ශ්‍රී ලංකා භෞතික විද්‍යා ඔලිම්පියාඩ්
තරඟය -2014

කාලය : meh 02
ගණක යන්ත්‍ර භාවිත කළ නොහැක.

දිනය : **21 . 06. 2014** විභාග අංකය:.......................................

f j ; s d : පෙ.ව **9. 00** - පෙ.ව **11. 00**

- ප්‍රශ්න සියල්ලටම පිළිතුරු සපයන්න.
- මෙම ප්‍රශ්න පත්‍රයේ කොටස් දෙකක් ^**A** සහ **B**&ඇත'
- **"A"** කොටසේ බහුවර්ණ ප්‍රශ්න 15 ක් ඇතග සෑම ප්‍රශ්නයකටම අනුරූප ඔබගේ තෝරාගැනීමට අදාල ප්‍රතිචාරය යටින් ඉරක් අඳින්නන. පිළිතුරක් තෝරා ගැනීම ඔබ වෙනස් කළොත් පෙර ලකුණු කරන ලද ඉර සම්පූර්ණයෙන්ම මකා ඉවත් කල යුතුය.
- **"B"** කොටසේ ප්‍රශ්න දෙකක් ඇත'
- **සියළුම ව්‍යුත්පන්න කිරීම් සඳහා දී ඇති කඩදාසි භාවිත කරන්න.**
- **සෑම ප්‍රශ්නයක් අවසානයේදී අදාල අවසාන ප්‍රකාශන හෝ සංඛ්‍යාත්මක පිළිතුරු ලිවීම සඳහා පිළිතුරු පතක් ඔබට සපයා ඇත.**
- **විභාගය අවසානයේදී අවසාන පිළිතුරු පත් සමග සම්පූර්ණ ප්‍රශ්න පත්‍රය භාර දෙන්න.**
- **ගැටළු විසඳීම සඳහා යොදාගත් කඩදාසිවල සෑම එකකම ඔබගේ විභාග අංකය ලියා වෙනමම භාර දෙන්න.**
- **ප්‍රශ්න පත්‍රයේ කිසිදු පිටුවක් ඉවත් නොකරන්න.**

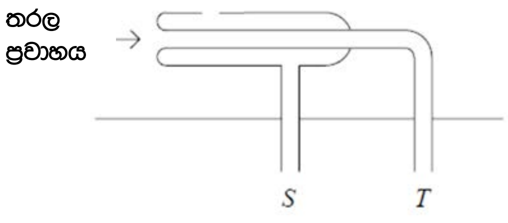
A කොටස

<u>බහුවරණ ප්‍රශ්න</u>

1) බැටරියක වි. ගා. බ. E_b, $E_b = P/I$ මගින් දෙනු ලැබේ. මෙහි P යනු I ධාරාවක් ගලායන විට ක්ෂමතා උත්සර්ජනයයි. චුම්භක ස්‍රාවය වෙනස්වීම මගින් දඟරයක ප්‍රේරිත වි. ගා. බ. E_c , චුම්භක ස්‍රාවය (Φ), වෙනස්වීමේ ශීඝ්‍රතාවයට සමාන වේ. $E_c = \mathrm{d}\Phi/\mathrm{d}t$. පහත දැක්වෙන ඒවා අතුරින් චුම්භක ස්‍රාවයේ ඒකකය වනුයේ,

(1) m s^{-1} A (2) m s^{-2} A^{-1} (3) kg m^2 s^{-2} A (4) kg m s^2 A^{-1} (5) kg m^2 s^{-2} A^{-1}

2) ගලායන තරලයක තැබූ ස්ථිතික පිටෝට් නළයක් (Pitot tube) රූපයෙහි දැක්වේ. S සහ T ලක්ෂ්‍යවලට සවිකල මැනෝමීටරයක ද්‍රව මට්ටම් වෙනස h ලෙස පෙන්නුම් කරයි. $v =$ ගලායන තරලයේ ප්‍රවේගය, d = ගලායන තරලයේ ඝනත්වය, ρ = මැනෝමීටර් ද්‍රවයේ ඝනත්වය නම් එවිට v^2 සමාන වනුයේ,

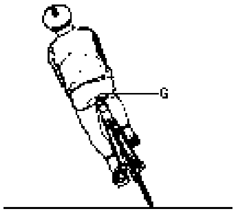


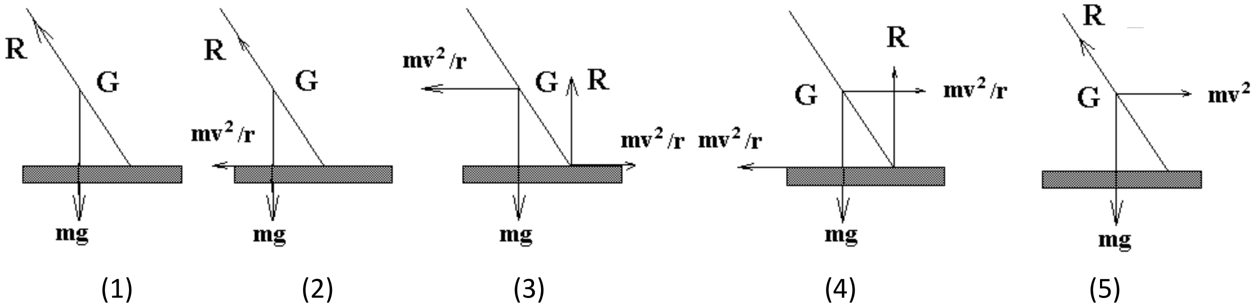
(1) $2\rho gh/d$ (2) $2dgh$ (3) $\rho gh/d$
(4) dgh/ρ (5) ρdgh

3) ස්කන්ධය m වූ වස්තුවක් තිරයට θ කෝණයකින් ආනතව u වේගයකින් ප්‍රක්ෂේපණය කරනු ලැබේ. එම මට්ටමේම ප්‍රක්ෂේපණ ලක්ෂ්‍යයේ සිට R දුරකින් එය බිමට පතිත වේ. මෙම ප්‍රක්ෂේපිත චලිතය තුල ගම්‍යතා වෙනස්වීමෙහි විශාලත්වය වනුයේ,

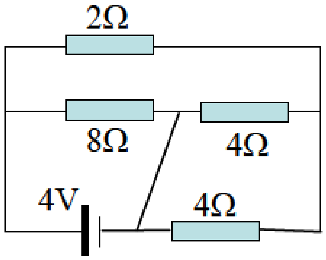
(1) ශුන්‍යයය (2) $2mu$ (3) $2mu\cos\theta$ (4) $2mu\sin\theta$ (5) $2mu\tan\theta$

4) රූපයෙහි බයිසිකල් කරුවෙක් රළු පාරක නියත v වේගයකින් වම් දිශාවට හරවන අයුරු (අරය r වූ පථයක) පිටුපසින් පෙනෙන අන්දමින් පෙන්වා ඇත. බයිසිකල්කරුගේ සහ බයිසිකලයේ මුළු ස්කන්ධය m වන අතර ඒවායේ සංයුක්තයේ ගුරුත්ව කේන්ද්‍රය G හි පිහිටයි. R යනු ඝර්ෂණ බලයේ සහ අභිලම්භ ප්‍රතික්‍රියාවෙහි සම්ප්‍රයුක්තය වේ නම් අවස්ථිති නිරීක්ෂකයෙකුට සාපේක්ෂව පහත කිනම් දෛශික රූපය මගින් බයිසිකලය සහ බයිසිකල්කරු මත ක්‍රියාකරන බලයන්ගේ දිශාව පෙන්නුම් කරයිද?





5) පෙන්වා ඇති පරිපථයේ බැටරිය තුළින් ගලන ධාරාව වනුයේ (බැටරියේ අභ්‍යන්තර ප්‍රතිරෝධය නොසලකා හරින්න)



(1) 1 A (2) 2 A (3) 2.5 A (4) 4 A (5) 1.5 A

6) චුම්භක ක්ෂේත්‍රයක් සහ විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක් පවතින ප්‍රදේශයක් තුලට ඉලෙක්ට්‍රෝන කදම්බයක් ඇතුළු වේ. එම ඉලෙක්ට්‍රෝන කදම්බය අපගමනය නොවී කෙළින්ම එම ප්‍රදේශය හරහා ගමන් කරවීම සඳහා E විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක් යෙදිය යුත්තේ කෙසේද? (චුම්භක ක්ෂේත්‍රයේ දිශාව රූපයේ ඊතල මගින් පෙන්වා ඇත.)

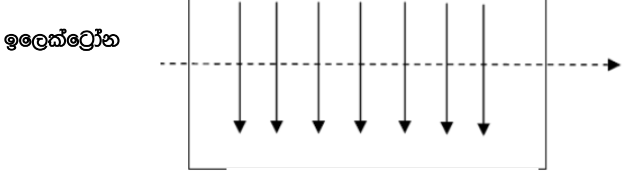
(1) කඩදාසියේ තලය ඔස්සේ පහළ දිශාවට

(2) කඩදාසියේ තලය ඔස්සේ ඉහළ දිශාවට

(3) කඩදාසිය තලය තුලට

(4) කඩදාසියේ තලයෙන් පිටතට

(5) චුම්භක ක්ෂේත්‍ර මගින් ඉලෙක්ට්‍රෝනවලට බලපෑමක් කල නොහැකි නිසා විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක් යෙදීම අවශ්‍ය නොවේ



ඒකාකාර චුම්බක ක්ෂේත්‍රය

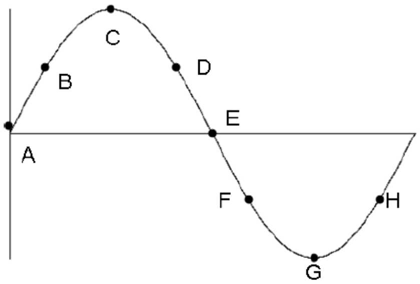
7) අවතල කාචයක දාරය ඒකාකාර ලෙස කලුකර ඇත්තේ කාචය තුලින් ආලෝකය ගමන් කල හැකි ප්‍රදේශයේ විෂ්කම්භය 4.0 cm ක් වන වෘත්තයකට සීමාවන පරිදිය. ආලෝක කදම්බයක් කාචයේ එම නිරාවරණය වූ මුළු වෘත්තයම හරහා ප්‍රධාන අක්ෂයට සමාන්තර වන පරිදි ගමන් කලවිට කාචයේ සිට 60.0 cm ක් දුරින් පිහිටි තිරයක් මත 20.0 cm ක විෂ්කම්භයක් සහිත වෘත්තාකාර ආලෝක ලපයක් සාදයි. කාචයේ නාභීය දුර කොපමණද?

(1) 10.7 cm (2) 15.0 cm (3) 18.0 cm (4) 20.0 cm (5) 60.0 cm

8) කෘෂ්ණ වස්තු ප්‍රභවයකින් විකිරණය වන මුළු ශක්තිය විනාඩියක කාලයක් තුල එකතු කර ජලය රත් කිරීම සඳහා යොදා ගැනේ. ජලයෙහි උෂ්ණත්වය 20.0 ^{0}C සිට 20.5 ^{o}C දක්වා ඉහළ ගියේය. එම කෘෂ්ණ වස්තුවේ නිරපේක්ෂ උෂ්ණත්වය දෙගුණකර ඉහත පරීක්ෂණය නැවත සිදුකල විට පහත ප්‍රකාශයන්ගෙන් කිනම් ප්‍රකාශය වඩාත් ආසන්න වශයෙන් නිවැරදි වේද ?

(1) ජලයෙහි උෂ්ණත්වය 20 ^{0}C සිට 21 ^{o}C වූ අවසාන උෂ්ණත්වයක් දක්වා ඉහළ යනු ඇත.
(2) ජලයෙහි උෂ්ණත්වය 20 ^{0}C සිට 24 ^{o}C වූ අවසාන උෂ්ණත්වයක් දක්වා ඉහළ යනු ඇත.
(3) ජලයෙහි උෂ්ණත්වය 20 ^{0}C සිට 28. ^{o}C වූ අවසාන උෂ්ණත්වයක් දක්වා ඉහළ යනු ඇත.
(4) ජලයෙහි උෂ්ණත්වය 20 ^{0}C සිට 36 ^{o}C වූ අවසාන උෂ්ණත්වයක් දක්වා ඉහළ යනු ඇත.
(5) විනාඩියක කාලය තුල ජලය නටනු ඇත

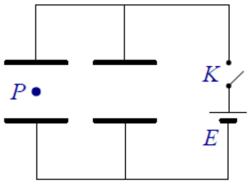
9) රූපය මගින් කාලයේ එක්තරා මොහොතක තීර්යක් තරංගයක් පෙන්නුම් කරනු ලබයි. එම මොහොතේ F ලක්ෂ්‍යය පහළ දිශාවට චලනය වෙමින් පවතින බව අපි දන්නේ නම් එමගින් අපෝහනය කල හැක්කේ



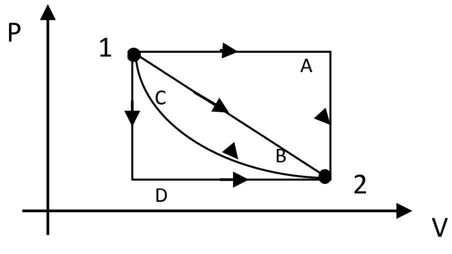
(1) තරංගය දකුණු දිශාවට ගමන් කරන බවයි
(2) C ලක්ෂ්‍යය B ලක්ෂ්‍යයට ප්‍රථම සමතුලිත පිහිටීමට ලඟාවන බවයි
(3) H ලක්ෂ්‍යය F ලක්ෂ්‍යය ගමන් කරන දිශාවෙහිම ගමන් කරන බවයි
(4) මෙම පිහිටීමේදී D ලක්ෂ්‍යයෙහි ත්වරණය උපරිම වන බවයි
(5) A කොහෙත්ම චලනය නොවන බවයි

10) රූපයේ පෙනෙන පරිදි සමාන්තර තහඩු ධාරිත්‍රක දෙකක් තිරස්ව තබා E බැටරියක සම්බන්ධ කරනු ලැබේ. ධාරිත්‍රක ආරෝපණය වූ පසු K ස්විච්චිය විවෘත කරනු ලැබේ. වම් ධාරිත්‍රකය තුල ආරෝපිත අංශුවක් නිසලව සිටින සේ තබා ඇත. දකුණු ධාරිත්‍රකයේ තහඩු අතර දුර අඩුකලහොත් එවිට එම අංශුව

(1) තිරස්ව ගමන් කරයි
(2) පහළ දිශාවට ගමන් කරයි
(3) ඉහළ දිශාවට ගමන් කරයි
(4) වෘත්තයක ගමන් කරයි
(5) දිගටම නිසලව පවතී



11) මෙහි පෙන්වා ඇති පරිපූර්ණ වායුවක PV සටහනෙහි 1 සිට 2 දක්වා කිනම් මාර්ගය ඔස්සේ වායුව මගින් වැඩිම කාර්යයක් කරනු ලැබේද ?



(1) A (2) B (3) C (4) D

(5) සියළුම මාර්ග මගින් එකම කාර්යයක් කරයි

12) සංඛ්‍යාතය 540 Hz ක් වූ නලාවක් 15 rad s^{-1} කෝණික වේගයකින් අරය 2 m ක් වූ වෘත්තයක භ්‍රමණය වේ. වෘත්තයේ කේන්ද්‍රයට සාපේක්ෂව නිසලව ඉතා ඈතින් සිටින සවන්දෙන්නෙකුට ඇසෙනු ලබන උපරිම සහ අවම සංඛ්‍යාත පිළිවෙලින් වනුයේ (වාතයේ ධ්වනි වේගය = 330 m s^{-1})

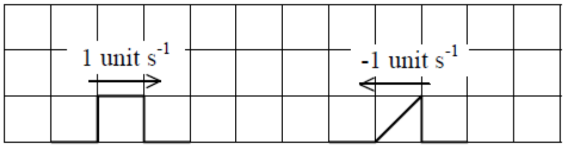
(1) 540 Hz, 495 Hz (2) 594 Hz, 540 Hz (3) 594 Hz, 495 Hz (4) 540 Hz, 540Hz

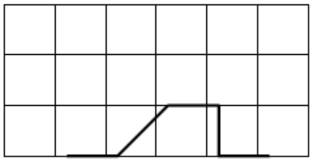
(5) 540 Hz, 0

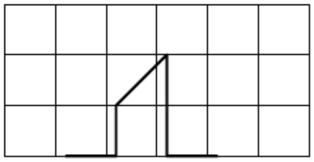
13) ස්කන්ධය m වූ සන්නිවේදන චන්ද්‍රිකාවක් පෘථිවියෙහි ස්කන්ධ කේන්ද්‍රය වටා අරය r වූ වෘත්තාකාර කක්ෂයක ω වූ නියත කෝණික වේගයකින් චලනය වේ. එම චන්ද්‍රිකාව මත එක් සම්පූර්ණ පරිභ්‍රමණයකදී ගුරුත්වාකර්ෂණ බල මගින් කරනු ලබන කාර්යය වනුයේ,

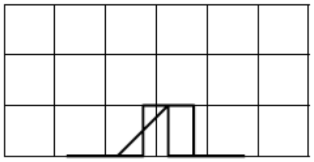
(1) ශුන්‍යයය (2) $2\pi mr^2\omega^2$ (3) $\pi mr^3\omega^2$ (4) $mr^2\omega^2$ (5) $½mr^2\omega^2$

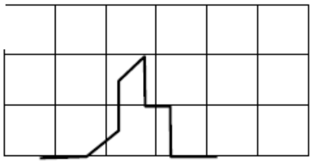
14) පහත රූපයෙහි එකිනෙකට විරුද්ධ දිශාවට තන්තුවක් දිගේ ගමන් කරන ස්පන්ද දෙකක් පෙන්වා ඇත. 3.25 s කට පසු ස්පන්දයේ හැඩය කුමක් වනු ඇතිද? {ඒකක (unit) 1 = කුඩා හතරැස් කොටුවක පළල}

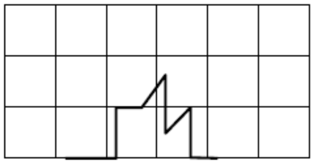


(1)


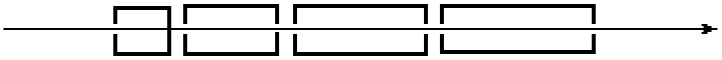
(2)


(3)


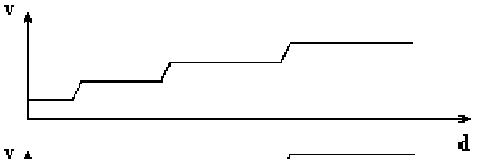
(4)


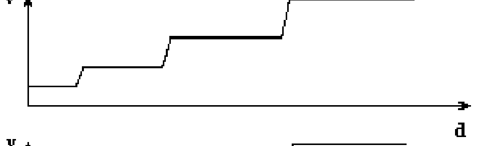
(5)


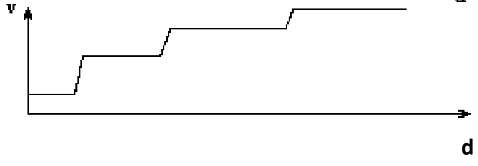
15) රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි රේඛීය ත්වරකයක ආරෝපිත අංශුවක් එක අක්ෂීය කුහර ලෝහ සිලින්ඩර පද්ධතියක අක්ෂය ඔස්සේ ගමන් කරවීමට සලස්වා ඇත. ආරෝපිත අංශුව සෑම සිලින්ඩරයක් තුළම නියත වේගයකින් ගමන් කරයි. එම අංශුවට ඕනෑම සිලින්ඩර දෙකක් අතර ඇති හිඩැසක් හරහා යාමට ගතවන කාලය සමාන වේ. එම ඕනෑම හිඩැසක් හරහා ගමන් කරන විට එම අංශුවෙහි චාලක ශක්තිය එකම නියත අගයකින් වැඩිවේ. පහත කිනම් ප්‍රස්තාරය මගින් අංශුවෙහි ප්‍රවේගය v, ගමන් තීරුවේ දිග d, සමඟ විචලනය වන අයුරු වඩාත්ම නිවැරදිව නිරූපණය කරයිද?

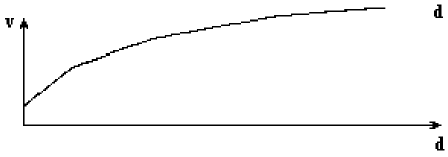


ලෝහ සිලින්ඩර

(1)


(2)


(3)


(4)


(5)

B කොටස

(1). පෘථිවිය මත ග්‍රහකයෙකු ඝට්ටනය වීමෙන් ඇතිවන ප්‍රතිවිපාක

අවුරුදු මිලියන 65කට පෙර 2.0×10^4 m s^{-1} වේගයකින් පැමිණි ස්කන්ධය 1.0×10^{15}kg වූ ග්‍රහකයක් පෘථිවිය මතට කඩා වැටුණි. මෙම ඝට්ටනය නිසා ඩයිනෝසරයන් ඇතුළු පෘථිවියේ ජීවත් වූ බොහෝ ජීවීන් සමූල ඝාතනය වූ අතර මෙක්සිකෝවේ අතිවිශාල ‘Chicxulub’ ආවාටය නිර්මාණය විය. මෙවැනි සර්වසම ග්‍රහකයෙක් අද පෘථිවිය මත සම්පූර්ණයෙන්ම අප්‍රත්‍යාස්ථ ගැටුමක් ඇති කරමින් කඩා වැටුණේ යැයි උපකල්පනය කරන්න. (එනම් ග්‍රහකය පෘථිවිය මත වදින ලක්ෂ්‍යයේදී එය පෘථිවිය තුලම කිඳා බැස නිශ්චලතාවයට පත්වේ.)

අසා ඇති ප්‍රශ්නවලට පිළිතුරු සැපයීම සඳහා පහත දත්තයන් භාවිත කරන්න.

පෘථිවියේ ස්කන්ධය $= 6.0 \times 10^{24}$ kg ; පෘථිවියේ අරය $= 5.0 \times 10^{6}$ m ; $\pi = 3$ ලෙස ගන්න.

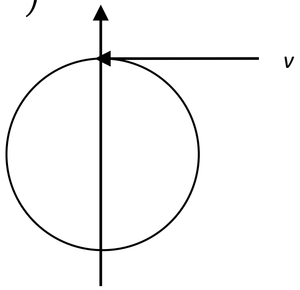
පෘථිවියේ අවස්ථිති ඝූර්ණය, සමාන ස්කන්ධයක් හා අරයයක් ඇති සමජාතීය ගෝලයක අවස්ථිති ඝූර්ණයට සමාන බව උපකල්පනය කරන්න. ස්කන්ධ M සහ අරය R වන සමජාතීය ගෝලයක අවස්ථිති ඝූර්ණය $\frac{2}{5}MR^2$ වේ. පෘථිවියේ අරය හා සසඳන කළ ග්‍රහකයේ අරය ඉතා කුඩා බව තවදුරටත් උපකල්පනය කරන්න. එමනිසා ග්‍රහකය පෘථිවි පෘෂ්ඨයේ ඇතුලට ගිය පසු එය ලක්ෂ්‍යාකාර අංශුවක් ලෙසට සැලකිය හැකිය. ඝට්ටනය නිසා පෘථිවියේ කක්ෂයට සිදුවන වෙනස නොසලකා හරින්න. (d)(iii) හා (e) කොටස්වලg පිළිතුරු සැපයීම සඳහා කෝණික ගම්‍යතා සංස්ථිති මූලධර්මය භාවිත කරන්න.

(a) තම භ්‍රමණ අක්ෂය වටා පෘථිවියේ කෝණික ප්‍රවේගය ω_E ගණනය කරන්න. $\left(\frac{1}{144} = 7.0 \times 10^{-3}\right)$

(b) තම භ්‍රමණ අක්ෂය වටා පෘථිවියේ අවස්ථිති ඝූර්ණය I_E ගණනය කරන්න.

(c) තම භ්‍රමණ අක්ෂය වටා පෘථිවියේ කෝණික ගම්‍යතාවය L_E ගණනය කරන්න.

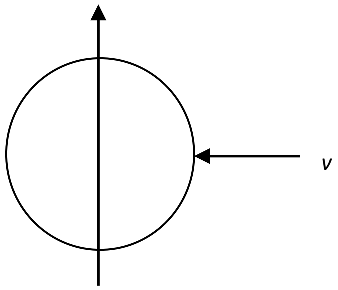
(d) (1) රූපයේ පෙන්වා ඇති පරිදි ග්‍රහකය උත්තර ධ්‍රැවයේ ගැටේ.



(1) රූපය

- (i) පෘථිවියේ කේන්ද්‍රයට සාපේක්ෂව ග්‍රහකයේ කෝණික ගම්‍යතාව L_{ast} ගණනය කරන්න.
- (ii) L_E ට සාපේක්ෂව L_{ast} හි දිශාව කුමක්ද ?
- (iii) ඝට්ටනයෙන් පසු පෘථිවියේ අක්ෂයේ දිශානතිf යැළපරිම වෙනස $\Delta\theta$ (රේඩියනවලින්) සොයන්න. $\left[\tan(\Delta\theta) = \Delta\theta; \left(\frac{1}{4.2} = 0.24\right)\right]$
- (iv) ඝට්ටනය නිසා උත්තර ධ්‍රැවය කොපමණ දුරක් Δl විස්ථාපනය වේද?

(e) (2) රූපයේ පෙන්වා ඇති අයුරින් ග්‍රහකය අරීය දිශාවක් ඔස්සේ සමකයේ ගැටේ යැයි සිතමු. ඝට්ටනයෙන් පසු පෘථිවියේ එක් පරිභ්‍රමණ කාලාවර්තයක ඇතිවන වෙනස $\Delta\tau_{rad}$ සොයන්න. $\left(\frac{75}{21} = 3.60\right)$



(2) රූපය

පිළිතුරු පත්‍රය

1 ප්‍රශ්නය	පිළිතුරු	ලකුණු
(a)	$\omega_E =$	
(b)	$I_E =$	

(c)	$L_E =$	
(d)(i)	$L_{ast} =$	
(d)(ii)	නිවැරදි පිළිතුර යටින් ඉරක් අඳින්න. L_{ast}, L_E ට **සමාන්තර වේ.** L_{ast}, L_E ට **ලම්බක වේ.**	
(d)(iii)	$\Delta\theta =$	
(d)(iv)	$\Delta l =$	
(e)	$\Delta\tau_{rad} =$	

(2). ඉපිලෙන සබන් බුබුල

ඝනත්වය ρ_i, පීඩනය P_i, උෂ්ණත්වය T_i වූ වාතය අභ්‍යන්තරයේ ඇති අරය R_0 වන ගෝලීය සබන් බුබුලක් වටා ඝනත්වය ρ_a, වායුගෝලීය පීඩනය P_a සහ උෂ්ණත්වය T_a වන වාතය ඇත. සබන් පටලයේ පෘෂ්ඨීක ආතතිය γ වන අතර එහි ඝනත්වය ρ_s සහ ඝනකම t වේ. සබන් පටලයේ පෘෂ්ඨීක ආතතිය සහ ස්කන්ධය උෂ්ණත්වය සමග වෙනස් නොවේ. $R_0 \gg t$ ලෙස උපකල්පනය කරන්න.

(a) P_a, γ සහ R_0 ඇසුරෙන් P_i සඳහා ප්‍රකාශනයක් ලියන්න.

(b) (i) අභ්‍යන්තර හා බාහිර වාතය පරිපූර්ණ වායු ලෙස හැසිරේ යැයි උපකල්පනය කරමින් $\frac{\rho_i T_i}{\rho_a T_a}$ අනුපාතය සඳහා ප්‍රකාශනයක් P_a, γ සහ R_0 ඇසුරෙන් ව්‍යුත්පන්න කරන්න.

(ii) $\frac{\rho_i T_i}{\rho_a T_a} - 1$ සඳහා සංඛ්‍යාත්මක අගය සොයන්න. [$P_a = 1.0 \times 10^5$ Pa; $\gamma = 2.5 \times 10^{-2}$ N m^{-1}; $R_0 = 1.0$ cm]

(c) ප්‍රථමයෙන් අභ්‍යන්තරයේ උණුසුම් වාතය සහිතව බුබුල සෑදේ. බුබුල නිසල වාතයේ ඉපිලීමට නම් T_i ට තිබිය යුතු ප්‍රකාශනය R_0, ρ_a, P_a, T_a, γ, ρ_s, සහ t ඇසුරෙන් ලබා ගන්න.

(d) බුබුල සෑදී යම් කාලයකට පසු එය වටපිටාව සමග තාපජ සමතුලිතතාවට පත්වේ. එවිට බුබුලේ අරය ස්වල්ප ප්‍රමාණයකින් අඩුවන අතර එය R_1 ලෙස ගනිමු. එවිට මෙම බුබුල ස්වභාවයෙන්ම පොළොවට වැටේ. තාපජ සමතුලිතතාවයට පත්වූ පසු බුබුල පහළට නොවැටෙන ලෙස රඳවා තබා ගැනීම සඳහා උඩු අතට යැවිය යුතු වාත ධාරාවකට තිබිය යුතු අවම ප්‍රවේගය u සඳහා ප්‍රකාශනයක් ලබා ගන්න. ඔබගේ පිළිතුර R_1, ρ_a, P_a, γ, ρ_s, g, t සහ වාතයේ දුස්ස්‍රාවිතාව η ඇසුරෙන් දෙන්න. ස්ටෝක්ස් (Stoke's) නියමය යෙදීමට හැකිවන පරිදි u ප්‍රවේගය කුඩා යැයි උපකල්පනය කරන්න.

<u>පිළිතුරු පත්‍රය</u>

2 ප්‍රශ්නය	පිළිතුරු	ලකුණු
(a)	$P_i =$	
(b)(i)	$\frac{\rho_i T_i}{\rho_a T_a} =$	
(b)(ii)	$\frac{\rho_i T_i}{\rho_a T_a} - 1 =$	
(c)	$T_i =$	
(d)	$u =$	

Answers to MCQs.

(1) 5 (2) 1 (3) 4 (4) 1 (5) 5 (6) 4 (7) 2 (8) 3 (9) 2 (10) 2 (11) 1 (12) 3

(13) 1 (14) 4 (15) 3

ANSWER SHEET

Question 1	**Results**	**Marks**
(a)	$\omega_E = 7.0 \times 10^{-5}$ rad s^{-1}	**05**
(b)	$I_E = 6.0 \times 10^{37}$ kg m^2	**02**
(c)	$L_E = 4.2 \times 10^{33}$ kg m^2 s^{-1}	**03**
(d)(i)	$L_{ast} = 1.0 \times 10^{26}$ kg m^2 s^{-1}	**05**
(d)(ii)	Underline the correct statement. L_{ast} **is parallel to** L_E <u>L_{ast} **is perpendicular to** L_E</u>	**02**
(d)(iii)	$\Delta\theta = 2.4 \times 10^{-8}$ rad	**10**
(d)(iv)	$\Delta l = 0.12$ m	**03**
(e)	$\Delta\tau_{rad} = 3.6 \times 10^{-5}$ s	**10**

ANSWER SHEET

Question 2	Results	Marks
(a)	$P_i = P_a + \frac{4\gamma}{R_0}$	02
(b)(i)	$\frac{\rho_i T_i}{\rho_a T_a} = 1 + \frac{4\gamma}{R_0 P_a}$	05
(b)(ii)	$\frac{\rho_i T_i}{\rho_a T_a} - 1 = \mathbf{1.0} \times 10^{-4}$	03
(c)	$T_i = \frac{R_0 \rho_a T_a}{R_0 \rho_a - 3\rho_s t}\left[1 + \frac{4\gamma}{R_0 P_a}\right]$	10
(d)	$u = \frac{4R_0 \rho_s t g + \frac{4}{3} R_0^2\, \rho_a\, g\left(\frac{4\gamma}{R_0 P_a}\right)}{6\eta}$	10