවා අතර ක්ෂේත්‍ර තීව්‍රතාව ශූන්‍ය වන ලක්ෂයේ ගුරුත්වාකර්ෂණ විභවය v නම්, $V = \frac{-G}{d}\left(m_1 + m_2 + 2\sqrt{m_1 m_2}\right)$ බව පෙන්වන්න.

36. **Time target :** 3 minutes

පෘථිවියට ආසන්න වෘත්ත කක්ෂයක චන්ද්‍රිකාවක් පිහිටුවීමට අවශ්‍ය ශක්තිය 3.2×10^{10} J නම් එම චන්ද්‍රිකාවේ ස්කන්ධය සොයන්න. පෘථිවියේ අරය 6400 km වේ.

37. **Time target :** 3 minutes

පෘථිවිය, අරය 6400 km වන ඒකාකාර ඝන ගෝලයක් ලෙස සලකා ස්කන්ධය 2000 kg වන චන්ද්‍රිකාවක් පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ සිට 800 km ඉහළට ගෙන ගොස් එම උසේදී වෘත්ත කක්ෂයක පිහිටුවීමට අවශ්‍ය වන මුළු ශක්තිය ගණනය කරන්න.

38. **Time target :** 3 minutes

පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ සිට 3200 km ඉහළින් පිහිටි වෘත්ත කක්ෂයක් වෙත චන්ද්‍රිකාවක් ගෙන යාමට අවශ්‍ය ශක්තියත්, එය එම කක්ෂයෙහි පිහිටුවීමට අවශ්‍ය ශක්තියත් අතර අනුපාතය සොයන්න. පෘථිවියේ අරය 6400 km වේ.

39. **Time target :** 4 minutes

ගගන ගාමියෙකුට පෘථිවියේ දී උඩ පැනිය හැකි උපරිම සිරස් උස 0.5 m කි. චන්ද්‍රයාගේ මධ්‍යන්‍ය ඝනත්වය පෘථිවියේ එම අගය මෙන් තුනෙන් දෙකක් ද චන්ද්‍රයාගේ අරය පෘථිවියේ අරය මෙන් හතරෙන් එකක් ද ලෙස ගෙන චන්ද්‍රයා මත දී ඔහුට පැනිය හැකි උපරිම සිරස් දුර සොයන්න. සඳ මත දී උඩ පැනීමට ගතවන කාලයත් පෘථිවිය මත දි උඩ පැනීමට ගත වන කාලයත් අතර අනුපාතය ගණනය කරන්න.

40. **Time target :** 4 minutes

x නම් උපග්‍රහයෙකු පෘථිවිය වටා අරය R වූ වෘත්ත කක්ෂයක ගමන් කරයි. එකම ස්කන්ධයෙන් යුත් y නම් උපග්‍රහයෙකු අරය 4 R වන වෘත්ත කක්ෂයක පෘථිවිය වටා ගමන් කරයි.

i. x හි වේගය y හි වේගය මෙන් දෙගුණයක් බව ද,

ii. x හි චාලක ශක්තිය y හි චාලක ශක්තියට වඩා විශාල බව ද,

iii. x හි විභව ශක්තිය y හි විභව ශක්තියට වඩා අඩු බව ද පෙන්වන්න.

iv. වැඩි යාන්ත්‍රික ශක්තියක් ඇත්තේ x ටද නැතහොත් y ටද ?

41. **Time target :** 3 minutes

චන්ද්‍රිකාවක චලිතයට එරෙහි දුබල ඝර්ෂණ බල ක්‍රියාත්මක වුවහොත් එහි

i. කක්ෂයේ අරයට

ii. වේගයට

iii. කෝණික ප්‍රවේගයට කුමක් සිදුවේද ?

42. **Time target :** 5 minutes

පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ සිට 500 km උසකදී ස්කන්ධය 50 kg වූ උපග්‍රහයෙකු කක්ෂගත කෙරේ. එම උසට ලඟා වන විට එහි සිරස් ප්‍රවේගය 2000 ms^{-1} නම් උපග්‍රහයා කෙලින්ම එම කක්ෂයට ඇතුළු කිරීමට අවශ්‍ය ආවේගයේ විශාලත්වය හා දිශාව සොයන්න. (පෘථිවියේ අරය = 6400 km)

43. **Time target :** 3 minutes

චන්ද්‍රයා ස්කන්ධය 7.46×10^{22} kg හා අරය 1.75×10^{6} m වන ඒකාකාර ඝන ගෝලයක් ලෙස සලකා චන්ද්‍රයා මත දී වස්තුවක වියෝග ප්‍රවේගය සොයන්න.

44. **Time target :** 3 minutes

සමාන ඝනත්ව ඇති එහෙත් ස්කන්ධ M_1 හා M_2 වූ ග්‍රහලෝක දෙකක වියෝග ප්‍රවේග අතර අනුපාතය සොයන්න.

45. **Time target :** 2 minutes

පෘථිවි පෘෂ්ටයේ වියෝග ප්‍රවේගය 11 km s^{-1} වේ. එක්තරා ග්‍රහලොවක අරය, පෘථිවියේ අරය මෙන් දෙගුණයක් වන නමුත් එහි මධ්‍යන්‍ය ඝනත්වය පෘථිවියේ එම අගයට සමාන වේ. මෙම ග්‍රහලොවෙහි වියෝග ප්‍රවේගය සොයන්න.

46. **Time target :** 2 minutes

ග්‍රහලොවක වියෝග ප්‍රවේගය 10^4ms^{-1} වේ. 2 kg ස්කන්ධයක් ඇති වස්තුවක් අනන්තයේ සිට ග්‍රහලොව වෙතට වැටේ. ග්‍රහලොවෙහි පෘෂ්ඨය මතුපිට දී වස්තුවේ චාලක ශක්තියේ සහ විභව ශක්තියේ අගයන් සොයන්න.

47. **Time target :** 3 minutes

පෘථිවිය වටා වූ කක්ෂයක ගමන් ගන්නා චන්ද්‍රිකාවක චාලක ශක්තිය E වේ. පෘථිවියේ ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රයෙන් ඉවත් වීම සඳහා එහි අවම චාලක ශක්තිය කොපමණ විය යුතු ද ?

48. **Time target :** 3 minutes

වස්තුවක් $\sqrt{g R}$ වේගයෙන් සිරස්ව ඉහළට ප්‍රක්ෂේපණය කරයි. R පෘථිවියේ අරය ද g පෘථිවි පෘෂ්ඨය මත ගුරුත්වජ ත්වරණයද නම් වස්තුව නැගෙන උපරිම උස සොයන්න.

49. **Time target :** 3 minutes

පෘථිවියේ සිට යම් දුරකින් පිහිටි චන්ද්‍රිකාවකට පෘථිවියේ ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රයෙන් ඉවත් වීම සඳහා ලබාදිය යුතු අවම චාලක ශක්තිය, එය එම දුරින් පිහිටි වෘත්ත කක්ෂයක චලිත වීමට ලබා දිය යුතු චාලක ශක්තියට දරන අනුපාතය සොයන්න.

50. **Time target :** 3 minutes

වස්තුවක් පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ සිට ප්‍රක්ෂේපණය කරනුයේ වියෝග ප්‍රවේගය මෙන් තුන් ගුණයක ප්‍රවේගයකිනි. එය පෘථිවියේ ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රයෙන් නික්මෙන විට එහි ප්‍රවේගය වියෝග ප්‍රවේගයට දරන අනුපාතය සොයන්න.

51. **Time target :** 5 minutes

අරය R_E වූ පෘථිවි පෘෂ්ටයේ සිට වස්තුවක් $V (< V_e)$ ප්‍රවේගයෙන් සිරස්ව ඉහළට ප්‍රක්ෂේපණය කරයි. මෙහි V_e යනු පෘථිවි පෘෂ්ටයේදී වියෝග ප්‍රවේගයයි. වස්තුව පෘථිවි පෘෂ්ටයේ සිට නැගෙන උපරිම උස h නම්,

$$h = \frac{R_E V^2}{V_e^2 - V^2}$$ බව පෙන්වන්න.

උල්කාපාතයක් පෘථිවි පෘෂ්ටයේ සිට 2.51×10^{7} උසකින් ඇති විට එහි වේගය නොගිණිය හැකිය. පෘථිවියේ අරය 6400 km ලෙස සලකා උල්කාපාතය පෘථිවියේ ගැටෙන ප්‍රවේගය සොයන්න.

52. **Time target :** 4 minutes

කෘත්‍රිම චන්ද්‍රිකාවක් පෘථිවිය වටා වෘත්තාකාර පථයක ගමන් ගන්නේ පෘථිවියේ වියෝග ප්‍රවේගයෙන් අඩක ප්‍රවේගයකිනි.

i. පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ සිට චන්ද්‍රිකාවට උස

ii. චන්ද්‍රිකාව සිය කක්ෂයේ ක්ෂණිකව නිශ්චල වී පෘථිවියට නිදහසේ ඇද වැටුනහොත් එය පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ ගැටෙන ප්‍රවේගය සොයන්න. පෘථිවියේ අරය R ලෙස හා පෘථිවි පෘෂ්ඨය මත ගුරුත්වජ ත්වරණය g ලෙස ගන්න.

53. **Time target :** 4 minutes

ස්කන්ධ 2×10^{30} kg බැගින් වූ තරු දෙකක් සෘජු ගැටුමක් සඳහා එකිනෙකා වෙතට ලඟා වෙමින් පවතී. ඒවා 10^9 km පරතරයකින් ඇති විට ඒවායේ වේග නොගිණිය හැකි තරම් කුඩාය. තරුවක අරය 10^4km නම් ගැටෙන විට ඒවායේ වේගය කොපමණද?

54. **Time target :** 4 minutes

ස්කන්ධ m හා M වූ අංශු දෙකක් ආරම්භයේදී අනන්ත දුරකින් තබා නිශ්චලතාවයේ සිට නිදහස් කරන ලදි. පරතරය d වන මොහොතේ දී ඒවා එකිනෙක සමීප වීමේ සාපේක්ෂ ප්‍රවේගය $\sqrt{2G(M+m)/d}$ මගින් දෙනු ලබන බව පෙන්වන්න.

55. **Time target :** 5 minutes

ග්‍රහලෝක දෙකක් අතර පරතරය 10a වේ. ඒවායේ ස්කන්ධ m හා 16 m වන අතර අරයයන් පිළිවෙලින් a හා 2a වේ. විශාල ග්‍රහලොවෙහි පෘෂ්ඨයේ සිට කුඩා ග්‍රහලොව වෙතට ප්‍රක්ෂේපණය කල ස්කන්ධය m වූ වස්තුවක් කුඩා ග්‍රහලොව වෙත ළඟාවීමට දිය යුතු අවම ප්‍රවේගය $\frac{3}{2}\sqrt{\frac{5Gm}{a}}$ බව පෙන්වන්න.

56. **Time target :** 20 minutes

සංකේත සියල්ලම හඳුන්වා දෙමින් නිව්ටන්ගේ ගුරුත්වාකර්ෂණ නියමය ප්‍රකාශනයක ආකාරයෙන් ලියා දක්වන්න. පෘථිවියේ ස්කන්ධය (M) හා අරය (R) ඇසුරෙන් පෘථිවි පෘෂ්ඨය මත ගුරුත්වජ ත්වරණය (g) සඳහා ප්‍රකාශනයක් ලබා ගන්න. ස්කන්ධය 1000 kg වන චන්ද්‍රිකාවක් කක්ෂගත ව ඇත්තේ දිනකට දස වතාවක් පෘථිවිය වටා වෘත්තාකාර කක්ෂයක ගමන් කරන පරිදිය. පෘථිවියේ අරය 6.4×10^6 m වේ.

i. චන්ද්‍රිකාවේ කක්ෂයට පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ සිට ඇති උස සොයන්න.

ii. එම කක්ෂයේ පවතින විට චන්ද්‍රිකාවේ සම්පූර්ණ ශක්තිය ගණනය කරන්න.

iii. පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ සිට එහි කක්ෂය කරා රැගෙන යෑමට චන්ද්‍රිකාවට සැපයිය යුතු අවම ශක්තිය සොයන්න.

iv. (iii) හා (ii) කොටස්වල පිළිතුරු සඳහා ලැබෙන අගයයන් වෙනස් වන්නේ ඇයි දැයි පහදා දෙන්න.

v. භූ ස්ථාවර වීම සඳහා චන්ද්‍රිකාවක් කක්ෂ ගත කළ යුත්තේ පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ සිට කොපමණ උසකටද ?

vi. කක්ෂගතව ඇති චන්ද්‍රිකාවක ශක්තිය, ඝර්ෂණය නිසා හානි වේ නම් එහි වේගයට හා කක්ෂයේ අරයට සිදුවන්නේ කුමක්ද ? (1998 - A/L)

57. **Time target :** 20 minutes

පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ සිට 1700 km ඉහළින් වෘත්තාකාර කක්ෂයක අභ්‍යවකාශ පර්යේෂණාගාරයක් ඇත.

i. අභ්‍යවකාශ පර්යේෂණාගාරයේ වේගය කොපමණද ? පෘථිවියේ අරය 6400 km සහ පෘථිවි පෘෂ්ඨය මත ගුරුත්වජ ත්වරණය $g = 10\ ms^{-2}$ වේ.

ii. භාණ්ඩ සමග ස්කන්ධය 10^4 kg වන අභ්‍යවකාශ යානයක් පෘථිවියේ සිට අභ්‍යාවකාශ පර්යේෂණාගාරයේ කක්ෂය දක්වා යාන්තමින් ළඟාවීමට සැපයිය යුතු අවම ශක්තිය කොපමණද ? වාත ප්‍රතිරෝධය නොසලකා හරින්න.

iii. අභ්‍යාවකාශ පර්යේෂණාගාරයේ කක්ෂය වෙනස් නොකර එය හා සම්බන්ධවීම සඳහා අභ්‍යාවකාශ යානයට අවශ්‍ය අමතර ශක්තිය කොපමණද ?

iv. සම්බන්ධ වීමෙන් පසු අභ්‍යවකාශ යානයේ ඇති භාණ්ඩ අභ්‍යවකාශ පර්යේෂණාගාරය තුළට සංක්‍රාමණය කරනු ලබයි. මෙම භාණ්ඩ පැටවීම නිසා කක්ෂගත වී ඇති අභ්‍යවකාශ පර්යේෂනාගාරයේ වේගය වෙනස් වේද ? ඔබගේ පිළිතුර පැහැදිලි කරන්න. (2003 - A/L)

58. **Time target :** 20 minutes

අනන්තයේ හැර වෙනත් වස්තූන් සහ ආරෝපණ නොමැති අභ්‍යවකාශයේ ලක්ෂ්‍යයක අචලව තබා ඇති $+q$ ආරෝපණයක් රැගත් ස්කන්ධය m වන ලක්ෂ්‍යාකාර වස්තුවක් පිළිබඳ මනඃකල්පිත අවස්ථාවක් සලකන්න.

i. $m = \frac{q}{2\sqrt{\pi G \varepsilon_0}}$ නම්, සර්වසම ස්කන්ධයක් සහ ආරෝපණයක් රැගත් දෙවැනි වස්තුවක් කිසිම කාර්යයක් නොකර අනන්තයේ සිට පළමු වස්තුව දෙසට ගෙන ආ හැකි බව පෙන්වන්න. (අනන්තයේදී දෙවැනි වස්තුවේ චලිතය ආරම්භ කිරීම සඳහා අවශ්‍ය ශක්තිය නොසලකා හරින්න.)
G යනු සර්වත්‍ර ගුරුත්වකරෂණ නියතය වන අතර ε_0 යනු නිදහස් අවකාශයේ පාරවේද්‍යතාවයි.
එසේම දෙවන වස්තුව අනන්තයේ සිට ගෙන ඒමේදී,

a. $m > \frac{q}{2\sqrt{\pi G \varepsilon_0}}$ වූ විට එම වස්තුව මඟින් කාර්යයක් කෙරෙන බවද

b. $m < \frac{q}{2\sqrt{\pi G \varepsilon_0}}$ වූ විට එම වස්තුව මත කාර්යයක් කළ යුතු බවද පෙන්වන්න.

ii. ඉහත (i) (b) හි දක්වා ඇති තත්ත්වය යටතේ දෙවන වස්තුව අනන්තයේ සිට පළමු වස්තුවෙන් r දුරක පිහිටි ලක්ෂ්‍යයක් දක්වා ගෙන ඒමේදී කළ යුතු මුළු කාර්යය කුමක්ද ?

iii. දෙවැනි වස්තුවට පළමු වස්තුව වටා වෘත්තාකාර පථයක පැවතීමේ හැකියාවක් ඇති වන්නේ ඉහත (i) හිදී ඇති කුමන අවස්ථාව යටතේද ?

iv. ඉහත (iii) හි දක්වා ඇති පරිදි දෙවන වස්තුව r අරයක් සහ v_0 වේගයක් සහිතව වෘත්තාකාර පථයක ගමන් කරන්නේ නම් r සහ ඉහත දක්වා ඇති රාශි සම්බන්ධ කෙරෙන ප්‍රකාශනයක් ලියා දක්වන්න.

v. ස්කන්ධය M වූ ග්‍රහලෝකයකට විශාල දුරකින් පිහිටි ස්කන්ධය m වූ ක්ෂුද්‍ර ග්‍රහයෙක් (ඇස්ටොරොයිඩයක්) එම වස්තු දෙක අතර ඇති ගුරුත්වාකර්ෂණ බලපෑම නිසා ග්‍රහලෝකය දිශාවට ගමන් අරඹයි. ග්‍රහලෝකය නිශ්චලව පවතින බව සහ අනෙකුත් අභ්‍යවකාශ වස්තූන් මඟින් ග්‍රහලෝකය සහ ක්ෂුද්‍ර ග්‍රහයා මත ගුරුත්වාකරෂණ බලපෑමක් ඇති නොකරන බව උපකල්පනය කරන්න. ග්‍රහලෝකයේ සිට R දුරකින් ඇති විට ක්ෂුද්‍ර ග්‍රහයාගේ වේගය v නම්,

එය $\frac{R}{2}$ දුරකදී නවතා එහි චලිතය ආපසු හැරවීම සඳහා එක් එක් වස්තුව මත එම මොහොතේ දී (එනම් පරතරය R වන මොහොතේදී) තැබිය යුතු ආරෝපණයේ විශාලත්වය සඳහා ප්‍රකාශනයක් ව්‍යුත්පන්න කරන්න.

(2006 - A/L)

59. **Time target :** 20 minutes

a. පෘථිවියේ ස්කන්ධය සහ අරය පිළිවෙළින් M සහ R නම්, පෘථිවියේ කේන්ද්‍රයේ සිට h දුරකින් $(h>R)$ ඇති P ලක්ෂ්‍යයක ගුරුත්වාකර්ෂණ විභවය සඳහා ප්‍රකාශනයක් M, h සහ සර්වත්‍ර ගුරුත්වාකර්ෂණ නියතය G ඇසුරෙන් ලියන්න. පෘථිවියේ කේන්ද්‍රයේ සිට අනන්ත දුරකදී ගුරුත්වාකර්ෂණ විභවය ශුන්‍ය යැයි උපකල්පනය කරන්න.

b. ස්කන්ධය m වන කුඩා වස්තුවක් P ලක්ෂ්‍යයේ සිට සිරස්ව ඉහළට υ_1 ප්‍රවේගයකින් ප්‍රක්ෂේපණය කළේ යැයි සිතමු.

i. එහි ආරම්භක ලක්ෂ්‍යයේදී වස්තුවේ සම්පූර්ණ යාන්ත්‍රික ශක්තිය සඳහා ප්‍රකාශනයක් ලියන්න.

ii. පෘථිවියේ කේන්ද්‍රයේ සිට වස්තුව ගමන් කරන උපරිම උස H සඳහා ප්‍රකාශනයක් h, G, M සහ υ_0 ඇසුරෙන් ලබා ගන්න.

iii. මෙම අවස්ථාවේදී වස්තුවේ වියෝග ප්‍රවේගය υ'_e සඳහා ප්‍රකාශනයක් G , M හා h ඇසුරෙන් සොයන්න.

c. පෘථිවියේ කේන්ද්‍රයේ සිට h දුරකින් පිහිටි වෘත්තාකාර කක්ෂයක වස්තුව පවත්වා ගැනීමට අවශ්‍ය වේගය υ_0 නම් $\upsilon'_e = \sqrt{2}\,\upsilon_0$ බව පෙන්වන්න.

d. $M = 6\times10^{24}$ kg සහ $R = 6400$ km නම් පෘථිවි පෘෂ්ඨයේදී වියෝග ප්‍රවේගය υ_e ගණනය කරන්න.
$G = 6\times10^{-11}\ m^3\ kg^{-1} s^{-2}$ ලෙස සහ $\sqrt{2} = 1.4$ ලෙස ගන්න.

e. පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ මධ්‍යන්‍ය උෂ්ණත්වය 280 K වේ. මෙම උෂ්ණත්වයේදී H_2 සහ O_2 අණු සඳහා වර්ග මධ්‍යන්‍ය මූල වේග (υ_{rms}) සොයන්න. ඔබේ ගණනය කිරීම් සඳහා පහත සඳහන් දත්ත භාවිත කරන්න.

බෝල්ට්ස්මාන් නියතය = $k = 1.4 \times 10^{-23}\ J K^{-1}$

H_2 අණුවක ස්කන්ධය = $m = 3 \times 10^{-27}\ kg$

O_2 අණුවක ස්කන්ධය = $m = 16 \times mH_2$

f. දෙන ලද උෂ්ණත්වයකදී වායු අණුවලට ඉතා වේගවත් වේගවල සිට ඉතා මන්දගාමී වේග දක්වා වූ පරාසයක් ඇත. දෙන ලද වායුවක් වායු ගෝලයේ රඳවා තබා ගැනීමට එම වායුව සඳහා $6\upsilon_{rms} < \upsilon_e$ අවශ්‍යතාව තෘප්ත කළ යුතුය. ඉහත e හි ප්‍රතිඵල භාවිත කරමින් පෘථිවි වායු ගෝලයේ O_2 වායුව පවතින නමුත් H_2 වායුව නොපවතින්නේ මන්දැයි පැහැදිලි කරන්න. (2008 - A/L)

60. **Time target :** 20 minutes

සන්නිවේදනය, කාලගුණ විද්‍යාව, ආරක්ෂාව සහ පෘථිවියෙහි මෙන්ම පිටත අභ්‍යවකාශයේ විද්‍යාත්මක ගවේෂණ ආදී ක්ෂේත්‍ර තුළ චන්ද්‍රිකාවල භාවිතය පුළුල් වෙමින් පවතී. චන්ද්‍රිකාවල යෙදීම් අනුව ඒවා යම් නියමිත කක්ෂවල තබා ඇත. චන්ද්‍රිකාවක් කක්ෂයක පවත්වා ගැනීම සඳහා අවශ්‍ය කේන්ද්‍ර අභිසාරී බලය ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය මගින් ලබා දෙයි.

පෘථිවියේ භ්‍රමණ චලිතයේ කාලවර්තයට ගැළපෙන අයුරින් පැය 24 ක කාලාවර්තයක් සහිතව භූ සමකාලීන චන්ද්‍රිකා පෘථිවිය වටා කක්ෂ ගත වේ. භූස්ථායි චන්ද්‍රිකාවක් (භූ.ස්.ච.) යනු පෘථිවියේ සමකය (අක්ශාංශ 0^0) හරහා යන තලය මත ආසන්න වශයෙන් වෘත්තාකාර කක්ෂයක පවතින පොළොව මත සිටින නිරීක්ෂකයකුට අභ්‍යවකාශයේ චලිතයක් නොමැතිව පවතින්නා සේ පෙනෙන භූ සමකාලීන චන්ද්‍රිකාවක් වේ. භූ.ස්.ච. පිළිබඳව අදහස පළමුවරට යෝජනා කරන ලද්දේ විද්‍යා ප්‍රබන්ධ රචක ආතර් සී ක්ලාක් විසිනි. සන්නිවේදන චන්ද්‍රිකා සහ කාලගුණික චන්ද්‍රිකා සඳහා බොහෝ විට භූස්ථායි කක්ෂ ලබා දෙනුයේ ඒවාට පෘථිවියේ එකම ප්‍රදේශ අඛණ්ඩව නිරීක්ෂණය කිරීමට හැකිවන නිසාය. භූ.ස්.ච. පෘථිවි මධ්‍යස්ථාන සමග සන්නිවේදනය කිරීම සඳහා දිශාගත ඇන්ටෙනා භාවිත කරනු ලැබේ. චන්ද්‍රිකාවක් භූ.ස්.ච. ක් ලෙස ක්‍රියාත්මක වීමේ අවාසිද කිහිපයක් ඇත. එකිනෙක අතර බලපෑමක් නොවන අයුරින් භූ ස්ථායි කක්ෂවල පවත්වාගත හැකි චන්ද්‍රිකා සංඛ්‍යාව සීමිත වේ. පෘථිවි මධ්‍යස්ථානයකින් නිකුත් කරන ලද විද්‍යුත් චුම්බක සංඥාවක් ආලෝකයේ ප්‍රවේගයෙන් ($3 \times 10^8\ m\ s^{-1}$) ගමන් කරයි. චන්ද්‍රිකාවට ඇති අධික දුර නිසා පෘථිවි මධ්‍යස්ථානයක් මගින් නිකුත් කළ මුල් සංඥාව සහ චන්ද්‍රිකාව හරහා ගමන් කර නැවත වෙනත් මධ්‍යස්ථානයක් වෙත පැමිණෙන විට සංඥාව අතර සැලකිය යුතු කාල පමාවක් ඇතිවේ. තවද අධික උස නිසා භූ.ස්.ච. මගින් ලබා ගන්නා, විශේෂයෙන් සමකයෙන් ඈත පිහිටුම්වල, පෘථිවියේ පින්තූරවල පැහැදිලි බව අඩු වේ. තවත් ගැටලුවක් වනුයේ භූ.ස්.ච. සූර්යයාට ආසන්න වන විට විශේෂයෙන් මාර්තු සහ සැප්තැම්බර් මාස අගදී සූර්යයා පෘථිවියේ සමක තලය හරහා යන විට සූර්යයාගෙන් ලැබෙන විද්‍යුත් චුම්බක විකිරණ මගින් ඇති කරන හානියයි.

මෑත වසරවලදී වඩා කෙටි කාලාවර්තයක් සහිත සාමාන්‍යයෙන් පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ සිට 160-2000 km උසකින් ක්‍රියාත්මක වන පහළ පෘථිවි කක්ෂ චන්ද්‍රිකා (ප.පෘ.ක.ච) ජනප්‍රිය වී තිබේ. මේවායේ කක්ෂ පෘථිවි කේන්ද්‍රය හරහා යන ඕනෑම තලයක පැවතිය හැක. එනමුදු නිශ්චිත ස්ථානයකට අදාළව සන්තතිකව දත්ත එක්රැස් කරගැනීම (උදා: යම් රටකට ඉහළින් කාලගුණය නිරීක්ෂණය කිරීම) සඳහා ප.පෘ.ක.ච. සමූහයක් සහිත පද්ධතියක් අවශ්‍ය වේ. ප.පෘ.ක.ච. වල වාසි සමහරක් නම් සරල දිශාගත විය යුතු නැති ඇන්ටෙනා භාවිතය, විද්‍යුත් චුම්බක සංඥා සඳහා කාල පමාව අඩු වීම, පැහැදිලි බවින් වැඩි පෘථිවියේ පින්තූර ලබාගත හැකි වීම සහ සූර්යයාගෙන් ලැබෙන විද්‍යුත් චුම්භක විකිරණ අඩු වීම වේ. තවද චන්ද්‍රිකාවක් පහළ පෘථිවි කක්ෂයක තැබීම සඳහා අවශ්‍ය වන්නේ අඩු සම්පත් සහ ශක්ති ප්‍රමාණයක් වන අතර සාර්ථකව සන්නිවේදනය කිරීම සඳහා අවශ්‍ය වන්නේ අඩු ප්‍රබලතාවක් ඇති වර්ධක වේ. පෘථිවියේ ධ්‍රැවවලට ඉහළින් ගමන් කරන ධ්‍රැව චන්ද්‍රිකාවක් ප.පෘ.ක.ච.වල විශේෂ අවස්ථාවකි. හබල් අභ්‍යවකාශ දුරේක්ෂය ප.පෘ.ක.ච. වලට තවත් උදාහරණයකි.

පිටත අභ්‍යවකාශය විද්‍යාත්මකව ගවේෂණය කිරීම සඳහා පෘථිවියේ සිට ඉතා ඈත කක්ෂවල රඳවා ඇති නිරීක්ෂණාගාර තුළ පර්යේෂණ සිදු කරනු ලැබේ. මෙවැනි පර්යේෂණ සිදුකිරීම සඳහා චන්ද්‍රිකා රඳවා තැබිය හැකි විශේෂිත පිහිටුම් පහක් පවතී. ඒවා ලග්රාන්ජ් ලක්ෂ්‍ය නැතහොත් L - ලක්ෂ්‍යයන් ලෙස හැඳින්වේ. L - ලක්ෂ්‍යයන්වල තබන ලද චන්ද්‍රිකා සූර්ය පෘථිවි පද්ධතියට සාපේක්ෂව අචලව පවතින සේ පෙනේ. L - ලක්ෂ්‍යවලින් දෙකක් වූ L_1 සහ L_2 ලෙස හඳුන්වන

ලක්ෂ්‍යයන් දෙක පහත රූපයේ පෙන්වා ඇත. පෘථිවිය සූර්යයා වටා වර්ෂ එකක කාලාවර්තයක් ඇති කක්ෂයක ගමන් කරන විට L_1 සහ L_2 ලක්ෂ්‍යයන් මත තබන ලද චන්ද්‍රිකා ද සූර්ය - පෘථිවි පද්ධතිය සමග ගමන් කරන නමුත් එවායේ සාපේක්ෂ පිහිටුම් නොවෙනස්ව පවතී. L_1 ආසන්නයේ චන්ද්‍රිකා හතරක්ද, L_2 ආසන්නයේ නවතම ප්ලාන්ක් අභ්‍යවකාශ නිරීක්ෂණාගාරය ඇතුළු චන්ද්‍රිකා තුනක්ද ස්ථානගතකර තිබේ. පිටත අභ්‍යවකාශය නිරීක්ෂණය කිරීම සඳහා L_2 වඩා ප්‍රයෝජනවත් වේ. මන්ද යත් L_2 හි ඇති චන්ද්‍රිකාවක් දෙසට පතිත වන සූර්ය විකිරණවලින් කොටසක් පෘථිවිය මගින් චලිතය පුරාවටම අවහිර කරන බැවිනි. (පෘථිවියේ අරය 6.4×10^6 m වේ.)

a. භූ.ස්.ච.වක කාලාවර්තයේ අගය කොපමණද ?

b. පෘථිවිය වටා භූ.ස්.ච.කට තිබිය හැකි කක්ෂයේ ත්‍රිමාන රූපයක් අඳින්න. පෘථිවියෙහි භූගෝලීය උතුර, දකුණ සහ සමක තලය පැහැදිලිව සලකුණු කරන්න.

c. ප.පෘ.ක.ච. සඳහා උදාහරණයක් දෙන්න.

d. භූ.ස්.ච. කක්ෂයේ අරය r සඳහා ප්‍රකාශනයක් සර්වත්‍ර ගුරුත්වාකර්ෂණ නියතය G පෘථිවියේ ස්කන්ධය M_E සහ භූ.ස්.ච. කාලාවර්තය T ඇසුරෙන් ලබාගන්න. නිවැරදි සංඛ්‍යාත්මක අගයයන් ප්‍රකාශනයට ආදේශ කරන්න. පිළිතුර සුළු කිරීම අවශ්‍ය නොවේ. $GM_E = 40 \times 10^{13}\ m^3 s^{-2}$

e. පෘථිවි මධ්‍යස්ථානයකින් එයට 36000 km ක් සිරස්ව ඉහළින් පිහිටි භූ.ස්.ච. කට නිකුත් කරනු ලබන විද්‍යුත් චුම්බක පිරික්සුම් සංඥාවක් එම මධ්‍යස්ථානය මගින්ම නැවත ආපසු ලබාගන්නේ නම් එසේ ලබා ගැනීමේදී ඇති වන කාල පමාව ගණනය කරන්න.

f. පෘථිවිය වටා කක්ෂගතව ඇති ජාත්‍යන්තර අභ්‍යවකාශ මධ්‍යස්ථානය අරය 6700 km ක් වූ සමක තලයට ආනත කක්ෂයක පවතී. එහි කාලාවර්තය ගණනය කරන්න. මෙය භූ.ස්.ච.වක් ද නැතහොත් ප.පෘ.ක.ච. වක්ද ? ඔබේ පිළිතුරට හේතුව දෙන්න. ($\sqrt{}\ 67^3 = 67 \quad = 548.4$; π^2 හි අගය 10 ලෙස ගන්න.)

g. ප.පෘ.ක.ච. ක වාසි තුනක් සඳහන් කරන්න.

h. පිටත අභ්‍යවකාශ නිරීක්ෂණාගාරයක් තැබීමට L_2 පිහිටුම වඩා හොඳ වන්නේ මන්ද ?

i. ප්ලාන්ක් අභ්‍යවකාශ නිරීක්ෂණාගාරයේ කෝණික වේගය (ω) rad $year^{-1}$ ඒකකවලින් ගණනය කරන්න.

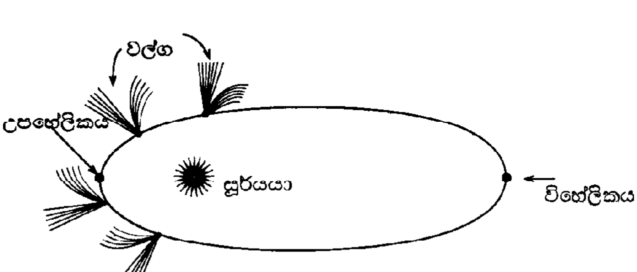
j. ප්ලාන්ක් නිරීක්ෂණාගාරයේ කක්ෂීය චලිතය සඳහා සමීකරණයක් සූර්යයාගේ ස්කන්ධය (M_S), පෘථිවියේ ස්කන්ධය (M_E), පෘථිවියේ සිට සූර්යයාට ඇති දුර (R), පෘථිවියේ සිට චන්ද්‍රිකාවට ඇති දුර (r), ω සහ G ඇසුරෙන් ලියා දක්වන්න. අනිකුත් ග්‍රාහක සහ චන්ද්‍රයාගේ බලපෑම නොසලකා හරින්න.

k. යම් වස්තුවක් වටා ඇති චන්ද්‍රිකාවල කාලාවර්තය සාමාන්‍යයෙන් වස්තුවේ කේන්ද්‍රයේ සිට ඇති දුර සමග වැඩි විය යුතුය. L_1 හා L_2 හි ඇති චන්ද්‍රිකා, සූර්යයාගේ සිට වෙනස් දුරවල පවතින නමුත් ඒවායේ කාලාවර්තයන් සමාන වේ. මේ සඳහා හේතු පැහැදිලි කරන්න. (2011 - A/L)

61. **Time target :** 20 minutes

පහත ඡේදය කියවා අසා ඇති ප්‍රශ්නවලට පිළිතුරු සපයන්න.

වල්ගා තරු සාමාන්‍යයෙන් සූර්යයා වටා අධික ලෙස ඉලිප්සාකාර වූ කක්ෂවල ගමන් කරන කුඩා ආකාශ වස්තූන් වේ. [(1) රූපය බලන්න.] සමහර කක්ෂ ග්‍රහලෝක පද්ධතියෙන් ඔබ්බට දළ වශයෙන් ආලෝක වර්ෂයක් පමණ දුරට පැතිරේ. වල්ගා තරුවක් මත ක්‍රියාත්මක වන ප්‍රධාන බලය වනුයේ සූර්යයාට ඇති ගුරුත්වාකර්ෂණ ආකර්ෂණයයි. වල්ගා තරුවක ප්‍රධාන සංරචක වනුයේ න්‍යෂ්ටිය, කෝමාව සහ වල්ග වේ. වල්ගා තරුවේ ඝන වස්තුව වන න්‍යෂ්ටියේ විෂ්කම්භය 50 km ට වඩා අඩු වන අතර කෝමාව සූර්යයාට වඩා විශාල විය හැක. වල්ග කිලෝමීටර මිලියන 150 පමණ දුරට පැතිරිය හැක.



(1) රූපය

වල්ගා තරු ප්‍රධාන වශයෙන් සෑදී ඇත්තේ මිදුණු කාබන්ඩයොක්සයිඩ්, මීතේන්, ජලය (අයිස්) සමඟ පවතින දූවිලි අංශු, සහ නොයෙකුත් ඛනිජ වර්ගවලිනි. වල්ගා තරුව අභ්‍යන්තර ග්‍රහලෝක දෙසට ළඟා වී සූර්යයාට වඩා ආසන්න වෙමින් ගමන් කරන විට සූර්යයාගෙන් ලැබෙන විකිරණවල පීඩනය නිසා එහි පිටත ස්තරය වාෂ්පීකරණයට භාජනය වේ. එයින් නිකුත් වන දූවිලි සහ වායූන්වලින් සමන්විත, න්‍යෂ්ටිය වටා පැතිරුණු වල්ගා තරුවේ වායුගෝලය කෝමාව ලෙස හැඳින්වේ. කෝමාව මත ඇති වන සූර්ය විකිරණ පීඩනය සහ සූර්ය සුළඟ නිසා අයනවලින් සමන්විත නිල්පැහැයෙන් යුත් වල්ගයක් සෑදෙන අතර සූර්ය සුළඟ, වායුව මත ඉතා ප්‍රබලව බලපාන බැවින් අයනවලින් සෑදුනු එම වල්ගය ඍජුව

සහ සූර්යයාගෙන් ඉවතට එල්ල වී පවතී. වල්ගා තරුවෙන් නිදහස් වූ දූවිලි අංශුන් මගින් වල්ගා තරුවට පිටුපසින් සුළු වශයෙන් වක්‍ර වූ සුදු පැහැයෙන් යුත් තවත් වල්ගයක් සෑදේ.

වල්ගා තරුවක වේගය සූර්යයාට වඩාත්ම දුරින් පිහිටි ලක්ෂ්‍යයේදී (විහේලිකය) ලබා ගන්නා එහි අවම අගය සහ සූර්යයාට වඩාත්ම ආසන්නයේ පිහිටි ලක්ෂ්‍යයේදී (උපහේලිකය) ලබා ගන්නා එහි උපරිම අගය අතර වෙනස් වේ. උදාහරණයක් ලෙස ස්කන්ධය 2.0×10^{14} kg වූ හේලීගේ වල්ගා තරුව සූර්යයාගේ සිට 5.0×10^{12} m දුරින් පිහිටි එහි විහේලිකයෙහිදී එහි අවම වේගය වන $12.0\ \text{km s}^{-1}$ ලබා ගනී.

බාහිර අවකාශයෙන් වායුගෝලයට ඇතුළුවන සුන්බුන් කැබලි උල්කාභ ලෙස හැඳින්වේ. බොහෝ උල්කාභ ඒවායේ රේඛීය සහ භ්‍රමණ චාලක ශක්තීන් දෙකම වැය කරමින් ඝර්ෂණය නිසා ජනනය වන තාපය හේතු කොට ගෙන වායුගෝලය තුළදී ආලෝකය නිකුත් කරමින් දැවී යයි. ඒවා උල්කා ලෙස හඳුන්වයි. වල්ගා තරුවක ගමන් මගෙහි අත හැරී ගිය සුන්බුන් කැබලි හරහා පෘථිවි වායුගෝලය ගමන් කරන විට උල්කා වර්ෂා නිරීක්ෂණය කිරීමට හැකි වේ. සමහර උල්කාභ පෘථිවි පෘෂ්ඨය මතට පතිත වන අතර ඒවා උල්කාපාත ලෙස හැඳින්වේ.

උල්කාභයක් ඉක්මනින් එහි ද්‍රවාංකය කරා ළඟා වන විට එය තාපදීප්ත බවට පත් වේ. අවට ඇති පරමාණු අයනීකරණය වී ඉලෙක්ට්‍රෝන සමග ඉක්මනින් ප්‍රතිසංයෝජනය වී ඇති කරන ආලෝක විමෝචනය හේතුවෙන් උල්කාභය, ගිනි බෝලයක් ලෙස පෙනෙන විශාල ගෝලාකාර වාත ස්කන්ධයක් ඇති කරයි. සමහර ගිනි බෝල ලෙස පෙනෙන උල්කාභ පුපුරා ගොස් උල්කා කොටස් කිහිපයක් බවට පත් විය හැක. මෑතකදී රුසියාවේ සිදු වූවාක් මෙන් පිපිරීම දක තත්පර කිහිපයකට පසුව පොළොව දෙදරවන තරමේ ස්වනික ගිගුරුම් ඇතිකරමින් උල්කාභයේ කැබලිවලින් නිපදවෙන ප්‍රකම්පන තරංග පොළොව මතට ළඟා විය හැක.

a. වල්ගා තරුවක ප්‍රධාන සංරචක මොනවාද ?

b. වල්ගා තරුවක වල්ග ආකාර දෙක අතර ප්‍රධාන වෙනස්කම් **තුනක්** සඳහන් කරන්න.

c. හේලීගේ වල්ගා තරුව එහි විහේලිකයෙහි ඇති විට එය මත ක්‍රියාකරන ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය ගණනය කරන්න.
(සූර්යයාගේ ස්කන්ධය = 2×10^{30} kg, $G = 6.7\times10^{-11}\ \text{N m}^2\,\text{kg}^{-2}$)

d. හේලීගේ වල්ගා තරුව සූර්යයාගේ සිට 8.0×10^{10} m දුරින් පිහිටි එහි උපහේලිකයෙහි පිහිටන විට එහි වේගය සොයන්න.
(**සටහන:** විහේලිකය සහ උපහේලිකය යන පිහිටුම්වලදී වල්ගා තරුවේ ප්‍රවේගය අරීය දිශාවට ලම්බක වේ. ස්කන්ධය නොවෙනස්ව පවතී යැයි උපකල්පනය කරන්න.)

e. පෘථිවි වායුගෝලය වල්ගා තරුවක කක්ෂයක් හරහා යන විට උල්කා වර්ෂාවක් නිපදවෙන්නේ මන්ද ?

f. උල්කා සහ උල්කාපාත අතර වෙනස කුමක්ද ?

g. උල්කාභ දහනය වීමේ දී තාප ශක්තිය බවට පරිවර්තනය වන්නේ කුමන ශක්තීන්ද ?

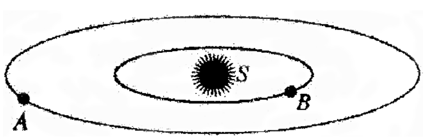
h. උල්කාභයක් ගිනි බෝලයක් සේ දිස්වීමට ආලෝකය ජනනය කරන යාන්ත්‍රණය කුමක්ද ?

i. සිරස්ව $200\ \text{m s}^{-1}$ වේගයකින් පහළට වැටෙන උල්කාභයක් කැබලි දෙකකට පුපුරා යයි. උල්කාභයේ ස්කන්ධයෙන් $\frac{3}{5}$ ක ස්කන්ධයක් ඇති එක් කැබැල්ලක් තිරස් දිශාවට $600\ \text{m s}^{-1}$ වේගයකින් ගමන් කරයි නම් අනෙක් කැබැල්ලේ වේගය සොයන්න.

j. ප්‍රකම්පන තරංගයක් ඇතිවීම සඳහා උල්කාභ කැබැල්ලක වේගය සපුරාලිය යුතු තත්ත්වය කුමක්ද ?

k. ප්‍රකම්පන තරංගයක් සෑදෙන අයුරු රූපසටහනක් භාවිතයෙන් පැහැදිලි කරන්න. (2013 - A/L)

62. **Time target :** 20 minutes



අපගේ චක්‍රාවාටය වන ක්ෂීරපථයේ ඇති අනෙකුත් ග්‍රහ පද්ධතිවල වාසයට සුදුසු ග්‍රහලෝක පවතින්නේ දැයි සොයා බැලීම නාසා (NASA) කෙප්ලර් ගවේෂණයේ ප්‍රධාන අරමුණ වේ. ගවේෂණය මගින් තරු වටා කක්ෂගත ග්‍රහලෝක විශාල සංඛ්‍යාවක් අනාවරණය කරගෙන ඇත. කක්ෂීය කාලාවර්තයන් පිළිවෙලින් T_A = පෘථිවි දින 300 සහ T_B = පෘථිවි දින 50 ක් වූ A සහ B නම් ග්‍රහලෝක දෙකකින් සමන්විත ග්‍රහ පද්ධතියක් එවැනි එක් නිරීක්ෂණයකි. ග්‍රහලෝක ඒකාකාර ගෝල බව සහ රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි ස්කන්ධය M වූ S නම් තරුවක් වටා වෘත්තාකාර කක්ෂවල ගමන් කරනබව උපකල්පනය කරන්න.ග්‍රහලෝක අතර ආකර්ෂණය නොසලකා හරින්න.

(a) i. B ග්‍රහලෝකයේ කක්ෂීය වේගය (υ_B) සඳහා ප්‍රකාශනයක් M, B ග්‍රහලෝකයේ කක්ෂයේ අරය R_B සහ සර්වත්‍ර ගුරුත්වාකර්ෂණ නියතය G ඇසුරෙන් ව්‍යුත්පන්න කරන්න.

ii. B ග්‍රහලෝකයේ කාලාවර්තය T_B සඳහා ප්‍රකාශනයක් R_B සහ υ_B ඇසුරෙන් ලියා දක්වන්න.

iii. මධ්‍යයේ ඇති තරුවෙහි ස්කන්ධය M සඳහා ප්‍රකාශනයක් T_B, R_B සහ G ඇසුරෙන් ව්‍යුත්පන්න කරන්න.

iv. $R_B = 0.3$ AU (1 AU $= 1.5\times10^{11}$ m) නම් තරුවේ ස්කන්ධය M ගණනය කරන්න. $G = 6.7\times10^{-11}\ m^3\ kg^{-1}\ s^{-2}$ සහ $\pi^2 = 10$ ලෙස ගන්න.

(b) i. ඉහත (a) (iii) හි ලබා ගත් ප්‍රකාශනය භාවිත කර A සහ B ග්‍රහලෝකවල කක්ෂයන්ගේ අරයයන් R_A, R_B සහ කාලාවර්ත T_A, T_B සම්බන්ධ කරමින් ප්‍රකාශනයක් ව්‍යුත්පන්න කරන්න.

ii. දී ඇති අගයයන් භාවිත කර A ග්‍රහලෝකයේ කක්ෂයේ අරය R_A ගණනය කරන්න.

(c) පිටතින් පිහිටි A ග්‍රහලෝකයේ ස්කන්ධය සහ අරය පිළිවෙළින් $23\ m_E$ සහ $4.6\ r_E$ බව සොයා ගෙන ඇත. මෙහි m_E සහ r_E යනු පිළිවෙළින් පෘථිවියේ ස්කන්ධය සහ අරය වේ.

i. B ග්‍රහලෝකයේ පෘෂ්ඨය මත වූ ලක්ෂ්‍යයක ගුරුත්වජ ත්වරණය g_E සඳහා ප්‍රකාශනයක්, m_E, r_E සහ G ඇසුරෙන් ව්‍යුත්පන්න කරන්න.

ii. g_A සඳහා ප්‍රකාශනයක් පෘථිවි පෘෂ්ඨය මත වූ ලක්ෂ්‍යයක ගුරුත්වජ ත්වරණය g_E ඇසුරෙන් ලබා ගන්න.

iii. ස්කන්ධය 100 kg වූ අභ්‍යාවකාශ යානයක් A ග්‍රහලෝකය මත ගොඩබැස්සවූයේ නම්, ගොඩබැස්ස වීමෙන් පසු යානයේ බර ගණනය කරන්න.

iv. අපගේ සූර්යග්‍රහ මණ්ඩලය හා සැසඳීමේදී පිටතින් පිහිටි A ග්‍රහලෝකය වාසයට සුදුසු කලාපයේ පවතී. A ග්‍රහලෝකයේ ඝනත්වයේ සාමාන්‍යය d_A සඳහා ප්‍රකාශනයක් පෘථිවියේ ඝනත්වයේ සාමාන්‍යය d_E ඇසුරෙන් ලබා ගන්න.

(2017 - A/L)

63. **Time target :** 20 minutes

පහත ඡේදය කියවා ප්‍රශ්නවලට පිළිතුරු සපයන්න.

කළු කුහර (Black holes) යනු විශ්වයේ පවතින ඉතාම කුතුහලය දනවන වස්තුවලින් එකකි. අවම පරිමාවක් තුළ ඇහිරී ඇති අතිවිශාල පදාර්ථ ප්‍රමාණයකින් සමන්විත වීමේ ප්‍රතිඵලයක් ලෙස අති ප්‍රබල ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රයක් ඒවාහි පවතී. කළු කුහරයකින් ආලෝකයට නිකුත් වීමට නොහැකි නිසා ඒවා අදෘශ්‍යමාන වේ.

ස්කන්ධය M හා අරය R වන ඒකාකාර ඝනත්වයක් සහිත ගෝලාකාර වස්තුවක මතුපිටින් වියෝග වීමේ ප්‍රවේගය (v_e), $\sqrt{\frac{2\ GM}{R}}$ මගින් දෙනු ලබයි. මෙහි G යනු සාර්වත්‍ර ගුරුත්වාකර්ෂණ නියතයයි. ස්කන්ධය M වන වස්තුවක අරය R, යම් අවධි අගයකට සමාන හෝ ඊට වඩා අඩු වන්නේ නම් එම වස්තුව කළු කුහරයක් ලෙස ක්‍රියා කරන බව වියෝග ප්‍රවේගය සඳහා වන මෙම ප්‍රකාශනය යෝජනා කරයි. මෙම අවධි අරය ශ්වාට්ස්චයිල්ඩ් අරය (Schwarzschild radius) R_S, ලෙස හඳුන්වන අතර කළු කුහරය වටා ඇති මෙම අරය සහිත ගෝලයේ මතුපිට, සිදුවීම් ක්ෂිතිජය (event horizon) ලෙස හැඳින්වේ. මෙම ගෝලය තුළින් ආලෝකයට ඉවත්ව යා නොහැකි නිසා අපට එය තුළ සිදුවන සිදුවීම් අනාවරණය කරගත නොහැක.

කළු කුහරයකින් ආලෝකයට ඉවත්විය නොහැකි නම්, එවැනි වස්තු පවතින බව අප දැනගන්නේ කෙසේද? කළු කුහරයක් අසල ඇති ඕනෑම වායුවක් හෝ දූවිලි දිය සුළියක් සේ කරකැවෙමින් කළු කුහරය තුළට ඇදී යයි. පොම්පයක සම්පීඩිත වාතය උණුසුම් වන ආකාරයටම මෙම දූවිලි / වායු රත් වීමකට බඳුන් වේ. දූවිලි / වායු උෂ්ණත්ව 10^6 K ටත් වඩා වැඩි විය හැකි අතර එබැවින් ඒවා දෘශ්‍ය ආලෝකය පමණක් නොව X - කිරණ ද නිකුත් කරයි. දූවිලි / වායු මගින් නිකුත් කරන මෙම X - කිරණ සිදුවීම් ක්ෂිතිජය හරහා යෑමට පෙර ඒවා සොයා ගැනීම මගින් කළු කුහරයක් පවතින බව තාරකා විද්‍යාඥයින්ට අනාවරණය කරගත හැක.

අති දැවැන්ත සුපිරි ස්කන්ධ (supermassive) සහිත කළු කුහර පවතින බවට ද ප්‍රබල සාක්ෂි ඇත. පෘථිවියේ සිට ආලෝක වර්ෂ 26000 ක් දුරින් ධනු රාශියේ දිශාවට අපගේ ක්ෂීරපථ මන්දාකිණියේ මධ්‍යයේ එවැනි කළු කුහරයක් පවතින බව සොයා ගෙන ඇත. තාරකා භෞතික විද්‍යාඥයින් විසින් S4716 ලෙසින් නම් කරන ලද තාරකාවක් මෙම කළු කුහරය වටා පරිභ්‍රමණය වන බවට අනාවරණය කරගෙන ඇත. මෙම තාරකාව වසර හතරක් වැනි කෙටි

කාලයක් තුළ සුපිරි ස්කන්ධ කළු කුහරය වටා එක් පරිභ්‍රමණයක් සම්පූර්ණ කරයි. මෙයින් අදහස් කරන්නේ තරුව 8.0×10^6 m s^{-1} ඉතා ඉහළ වේගයකින් මෙම කළු කුහරය වටා ගමන් කරන බවයි. මෙම චලිතය විශ්ලේෂණය කිරීමෙන් නොපෙනෙන සුපිරි කළු කුහරයේ ස්කන්ධය ගණනය කළ හැක.
$G = 6.0 \times 10^{-11}$ N m^2 kg^{-2} සහ ආලෝකයේ වේගය $c = 3.0 \times 10^8$ m s^{-1} ලෙසට ඔබට ගත හැක.

(a) කළු කුහරයක් යනු කුමක්ද?

(b) i. ප්‍රථම මූලධර්මවලින් පටන්ගෙන වියෝග ප්‍රවේගය $v_e = \sqrt{\frac{2\,GM}{R}}$ ප්‍රකාශනය ව්‍යුත්පන්න කරන්න.

ii. ඒකාකාර ρ ඝනත්වයක් ඇති ගෝලාකාර වස්තුවක් සඳහා, v_e, වස්තුවේ අරය R ට අනුලෝමව සමානුපාතික වන බව පෙන්වන්න.

iii. ඉහත (b) (i) හි ව්‍යුත්පන්න කළ ප්‍රකාශනයේ $v_e = c$ ලෙසට ගෙන ස්කන්ධය M වූ ගෝලාකාර වස්තුවක් සඳහා ශ්වාට්ස්චයිල්ඩ් අරය (R_S) සඳහා ප්‍රකාශනයක් G , M සහ c ඇසුරෙන් ලබා ගන්න.

(c) සිදුවීම් ක්ෂිතිජයක් අර්ථ දැක්වීමේ හේතුව කුමක්ද ?

(d) කළු කුහරයකින් X - කිරණ නිකුත් කළ හැකිද ? ඔබගේ පිළිතුරට හේතු දෙන්න.

(e) දිය සුළියක් සේ කරකැවෙමින් කළු කුහරය තුළට ඇදී යන 10^6 K උෂ්ණත්වයේ පවතින දූවිලි / වායූ මගින් නිකුත් කෙරෙන විකිරණවල උච්ච තරංග ආයාමය (λ_m) නිර්ණය කරන්න. (වීන් ගේ විස්ථාපන නියතය $= 2900\ \mu$m K)

- පහත (f) (i) සහ (f) (ii) සඳහා ඔබගේ පිළිතුරු විද්‍යාත්මක අංකනයෙන් පිළිවෙළින් දශම ස්ථාන **දෙකකට** සහ **එකකට** වටයන්න. ප්‍රශ්න අංක **5** ට පෙර දී ඇති සටහන බලන්න.

(f) S4716 තාරකාව සුපිරි ස්කන්ධ කළු කුහරය වටා අරය r වන වෘත්තාකාර පථයක පරිභ්‍රමණය වන බව උපකල්පනය කරන්න. තාරකාව සහ සුපිරි ස්කන්ධ කළු කුහරය ඒකාකාර ඝනත්වයෙන් යුත් ගෝලාකාර හැඩයක් ගන්නා බව තව දුරටත් උපකල්පනය කරන්න.

i. ඡේදයේ දී ඇති දත්ත භාවිත කොට r හි අගය නිර්ණය කරන්න. ($\pi = 3$ ලෙස ගන්න)

ii. එනයින් සුපිරි ස්කන්ධ කළු කුහරයේ ස්කන්ධය M_B ගණනය කරන්න.

iii. සුපිරි ස්කන්ධ කළු කුහරයේ ශ්වාට්ස්චයිල්ඩ් අරය R_S ගණනය කරන්න.

(g) සූර්යයා හදිසියේම අද පවතින ස්කන්ධයෙන් යුක්තව කළු කුහරයක් බවට පත්වේ යැයි උපකල්පිත ලෙස සිතන්න.

i. පෘථිවිය සූර්යයා වටා දැන් ගමන් කරන කක්ෂයේම දිගටම පරිභ්‍රමණය වේද ? ඔබගේ පිළිතුර සඳහා හේතු දක්වන්න.

ii. මේ නිසා පෘථිවියේ ජීවයට බලපෑම් ඇති විය හැකි ද? ඔබගේ පිළිතුර සඳහා ප්‍රධාන හේතුව දෙන්න.

iii. අරය 2.4 km වන ගෝලයකට සූර්ය ස්කන්ධය හැකිළිය හැකිනම් සූර්යයා කළු කුහරයක් බවට පත්වන බව පෙන්වන්න. සූර්යයාගේ ස්කන්ධය 1.8×10^{30} kg ලෙස ගන්න.

(2022 - A/L)

Paper - 01

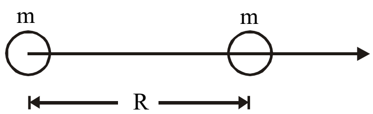
Time target : 40 minutes

01. පෘථිවියේ ස්කන්ධය සහ අරය පිළිවෙළින් M හා R ද සර්වත්‍ර ගුරුත්වාකර්ෂණ නියතය G ද නම් පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ සිට H උසක ගුරුත්වජ ත්වරණය වනුයේ,

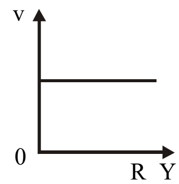
1. $\frac{GM}{R^2}$
2. $\frac{GM}{R^2 + H^2}$
3. $\frac{GM}{R}$
4. $\frac{GM}{R + H}$
5. $\frac{GM}{(R + H)^2}$

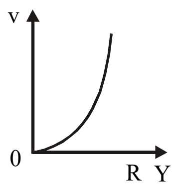
(1991 - A/L)

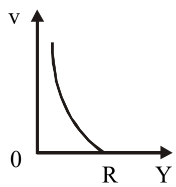
02.

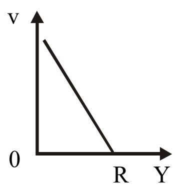


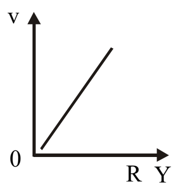
එක එකෙහි ස්කන්ධය m වන සර්වසම වස්තු දෙකක් රූපයේ පෙනෙන පරිදි X අක්ෂය මත, R පරතරයක් සහිතව තබා නිශ්චලතාවේ සිට මුදා හරින ලදී. අනෙක් වස්තූන් විසින් මෙම වස්තු දෙක මත ඇති කෙරෙන බලපෑම නොසලකා හැරිය හැකි නම් වස්තු දෙක අතර දුර (r) සමඟ ඒවායේ ප්‍රවේගය (V) වෙනස්වන ආකාරය හොඳින්ම නිරූපණය කරන්නේ පහත දී ඇති කිනම් ප්‍රස්තාරයද ?

1.


2.


3.


4.


5.


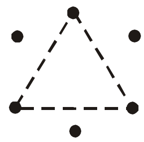
(1992 - A/L)

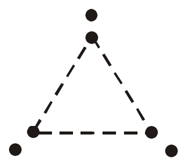
03. ඉහත අංක 02 ප්‍රශ්නයේ සඳහන් කර ඇති වස්තු දෙක අතර පවතින ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය ප්‍රතිතෝලනය (මැඩ පැවැත්වීම) කිරීම සඳහා එක් එක් වස්තුව මත තැබිය යුතු අවම ආරෝපණ ප්‍රමාණය වන්නේ,

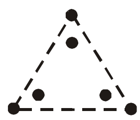
1. $Gm/\overline{R}$
2. $\sqrt{Gm}$
3. $m\sqrt{\pi G}$
4. $2m\sqrt{\pi G\varepsilon_0}$
5. $2mR\pi\varepsilon_0$

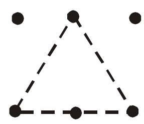
(1992 - A/L)

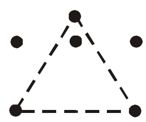
04. දී ඇති රූපවල පෙන්වා ඇත්තේ එක එකක් සර්වසම ස්කන්ධයන් 6 ක් සහිත වෙනස් පද්ධති පහකි. ඉන් ස්කන්ධ තුනක් තබා ඇත්තේ සමපාද ත්‍රිකෝණයක ශීර්ෂ මතය, අනෙක් ස්කන්ධ තුන ඒවා ආසන්නයේ නොසැලෙන පරිදි තබා ඇත. සියලුම ස්කන්ධයන් එකම තලයේ පිහිටා ඇත. ස්කන්ධ එකිනෙක මත ඇති කෙරෙන ගුරුත්වාකර්ෂණ බල හැරුණ විට ඒවා මත ක්‍රියා කරන අනෙක් සෑම බලයක්ම නොසලකා හැරිය හැකි තරම් කුඩා නම් පහත පද්ධති අතුරින් ස්කන්ධයන් වඩාත්ම සමතුලිතතාවේ පිහිටිය හැකි පද්ධතිය කුමක්ද ?

1.


2.


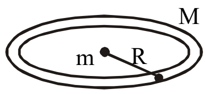
3.


4.


5.


(1993 - A/L)

05. ස්කන්ධය M හා අරය R වන ඒකාකාර වෘත්තාකාර මුදුවක කේන්ද්‍රයේ, ස්කන්ධය m වන අංශුවක් තබා ඇත. M මගින් m මත ඇති කරන ගුරුත්වාකර්ෂණ බලයේ විශාලත්වය



1. 0
2. $\frac{G\,Mm}{R^2}$
3. $\frac{G\,Mm}{2R^2}$
4. $\frac{3G\,Mm}{2R^2}$
5. අනන්තයට සමාන වේ.

(1994 - A/L)

06. X හා Y නැමැති ග්‍රහලෝක දෙකක ස්කන්ධ සහ අරයන් පිළිවෙලින් M_x , M_y හා R_x , R_y වේ. ග්‍රහලෝක මතුපිට ගුරුත්වජ ත්වරණයන්ගේ අගය සමාන නම්, $\frac{M_X R^2_Y}{M_Y R^2_x}$ යන අනුපාතයේ අගය වනුයේ,

1. 2
2. 1
3. 1/2
4. 1/4
5. 1/8

(1995 - A/L)

07. M සහ R යනු පිළිවෙලින් අඟහරු ග්‍රහයාගේ ස්කන්ධය සහ අරය වන අතර G යනු සාර්වත්‍ර ගුරුත්වාකර්ෂණ නියතය වේ. අඟහරු ග්‍රහයාගේ පෘෂ්ඨය මත ගුරුත්වාකර්ෂණ ත්වරණය,

1. $\frac{GR}{M}$
2. $\frac{R^2 M}{G}$
3. $\frac{GM}{R^2}$
4. $\frac{GM}{R}$
5. $\frac{GM^2}{R}$

(1996 - A/L)

08. පෘථිවි පෘෂ්ඨය මත දී වස්තුවක බර 600 N වේ. පෘථිවි පෘෂ්ඨයට ඉහළින් එක් පෘථිවි අරයක උසක දී වස්තුවේ බර වනුයේ,

1. 150 N
2. 240 N
3. 300 N
4. 600 N
5. 2400 N

(1997 - A/L)

09. චන්ද්‍රයා අරය R වූ ද පෘෂ්ඨය මත ගුරුත්ව ත්වරණය g^1 වූ ද ගෝලයක් යයි උපකල්පනය කරන්න. සාර්වත්‍ර ගුරුත්වාකර්ෂණ නියතය G නම් චන්ද්‍රයාගේ මධ්‍යන්‍ය ඝනත්වය දෙනු ලබන්නේ,

1. $\frac{4\pi RG}{3g^1}$
2. $\frac{3Rg^1}{4\pi G}$
3. $\frac{4\pi Rg^1}{3G}$
4. $\frac{4\pi g^1}{3RG}$
5. $\frac{3g^1}{4\pi RG}$

(1998 - A/L)

10. පෘථිවියෙහි අරය R වන අතර පෘථිවි පෘෂ්ඨය මත දී ගුරුත්වජ ත්වරණය g වේ. පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ සිට R උසක් දක්වා ඔසවන ලද ස්කන්ධය m වූ වස්තුවක විභව ශක්ති වැඩිවීම වන්නේ,

1. ¼ mgR
2. ½ mgR
3. mgR
4. 2mgR
5. 4mgR

(1999 - A/L)

11. A නම් භූස්ථාවර චන්ද්‍රිකාවක් අරය R_A වූ කක්ෂයක ගමන් කරයි. B නම් වූ තවත් භූස්ථාවර චන්ද්‍රිකාවක ස්කන්ධය A හි ස්කන්ධය මෙන් දෙගුණයකි. B චන්ද්‍රිකාවේ කක්ෂයෙහි අරය

1. R_A
2. $2R_A$
3. $\frac{1}{2}R_A$
4. $\sqrt{2}\,R_A$
5. $\frac{1}{\sqrt{2}}R_A$

(2000 - A/L)

12. පෘථිවියේ ස්කන්ධය හා අරය පිළිවෙලින් M සහ R වේ. පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ දී ස්කන්ධය m වන රොකට්ටුවක වියෝග ප්‍රවේගය වන්නේ,

1. $\sqrt{\frac{2GM}{R}}$
2. $\sqrt{\frac{GM}{R}}$
3. $\frac{\sqrt{2GM}}{R}$
4. $\frac{\sqrt{GM}}{R}$
5. $\sqrt{\frac{2GmM}{R}}$

(2001 - A/L)

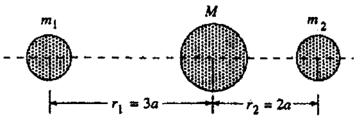
13. අඟහරු ගේ ස්කන්ධය පෘථිවියේ ස්කන්ධයෙන් 0.1 ක් වේ. අඟහරු සහ සූර්යයා අතර දුර පෘථිවිය සහ සූර්යයා අතර දුර මෙන් 1.5 ක් වේ.

$\frac{\text{සූර්යයා සහ අඟහරු අතර ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය}}{\text{සූර්යයා සහ පෘථිවිය අතර ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය}}$ අතර අනුපාතය,

1. 1
2. $\frac{0.1}{(1.5)^2}$
3. $\frac{1}{(1.5)^2}$
4. $\frac{(1.5)^2}{1}$
5. $\frac{(1.5)^2}{0.1}$

(2003 - A/L)

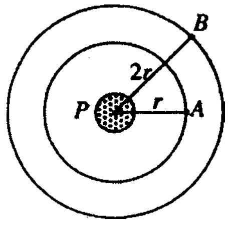
14. ස්කන්ධ තුනක ඒකලිත පද්ධතියක් රූපයේ පෙන්වා ඇත. m_1 හා m_2 ස්කන්ධ දෙක රූපයේ දැක්වෙන පිහිටීම්වල තබා ගත් විට ඒවායේ බලපෑම යටතේ M ස්කන්ධය නිශ්චලව පවතී. m_1 ස්කන්ධය දෙගුණ කළ විට M ස්කන්ධය තවදුරටත් නිශ්චලතාවයේ පවතින්නේ r_2 හි අගය,



1. $2\sqrt{2}$ a දක්වා වෙනස් කළ විටය.
2. $\sqrt{2}$ a දක්වා වෙනස් කළ විටය.
3. 2 a දක්වා වෙනස් කළ විටය.
4. 4 a දක්වා වෙනස් කළ විටය.
5. $3\sqrt{2}$ a දක්වා වෙනස් කළ විටය.

(2004 - A/L)

15. රූපයේ දැක්වෙන පරිදි, ස්කන්ධයන් m_A හා m_B වූ A හා B චන්ද්‍රිකා දෙකක්, පිළිවෙළින් V_A හා V_B වේග සහිතව P නම් ග්‍රහයෙක් වටා වෘත්තාකාර කක්ෂ දෙකක ගමන් කරයි. කක්ෂවල අරයයන් පිළිවෙළින් r හා 2r වේ.



$\frac{V_A}{V_B}$ අනුපාතය වනුයේ,

1. $2\ \frac{m_A}{m_B}$
2. $\frac{m_A}{m_B}$
3. $\sqrt{2}$
4. $\frac{1}{\sqrt{2}}$
5. 2

(2005 - A/L)

16. පෘථිවිය වටා කක්ෂ ගත වූ චන්ද්‍රිකාවක් තුළ අත්දැකීමට ලැබෙන බර රහිත භාවය පිළිබඳව කර ඇති පහත දැක්වෙන ප්‍රකාශ සලකන්න.

A) බර රහිත භාවය ඇති වන්නේ එවැනි උසක පවතින නොසලකා හැරිය හැකි තරම් කුඩා ගුරුත්වය නිසාය.
B) බර රහිත භාවය නිසා චන්ද්‍රිකාව තුල චලිතයේ යෙදෙන පුද්ගලයකුගේ ගම්‍යතාවය ශූන්‍ය වේ.
C) බර රහිත භාවය නිසා චන්ද්‍රිකාව තුළ ස්වභාවික තාප සංවහන ධාරා ඇති විය නොහැකිය.

ඉහත ප්‍රකාශවලින්,

1. A පමණක් සත්‍ය වේ.
2. C පමණක් සත්‍ය වේ.
3. A සහ C පමණක් සත්‍ය වේ.
4. A , B සහ C යන සියල්ල ම සත්‍ය වේ.
5. A , B සහ C යන සියල්ල ම අසත්‍ය වේ.

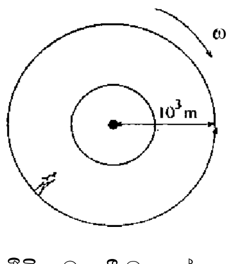
(2006 - A/L)

17. පෘථිවිය මතුපිටදී වස්තුවකට 100 N බරක් ඇත. එය පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ සිට පෘථිවියේ අරයට සමාන වූ උසකට රැගෙන ගිය විට එහි බර වනුයේ,

1. 10 N
2. 25 N
3. 50 N
4. 75 N
5. 100 N

(2007 - A/L)

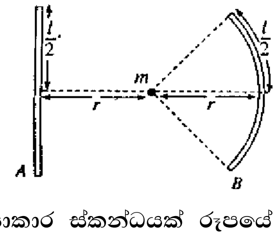
18. එහි අක්ෂය වටා කරකැවෙන අරය 10^3m වන අභ්‍යවකාශ ජනාවාසයක් රූපයේ පෙන්වා ඇත. අභ්‍යවකාශ ජනාවාසයේ බිම මත සිටගෙන සිටින ගගනගාමියකුගේ පාද මතට දැනෙන තෙරපුම පෘථිවිය මත දී ඔහුගේ බරට සමාන වීම සඳහා අභ්‍යවකාශ ජනාවාසය භ්‍රමණය විය යුතු කෝණික වේගය (ω) කොපමණද ?



1. 0.1 rad s^{-1}
2. 1 rad s^{-1}
3. 2 rad s^{-1}
4. 5 rad s^{-1}
5. 10 rad s^{-1}

(2008 - A/L)

19. A යනු දිග l සහ ස්කන්ධය M වන ඒකාකාර ලෝහ දණ්ඩකි. B දණ්ඩ සාදා ඇත්තේ A ට සර්වසම වූ වෙනත් දණ්ඩක් ගෙන එය අරය r වන වෘත්ත චාපයක් සාදන ආකාරයට නවා ගැනීමෙනි. m ලක්ෂ්‍යාකාර ස්කන්ධයක් රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයට A සහ B අතර තබා ඇත.



F_A යනු m මත A මගින් ඇති කරන ගුරුත්වාකර්ෂණ බලයේ විශාලත්වය සහ F_B යනු m මත B මගින් ඇති කරන ගුරුත්වාකර්ෂණ බලයේ විශාලත්වයද, නම්

1. $F_A = F_B = \frac{GMm}{r^2}$
2. $F_B < F_A = \frac{GMm}{r^2}$
3. $F_A < F_B = \frac{GMm}{r^2}$
4. $F_A < F_B < \frac{GMm}{r^2}$
5. $F_B < F_A < \frac{GMm}{r^2}$

(2008 - A/L)

20. ගෝලාකාර ක්ෂුද්‍ර ග්‍රහයකුගේ (asteroid) අරය 60 km වේ. එහි පෘෂ්ඨය මත ගුරුත්වාකර්ෂණ ත්වරණය $3\ m\ s^{-2}$ වේ. ක්ෂුද්‍ර ග්‍රහයාගේ පෘෂ්ඨය මත දී වියෝග ප්‍රවේගය වන්නේ,

1. $400\ m\ s^{-1}$
2. $600\ m\ s^{-1}$
3. $800\ m\ s^{-1}$
4. $1200\ m\ s^{-1}$
5. $3600\ m\ s^{-1}$

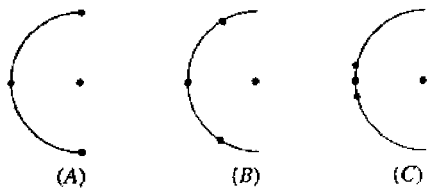
(2009 - A/L)

MCQ - Past Papers

Paper - 02

Time target : 30 minutes

01.



අංශු තුනක් අර්ධ වෘත්තයක් මතද සතරවැන්න අර්ධ වෘත්තයේ කේන්ද්‍රයේද තබා ඇති සර්වසම අංශු හතරක සැකැස්මවල් තුනක් (A,B සහ C) රූපයේ පෙන්වයි. කේන්ද්‍රයේ ඇති අංශුව මත අනෙක් අංශු තුන මගින් ඇති කරන්නාවූ අනුරූප සඵල ගුරුත්වාකර්ෂණ බලවල විශාලත්ව පිළිවෙලින් F_A, F_B හා F_C මගින් නිරූපණය වේ නම්,

1. $F_C > F_B > F_A$
2. $F_B < F_C < F_A$
3. $F_C < F_B < F_A$
4. $F_C = F_B = F_A$
5. $F_C = F_B > F_A$

(2010 - A/L)

02. ඒකාකාර ඝනත්වයක් ඇති ග්‍රහලෝකයක ස්කන්ධය 2.0×10^{27}kg වේ. එහි අරය 6.7×10^{7}m වේ. ග්‍රහලෝකයේ පෘෂ්ඨය මත ගුරුත්වාකරෂණ විභවය වනුයේ, ($G = 6.7\times10^{-11}\ Nm^2kg^{-2}$)

1. $-2.0\times10^{9}\ J\ kg^{-1}$
2. $-2.0\times10^{2}\ J\ kg^{-1}$
3. 0
4. $2.0\times10^{9}\ J\ kg^{-1}$
5. $6.0\times10^{2}\ J\ kg^{-1}$

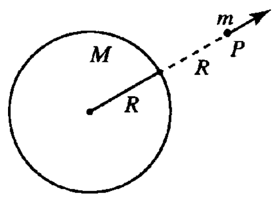
(2011 - A/L)

03. ස්කන්ධය M හා අරය R වූ ග්‍රහලෝකයකින් වියෝග වීම සඳහා අංශුවකට තිබිය යුතු අවම ප්‍රවේගය υ දෙනු ලබන්නේ,

1. $\upsilon = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$
2. $\upsilon = 2\sqrt{\frac{GM}{R}}$
3. $\upsilon = 4\sqrt{\frac{gM}{R}}$
4. $\upsilon = \frac{GM}{R}$
5. $\upsilon = \frac{2GM}{R}$

(2013 - A/L)

04. m ස්කන්ධයක් සහිත අංශුවක්, ස්කන්ධය M සහ අරය R වන ගෝලාකාර ග්‍රහ ලෝකයක කේන්ද්‍රයේ සිට 2R දුරකින් පිහිටි P ලක්ෂ්‍යයක සිට සිරස්ව ඉහළට රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයට ප්‍රක්ෂේප කරනු ලැබේ. මෙම ප්‍රක්ෂිප්තය සඳහා වියෝග ප්‍රවේගය වන්නේ,



1. $\upsilon = \sqrt{\frac{GM}{R}}$
2. $\upsilon = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$
3. $\upsilon = \sqrt{\frac{2Gm}{R}}$
4. $\upsilon = \sqrt{\frac{GM}{2R}}$
5. $\upsilon = 2\sqrt{\frac{GM}{R}}$

(2014 - A/L)

05. ස්කන්ධයන් පිළිවෙළින් m_1 හා m_2 වූ A සහ B තරු දෙකක්, ඒවායේ අන්‍යෝන්‍ය ගුරුත්වාකර්ෂණය නිසා $m_1r_1 = m_2r_2$ පරිදි වූ O නම් ලක්ෂ්‍යය වටා, සෑම විටම AOB ඒක රේඛීයව පිහිටන සේ, රූපයේ දක්වා ඇති පරිදි වෘත්තාකාර චලිතයක් සිදු කරයි.

m_1 හා m_2 හි වේගයන් පිළිවෙලින් υ_1 හා υ_2 නම්,

$\frac{\upsilon_1}{\upsilon_2}$ අනුපාතය වනුයේ,

1. $\frac{m_2}{m_1}$ 2. $\frac{m_1}{m_2}$

3. $\frac{m_2}{m_1+m_2}$ 4. $\frac{m_1}{m_1+m_2}$

5. $\frac{m_1+m_2}{m_2}$ (2015 - A/L)

06. A ග්‍රහලෝකය සඳහා, $\frac{\text{ග්‍රහලෝකයේ ස්කන්ධය}}{\text{ග්‍රහලෝකයේ අරය}}$

යන අනුපාතය B ග්‍රහලෝකය සඳහා එම අනුපාතය මෙන් හතර ගුණයක් නම්,

$\frac{\text{A ග්‍රහලෝකයේ පෘෂ්ඨය මත දී වියෝග ප්‍රවේගය}}{\text{B ග්‍රහලෝකයේ පෘෂ්ඨය මත දී වියෝග ප්‍රවේගය}}$

යන අනුපාතය වන්නේ,

(1) $\sqrt{2}$ (2) 2

(3) 4 (4) 8

(5) 12 (2016 - A/L)

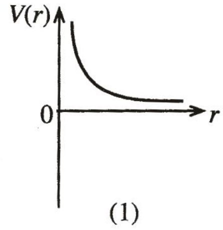
07. අරය R_A වූ ඒකාකාර, ගෝලාකාර A නම් ග්‍රහයකුගේ සහ අරය R_B වූ ඒකාකාර, ගෝලාකාර B නම් ග්‍රහයකුගේ පෘෂ්ඨ මත ගුරුත්වජ ත්වරණ සමාන වේ. A හි ස්කන්ධය B හි ස්කන්ධය මෙන් දෙගුණයක් වේ නම්,

(1) $R_A = \sqrt{2}R_B$ (2) $R_A = 2R_B$

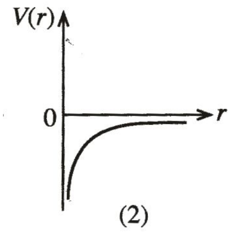
(3) $R_A = \frac{R_B}{\sqrt{2}}$ (4) $R_A = \frac{R_B}{2}$

(5) $R_A = R_B$ (2018 - A/L)

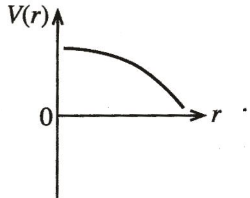
08. ලක්ෂීය වස්තුවක් මගින් ඇති වන ගුරුත්වජ විභවය V(r) , දුර r සමඟ විචලනය වීම වඩාත් හොඳින් නිරූපණය කරනු ලබන්නේ,



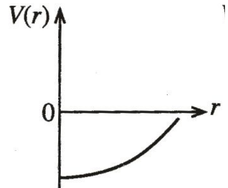
(1)



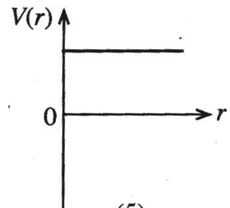
(2)



(3)



(4)



(5)

(2019 - A/L)

09. ආකාශ වස්තුවක් එක්තරා අවස්ථාවකදී පෘථිවියේ හා චන්ද්‍රයාගේ කේන්ද්‍ර යා කරන රේඛාවේ මධ්‍ය ලක්ෂ්‍යයේ ස්ථාන ගත වී ඇත. චන්ද්‍රයාගේ ස්කන්ධය පෘථිවියේ ස්කන්ධය මෙන් 0.0123 ගුණයකි. පෘථිවියේ සහ චන්ද්‍රයාගේ කේන්ද්‍ර අතර දුර පෘථිවියේ අරය මෙන් 60 ගුණයක් ලෙස උපකල්පනය කරන්න. පෘථිවිය සහ චන්ද්‍රයා යන දෙකේම ගුරුත්වාකර්ෂණය නිසා වස්තුවේ ඇති වන ත්වරණය ආසන්න වශයෙන් g ඇසුරෙන්,

(1) 1.1×10^{-6} g වේ. (2) 1.1×10^{-3} g වේ.

(3) 3.3×10^{-2} g වේ. (4) 0.5 g වේ.

(5) 1.0 g වේ. (2019 - A/L)

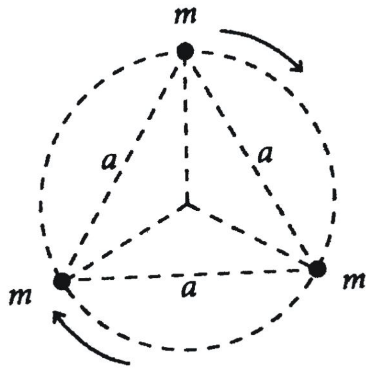
10. ස්කන්ධය 1.0 kg වූ කුඩා උපකරණයක් ග්‍රහලෝකයක් මත තබා ඇත. එම ග්‍රහලෝකයේ ස්කන්ධය පෘථිවියේ ස්කන්ධය මෙන් තුන් ගුණයක් වන අතර අරය, පෘථිවියේ අරය මෙන් දෙගුණයකි. ග්‍රහලෝකයේ පෘෂ්ඨය මතදී උපකරණයේ බර කොපමණද? ගුරුත්වාකර්ෂණය හැර අනෙකුත් සියලුම බලපෑම් නොසලකා හරින්න.

(1) $\frac{15}{4}$ N (2) $\frac{20}{3}$ N

(3) $\frac{15}{2}$ N (4) 10 N

(5) $\frac{45}{4}$ N (2020 - A/L)

11.



එක එකෙහි ස්කන්ධය m බැගින් වූ තරු තුනක්, පැත්තක දිග a වූ සමපාද ත්‍රිකෝණයක ශීර්ෂ මත රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි පිහිටයි. මෙම තරු තුන ත්‍රිකෝණ කේන්ද්‍රකය වටා තරු අතර ආරම්භක දුර නොවෙනස්ව පවත්වා ගනිමින් වෘත්තාකාර පථයක චලනය වන ලෙස සලකන්න. අන්‍යෝන්‍ය ගුරුත්වාකර්ෂණ බල පමණක් තරු අතර ක්‍රියා කරයි නම් පද්ධතියේ ආවර්ත කාලය දෙනු ලබන්නේ,

(1) $2\pi\sqrt{\frac{a^3}{2GM}}$ (2) $2\pi\sqrt{\frac{a^3}{3GM}}$

(3) $2\pi\sqrt{\frac{3a^3}{GM}}$ (4) $2\pi\sqrt{\frac{2a^3}{GM}}$

(5) $2\pi\sqrt{\frac{3a^3}{2GM}}$

(2020 - A/L)

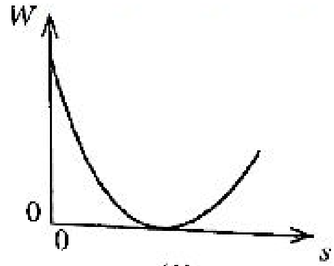
12. බ්‍රහස්පති ග්‍රහයාගේ විෂ්කම්භය සහ මධ්‍යන්‍ය ඝනත්වය පිළිවෙළින් පෘථිවියේ එම අගයන් මෙන් 11 ගුණයක් හා ගුණයක් $\frac{1}{4}$ වේ. පෘථිවි පෘෂ්ඨය මත ගුරුත්වාකර්ෂණ තීව්‍රතාවය $10\ N\ kg^{-1}$ වේ නම් බ්‍රහස්පතිගේ පෘෂ්ඨය මත ගුරුත්වාකර්ෂණ තීව්‍රතාවය කොපමණද?

(1) $27.5\ N\ kg^{-1}$ (2) $44.0\ N\ kg^{-1}$

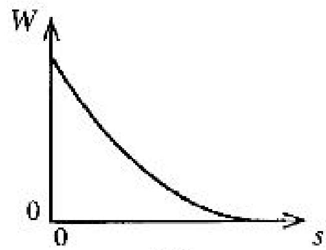
(3) $48.4\ N\ kg^{-1}$ (4) $110\ N\ kg^{-1}$

(5) $440\ N\ kg^{-1}$ (2021 - A/L)

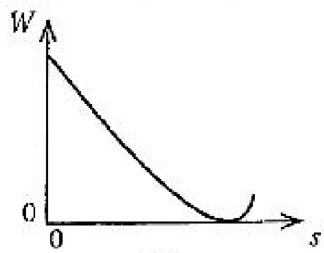
13. අභ්‍යවකාශ යානයක් පෘථිවියේ සිට සඳ කරා ගමන් කරයි නම් දුර (s) සමග එහි සඵල බරෙහි (W) විචලනය වඩාත්ම හොඳින් නිරූපණය වන්නේ පහත කුමන ප්‍රස්තාරය මගින් ද? (අනෙක් වස්තුවල බලපෑම නොසලකා හරින්න.)



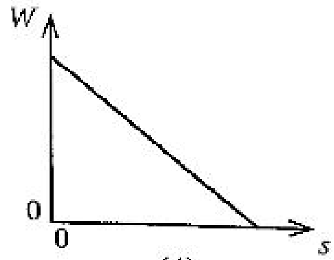
(1)



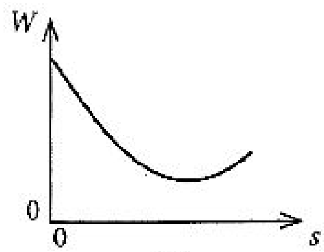
(2)



(3)



(4)



(5)

(2022 - A/L)

14. ඒකාකාර ගෝලීය M සහ m ස්කන්ධ දෙකක කේන්ද්‍ර අතර දුර r වේ. ස්කන්ධ දෙකේ ගුරුත්වාකර්ෂණ විභව ශක්තිය කුමක්ද?

(1) $\frac{GMm}{r}$ (2) $-\frac{GMm}{r}$

(3) $\frac{GMm}{r^2}$ (4) $-\frac{GMm}{r^2}$

(5) $-\frac{GM}{r}$ (2023 - A/L)

15. පෘථිවිය සූර්යයා වටා අරය r_1 වන වෘත්තාකාර පථයක v_1 වේගයකින් පරිභ්‍රමණය වන බව හා අඟහරු ග්‍රහයා සූර්යයා වටා අරය r_2 වන වෘත්තාකාර පථයක v_2 වේගයකින් පරිභ්‍රමණය වන බව උපකල්පනය කරන්න. $\frac{v_1}{v_2}$ අනුපාතය කුමක්ද?

(1) $\frac{r_1}{r_2}$ (2) $\frac{r_2}{r_1}$

(3) $\sqrt{\frac{r_2}{r_1}}$ (4) $\sqrt{\frac{r_1}{r_2}}$

(5) $\frac{r^2_1}{r^2_2}$ (2023 - A/L)

පිළිතුරු

01. $\frac{d}{2}$ හා $\frac{d}{2\sqrt{2}}$

02. 2.5×10^{-5} N, 500 kg සිට 0.245 m දුරින්

03. 2 kg , 3 kg

04. 2.2×10^{-6} Nkg^{-1}

05. $\frac{GMm\,(7d^2 - 8dR + 2R^2)}{8\,d^2\,(d - \frac{R}{2})^2}$

06. $2\pi\sqrt{\frac{D^3}{G\,(M_1 + M_2)}}$, $\frac{M_2}{M_1}$

07. 1.4×10^{-4} rad s^{-1}

08. $V = \sqrt{\frac{Gm}{a}}$ $T = 2\pi\sqrt{\frac{a^3}{3Gm}}$

09. 1.36×10^4 km

10. 0.0646 ms^{-2}

11. $\frac{-2h}{R}$

12. 5 N kg^{-1}

13. $g_0 \frac{M_M}{M_E}$

14. 2 % කින් වැඩිවේ

15. 2/3

16. 7.46×10^{22} kg, 3350 kgm^{-3}

17. 9910s

18. 720^0

20. $\sqrt{3\pi / G\rho}$

21. 0.001 $rads^{-1}$, 7.4×10^3 ms^{-1}

22. 1.02×10^3 ms^{-1}, 6×10^{24} kg

23. 7056 s

24. 336000

25. i. $(2/5)^{3/2}$ ii. $\frac{\sqrt{10}}{2}$

26. $V = R\sqrt{g / (R + h)}$, $T = 2\pi \frac{R + h}{R} \sqrt{(R + h) / g}$

27. 9706 s

28. 180 kgm^{-3}

29. 1.24×10^{-3} rad s^{-1}, 22.6 h

31. 3.6×10^5 km

32. $\frac{mgR}{2}$

33. 5×10^6 J

34. $\frac{-Gm^2}{x}$ $(16 + 7 / \sqrt{2})$

36. 1000 kg

37. 7.1×10^{10} J

38. 1:1

39. 3m, 6:1

40. (iv) Y

41. i. අඩුවේ. ii. වැඩිවේ. iii. වැඩිවේ.

42. 4×10^5 $kgms^{-1}$

43. 2.4×10^3 ms^{-1}

44. $\left(\frac{M_1}{M_2}\right)^{\frac{1}{3}}$

45. 22 km s^{-1}

46. 10^8 J, -10^8 J

47. 2 E

48. R

49. 2

50. $2\sqrt{2}$

51. 1×10^4 ms^{-1}

52. i. R ii. $\sqrt{gR}$

53. 2.58×10^6 ms^{-1}

56. නිව්ටන්ගේ ගුරුත්වාකර්ෂණ නියමය.

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

G = සර්වත්‍ර ගුරුත්වාකර්ෂණ නියතය.

r = ස්කන්ධයන් අතර දුර.

m_1, m_2 = ස්කන්ධයන්.

F = ස්කන්ධ 2 අතර බලය.

පෘථිවි පෘෂ්ඨයට ආසන්න වස්තුවක් සඳහා, --- 01

$$mg = G\frac{Mm}{R^2}$$

$$gR^2 = GM \text{ හෝ } g = \frac{Gm}{R^2}$$ --- 01

i. චලිතයේ යෙදෙන චන්ද්‍රිකාවක් සඳහා,

$$\frac{mV^2}{r} = G\frac{Mm}{r^2}$$ --- 01

$$V^2 = G\frac{m}{r}$$

මෙම ප්‍රකාශනය g සඳහා යෙදීමෙන්,

$$V^2 = \frac{gR^2}{r}$$

කාලය,

$$T = \frac{2\pi r}{V}$$ --- 01

$$\therefore \frac{gR^2}{r} = \left[\frac{2\pi r}{V}\right]^2$$

$$r^3 = \frac{gR^2T^2}{4\pi^2}$$ – – – 01

$$T = \frac{24\times60\times60}{10}$$ – – – 01

$$= 8640 \text{ s}$$

$$r^3 = \frac{10\times(6.4\times10^6)^2\times(8640)^2\times7^2}{4\times22^2}$$

$r = 9.2\times10^6$ m (නිවැරදි ආදේශයට ලකුණු 01)

පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ සිට ඇති උස

$= r - R$ (අඩු කිරීමට ලකුණු 01)

$= 9.2\times10^6 - 6.4\times10^6$

$= 2.8\times10^6$ m

ii. චන්ද්‍රිකාවේ සම්පූර්ණ ශක්තිය

= චාලක ශක්තිය + විභව ශක්තිය

$$= \frac{1}{2}mV^2 + \left[-G\frac{Mm}{r}\right]$$

$$= \frac{1}{2}G\frac{Mm}{r} - G\frac{Mm}{r}$$

$$= -\frac{1}{2}\frac{GMm}{r}$$ – – – 01

$$= -\frac{1}{2}g\frac{R_E^2 m}{r}$$

$$= -\frac{1}{2}\times\frac{10\times(6.4\times10^6)^2\times1000}{9.2\times10^6}$$

(නිවැරදි ආදේශයට ලකුණු 01)

$= (-)\ 2.2\times10^{10}$ J

iii. අවශ්‍ය අවම ශක්තිය =

කක්ෂයේදී විභව ශක්තිය – පොළොව මතදී විභව ශක්තිය

$$= -G\frac{Mm}{r} - \left[-G\frac{Mm}{R}\right]$$

$$= -G\frac{Mm}{r} + G\frac{Mm}{R}$$ – – – 01

$= -2\times2.2\times10^{10} + gRM$

$= -4.4\times10^{10} + 6.4\times10^{10}$ – – – 01

$= (+)\ 2.0\times10^{10}$ J (නිවැරදි ආදේශයට ලකුණු 01)

iv. (ii) කොටසෙහි ගණනය කරන ලද ශක්තිය, චන්ද්‍රිකාවේ සම්පූර්ණ ශක්තිය පෙන්නුම් කරන අතර, (iii) කොටසෙන් පෙන්නුම් කරනුයේ මුළු ශක්තියෙන් කොටසක් පමණි. – – – 01

v. භූ ස්ථාවර චන්ද්‍රිකාවක් සඳහා

කාලය T_1 = 24 පැය

= 10 T

අරය r_1 දෙනු ලබන්නේ r_1 = $r\times10^{2/3}$

= $9.2\times10^6\times4.64$

= 42.4×10^6 m

පොළොවේ සිට ඇති උස= $r_1 - R$

= $(42.4-6.4)\times10^6$

= 36×10^6 m

= 36 000 km – – – 01

(හෝ නිවැරදි ආදේශයට ලකුණු 01)

vi. අරය අඩුවේ.

ප්‍රවේගය වැඩි වේ. $(\therefore V = \sqrt{\frac{Gm}{r}})$ – – – 02

(ඕනෑම 1 ක් සඳහා ලකුණු 01)

57. i. M_E = පෘථිවියේ ස්කන්ධය

m = අභ්‍යවකාශ පර්යේෂණාගාරයේ ස්කන්ධය

R_E = පෘථිවියේ අරය = 6400 km

පර්යේෂණාගාරය හා පෘථිවිය අතර ඇති ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය

$$= \frac{GM_Em}{[(6400+1700)\times10^3]^2} \text{ හෝ } \frac{GM_Em}{(h+R_E)^2}$$ – – – 01

පර්යේෂණාගාරයේ වේගය υ ලෙස සලකමු.

පර්යේෂණාගාරය මත කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය

$$= \frac{m\upsilon^2}{[(6400+1700)\times10^3]}$$ (හෝ සංකේත ඇසුරෙන්) – – – 01

($\frac{\upsilon^2}{r}$ පදය සඳහා මෙම ලකුණ ලබාගත හැක.)

∴ කක්ෂයේ ස්ථායිතාව සඳහා

$$\frac{GM_Em}{[(6400+1700)\times10^3]^2} = \frac{m\upsilon^2}{[(6400+1700)\times10^3]}$$

ප්‍රකාශන සමාන කිරීම සඳහා – – – 01

$$\upsilon^2 = \frac{GM_E}{(6400+1700)\times10^3}$$

නමුත් $g = \frac{GM_E}{R_E^2}$ (හෝ $GM_E = gR_E^2$) – – – 01

$$\therefore \upsilon^2 = \frac{GM_E}{(6400+1700)\times10^3} = \frac{gR_E^2}{(6400+1700)\times10^3}$$

$$= \frac{64^2\times10^{11}}{81\times10^2\times10^3}$$

(නිවැරදි ආදේශය සඳහා ලකුණු 01)

$$= \frac{64^2\times10^6}{81}$$

$$\therefore \upsilon = \frac{64\times10^3}{9}$$

$$= 7.1\ (\pm\ 0.1)\times10^3\ ms^{-1}$$ --- 01

ii. අභ්‍යවකාශ යානය (ස්කන්ධය 10^4 kg) පෘථිවි පෘෂ්ඨය මත ඇතිවිට එහි විභව ශක්තිය

$$V_1 = -\frac{GM_E\times10^4}{(6400\times10^3)}$$ --- 01

(හෝ සංකේත ආශ්‍රයෙන්)

$$= -\frac{GM_E\times10^4}{(64\times10^5)}$$

අභ්‍යවකාශ යානය කක්ෂය කරා ළඟා වූ විට එහි විභව ශක්තිය

$$V_2 = -\frac{GM_E\times10^4}{(6400+1700)\times10^3}$$ --- 01

(හෝ සංකේත ආශ්‍රයෙන්)

$$= -\frac{GM_E\times10^4}{81\times10^5}$$

අවශ්‍ය අවම ශක්තිය = $(V_2 - V_1)$ --- 01

$$= \frac{GM_E\times10^4}{10^5}\left[\frac{1}{64} - \frac{1}{81}\right]$$

$$= \frac{gR^2_E\times10^4}{10^5} \times \frac{17}{64\times81}$$ --- 01

$$= 1.3\ (\pm\ 0.1)\times10^{11}\ J$$ --- 01

{විකල්ප ක්‍රමය (විභව සලකා බැලීමෙන්)}

අභ්‍යවකාශ යානය (ස්කන්ධය 10^4 kg) පෘථිවි පෘෂ්ඨය මත ඇති විට එහි විභවය

$$V_1 = -\frac{GM_E}{6400\times10^3}$$ --- 01

(හෝ සංකේත ආශ්‍රයෙන්)

$$= -\frac{GM_E}{64\times10^5}$$

අභ්‍යවකාශ යානය කක්ෂය කරා ළඟා වූ විට එහි විභවය

$$V_2 = -\frac{GM_E}{(6400+1700)\times10^3}$$ --- 01

(හෝ සංකේත ආශ්‍රයෙන්)

$$= -\frac{GM_E}{81\times10^5}$$

විභව වෙනස = $(V_2 - V_1)$ --- 01

$$= \frac{GM_E}{10^5}\left[\frac{1}{64} - \frac{1}{81}\right]$$

අවශ්‍ය අවම ශක්තිය = $(V_2 - V_1)\times10^4$

$$= \frac{gR^2_E\times10^4}{10^5}\ \frac{17}{64\times81}$$ --- 01

$$= 1.3\ (\pm\ 0.1)\times10^{11}\ J$$ --- 01}

iii. අභ්‍යවකාශ යානයට සැපයිය යුතු අමතර ශක්තිය

$$= \frac{1}{2}\ m\,\upsilon^2$$ --- 01

$$\frac{1}{2}\times10^4\ (7.1\times10^3)^2$$ (නිවැරදි ආදේශය සඳහා) --- 01

$$= 2.5\ (\pm\ 0.1)\times10^{11}\ J$$ --- 01

iv. නැත.

සම්පූර්ණ (සඵල) ගම්‍යතාවය (හෝ පද්ධතියේ ස්කන්ධය) භාණ්ඩ සංක්‍රාමණ කිරීම නිසා වෙනස් නොවේ. --- 01

58. වස්තූන් දෙක r දුරකින් වෙන්වූ විට වස්තූන් දෙක අතර ගුරුත්වාකර්ෂණ බලයේ (F_G) විශාලත්වය.

$$= \frac{Gm^2}{r^2}$$ --- 01

ඊට අනුරූපව විද්‍යුත් බලය $= \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$ --- 01

කාර්යයක් නොකළ විට, $\frac{Gm^2}{r^2} = \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$ --- 01

එමනිසා, $\left(m = \frac{q}{2\sqrt{\pi\varepsilon_0 G}}\right)$

(හෝ ඉහත සම්බන්ධතාව විභව ශක්තිය ශුන්‍ය වන අවස්ථාව) සැළකීමෙන්ද ලබාගත හැක. එනම්

$$-\frac{Gm^2}{r} + \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 r^2} = 0\ )$$

i. a. $\frac{Gm^2}{r^2} > \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$ නම්, වස්තුව මගින් කාර්යයක් කරනු ලැබේ. --- 01

එවිට, $m > \frac{q}{2\sqrt{\pi\varepsilon_0 G}}$

b. $\frac{Gm^2}{r^2} < \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$ නම් වස්තුව මත කාර්යයක් කෙරේ.

එවිට, $m < \frac{q}{2\sqrt{\pi\varepsilon_0 G}}$ --- 01

ii. දක්වා ඇති තත්ත්වයන් යටතේ දෙවන වස්තුව පළමු වස්තුවේ සිට r දුරකින් ඇති බව සැළකූ විට, දෙවන වස්තුවේ ගුරුත්වාකර්ෂණ විභව ශක්තිය,

$$= -\frac{Gm^2}{r}$$ --- 01

දෙවන වස්තුවේ විද්‍යුත් විභව ශක්තිය,

$$= \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 r} \quad --- 01$$

∴ දෙවන වස්තුව ගෙන ඒමේදී සිදුකරනු ලබන මුළු කාර්යය,

$$= \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 r} - \frac{Gm^2}{r} \quad --- 01$$

iii. (i) a හෝ a --- 01

iv. පළමු ස්කන්ධය වෙතට ඇති සම්ප්‍රයුක්ත බලය

$$= \frac{Gm^2}{r^2} - \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \quad --- 01$$

දෙවන වස්තුව පළමු වස්තුව වටා භ්‍රමණ චලිතයක් පවත්වයි නම්,

$$\frac{Gm^2}{r^2} - \frac{q^2}{4\pi\varepsilon_0 r^2} = \frac{m\nu_0^2}{r} \quad --- 01$$

v. R වල ඇති එක් එක් වස්තුව මත තැබීමට ඇති නියමිත ආරෝපණය = Q ලෙස ගනිමු.
දෙවන වස්තුව R වල ඇති විට එහි සම්පූර්ණ ශක්තිය දෙනු ලබන්නේ,

$$\frac{1}{2}mv^2 - \frac{GmM}{R} + \frac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0 R} \quad --- 01$$

$\frac{R}{2}$ හි දී සම්පූර්ණ ශක්තිය දෙනු ලබන්නේ,

$$\frac{Q^2}{2\pi\varepsilon_0 R} - \frac{2GmM}{R} \quad --- 01$$

$$\therefore \frac{1}{2}mv^2 - \frac{GmM}{R} + \frac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0 R} = \frac{Q^2}{2\pi\varepsilon_0 R} - \frac{2GmM}{R} \quad --- 01$$

$$Q = 2\sqrt{\pi\varepsilon_0 R\left(\frac{1}{2}mv^2 + \frac{GmM}{R}\right)} \quad --- 01$$

Q වෙනුවට Q/2 භාවිත කර ඇත්නම් සම්පූර්ණ ලකුණු දෙන්න.

59. a. ගුරුත්වාකර්ෂණ විභවය = $U = -\frac{GM}{h}$ --- 01

(සෘණ ලකුණ ඉතා අවශ්‍යය)

b. i. වස්තුවේ සම්පූර්ණ යාන්ත්‍ර ශක්තිය

$$E = \frac{1}{2}m\nu_1^2 - \frac{GMm}{h} \quad --- 01$$

ii. ශක්ති සංස්ථිතියෙන්

$$\frac{1}{2}m\nu_1^2 - \frac{GMm}{h} = \frac{GMm}{H} \quad --- 01$$

H සඳහා විසඳීමෙන්

$$H = \frac{2hGM}{(2GM - h\nu_1^2)} \quad --- 01$$

iii. $\nu_1 = \nu_e^1$ වනවිට H අනන්තය කරා යයි.

$$\therefore (2GM - h\nu_e^{1\,2}) = 0$$

$$\nu_e^1 = \sqrt{\frac{2GM}{h}} \quad --- 01$$

හුරු පුරුදු ක්‍රමයෙන්ද මෙම ප්‍රකාශනය ලබාගත හැක.

c. $\frac{m\nu_0^2}{h} = G\frac{mM}{h^2}$ $\nu_0 = \sqrt{\frac{GM}{h}}$ --- 01

$$\therefore \nu_e^1 = \sqrt{2}\nu_0$$

d. පෘථිවි පෘෂ්ඨයේදී වියෝග ප්‍රවේගය

$$= \sqrt{\frac{2\times6\times10^{-11}\times6\times10^{24}}{6400\times10^3}} \quad --- 01$$

$= 3/4\times\sqrt{2}\times10^4$
$= 0.75\times1.4\times10^4$
$= 1.05\times10^4$ m s^{-1} {(10500–10607) m s^{-1}} --- 01

e. $\nu_{rms} = \sqrt{3kT/m}$ හෝ $\frac{1}{2}mv^2_{rms} = \frac{3}{2}kT$ --- 01

එමනිසා හයිඩ්‍රජන් සඳහා $(\nu_{rms})_{H_2}$

$$= \sqrt{\frac{3\times1.4\times10^{-23}\times280}{3\times10^{-27}}} \quad --- 01$$

$= 14\times\sqrt{2}\times100$
$= 1960$ ms^{-1} {(1960–2000) ms^{-1}} --- 01

$$\frac{(\nu_{rms})_{O_2}}{(\nu_{rms})_{H_2}} = \frac{m_{H_2}}{m_{O_2}} = \frac{1}{4} \quad --- 01$$

$$(\nu_{rms})_{O_2} = \frac{1960}{4}$$

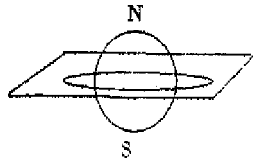
$= 490$ ms^{-1} {(490–500) ms^{-1}} --- 01

f. H_2 වායුව සඳහා $(6\nu_{rms})$
$= 6\times1960 = 11760$ ms^{-1} {(11760–12000) ms^{-1}
O_2 වායුව සඳහා $(6\nu_{rms})$
$= 6\times490$ ms^{-1} $= 2940$ ms^{-1} {(2940–3000) ms^{-1} --- 01

එමනිසා $6\nu_{rms} < 6\nu_e$ තෘප්ත කරන්නේ O_2 වායුව සඳහා පමණි.
නැතහොත් $6\nu_{rms} < 6\nu_e$, H_2 වායුව තෘප්ත නොකරයි. --- 01

60.a. භූ.ස්.ච.වක කාලාවර්තය = 24 පැය

b.



සමක තලය නොමැතිව ඇඳ ඇති නිවැරදි කක්ෂ භාර ගත හැකිය. – – – 01

c. ප.පෘ.ක.ච.ක් සඳහා උදාහරණ :

හබල් අභ්‍යවකාශ දුරේක්ෂය

හෝ ධ්‍රැව චන්ද්‍රිකාව

හෝ අන්තර්ජාතික අභ්‍යවකාශ මධ්‍යස්ථානය

(ඉහත ඕනෑම එකක්) – – – 01

d. $\frac{GM_E m}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$ [හෝ $mr\omega^2$ හෝ $mr\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$] – – – 01

(සමීකරණයේ ඕනෑම ආකාරයක්)

$\frac{GM_E}{r^2} = \frac{v^2}{r}$ [හෝ $r\omega^2$ හෝ $r\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$]

$r = [GM_E \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2]^{1/3}$ – – – 01

$r = [40\times10^{13}\left(\frac{24\times60\times60}{2\pi}\right)^2]^{1/3}$ – – – 01

(නිවැරදි ආදේශය සඳහා) (π සඳහා 22/7 හෝ 3.14 ආදේශ කළ හැක)

e. කාල පමාව $= \frac{2\times36000\times10^3}{3\times10^8}$

$= 0.24$ s – – – 01

f. ආනත තලයක් වුවත් කක්ෂීය සමීකරණය (d) කොටසේ මෙන්ම වේ.

හෝ $\frac{GM_E m}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$ [හෝ $mr\omega^2$ හෝ $mr\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$]

(සමීකරණයේ ඕනෑම ආකාරයක්) – – – 01

හෝ $T^2 = \frac{r^3(2\pi)^2}{GM_E}$

$T^2 = \frac{(6700\times10^3)^3\times4\times10}{40\times10^{13}}$

$T = 5484$ s – – – 01

මෙය ප.පෘ.ක.ච. වකි. එයට හේතුව වන්නේ,

- එය ආනත තලයක පවතී.
- උස 160–2000 km පරාසයේ වේ.
- කාලාවර්තය පැය 24 කට වඩා අඩුය.

(ඉහත හේතු තුනෙන් ඕනෑම එකක්) – – – 01

g. ප.පෘ.ක.ච. ක වාසි තුන

- සරල දිශාගත විය යුතු නැති ඇන්ටෙනා භාවිතය
- විද්‍යුත් චුම්බක සංඥා සඳහා කාල පමාව අඩුවීම
- පැහැදිලි බැවින් වැඩි පෘථිවියේ පින්තූර ලබාගත හැකි වීම
- සූර්යයාට නිරාවරණය වන විද්‍යුත් චුම්බක විකිරණ අඩු වීම
- කක්ෂයක රැඳවීම සඳහා අඩු සම්පත් හා ශක්ති ප්‍රමාණයක් අවශ්‍ය වීම.
- අඩු ප්‍රබලතාවයක් ඇති වර්ධක අවශ්‍ය වීම.

(ඉහත ඕනෑම තුනක්) – – – 01

h. L_2 පිහිටුම වඩා හොඳ වන්නේ එම පිහිටුමේදී චන්ද්‍රිකාව මටත පතිත වන සූර්ය විකිරණවලින් කොටසක් අවහිර කරන බැවිනි. – – – 01

i. ප්ලාන්ක් අභ්‍යවකාශ පරීක්ෂණාගාරයේ කෝණික වේගය

2π rad year^{-1} – – – 01

(π සඳහා 22/7 හෝ 3.14 ආදේශ කළ හැක)

j. ප්ලාන්ක් පරීක්ෂණාගාරයේ කක්ෂීය සමීකරණය

$$\frac{GM_S m}{(R+r)^2} + \frac{GM_E m}{r^2} = \frac{mv^2}{(R+r)}$$

$$\frac{GM_S m}{(R+r)^2} + \frac{GM_E m}{r^2} = m(R+r)\omega^2$$ – – – 01

k. L_1 හි, ඇති චන්ද්‍රිකාව සඳහා

$$\frac{GM_S m}{(R-r)^2} - \frac{GM_E m}{r^2} = m(R-r)\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$$

L_2 හි, ඇති චන්ද්‍රිකාව සඳහා

$$\frac{GM_S m}{(R+r)^2} + \frac{GM_E m}{r^2} = m(R+r)\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$$

L_1 හිදී චන්ද්‍රිකාව මත බලය පෘථිවිය නිසා අඩු වන අතර L_2 හිදී චන්ද්‍රිකාව මත බලය පෘථිවිය නිසා වැඩිවේ. – – – 01

61.a. න්‍යෂ්ටිය, කෝමාව, වල්ගය (සියල්ලටම)

--- 01

b.

	අයන වල්ගය	දූවිලි වල්ගය
1	නිල්පාට	සුදු පාට
2	ඍජුව පැවතීම	(සුළු වශයෙන්) වක්‍ර වූ
3	සැමවිටම සූර්යයාගෙන් ඉවතට	වල්ගතරුවට පිටුපසින් පිහිටයි.
4	(බොහෝ විට) අයන වලින් සෑදී ඇත.	(බොහෝ විට) දූවිලි වලින් සෑදී ඇත.

(මෙම ලකුණ ලබා ගැනීමට ඕනෑම වෙනස්කම් 3ක් අනුරූප ප්‍රතිසමයන් සමග ලිවිය යුතුයි. දී ඇති අනුපිළිවෙල අදාල නැත.) --- 01

c. $F = \dfrac{GMm}{r^2}$

$= \dfrac{6.7\times10^{-11}\times2\times10^{30}\times2\times10^{14}}{(5\times10^{12})^2}$ --- 01

$= 1.07\times10^9$ N --- 01

d. කෝණික ගම්‍යතා සංස්ථිති නියමය යෙදීමෙන්

$2\times10^{14}\times8.0\times10^{10}\times v = 2\times10^{14}\times5\times10^{12}\times12.0\times10^3$

$v = 7.5\times10^5\ ms^{-1}$ --- 01

හෝ

$2\times10^{14}\times8.0\times10^{10}\times v = 2\times10^{14}\times5\times10^{12}\times12.0$

$v = 7.5\times10^2\ k\ ms^{-1}$ --- 01

e. වල්ගා තරුවේ ගමන් මාර්ගයේ අතහැරී ගිය සුන්බුන් පෘථිවි වායුගෝලයට ඇතුල් වී ඝර්ෂණය හරහා ජනනය වන තාපය නිසා ආලෝකය නිකුත් කරමින් දූවී යයි.

--- 01

f. උල්කා - ආලෝකය නිකුත් කරමින් සම්පූර්ණයෙන්ම වායුගෝලය තුල දූවී යන උල්කාභ කොටස්

උල්කාපාත - අර්ධ වශයෙන් දූවී ඉතිරිය පෘථිවි පෘෂ්ඨය මතට වැටෙන උල්කාභ කොටස්

--- 01

g. රේඛීය/උත්තාරණ හා භ්‍රමණ චාලක ශක්තිය. --- 01

h. උල්කාභ අවට ඇති පරමාණු අයනීකරණය වී ඉලෙක්ට්‍රෝන සමග ඉක්මනින් ප්‍රතිසංයෝජනය වී ආලෝකය නිකුත් කරන විට ගිනි බෝල ඇති කරයි.

--- 01

i. උල්කාභයෙහි M ස්කන්ධයෙන් 2/5 ක් සහිත කැබැල්ලෙහි තිරස් සහ සිරස් ප්‍රවේගවල සංරචකයන් v_1 සහ v_2 ලෙස සලකමු.

රේඛීය ගම්‍යතා සංස්ථිති නියමය යෙදීමෙන්

$\rightarrow\ v_1 \times \dfrac{2M}{5} = 600 \times \dfrac{3M}{5}$ --- 01

$v_1 = 900\ ms^{-1}$

$\downarrow\ v_2 \times \dfrac{2M}{5} = 200 \times M$ --- 01

$v_2 = 500\ ms^{-1}$

$v = (500^2 + 900^2)^{1/2}$

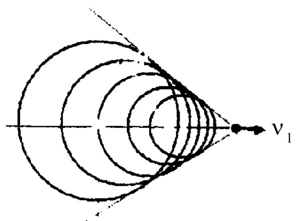
$= \sqrt{106} \times 10^2\ ms^{-1}$

$= 1030\ ms^{-1}$ (1020 – 1040)

--- 01

j. උල්කාභ කැබැල්ලේ වේගය $>$ ශබ්දයේ වේගය --- 01

k.



වහන්තරාව (රේඛා දෙක) සමග නිවැරදි රූපයට (වහන්තරාවේ ශීර්ෂය අවසානයට ඇඳ ඇති තරංග පෙරමුණට පිටතින් පිහිටිය යුතුය.) --- 01

ගෝලාකාර තරංග පෙරමුණුවල වහන්තරාව මගින් ඇති කරන කේතුව ප්‍රකම්පන තරංග ලෙස හෝ තරංග පෙරමුණුවල වහන්තරාව ප්‍රකම්පන තරංග ලෙස සළකුණු කිරීම.

--- 01

62. a. (i) B මත ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය = B මත කේන්ද්‍රාභිසාරී බලය

$\dfrac{GMm_B}{R_B^2} = \dfrac{m_B \upsilon_B^2}{R_B}$ --- 01

$\upsilon_B = \sqrt{\dfrac{GM}{R_B}}$ --- 01

(ii) කක්ෂීය කාලාවර්තය, $T_B = 2\pi \dfrac{R_B}{\upsilon_B}$

--- 01

(iii) $(T_B)^2 = \left(2\pi \dfrac{R_B}{\upsilon_B}\right)^2$

$M = \dfrac{4\pi^2}{G} \dfrac{R_B^3}{T_B^2}$

--- 01

(iv) $M = \frac{4\times10}{6.7\times10^{-11}} \frac{(0.3\times1.5\times10^{11})^3}{(50\times24\times60\times60)^2}$
(නිවැරදි ආදේශයට) – – – 01

(π^2 සඳහා 10 වෙනුවට 3.14^2 යොදා ඇතත් මෙම ලකුණ දෙන්න.)

$= \frac{4\times10}{6.7} \frac{(0.3\times1.5)^3}{(5\times24\times36)^2} \times 10^{38}$

$= 2.92 \times 10^{30}$ kg [$(2.90 – 2.92) \times 10^{30}$] kg
– – – 01

(π සඳහා 3.14 යොදා ඇත්නම් පිළිතුර [$(2.87 – 2.90) \times 10^{30}$] kg අතර විය යුතුයි.)

b. (i) ඉහත (iii) කොටසෙන්, $M = \frac{4\pi^2}{G} \frac{R^3_B}{T^2_B}$,

එසේම $M = \frac{4\pi^2}{G} \frac{R^3_A}{T^2_A}$
– – – 01

$\frac{R^3_A}{T^2_A} = \frac{R^3_B}{T^2_B}$

(හෝ වෙනත් නිවැරදි ආකාරයට) – – – 01

(ii) ඉහත (b) (i) කොටසෙන් $R_A = \left(\frac{T_A}{T_B}\right)^{2/3} R_B$

$R_A = \left(\frac{300}{50}\right)^{2/3} (0.3\times1.5\times10^{11})$

(නිවැරදි ආදේශයට) – – – 01

$R_A = 1.49 \times 10^{11}$ m [$(1.48 – 1.50) \times 10^{11}$] m
– – – 01

{විකල්ප ක්‍රමය (විභව සලකා බැලීමෙන්)}

$R_A = \left(\frac{300}{50}\right)^{2/3} (0.3)$ AU (නිවැරදි ආදේශයට) – – – 01

$R_A = 0.99$ AU (0.99 – 1.00) AU – – – 01

c. (i) m ස්කන්ධය මත A ග්‍රහලෝකයේ පෘෂ්ඨයේදී ගුරුත්වාකර්ෂණය, $mg_A = \frac{G m_A m}{r^2_A}$ – – – 01

A ග්‍රහලෝකය මතදී ගුරුත්වජ ත්වරණය, $g_A = \frac{G m_A}{r^2_A}$

$g_A = \frac{G (23 m_E)}{(4.6 r_E)^2} = \frac{23}{(4.6)^2} \frac{G m_E}{(r_E)^2} = 1.09 \frac{G m_E}{r_E^2}$
– – – 01

(ii) $g_A = \frac{23}{4.6^2} g_E = 1.09 g_E$ [$(1.08 – 1.10) g_E$]
– – – 01

(iii) යානයේ බර $= 100 g_A = 100 \times 1.09 \times 10$

$= 1.09 \times 10^3$ N [$(1.08 – 1.10) \times 10^3$] N
– – – 01

(iv) A ග්‍රහලෝකයේ ඝනත්වයේ සාමාන්‍යය,

$d_A = \frac{m_A}{\left(\frac{4\pi}{3}\right) r_A^3} = \frac{(23m_E)}{\left(\frac{4\pi}{3}\right)(4.6 r_E)^3}$

$= \frac{23}{4.6^3} \left(\frac{m_E}{\left(\frac{4\pi}{3}\right) r_E^3}\right)$

$= \frac{23}{4.6^3} d_E = 0.24 d_E$ [$(0.23 – 0.24) d_E$]
– – – 01

63.

a. <u>අවම පරිමාවක් තුළ ඇහිරී ඇති</u> – – – 01
<u>අති විශාල පදාර්ථ ප්‍රමාණයකින්</u> සමන්විත වස්තුවක් කළු කුහරයක් වේ. – – – 01

b. i. වියෝග වන වස්තුවේ ස්කන්ධය m ලෙස සලකමු.

m ස්කන්ධයේ චාලක ශක්තිය $= \frac{1}{2} mv_e^2$
– – – 01

m ස්කන්ධයේ ගුරුත්වාකර්ෂණ විභව ශක්තිය $= -\frac{GMm}{R}$
– – – 01

ශක්ති සංස්ථිතියෙන්

$\frac{1}{2} mv_e^2 - \frac{GMm}{R} = 0$ (හෝ ඕනෑම ආකාරයක නිවැරදි ප්‍රකාශනයක්)
– – – 01

$v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$

ii. $\rho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3}$ – – – 01

M සඳහා ආදේශයෙන්, $\Rightarrow v_e = \sqrt{\frac{2G\frac{4}{3}\pi\rho R^3}{R}}$
– – – 01

$v_e = \sqrt{\frac{8G\pi\rho}{3}} R$ – – – 01

$\therefore v_e$, වස්තුවේ R අරයට අනුලෝමව සමානුපාතික වේ.

iii. $c = \sqrt{\frac{2GM}{R_S}}$ – – – 01

$R_S = \frac{2GM}{c^2}$ – – – 01

c. එය තුළ සිදුවන සිදුවීම් අනාවරණය කර ගත නොහැකි නිසා
— — — 01

d. නොහැකිය — — — 01

X - කිරණ ද ආලෝකය මෙන් විද්‍යුත් චුම්බක තරංග වේ.
— — — 01

e. $\lambda_m T$ = නියතයක් හෝ $\lambda_m T = 2900$ — — — 01

$\lambda_m = \frac{2900}{10^6}$ (ආදේශය සඳහා) — — — 01

$\lambda_m = 2.9 \times 10^{-3}\ \mu m$ — — — 01

f. i. $T = \frac{2\pi r}{v}$ — — — 01

$4 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60 = \frac{2 \times 3 \times r}{8.0 \times 10^6}$ — — — 01

(ආදේශය සඳහා)

$r = 1.68 \times 10^{14}$ m $(1.680 - 1.682) \times 10^{14}$ m
— — — 01

ii. තාරකාවේ ස්කන්ධය m ලෙස ගනිමු.

$\frac{GM_B m}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$ — — — 01

$M_B = \frac{v^2 r}{G}$ — — — 01

$M_B = \frac{(8.0 \times 10^6)^2 \times 1.68 \times 10^{14}}{6.0 \times 10^{-11}}$

(ආදේශය සඳහා) — — — 01

$M_B = 1.8 \times 10^{38}$ kg $(1.79 - 1.80) \times 10^{38}$ kg
— — — 01

iii. $R_S = \frac{2GM}{c^2}$

$R_S = \frac{2 \times 6.0 \times 10^{-11} \times 1.8 \times 10^{38}}{9 \times 10^{16}}$

(ආදේශය සඳහා) — — — 01

$R_S = 2.4 \times 10^{11}$ m $(2.38 - 2.40) \times 10^{11}$ m
— — — 01

g. i. ඔව් / දිගමට පරිභ්‍රමණය වේ. — — — 01

පෘථිවිය මත ක්‍රියා කරන ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රයේ / බලයේ වෙනසක් සිදු නොවේ හෝ සූර්යය කළු කුහරය අපගේ සූර්යයා මගින් යෙදෙන ගුරුත්වාකර්ෂණ ඇදීමම ලබා දේ. — — — 01

ii. ඔව් / බලපෑම් ඇතිවේ. — — — 01

පෘථිවියට ආලෝකය / තාපය ලඟා නොවේ. — — — 01

iii. සූර්යයා සඳහා R_S අගය –

$R_S = \frac{2 \times 6.0 \times 10^{-11} \times 1.8 \times 10^{38}}{9 \times 10^{16}}$ (ආදේශය සඳහා)
— — — 01

$R_S = 2.4 \times 10^3$ m (2.4 km)

පිළිතුරු – MCQ

Paper - 01

01. 5	**02.** 3	**03.** 4	**04.** 2	**05.** 1
06. 2	**07.** 3	**08.** 1	**09.** 5	**10.** 2
11. 1	**12.** 1	**13.** 2	**14.** 2	**15.** 3
16. 2	**17.** 2	**18.** 1	**19.** 4	**20.** 2

Paper - 02

01. 1	**02.** 1	**03.** 1	**04.** 1	**05.** 1
06. 2	**07.** 1	**08.** 2	**09.** 2	**10.** 3
11. 2	**12.** 1	**13.** 3	**14.** 2	**15.** 3

සටහන්

F:\B\S~\2025 - T - U5 - pm7_Net 01 2025/02/06
Asanka Printers - 0777 555 399