DPP No. : B34 (JEE-MAIN)

Total Marks : 60	**Max. Time : 40 min.**
Single choice Objective ('–1' negative marking) Q.1 to Q.20	**(3 marks 2 min.) [60, 40]**

1. A cricket ball of mass 150 g is moving with a velocity of 12 m/sec and is hit by a bat so that the ball is turned back with a velocity of 20 m/sec. The force of blow acts for 0.01 s on the ball. Find the average force exerted by the bat on the ball.
(A) 320 N (B) 480 N (C) 160 N (D) 240 N

2. Two points of a rod move with velocities 3 v & v perpendicular to the rod and in the same direction, separated by a distance ' r'. Then the angular velocity of the rod is:
(A) $\frac{3v}{r}$ (B) $\frac{4v}{r}$ (C) $\frac{5v}{r}$ (D) $\frac{2v}{r}$

3. A uniform rod of mass 6M and length 6l is bent to make an equilateral hexagon. Its M.I. about an axis passing through the centre of mass and perpendicular to the plane of hexagon is:
(A) $5ml^2$ (B) $6ml^2$ (C) $4ml^2$ (D) $ml^2/12$

4. The moment of inertia of a door of mass m, length 2 ℓ and width ℓ about its longer side is
(A) $\frac{11m\ell^2}{24}$ (B) $\frac{5\,m\ell^2}{24}$ (C) $\frac{m\ell^2}{3}$ (D) none of these

5. A rigid body of mass m rotates with angular velocity ω about an axis at a distance a from the centre of mass G. The radius of gyration about a parallel axis through G is k. The kinetic energy of rotation of the body is
(A) $\frac{1}{2}mk^2\omega^2$ (B) $\frac{1}{2}ma^2\omega^2$ (C) $\frac{1}{2}m(a^2+k^2)\omega^2$ (D) $\frac{1}{2}m(a+k)^2\omega^2$

6. A flywheel rotating about a fixed axis has a kinetic energy of 360 joule when its angular speed is 30 rad/ sec. The moment of inertia of the wheel about the axis of rotation is
(A) 0.6 kg x m^2 (B) 0.15 kg x m^2 (C) 0.8 kg x m^2 (D) 0.75 kg x m^2

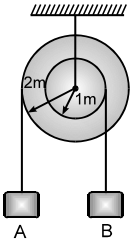
7. The product of moment of inertia and angular acceleration is
(A) force (B) torque (C) angular momentum (D) rotational kinetic energy

8. A particle is at a distance r from the axis of rotation. A given torque τ produces some angular acceleration in it. If the mass of the particle is doubled and its distance from the axis is halved, the value of torque to produce the same angular acceleration is
(A) $\tau/2$ (B) τ (C) 2τ (D) 4τ

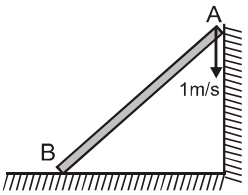
9. A constant torque of 31.4 N-m is exerted on a pivoted wheel. If angular acceleration of wheel is 4π rad/sec ^{2}, then the moment of inertia of the wheel is :
(A) 2.5 kg-m^2 (B) 3.5 kg-m^2 (C) 4.5 kg-m^2 (D) 5.5 kg-m^2

10. The rotational kinetic energy of a rigid body of moment of inertia 5 kg-m^2 is 10 joules. The angular momentum about the axis of rotation would be :
(A) 100 joule-sec (B) 50 joule-sec (C) 10 joule-sec (D) 2 joule-sec

11. In the pulley system shown, if radii of the bigger and smaller pulley are 2 m and 1m respectively and the acceleration of block A is 5 m/s^2 in the downward direction, then the acceleration of block B will be:
(A) 0 m/s^2
(B) 5 m/s^2
(C) 10 m/s^2
(D) 5/2 m/s^2



12. A rod of length 1m is sliding in a corner as shown. At an instant when the rod makes an angle of 60º with the horizontal plane, the velocity of point A on the rod is 1m/s. The angular velocity of the rod at this instant is :



(A) 2 rad/s (B) 1.5 rad/s
(C) 0.5 rad/s (D) 0.75 rad/s

13. The moment of inertia of a sphere of density ρ and radius R about an axis passing through its centre is proportional to
(A) R^2 (B) R^3 (C) R^4 (D) R^5

14. A man sitting on a rotating stool with his arms stretched out, suddenly lowers his hands
(A) his angular velocity decreases (B) his moment of inertia decreases
(C) his angular velocity remains constant (D) his angular momentum increases

15. A smooth uniform rod of length L and mass M has identical beads of negligible size, each of mass m, which can slide freely along the rod. Initially the two beads are at the centre of the rod and the system is rotating with angular velocity ω_0 about an axis perpendicular to the rod and passing through the mid point of the rod., There are no external forces. When the beads reach the ends of the rod, the angular velocity of the rod would be

(A) $\frac{M\omega_0}{M+2m}$ (B) $\frac{M\omega_0}{M+4m}$ (C) $\frac{M\omega_0}{M+6m}$ (D) $\frac{M\omega_0}{M+8m}$

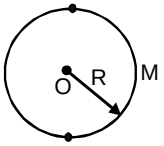
16. The angular momentum of particle of mass 0.01 Kg and position vector $\vec{r} = (10\hat{i} + 6\hat{j})$ meter and moving with a velocity $5\hat{i}$ metre/sec about the origin will be

(A) $-0.3\hat{k}$ Joule sec (B) $3\hat{k}$ Joule sec (C) 1/3 Joule sec (D) $0.03\hat{k}$ Joule sec

17. A uniform heavy disc is rotating at constant angular velocity ω about a vertical axis through its centre and perpendicular to the plane of the disc. Let L be its angular momentum. A lump of plastic is dropped vertically on the disc and sticks to it. Which will be constant
(A) ω (B) ω and L both (C) L only (D) Neither ω nor L

18. The angular momentum of a system of particles is conserved
(A) When no external force acts upon the system
(B) When no external torque acts on the system
(C) When no external impulse acts upon the system
(D) When axis of rotation remains same

19. A disc of mass M and radius R is suspended in a vertical plane by a horizontal axis passing through its centre. After sticking an object of same mass M at its rim the mass is raised to the position of maximum height. Now this unstable system is released. When the object passes the position right below the centre the angular velocity of the system would be



(A) $\sqrt{\frac{8g}{3R}}$ (B) $\sqrt{\frac{2g}{3R}}$ (C) $\sqrt{\frac{3g}{2R}}$ (D) $\sqrt{\frac{3g}{8R}}$

20. A particle performs uniform circular motion with an angular momentum L. If the frequency of particle's motion is doubled and its kinetic energy is halved, the angular momentum becomes
(A) 2L (B) 4 L (C) L/2 (D) L/4

2. DPP Syllabus :

DPP No. : B34 (JEE-MAIN)

Total Marks : 60	**Max. Time : 40 min.**
Single choice Objective ('–1' negative marking) Q.1 to Q.20	**(3 marks 2 min.) [60, 40]**

ANSWER KEY OF DPP No. : B34

1.	(B)	2.	(D)	3.	(A)	4.	(C)	5.	(C)	6.	(C)	7.	(B)
8.	(A)	9.	(A)	10.	(C)	11.	(D)	12.	(A)	13.	(D)	14.	(B)
15.	(C)	16.	(A)	17.	(C)	18.	(B)	19.	(A)	20.	(D)		

1. A cricket ball of mass 150 g is moving with a velocity of 12 m/sec and is hit by a bat so that the ball is turned back with a velocity of 20 m/sec. The force of blow acts for 0.01 s on the ball. Find the average force exerted by the bat on the ball.
150 ग्राम द्रव्यमान की एक क्रिकेट गेंद 12 मी./से. के वेग से गतिमान है बल्ले से मारने के बाद 20 मी./से. के वेग से लौटती है। बल्ले द्वारा गेंद पर बल 0.01 सेकण्ड के लिए आरोपित होता है। बल्ले द्वारा गेंद पर लगाया गया औसत बल ज्ञात करो।

(A) 320 N (B*) 480 N (C) 160 N (D) 240 N

Solution : Initial momentum of the ball = (150/1000) x 12 = 1.8 kg m/sec
Final momentum of the ball = –(150/1000) x 20 = – 3.0 kg m/sec
Change in momentum = 4.8 kg m/sec.
Average force exerted = impulse/time = (4.8 kg m/sec) / 0.01 s

$|\Delta\vec{V}|$ = 32 m/s

$$|\vec{F}| = m\frac{|\Delta\vec{v}|}{\Delta t} = \left(\frac{150}{1000}\right)\left(\frac{32}{0.01}\right) = 480 \text{ N.}$$

2. Two points of a rod move with velocities 3 v & v perpendicular to the rod and in the same direction, separated by a distance ' r'. Then the angular velocity of the rod is:
एक छड़ के दो बिन्दु, छड़ के लम्बवत समान दिशा में 3 v तथा v वेग से गति करते हैं। दोनो बिन्दु एक दूसरे से ' r' दूरी पर हैं तो छड़ का कोणीय वेग होगा :

(A) $\frac{3v}{r}$ (B) $\frac{4v}{r}$ (C) $\frac{5v}{r}$ (D*) $\frac{2v}{r}$

Ans. $\omega_{rod} = \omega_{point} = \left(\frac{v_{rel}}{r}\right)$; $v_{rel.}$ being the velocity of one point w.r.t. other.

$v_{rel.}$ एक बिन्दु का दूसरे के सापेक्ष वेग

$= \frac{3v - v}{r}$ and 'r' being the distance between them.

'r' उनके बीच की दूरी

$= \frac{2v}{r}$

3. A uniform rod of mass 6M and length 6l is bent to make an equilateral hexagon. Its M.I. about an axis passing through the centre of mass and perpendicular to the plane of hexagon is:
एक 6M द्रव्यमान तथा 6ℓ लम्बाई की एक समान छड़ को मोड़कर एक समषटकोण बनाया जाता है। इसका द्रव्यमान केन्द्र से गुजरने वाली तथा षटकोण के तल के लम्बवत् अक्ष के परितः जड़त्व आघूर्ण है।
(A*) $5ml^2$ (B) $6ml^2$ (C) $4ml^2$ (D) $ml^2/12$

4. The moment of inertia of a door of mass m, length 2 ℓ and width ℓ about its longer side is
m द्रव्यमान 2 ℓ लम्बाई तथा ℓ चौड़ाई के दरवाजे का बड़ी भुजा के परितः जड़त्व आघूर्ण होगा –
(A) $\frac{11\,m\ell^2}{24}$ (B) $\frac{5\,m\ell^2}{24}$
(C*) $\frac{m\ell^2}{3}$ (D) none of these इनमे से कोई नहीं

Sol. (C) I (about YY') = $\frac{m\ell^2}{12}$
(C) I (YY' के परितः) = $\frac{m\ell^2}{12}$
Using parallel axis theorem : (समान्तर अक्षों की प्रमेये से)
I(about AD) AD के परितः = $\frac{m\ell^2}{12} + \frac{m\ell^2}{4} = \frac{m\ell^2}{3}$ Ans.

5. A rigid body of mass m rotates with angular velocity ω about an axis at a distance a from the centre of mass G. The radius of gyration about a parallel axis through G is k. The kinetic energy of rotation of the body is
एक m द्रव्यमान का दृढपिण्ड कोणीय वेग ω से घूर्णन कर रहा हैं एवं घूर्णन अक्ष की द्रव्यमान केन्द्र G से दूरी a एवं द्रव्यमान केन्द्र G से पारित एवं अक्ष के समान्तर अक्ष के सापेक्ष घूर्णन त्रिज्या k है। वस्तु की घूर्णन गतिज ऊर्जा हैं
(A) $\frac{1}{2}mk^2\omega^2$ (B) $\frac{1}{2}ma^2\omega^2$ (C*) $\frac{1}{2}m(a^2+k^2)\omega^2$ (D) $\frac{1}{2}m(a+k)^2\omega^2$

Sol. $K.E_R = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}m(a^2+k^2)\omega^2$

6. A flywheel rotating about a fixed axis has a kinetic energy of 360 joule when its angular speed is 30 rad/ sec. The moment of inertia of the wheel about the axis of rotation is
एक पहिया किसी स्थिर अक्ष के सापेक्ष घूर्णन कर रहा है। जब इसकी कोणीय चाल 30 rad/ sec है तब गतिज ऊर्जा 360 जूल है, तो पहिए का घूर्णन अक्ष के सापेक्ष जड़त्व आघूर्ण हैं।
(A) 0.6 kg x m^2 (B) 0.15 kg x m^2 (C*) 0.8 kg x m^2 (D) 0.75 kg x m^2

Sol. KE = $\frac{1}{2}I\omega^2$ $360 = \frac{1}{2}I\,(30)^2$
I = 0.8 kg m^2

7. The product of moment of inertia and angular acceleration is
(A) force (B*) torque (C) angular momentum (D rotational kinetic energy
जड़त्व आघूर्ण तथा कोणीय त्वरण का गुणनफल हैं।
(A) बल (B) बल आघूर्ण (C) कोणीय संवेग (D) घूर्णन गतिज ऊर्जा

Sol. $\tau = I\,.\,\alpha$

8. A particle is at a distance r from the axis of rotation. A given torque τ produces some angular acceleration in it. If the mass of the particle is doubled and its distance from the axis is halved, the value of torque to produce the same angular acceleration is
एक कण घूर्णन अक्ष से r दूरी पर स्थित हैं। एक दिया गया बलाघूर्ण τ इसमें कुछ कोणीय त्वरण उत्पन्न करता हैं। यदि कण का द्रव्यमान दो गुना तथा अक्ष से दूरी आधी कर दी जाए तो समान कोणीय त्वरण उत्पन्न करने के लिए बलाघूर्ण होगा।
(A*) $\tau/2$ (B) τ (C) 2τ (D) 4τ

Sol. $\frac{\tau_1}{\tau_2} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{Mr^2}{2m\left(\frac{r}{2}\right)^2} = 2$

$\tau_2 = \tau/2$

9. A constant torque of 31.4 N-m is exerted on a pivoted wheel. If angular acceleration of wheel is 4π rad/sec ^{2}, then the moment of inertia of the wheel is :
31.4 N-m का एक नियत बल आघूर्ण एक कीलकित पहिए पर आरोपित किया जाता है। यदि पहिए का कोणीय त्वरण 4π rad/sec ^{2} हो तो पहिए का जड़त्व आघूर्ण हैं।
(A*) 2.5 kg-m^2 (B) 3.5 kg-m^2 (C) 4.5 kg-m^2 (D) 5.5 kg-m^2

Sol. $\tau = I\alpha$

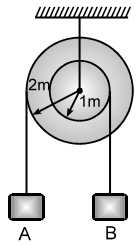
$I = \frac{31.4}{4\pi} = 2.5$ kgm^2

10. The rotational kinetic energy of a rigid body of moment of inertia 5 kg-m^2 is 10 joules. The angular momentum about the axis of rotation would be :
5 kg-m^2 जड़त्व आघूर्ण के दृढ़ पिण्ड की घूर्णन गतिज ऊर्जा 10 joules है तो घूर्णन अक्ष के सापेक्ष कोणीय संवेग होगा।
(A) 100 joule-sec (B) 50 joule-sec (C*) 10 joule-sec (D) 2 joule-sec

Sol. $KE_R = \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{L^2}{2I}$

$L = \sqrt{2IKE_R}$ = 10 joule-sec

11. In the pulley system shown, if radii of the bigger and smaller pulley are 2 m and 1 m respectively and the acceleration of block A is 5 m/s^2 in the downward direction, then the acceleration of block B will be:
चित्र में प्रदर्शित घिरनी निकाय में, यदि बड़ी तथा छोटी घिरनी की त्रिज्या क्रमशः 2 मी. तथा 1 मी. हैं तथा ब्लॉक A का त्वरण 5 मी०/सैकण्ड^2 नीचे की ओर की दिशा में है, तो ब्लॉक B का त्वरण होगा –



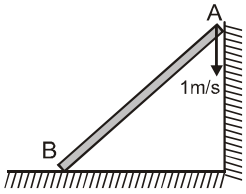
(A) 0 m/s^2 (B) 5 m/s^2 (C) 10 m/s^2 (D*) 5/2 m/s^2

Ans. (D) Given दिया है $a_A = 2\alpha = 5$ m/s^2

$\Rightarrow \alpha = 5/2$ rad/s^2

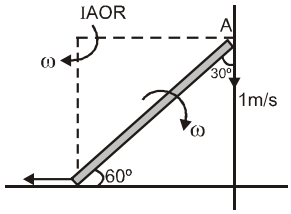
$\Rightarrow a_B = 1.(\alpha) = 5/2$ m/s^2

12. A rod of length 1m is sliding in a corner as shown. At an instant when the rod makes an angle of 60º with the horizontal plane, the velocity of point A on the rod is 1m/s. The angular velocity of the rod at this instant is :
1m लम्बी छड़ किनारो के सहारे चित्रानुसार फिसलती है। जब छड़ क्षैतिज से 60º कोण बनाती है तब छड़ पर बिन्दु A का वेग 1m/s. है। इस समय छड़ का कोणीय वेग होगा।



(A*) 2 rad/s (B) 1.5 rad/s (C) 0.5 rad/s (D) 0.75 rad/s

Sol.



$1 = (1\cos 60^\circ)\omega$

$\omega = 2$ rad/s

13. The moment of inertia of a sphere of density ρ and radius R about an axis passing through its centre is proportional to

किसी R त्रिज्या के गोले, जिसका घनत्व ρ है, का उसके केन्द्र से गुजरने वाले अक्ष के सापेक्ष जड़त्व आघूर्ण का मान अनुक्रमानुपाती है।

(A) R^2 (B) R^3 (C) R^4 (D*) R^5

Sol. $I = \frac{2}{3}MR^2 = \frac{2}{3}\rho\frac{4}{3}\pi R^3R^2$

$I \propto R^5$

14. A man sitting on a rotating stool with his arms stretched out, suddenly lowers his hands

(A) his angular velocity decreases (B*) his moment of inertia decreases

(C) his angular velocity remains constant (D) his angular momentum increases

एक व्यक्ति घूमते स्टुल पर भुजायें फैलाये बैठा है। यकायक वह भुजायें सिकुड लेता हैं, तो

(A) उसका कोणीय वेग घट जायेगा (B) उसका जड़त्व आधूर्ण घट जायेगा

(C) उसका कोणीय वेग नियत रहेगा (D) उसका कोणीय संवेग बढ़ जायेगा

Sol. Mass distribution from axis of rotation is decrease so moment of inertia decreases.

घूर्णन अक्ष से द्रव्यमान वितरण घटता है अतः जड़त्व आघूर्ण भी घटता है।

15. A smooth uniform rod of length L and mass M has identical beads of negligible size, each of mass m, which can slide freely along the rod. Initially the two beads are at the centre of the rod and the system is rotating with angular velocity ω_0 about an axis perpendicular to the rod and passing through the mid point of the rod., There are no external forces. When the beads reach the ends of the rod, the angular velocity of the rod would be

L लम्बाई व M द्रव्यमान की चिकनी व पतली एक समान छड़ के साथ, नगण्य आकार के दो मनके लगे हैं जिनमें प्रत्येक का द्रव्यमान m हैं और ये छड़ की लम्बाई के अनुदिश स्वतंत्रता पूर्वक फिसल सकते हैं। प्रारंभ में दोनों मनके छड़ के केन्द्र पर हैं और निकाय छड़ के लम्बवत् व मध्य बिन्दु से गुजरने वाले अक्ष के सापेक्ष ω_0 कोणीय वेग से घूर्णन कर रही हैं। यदि कोई बाह्य बल कार्य नहीं कर रहे हैं तो जब मनके छड़ के सिरों तक पहुँचते है तब छड़ का कोणीय वेग हो जायेगा।

(A) $\frac{M\omega_0}{M+2m}$ (B) $\frac{M\omega_0}{M+4m}$ (C*) $\frac{M\omega_0}{M+6m}$ (D) $\frac{M\omega_0}{M+8m}$

Sol. using angular momentum conservation

कोणीय संवेग सरक्षण के उपयोग से

$$\frac{ML^2}{12}\omega_0 = \left(\frac{ML^2}{12} + 2m\frac{L^2}{4}\right)\omega$$

$$\omega = \frac{M\omega_0}{M+6m}$$

16. The angular momentum of particle of mass 0.01 Kg and position vector $\vec{r} = (10\hat{i} + 6\hat{j})$ meter and moving with a velocity 5 $\hat{i}$ metre/sec about the origin will be

एक 0.01 Kg द्रव्यमान का कण जिसका स्थिति सदिश $\vec{r} = (10\hat{i} + 6\hat{j})$ m है, 5 $\hat{i}$ m/s के वेग से गति कर रहा है तो मूल बिन्दु के सापेक्ष कोणीय संवेग होगा।

(A*) $-0.3\ \hat{k}$ Joule sec (B) $3\ \hat{k}$ Joule sec (C) 1/3 Joule sec (D) $0.0\ 3\ \hat{k}$ Joule sec

Sol. $\vec{L} = m \,.\, \vec{r} \times \vec{v}$

$\vec{L} = 0.01\ (10\hat{i} + 6\hat{j}) \times\ 5\hat{i} = -0.3\ \hat{k}$ Joule sec

17. A uniform heavy disc is rotating at constant angular velocity ω about a vertical axis through its centre and perpendicular to the plane of the disc. Let L be its angular momentum. A lump of plastic is dropped vertically on the disc and sticks to it. Which will be constant

एक एकसमान भारी चकती, अपने तल के लम्बवत् तथा केन्द्र से गुजरने वाली ऊर्ध्वाधर अक्ष के परितः नियत कोणीय वेग ω से घूम रही हैं, माना कि इसका कोणीय संवेग L है। पिघली हुई प्लास्टिक की एक बूंद चकती पर ऊर्ध्वाधर गिरकर चिपक जाती है तो क्या नियत रहेगा।

(A) ω (B) ω and L both (C*) L only (D) Neither ω nor L

(A) ω (B) ω और L दोनों (C) केवल L (D) न ω और न L

Sol. external torque बाह्य बल आघूर्ण = 0

L = constant नियतांक.

18. The angular momentum of a system of particles is conserved

(A) When no external force acts upon the system

(B*) When no external torque acts on the system

(C) When no external impulse acts upon the system

(D) When axis of rotation remains same

कणों के एक निकाय का कोणीय संवेग संरक्षित रहता है।

(A) जब निकाय पर कोई बाह्य बल कार्य नही करता है।

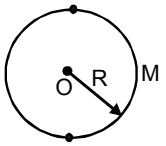
(B*) जब निकाय पर कोई बाह्य बल आघूर्ण कार्य नही करता है।

(C) जब निकाय पर कोई बाह्य आवेग कार्य नही करता है।

(D) जब घूर्णन अक्ष समान रहता है।

19. A disc of mass M and radius R is suspended in a vertical plane by a horizontal axis passing through its centre. After sticking an object of same mass M at its rim the mass is raised to the position of maximum height. Now this unstable system is released. When the object passes the position right below the centre the angular velocity of the system would be

M द्रव्यमान व R त्रिज्या की एक चकती ऊर्ध्व तल में केन्द्र से गुजरने वाले क्षैतिज अक्ष के परितः निलंबित हैं। एक M समान द्रव्यमान का पिण्ड उसकी परिधी पर चिपका कर केन्द्र से अधिकतम ऊचाँई की स्थिति तक उठाया जाता है। अब यह अस्थाई निकाय छोड़ा जाता हैं। जब पिण्ड केन्द्र के ठीक नीचे से गुजरता है तो निकाय का कोणीय वेग होगा।



(A*) $\sqrt{\frac{8g}{3R}}$ (B) $\sqrt{\frac{2g}{3R}}$ (C) $\sqrt{\frac{3g}{2R}}$ (D) $\sqrt{\frac{3g}{8R}}$

Sol. Using energy conservation

ऊर्जा संरक्षण से

$2MgR = \frac{1}{2}\left(\frac{MR^2}{2} + MR^2\right)\omega^2 \qquad \omega = \sqrt{\frac{8g}{3R}}$

20. A particle performs uniform circular motion with an angular momentum L. If the frequency of particle's motion is doubled and its kinetic energy is halved, the angular momentum becomes

एक कण कोणीय संवेग L से एकसमान वृत्तीय गति कर रहा है। यदि कण की गति की आवृत्ति दुगनी एवं गतिज ऊर्जा आधी कर दी जाए तो कोणीय संवेग होगा।

(A) 2L (B) 4 L (C) L/2 (D*) L/4

Sol. Kinetic energy गतिज ऊर्जा $= \frac{1}{2}L\omega$

$\frac{K_1}{K_2} = \frac{L_1\omega_1}{L_2\omega_2}, \qquad L_2 = L/4$