

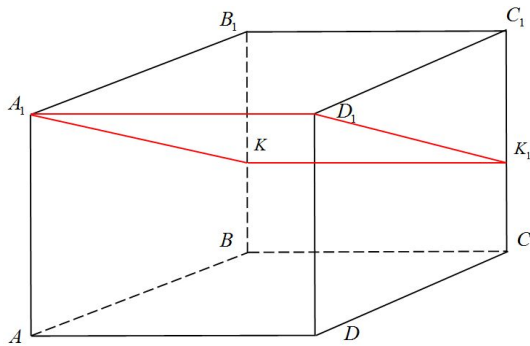
Стереометрия в задачах ЕГЭ

СЕЧЕНИЕ МНОГОГРАННИКОВ И КРУГЛЫЕ ТЕЛА

М.Г.КИМ, УЧИТЕЛЬ МАОУ СОШ № 77

Г. ХАБАРОВСК

В прямоугольном параллелепипеде $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ ребро $AB = 2$, ребро $AD = \sqrt{5}$, ребро $AA_1 = 2$. Точка K — середина ребра BB_1 . Найдите площадь сечения, проходящего через точки A_1, D_1 и K .



Ответ. 5

Решение.

Сечение пересекает параллельные грани по параллельным отрезкам. Поэтому четырехугольник $A_1 K K_1 D_1$ — параллелограмм. Кроме того, ребро $A_1 D_1$ перпендикулярно граням $DD_1 C_1 C$ и $AA_1 B_1 B$, поэтому углы $A_1 D_1 K_1$ и $D_1 A_1 K$ — прямые. Следовательно, сечение $A_1 K K_1 D_1$ — прямоугольник.

Из прямоугольного треугольника $A_1 B_1 K$ по теореме Пифагора найдем $A_1 K$:

$$A_1 K = \sqrt{(A_1 B_1)^2 + (B_1 K)^2} = \sqrt{4 + 1} = \sqrt{5}$$

Тогда площадь прямоугольника $A_1 K K_1 D_1$ равна:

$$A_1 D_1 \cdot A_1 K = \sqrt{5} \cdot \sqrt{5} = 5.$$

В прямоугольном параллелепипеде $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ ребро $CD = 2$, ребро $BC = 2\sqrt{2}$, ребро $CC_1 = 4$. Точка K — середина ребра DD_1 . Найдите площадь сечения, проходящего через точки C_1, B_1 и K .

Ответ. 8

В прямоугольном параллелепипеде $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ ребро $AD = 6$, ребро $CD = \sqrt{37}$, ребро $DD_1 = 2$. Точка K — середина ребра AA_1 . Найдите площадь сечения, проходящего через точки D_1, C_1 и K .

Ответ. 37

В прямоугольном параллелепипеде $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ ребро $CD = 4$, ребро $BC = \sqrt{17}$, ребро $CC_1 = 2$. Точка K — середина ребра DD_1 . Найдите площадь сечения, проходящего через точки C_1, B_1 и K .

Ответ. 17

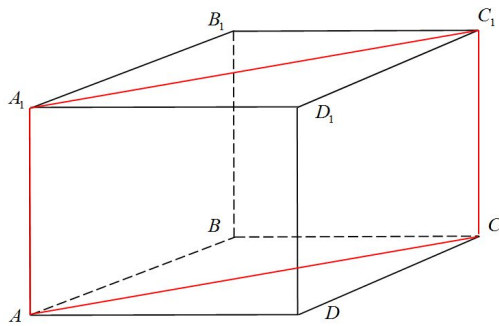
В прямоугольном параллелепипеде $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ ребро $AD = 2$, ребро $CD = 2\sqrt{2}$, ребро $DD_1 = 4$. Точка K — середина ребра AA_1 . Найдите площадь сечения, проходящего через точки D_1, C_1 и K .

Ответ. 8

В прямоугольном параллелепипеде $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ ребро $AD = 2$, ребро $CD = \sqrt{5}$, ребро $DD_1 = 2$. Точка K — середина ребра AA_1 . Найдите площадь сечения, проходящего через точки D_1, C_1 и K .

Ответ. 5

В прямоугольном параллелепипеде $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ известны длины рёбер: $AB = 24$, $AD = 10$, $AA_1 = 22$. Найдите площадь сечения, проходящего через вершины A , A_1 и C .



Ответ. 572

Решение.

Сечение пересекает параллельные грани по параллельным отрезкам. Поэтому сечение AA_1C_1C – параллелограмм. Кроме того, ребро A_1A перпендикулярно граням $ABCD$ и $A_1B_1C_1D_1$. Поэтому углы AA_1C_1 и A_1AC – прямые. Поэтому сечение AA_1C_1C — прямоугольник.

Из прямоугольного треугольника ABC найдем AC

$$AC = \sqrt{(AB)^2 + (BC)^2} = \sqrt{24^2 + 10^2} = \sqrt{676} = 26$$

Тогда площадь прямоугольника AA_1C_1C равна:

$$AA_1 \cdot AC = 22 \cdot 26 = 572$$

В прямоугольном параллелепипеде $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ известны длины рёбер: $AB = 44$, $AD = 33$, $AA_1 = 6$. Найдите площадь сечения, проходящего через вершины D, D_1 и B .

Ответ. 330

В прямоугольном параллелепипеде $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ известны длины рёбер: $AB = 21$, $AD = 28$, $AA_1 = 25$. Найдите площадь сечения, проходящего через вершины D, D_1 и B .

Ответ. 875

В прямоугольном параллелепипеде $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ известны длины рёбер: $AB = 12$, $AD = 16$, $AA_1 = 3$. Найдите площадь сечения, проходящего через вершины B, B_1 и D .

Ответ. 60

В прямоугольном параллелепипеде $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ известны длины рёбер: $AB = 40$, $AD = 30$, $AA_1 = 48$. Найдите площадь сечения, проходящего через вершины A, A_1 и C .

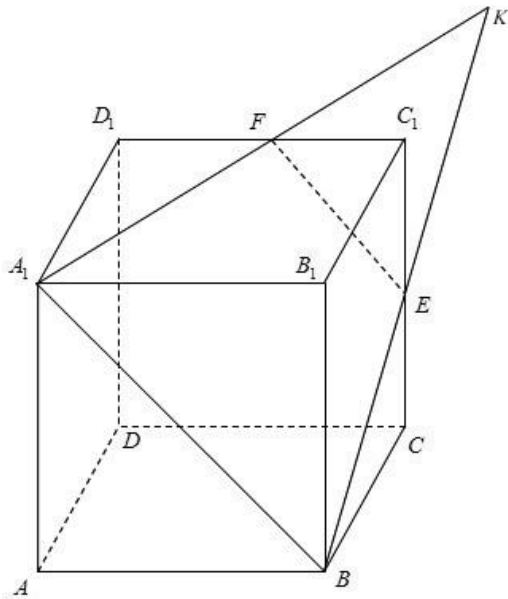
Ответ. 2400

В прямоугольном параллелепипеде $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ известны длины рёбер: $AB = 36$, $AD = 15$, $AA_1 = 48$. Найдите площадь сечения, проходящего через вершины C, C_1 и A .

Ответ. 1872

Задание С2

Точка E — середина ребра CC_1 куба $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$.
 Найдите площадь сечения куба плоскостью $A_1 B E$, если
 ребра куба равны 2.



Ответ. 4,5

Решение.

Прямая BE пересекает прямую B_1C_1 в точке K . Прямая A_1K пересекает ребро C_1D_1 в его середине — точке F . A_1BEF — сечение куба плоскостью A_1BE .

Равнобедренный треугольник A_1BK подобен треугольнику KFE $A_1K = BK = 2BE = 2\sqrt{5}$,

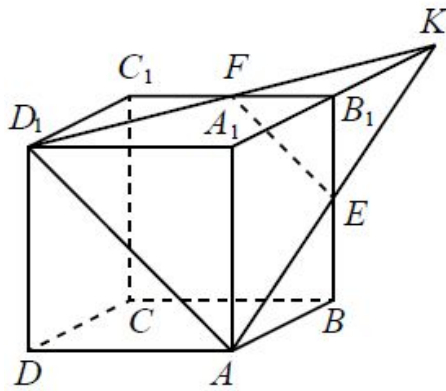
$$A_1B = \sqrt{2} \cdot AB = 2\sqrt{2} \text{ и высота } KH = \sqrt{BK^2 - \left(\frac{A_1B}{2}\right)^2} = 3\sqrt{2}.$$

Поскольку EF — средняя линия треугольника A_1BK ,
 получаем:

$$S_{KEF} = \frac{1}{4} S_{A_1BK}$$

$$S_{A_1BEF} = S_{A_1BK} - S_{KEF} = \frac{3}{4} S_{A_1BK} = \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{2} \cdot KH \cdot A_1B = 4,5$$

Точка E — середина ребра BB_1 куба $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$.
 Найдите площадь сечения куба плоскостью $D_1 A E$, если
 ребра куба равны 4.



Решение.

Прямая $A E$ пересекает прямую $A_1 B_1$ в точке K . Прямая $D_1 K$ пересекает ребро $B_1 C_1$ в его середине — точке F . $A E F D_1$ — сечение куба плоскостью $D_1 A E$.

В равнобедренном треугольнике $A K D_1$ имеем
 $D_1 K = A K = 2 A E = 4 \sqrt{5} A D_1 = \sqrt{2} \cdot A D = 4 \sqrt{2}$ и высота

$$K H = \sqrt{A K^2 - \left(\frac{A D_1}{2}\right)^2} = 6 \sqrt{2}.$$

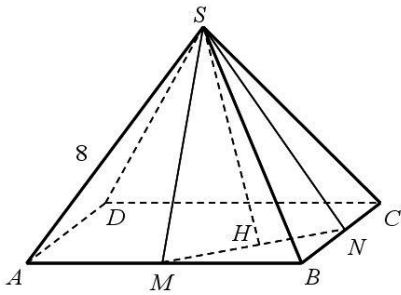
Поскольку $E F$ — средняя линия треугольника $A K D_1$,
 получаем:

$$S_{K E F} = \frac{1}{4} S_{A K D_1}$$

$$S_{A E F D_1} = S_{A K D_1} - S_{K E F} = \frac{3}{4} S_{A K D_1} = \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{2} \cdot K H \cdot A D_1 = 18.$$

Ответ. 18

В правильной четырёхугольной пирамиде $SABCD$ с основанием $ABCD$ проведено сечение через середины ребер AB и BC и вершину S . Найдите площадь этого сечения, если все ребра пирамиды равны 8.



Ответ. $8\sqrt{5}$

Решение.

Пусть M — середина AB , а N — середина BC . Тогда площадь сечения равна площади треугольника SMN . Найдём последовательно SM , MN и SN .

SM и SN — медианы треугольников SAB и SBC соответственно. Т. к. эти треугольники равносторонние (поскольку все ребра пирамиды одинаковой длины),

$$SM = SN = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 8 = 4\sqrt{3}.$$

Найдём теперь MN из прямоугольного треугольника MBN .

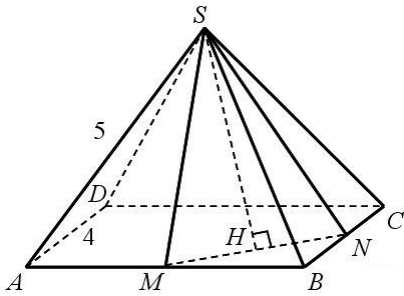
В нём катеты равны 4. Гипотенуза MN , по теореме Пифагора, будет равна $4\sqrt{2}$.

Теперь найдём площадь равнобедренного треугольника SMN .

Для этого проведём высоту SH , по теореме Пифагора равную $2\sqrt{10}$, и вычислим площадь:

$$S = \frac{1}{2} \cdot SH \cdot MN = \frac{1}{2} \cdot 2\sqrt{10} \cdot 4\sqrt{2} = 8\sqrt{5}.$$

В правильной четырёхугольной пирамиде $SABCD$ с основанием $ABCD$ проведено сечение через середины рёбер AB и BC и вершину S . Найдите площадь этого сечения, если боковое ребро пирамиды равно 5, а сторона основания равна 4.



Ответ. $\sqrt{38}$

Решение.

Пусть M — середина AB , а N — середина BC . Тогда площадь сечения равна площади треугольника SMN . Найдём последовательно SM , SN и MN . SM и SN — медианы треугольников SAB и SBC соответственно. Так как эти треугольники равнобедренные (поскольку пирамида правильная),

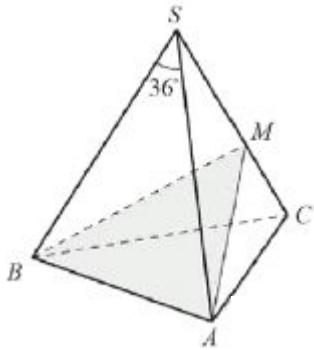
$$SM = SN = \sqrt{SB^2 - \left(\frac{1}{2}AB\right)^2} = \sqrt{SB^2 - \left(\frac{1}{2}BC\right)^2} = \sqrt{5^2 - 2^2} = \sqrt{21}$$

Найдём теперь MN из прямоугольного треугольника MBN . В нём катеты равны 2. Гипотенуза MN по теореме Пифагора, будет равна $2\sqrt{2}$.

Теперь найдём площадь равнобедренного треугольника SMN . Для этого проведём высоту SH , которая, по теореме Пифагора, равна $\sqrt{19}$ и вычислим площадь:

$$S = \frac{1}{2} \cdot SH \cdot MN = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{19} \cdot 2\sqrt{2} = \sqrt{38}.$$

В правильной треугольной пирамиде $SABC$ с основанием ABC сторона основания равна 8, а угол ASB равен 36° . На ребре SC взята точка M так, что AM — биссектриса угла SAC . Найдите площадь сечения пирамиды, проходящего через точки A, M и B .



Решение.

Нужное сечение — треугольник AMB .

Рассмотрим треугольник ASC . Он равнобедренный.

$\angle ASC = \angle ASB = 36^\circ$, поэтому $\angle SAC = \angle SCA = 72^\circ$.

Значит, $\angle MAC = 36^\circ$.

Рассмотрим теперь треугольник CAM . Сумма его углов 180° , значит, $\angle AMC = 72^\circ$.

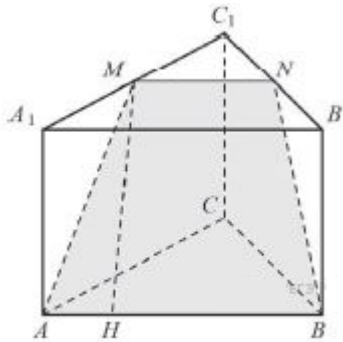
Следовательно, треугольник CAM равнобедренный, и поэтому $AM = AC = 8$. Аналогично находим, что $BM = 8$.

Таким образом, треугольник AMB равносторонний со стороной 8.

Его площадь равна $\frac{8^2\sqrt{3}}{4} = 16\sqrt{3}$.

Ответ. $16\sqrt{3}$

В правильной треугольной призме $ABCA_1B_1C_1$ стороны основания равны 6, боковые рёбра равны 4. Изобразите сечение, проходящее через вершины A, B и середину ребра A_1C_1 . Найдите его площадь.



Решение.

Обозначим через M и N середины ребер A_1C_1 и B_1C_1 соответственно.

По теореме о средней линии треугольника $MN \parallel A_1B_1 \parallel AB$, так что прямые MN и AB лежат в одной плоскости. Сечение про которое спрашивается в условии, – это сечение призмы этой плоскостью. Оно представляет собой равнобокую трапецию $AMNB$.

Основания трапеции $AB = 6$, $MN = 3$, по теореме Пифагора найдем боковую сторону: $AM = \sqrt{AA_1^2 + A_1M^2} = \sqrt{16 + 9} = 5$.

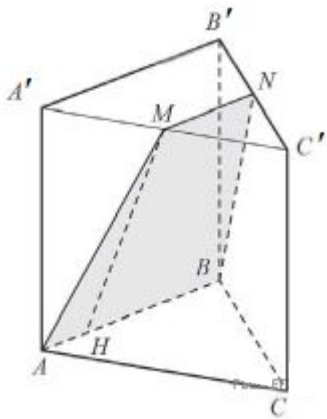
Проведем в трапеции высоту MH . Отрезок AH равен полуразности оснований трапеции: $AH = \frac{AB - MN}{2} = \frac{3}{2}$

Следовательно, высота трапеции $MH = \sqrt{5^2 - \left(\frac{3}{2}\right)^2} = \frac{\sqrt{91}}{2}$. Зная её,

находим площадь трапеции: $S_{AMNB} = \frac{MN + AB}{2} \cdot MH = \frac{9}{2} \cdot \frac{\sqrt{91}}{2} = \frac{9}{4} \sqrt{91}$

Ответ. $\frac{9}{4} \sqrt{91}$

В правильной треугольной призме $ABCA'B'C'$ стороны основания равны 6, а боковые ребра равны 4. Изобразите сечение, проходящее через вершины A , B и середину ребра $A'C'$. Найдите его площадь.



Решение.

Параллельные грани оснований сечение пересекает по параллельным прямым, поэтому сечение — трапеция. Пусть точка M — середина $A'C'$, точка N — середина $B'C'$. Боковые стороны трапеции $ABNM$ являются гипотенузами равных прямоугольных треугольников $AA'M$ и $BB'N$, катеты которых равны 3 и 4. Тем самым, трапеция является равнобедренной, а ее боковые стороны равны 5.

Отрезок MN — средняя линия треугольника $A'B'C'$, поэтому $MN = 0,5 A'C' = 3$. Пусть MH — высота трапеции, тогда

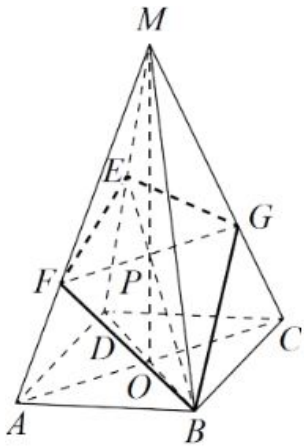
$$MH = \sqrt{AM^2 - AN^2} = \sqrt{5^2 - \left(\frac{3}{2}\right)^2} = \frac{\sqrt{91}}{2}.$$

Следовательно,

$$S_{\text{трап}} = \frac{AB+MN}{2} \cdot MH = \frac{9}{2} \cdot \frac{\sqrt{91}}{2} = \frac{9\sqrt{91}}{4}.$$

Ответ. $\frac{9\sqrt{91}}{4}$

В правильной четырехугольной пирамиде $MABCD$ с вершиной M стороны основания равны 15, а боковые ребра равны 16. Найдите площадь сечения пирамиды плоскостью, проходящей через точку B и середину ребра MD параллельно прямой AC .



Решение.

$$MF:FA = MG:GC = MP:PO = 2:1,$$

$$FG = \frac{2}{3}AC = \frac{2\sqrt{2} \cdot AB}{3} = 10\sqrt{2}.$$

Четырёхугольник $BFEG$ — искомое сечение. Отрезок BE — медиана треугольника MBD , значит,

$$BE = \frac{\sqrt{2BD^2 + 2MB^2 - MD^2}}{2} = \frac{\sqrt{4AB^2 + MB^2}}{2} = 17.$$

Поскольку прямая BD перпендикулярна плоскости MAC , диагонали BE и FG четырёхугольника $BFEG$

перпендикулярны, следовательно, $S_{BCFEG} = \frac{BE \cdot FG}{2} = 85\sqrt{2}$.

Ответ. $85\sqrt{2}$

В правильной четырёхугольной призме $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ сторона основания равна 20, а боковое ребро $AA_1 = 7$. Точка M принадлежит ребру $A_1 D_1$ и делит его в отношении 2:3 считая от вершины D_1 . Найдите площадь сечения этой призмы плоскостью, проходящей через точки B, D и M .

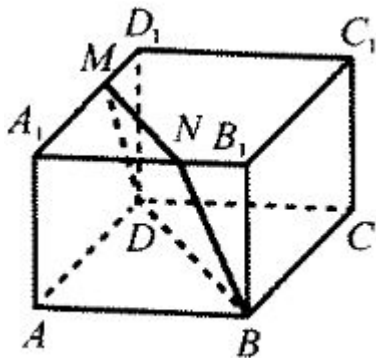


Рис. 1

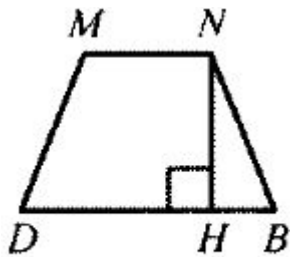


Рис. 2

Решение.

Отрезок MN параллелен диагонали BD (точка N принадлежит ребру $A_1 B_1$), следовательно, искомое сечение — трапеция $BDMN$ (рис. 1). Плоскость сечения пересекает нижнее основание по прямой BD параллельной $B_1 D_1$ значит, MN параллелен $B_1 D_1$.

Треугольники $NA_1 M$ и $B_1 A_1 D_1$ подобны, следовательно, $A_1 N : A_1 B_1 = A_1 M : A_1 D_1 = MN : B_1 D_1 = 3 : 5$.

Значит, $BD = B_1 D_1 = 20\sqrt{2}$, $MN = 12\sqrt{2}$.

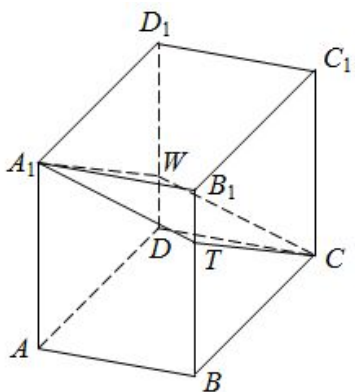
В равных прямоугольных треугольниках $BB_1 N$ и $DD_1 M$ $DM = BN = \sqrt{BB_1^2 + B_1 N^2} = \sqrt{113}$, значит, трапеция $BDMN$ равнобедренная.

Пусть NH — высота трапеции $BDMN$, проведённая к основанию BD (рис. 2), тогда:

$$BH = \frac{BD - MN}{2} = 4\sqrt{2} \Leftrightarrow NH = \sqrt{BN^2 - BH^2} = 9 \Leftrightarrow$$

$$\text{Ответ. } 144\sqrt{2} \quad S_{BDMN} = \frac{BD + MN}{2} \cdot NH = 144\sqrt{2}.$$

В прямоугольном параллелепипеде $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ известны рёбра $AB = 8$, $AD = 7$, $AA_1 = 5$. Точка W принадлежит ребру DD_1 и делит его в отношении $1:4$, считая от вершины D . Найдите площадь сечения этого параллелепипеда плоскостью, проходящей через точки C, W и A_1 .



Решение.

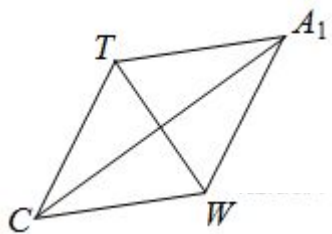
Отрезок CT параллелен A_1W (точка T принадлежит ребру BB_1). Плоскость сечения пересекает плоскость AA_1B_1 по прямой A_1T параллельной CW , следовательно, искомое сечение — параллелограмм CTA_1W (рис. 1).

Треугольники CBT и A_1D_1W равны, следовательно,
 $BT = D_1W = \frac{4}{5}DD_1 = 4$; $DW = DD_1 - D_1W = 1$.

$CT = \sqrt{BC^2 + BT^2} = \sqrt{65}$; $CW = \sqrt{CD^2 + DW^2} = \sqrt{65}$,
 значит, CTA_1W — ромб со стороной $\sqrt{65}$ и диагональю
 $CA_1 = \sqrt{CB^2 + BA^2 + AA_1^2} = \sqrt{138}$ (рис. 2).

Тогда диагональ

$$WT = 2\sqrt{CT^2 - \left(\frac{CA_1^2}{2}\right)} = \sqrt{122}; \quad S_{CTA_1W} = \frac{(CA_1 \cdot WT)}{2} = \sqrt{4209}.$$



Ответ. $\sqrt{4209}$

В прямоугольном параллелепипеде $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ известны рёбра: $AB = 3$, $AD = 2$, $AA_1 = 5$. Точка O принадлежит ребру BB_1 и делит его в отношении $2:3$ считая от вершины B . Найдите площадь сечения этого параллелепипеда плоскостью, проходящей через точки A , O и C_1 .

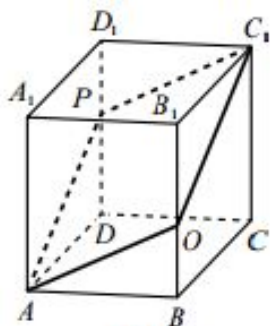


Рис. 1

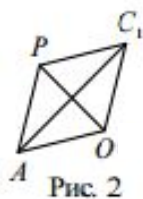


Рис. 2

Решение.

Сечение плоскостью AOC_1 пересекает ребро DD_1 в точке P .
 Отрезок AP параллелен C_1O , отрезок C_1P параллелен AO .
 Следовательно, искомое сечение — параллелограмм AOC_1P (рис.1).
 Далее имеем:

$$BO = \frac{2}{5}BB_1 = 2, \quad B_1O = 3, \quad C_1O = \sqrt{C_1B_1^2 + B_1O^2} = \sqrt{4 + 9} = \sqrt{13},$$

$$AO = \sqrt{AB^2 + BO^2} = \sqrt{9 + 4} = \sqrt{13}.$$

Значит, AOC_1P — ромб. Найдём его диагонали:

$$AC_1 = \sqrt{AB^2 + BC^2 + CC_1^2} = \sqrt{9 + 4 + 25} = \sqrt{38};$$

$$OP = 2\sqrt{AO^2 - \frac{1}{4}AC_1^2} = \sqrt{4 \cdot 13 - 38} = \sqrt{14}.$$

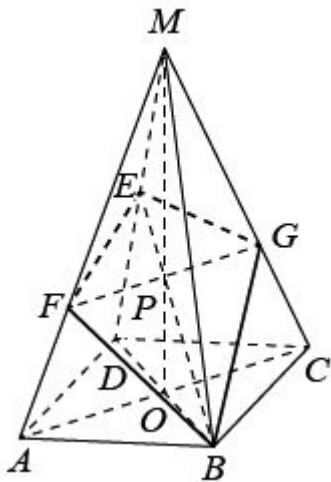
Площадь ромба равна половине произведения его диагоналей.

Поэтому

$$S_{AOC_1P} = \frac{AC_1 \cdot OP}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{38} \cdot \sqrt{14} = \sqrt{133}.$$

Ответ. $\sqrt{133}$

В правильной четырехугольной пирамиде $МАВCD$ с вершиной M стороны основания равны 3, а боковые рёбра равны 8. Найдите площадь сечения пирамиды плоскостью, проходящей через точку B и середину ребра MD параллельно прямой AC .



Ответ. $5\sqrt{2}$

Решение.

Пусть точка E — середина ребра MD . Отрезок BE пересекает плоскость MAC в точке P . В треугольнике MBD точка P является точкой пересечения медиан, следовательно, $MP:PO = 2:1$, где O — центр основания пирамиды. Отрезок FG параллелен AC и проходит через точку P (точка F принадлежит ребру MA , G — ребру MC), откуда

$$MF:FA = MG:GC = MP:PO = 2:1, \quad FG = \frac{2}{3}AC = 2\sqrt{2}.$$

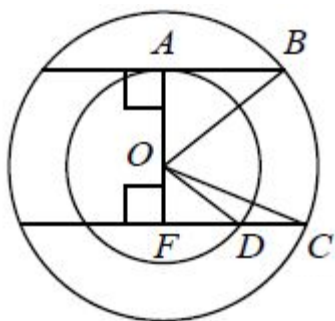
Четырёхугольник $BEFG$ — искомое сечение. Отрезок BE — медиана треугольника MBD значит,

$$BE = \frac{\sqrt{2BD^2 + 2MB^2 - MD^2}}{2} = \frac{\sqrt{4AB^2 + MB^2}}{2} = 5.$$

Поскольку прямая BD перпендикулярна плоскости MAC , диагонали BE и FG четырёхугольника $BFEG$

перпендикулярны, следовательно, $S_{BFEG} = \frac{BE \cdot FG}{2} = 5\sqrt{2}$.

Плоскость α пересекает два шара, имеющих общий центр. Площадь сечения меньшего шара этой плоскостью равна 8. Плоскость β , параллельная плоскости α , касается меньшего шара, а площадь сечения этой плоскостью большего шара равна 5. Найдите площадь сечения большего шара плоскостью α .



Решение.

Сечение шара плоскостью — круг. Рассмотрим сечение, проходящее через общий центр шаров и центры кругов. Обозначение центра, точки касания и точек пересечения поверхностей шаров с плоскостями α и β дано на рисунке.

FD — радиус круга, полученного в сечении меньшего шара плоскостью α , тогда $S_\alpha = \pi \cdot FD^2 = 8$ — площадь сечения меньшего шара плоскостью α .

AB — радиус круга, полученного в сечении большего шара плоскостью β , тогда $S_\beta = \pi \cdot AB^2 = 5$ — площадь сечения большего шара плоскостью β .

CF — радиус круга, полученного в сечении большего шара плоскостью α . Параллельные прямые AB и CF перпендикулярны прямой AF .

Из прямоугольных треугольников получаем:

$$OF^2 = OC^2 - CF^2 = OD^2 - FD^2,$$

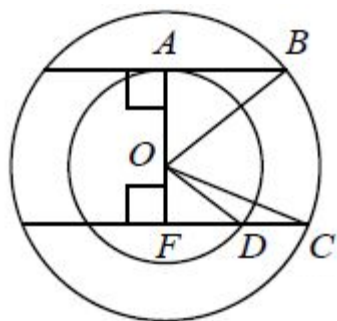
$$\text{откуда } CF^2 = OC^2 - OD^2 + FD^2 = OB^2 - OA^2 + FD^2 = AB^2 + FD^2.$$

Площадь сечения большего шара плоскостью α :

$$S = \pi \cdot CF^2 = \pi \cdot AB^2 + \pi \cdot FD^2 = 13.$$

Ответ. 13

Плоскость α пересекает два шара, имеющих общий центр. Площадь сечения меньшего шара этой плоскостью равна 6. Плоскость β , параллельная плоскости α , касается меньшего шара, а площадь сечения этой плоскостью большего шара равна 4. Найдите площадь сечения большего шара плоскостью α .



Решение.

Сечение шара плоскостью — круг. Рассмотрим сечение, проходящее через общий центр шаров и центры кругов.

Обозначение центра, точки касания и точек пересечения поверхностей шаров с плоскостями α и β дано на рисунке.

FD — радиус круга, полученного в сечении меньшего шара плоскостью α тогда $S_\alpha = \pi \cdot FD^2 = 6$ — площадь сечения меньшего шара плоскостью α .

AB — радиус круга, полученного в сечении большего шара плоскостью β , тогда $S_\beta = \pi \cdot AB^2 = 4$ — площадь сечения большего шара плоскостью β .

CF — радиус круга, полученного в сечении большего шара плоскостью α . Параллельные прямые AB и CF перпендикулярны прямой AF .

Из прямоугольных треугольников получаем: $OF^2 = OC^2 - CF^2 = OD^2 - FD^2$, откуда $CF^2 = OC^2 - OD^2 + FD^2 = OB^2 - OA^2 + FD^2 = AB^2 + FD^2$.

Площадь сечения большего шара плоскостью α :

$$S = \pi \cdot CF^2 = \pi \cdot AB^2 + \pi \cdot FD^2 = 10.$$

Ответ. 10

В правильной четырёхугольной призме $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ сторона основания равна 11, а боковое ребро $AA_1 = 7$. Точка K принадлежит ребру $B_1 C_1$ и делит его в отношении 8:3, считая от вершины B_1 . Найдите площадь сечения этой призмы плоскостью, проходящей через точки B, D и K .

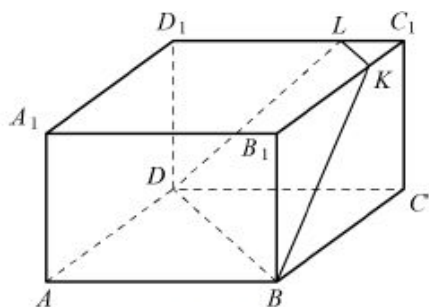


Рис. 1

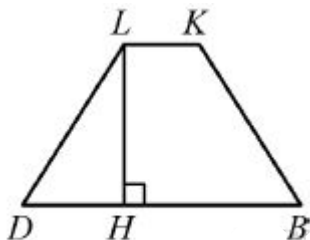


Рис. 2

Решение.

Пусть L — точка, в которой плоскость сечения пересекает ребро $C_1 D_1$. Отрезок KL параллелен диагонали BD . Искомое сечение — трапеция $BDLK$ (рис. 1). Плоскость сечения пересекает нижнее основание по прямой BD , параллельной $B_1 D_1$, значит, KL параллельно $B_1 D_1$.

Треугольники $LC_1 K$ и $D_1 C_1 B_1$ подобны, следовательно,

$$C_1 L : C_1 D_1 = C_1 L : C_1 B_1 = KL : B_1 D_1 = 3 : 11.$$

$$\text{Значит, } BD = B_1 D_1 = 11\sqrt{2}, \quad KL = 3\sqrt{2}.$$

В равных прямоугольных треугольниках $DD_1 L$ и $BB_1 K$ имеем

$$BK = DL = \sqrt{DD_1^2 + D_1 L^2} = \sqrt{113}, \text{ значит, трапеция } BDLK$$

равнобедренная.

Пусть LH — высота трапеции $BDLK$, проведённая к основанию BD

$$\text{(рис.2), тогда: } DH = \frac{BD - KL}{2} = 4\sqrt{2}; \quad LH = \sqrt{DL^2 - DH^2} = 9;$$

Ответ. $63\sqrt{2}$

$$S_{BDLK} = \frac{BD + KL}{2} \cdot LH = 63\sqrt{2}.$$

В прямоугольном параллелепипеде $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ известны рёбра $AB = 5, AD = 4, AA_1 = 9$. Точка O принадлежит ребру BB_1 и делит его в отношении 4:5, считая от вершины B . Найдите площадь сечения этого параллелепипеда плоскостью, проходящей через точки A, O и C_1 .

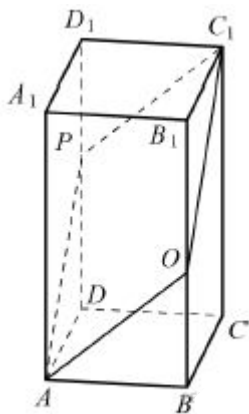


Рис. 1

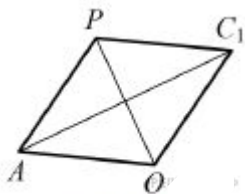


Рис. 2

Решение.

Пусть плоскость AOC_1 пересекает ребро DD_1 в точке P . Плоскость сечения пересекает плоскость CC_1D_1 по прямой C_1P параллельной AO следовательно, искомое сечение — параллелограмм AOC_1P (рис. 1).

Треугольники ADP и C_1B_1O равны, следовательно,

$$DP = B_1O = \frac{5}{9}BB_1 = 5; BO = BB_1 - B_1O = 4$$

Далее, $AP = \sqrt{AD^2 + DP^2} = \sqrt{41}$; $AO = \sqrt{AB^2 + BO^2} = \sqrt{41}$, значит, AOC_1P — ромб со стороной $\sqrt{41}$ и диагональю

$$AC_1 = \sqrt{AB^2 + BC^2 + CC_1^2} = \sqrt{122} \text{ (рис. 2).}$$

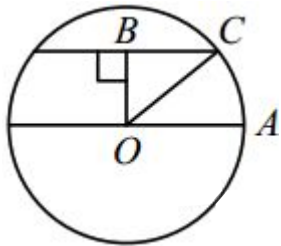
Тогда другая диагональ

$$OP = 2\sqrt{AO^2 - \left(\frac{AC_1}{2}\right)^2} = \sqrt{42}; S_{AOC_1P} = \frac{AC_1 \cdot OP}{2} = \sqrt{1281}.$$

Ответ. $\sqrt{1281}$

Две параллельные плоскости, расстояние между которыми 2, пересекают шар. Одна из плоскостей проходит через центр шара. Отношение площадей сечений шара этими плоскостями равно 0,84. Найдите радиус шара.

Решение.



Сечение шара плоскостью — круг. Рассмотрим сечение плоскостью, проходящей через центры сечений. Обозначения даны на рисунке. OA — радиус шара, тогда $S_1 = \pi \cdot OA^2$ — площадь сечения шара плоскостью, проходящей через его центр. BC — радиус меньшего круга, полученного в сечении, тогда $S_2 = \pi \cdot BC^2$ — площадь сечения шара второй плоскостью.

Из отношения площадей сечений получаем:

$$\frac{BC}{OA} = \frac{\sqrt{21}}{5}. OB \text{ — расстояние между плоскостями, равное } 2.$$

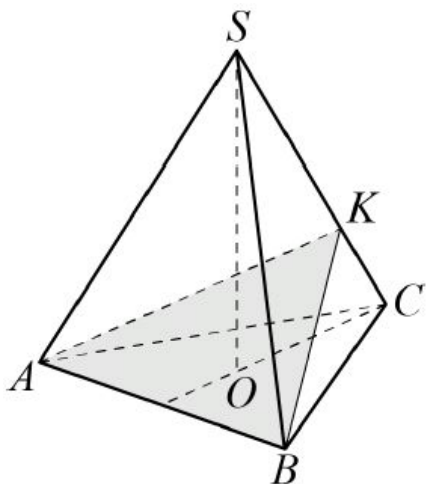
В прямоугольном треугольнике OBC : $OC^2 = BC^2 + OB^2$, откуда получаем:

$$OA^2 = \left(\frac{\sqrt{21}}{5} OA\right)^2 + 4; \quad OA = 5.$$

Ответ. 5

В правильной треугольной пирамиде $SABC$ боковое ребро $SA = 5$, а сторона основания $AB = 4$. Найдите площадь сечения пирамиды плоскостью, проходящей через ребро AB перпендикулярно ребру SC .

Решение.



В треугольнике BCS проведём высоту BK , тогда искомое сечение — треугольник ABK . Пусть Q — площадь треугольника ABK . Сечение из условия разбивает пирамиду на тетраэдры $CAKB$ и $SAKB$. Их суммарный объём

$$\frac{1}{3} \cdot Q \cdot SK + \frac{1}{3} \cdot Q \cdot CK = \frac{1}{3} \cdot Q \cdot SC = \frac{5Q}{3} \text{ равен объёму пирамиды.}$$

Пусть — SO высота пирамиды. В треугольнике SCO имеем:

$$CO = \frac{AB}{\sqrt{3}} = \frac{4\sqrt{3}}{3}, \quad SO = \sqrt{SC^2 - OC^2} = \sqrt{25 - \frac{16}{3}} = \frac{\sqrt{59}}{\sqrt{3}}.$$

$$\text{Объём пирамиды } SABC \text{ равен } \frac{1}{3} \cdot SO \cdot S_{ABC} = \frac{\sqrt{59}}{3\sqrt{3}} \cdot \frac{16\sqrt{3}}{4} = \frac{4\sqrt{59}}{3}.$$

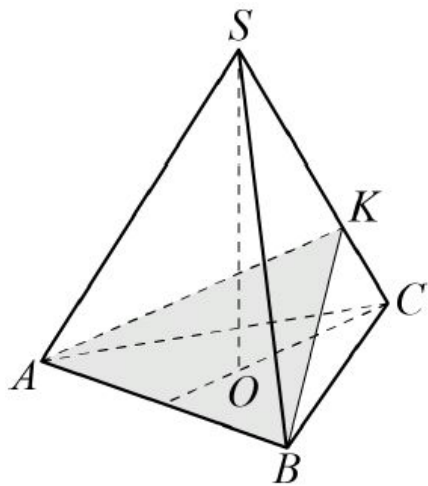
Приравнявая два найденных значения для объёма,

$$\text{получаем } Q = \frac{4\sqrt{59}}{5}.$$

Ответ. $\frac{4\sqrt{59}}{5}$

В правильной треугольной пирамиде $SABC$ боковое ребро $SA = 6$, а сторона основания $AB = 4$. Найдите площадь сечения пирамиды плоскостью, проходящей через ребро AB перпендикулярно ребру SC .

Решение.



В треугольнике BCS проведём высоту BK , тогда искомое сечение — треугольник ABK . Пусть Q — площадь треугольника ABK . Сечение из условия разбивает пирамиду на тетраэдры $CAKB$ и $SAKB$. Их суммарный объём $\frac{1}{3} \cdot Q \cdot SK + \frac{1}{3} \cdot Q \cdot CK = \frac{1}{3} \cdot Q \cdot SC = 2Q$ равен объёму пирамиды.

Пусть — SO высота пирамиды. В треугольнике SCO имеем:

$$CO = \frac{AB}{\sqrt{3}} = \frac{4\sqrt{3}}{3}, SO = \sqrt{SC^2 - OC^2} = \sqrt{36 - \frac{16}{3}} = \frac{2\sqrt{69}}{\sqrt{3}}.$$

Объём пирамиды $SABC$ равен

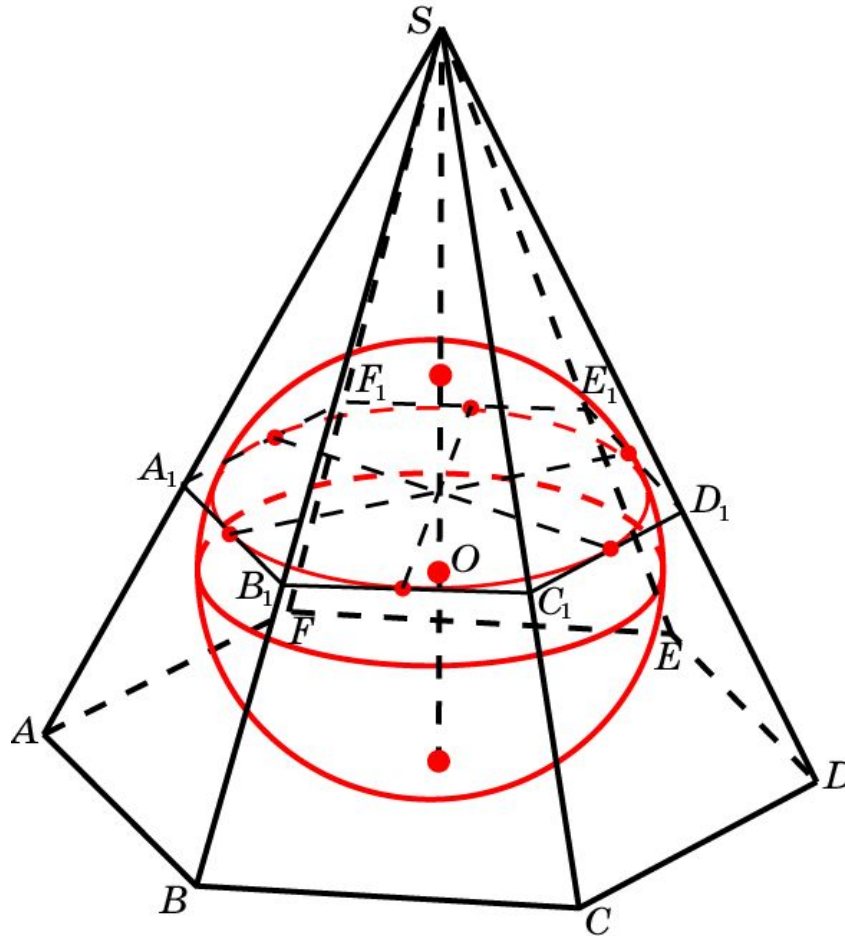
$$\frac{1}{3} \cdot SO \cdot S_{ABC} = \frac{1}{3} \cdot \frac{2\sqrt{69}}{3} \cdot \frac{16\sqrt{3}}{4} = \frac{8\sqrt{23}}{3}.$$

Приравнявая два найденных значения для объёма,

$$\text{получаем } Q = \frac{4\sqrt{23}}{3}.$$

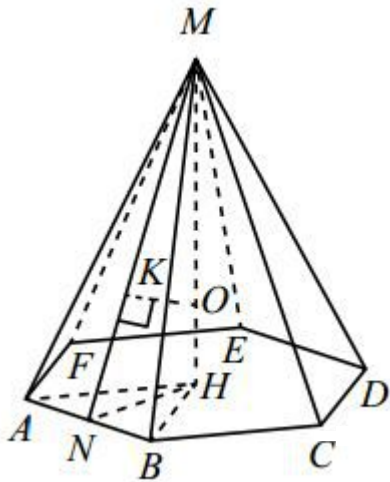
Ответ. $\frac{4\sqrt{23}}{3}$

Сфера, вписанная в правильную шестиугольную пирамиду



В правильную шестиугольную пирамиду, боковое ребро которой равно 10, а высота равна 6, вписана сфера. (Сфера касается всех граней пирамиды.) Найдите площадь этой сферы.

Решение.



Пусть MH — высота правильной шестиугольной пирамиды $MABCDEF$ с вершиной M , тогда треугольник AMH прямоугольный, $MA = 10$, $MH = 6$, откуда $AH = \sqrt{MA^2 - MH^2} = 8$.

Треугольник ABH равносторонний, следовательно, $AB = AH = 8$.

В треугольнике AMB высота $MN = \sqrt{MA^2 - \left(\frac{AB}{2}\right)^2} = 2\sqrt{21}$.

В правильном треугольнике AHB высота $NH = \frac{AB\sqrt{3}}{2} = 4\sqrt{3}$.

Центр O сферы, вписанной в правильную шестиугольную пирамиду, лежит на её высоте MH , точка K касания сферы и боковой грани AMB лежит на отрезке MN . Треугольники $МОК$ и MNH подобны, поэтому $MO:OK = MH:HN \Leftrightarrow (6 - r) \cdot 4\sqrt{3} = 2\sqrt{21} \cdot r \Leftrightarrow r = 4\sqrt{7} - 8$,

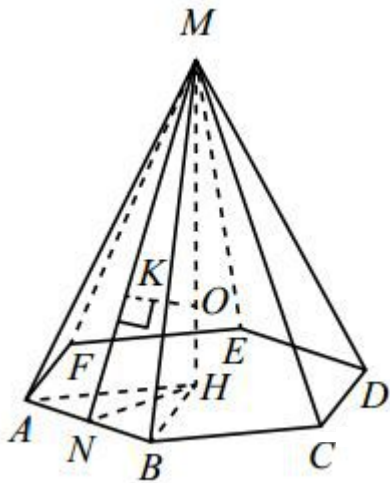
где r — радиус сферы. Площадь сферы $S = 4\pi r^2 = 64(11 - 4\sqrt{7})\pi$.

Ответ.

$$64(11 - 4\sqrt{7})\pi$$

В правильную шестиугольную пирамиду, боковое ребро которой равно $\sqrt{5}$, а высота равна 1, вписана сфера. (Сфера касается всех граней пирамиды.) Найдите площадь этой сферы.

Решение.



Пусть MH — высота правильной шестиугольной пирамиды $MABCDEF$ с вершиной M , тогда треугольник AMH прямоугольный, $MA = \sqrt{5}$, $MH = 1$, откуда $AH = \sqrt{MA^2 - MH^2} = 2$.

Треугольник ABH равносторонний, следовательно, $AB = AH = 2$.

В треугольнике AMB высота $MN = \sqrt{MA^2 - \left(\frac{AB}{2}\right)^2} = 2$.

В правильном треугольнике AHB высота $HN = \frac{AB\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3}$.

Центр O сферы, вписанной в правильную шестиугольную пирамиду, лежит на её высоте MH , точка K касания сферы и боковой грани AMB лежит на отрезке MN . Треугольники $МОК$ и MNH подобны, поэтому $MO:OK = MN:HN \Leftrightarrow (1-r) \cdot \sqrt{3} = 2 \cdot r \Leftrightarrow r = 2\sqrt{3} - 3$, где r — радиус сферы.

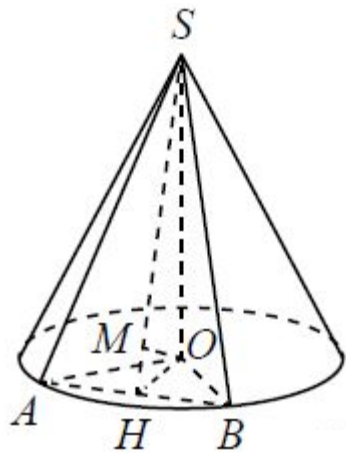
Площадь сферы $S = 4\pi r^2 = 12(7 - 4\sqrt{3})\pi$.

Ответ.

$$12(7 - 4\sqrt{3})\pi$$

Радиус основания конуса равен 6, а его высота равна 8. Плоскость сечения содержит вершину конуса и хорду основания, длина которой равна 4. Найдите расстояние от центра основания конуса до плоскости сечения.

Решение.



Сечение конуса плоскостью, содержащей его вершину S и хорду $AB = 4$, — треугольник ASB .

В равных прямоугольных треугольниках SOA и SOB , где O — центр основания конуса, $OA = OB = 6$, $SO = 8$, откуда

$$SA = SB = \sqrt{OB^2 + SO^2} = 10.$$

Пусть SH — высота и медиана равнобедренного треугольника ASB ,

$SH = \sqrt{SA^2 - AH^2} = 4\sqrt{6}$, Тогда отрезок OH — высота и медиана равнобедренного треугольника AOB , $OH = \sqrt{AO^2 - AH^2} = 4\sqrt{2}$.

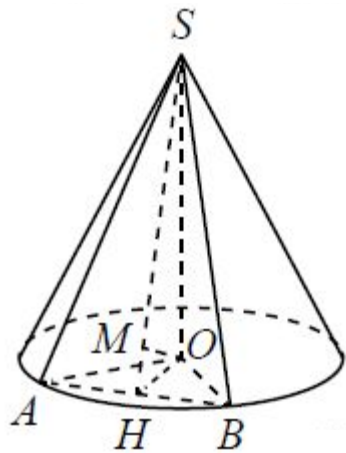
Прямые SH и OH перпендикулярны прямой AB , поэтому плоскость SOH перпендикулярна плоскости ASB . Следовательно, расстояние от точки O до плоскости ASB равно высоте OM прямоугольного

треугольника SOH , проведённой к гипотенузе: $OM = \frac{OH \cdot SO}{SH} = \frac{8\sqrt{3}}{3}$.

Ответ. $\frac{8\sqrt{3}}{3}$

Радиус основания конуса равен 5, а его высота равна 12. Плоскость сечения содержит вершину конуса и хорду основания, длина которой равна 6. Найдите расстояние от центра основания конуса до плоскости сечения.

Решение.



Сечение конуса плоскостью, содержащей его вершину S и хорду $AB = 6$ — треугольник ASB .

В равных прямоугольных треугольниках SOA и SOB , где O — центр основания конуса, $OA = OB = 5$, $SO = 12$, откуда

$$SA = SB = \sqrt{OB^2 + SO^2} = 13.$$

Пусть SH — высота и медиана равнобедренного треугольника ASB ,

$$SH = \sqrt{SA^2 - AH^2} = 4\sqrt{10}.$$

Тогда отрезок OH — высота и медиана равнобедренного треугольника AOB

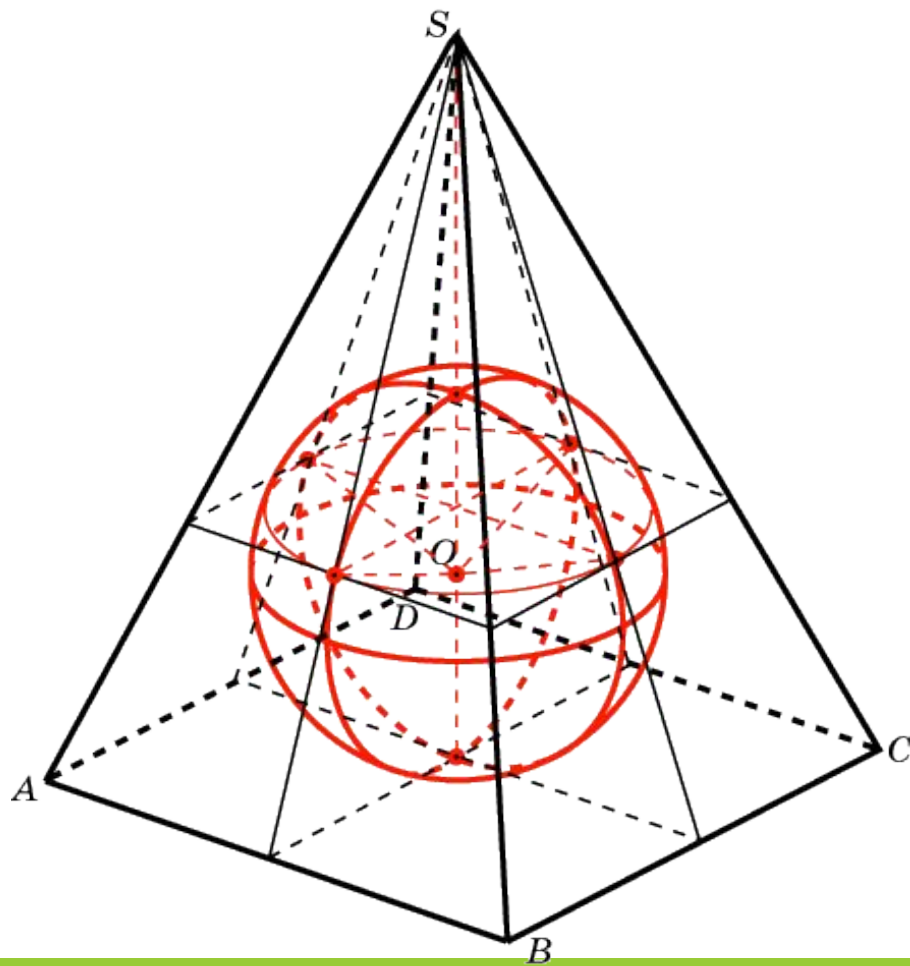
$$OH = \sqrt{OA^2 - AH^2} = 4.$$

Прямые SH и OH перпендикулярны прямой AB , поэтому плоскость SOH перпендикулярна плоскости ASB . Следовательно, расстояние от точки O до плоскости ASB равно высоте OM прямоугольного

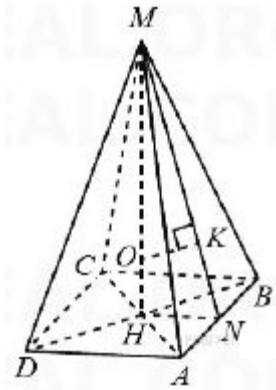
треугольника SOH , проведенной к гипотенузе: $OM = \frac{OH \cdot SO}{SH} = \frac{6\sqrt{10}}{5}$.

Ответ. $\frac{6\sqrt{10}}{5}$

Сфера, вписанная в четырехугольную пирамиду



В правильную четырёхугольную пирамиду, боковое ребро которой равно 10, а высота равна 6, вписана сфера. (Сфера касается всех граней пирамиды.) Найдите площадь этой сферы.



Решение.

Пусть MH — высота правильной четырёхугольной пирамиды $MABCD$ с вершиной M . тогда треугольник AMH прямоугольный.

$MA = 10$, $MH = 6$, откуда $AH = \sqrt{MA^2 - MH^2} = 8$.

Треугольник ABH прямоугольный равнобедренный, следовательно, $AB = AH\sqrt{2} = 8\sqrt{2}$. В треугольнике AMB высота

$$MN = \sqrt{MA^2 - \left(\frac{AB}{2}\right)^2} = 2\sqrt{17}.$$

В равнобедренном прямоугольном треугольнике ABH высота

$$NH = \frac{AB}{2} = 4\sqrt{2}.$$

Центр O сферы, вписанной в правильную четырёхугольную пирамиду, лежит на её высоте MH , точка K касания сферы и боковой грани AMB лежит на отрезке MN . Треугольники $МОК$ и MNH подобны, поэтому

$$MO:OK = MN:HN \Leftrightarrow (6 - r) \cdot 4\sqrt{2} = 2\sqrt{17} \cdot r \Leftrightarrow r = \frac{4\sqrt{34} - 16}{3},$$

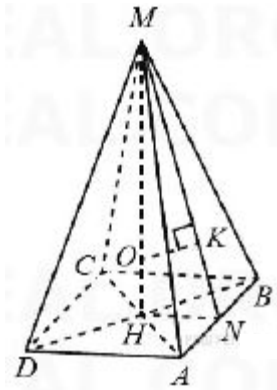
где r — радиус сферы.

$$\text{Площадь сферы } S = 4\pi r^2 = \frac{128(25 - 4\sqrt{34})\pi}{9}.$$

Ответ.

$$\frac{128(25 - 4\sqrt{34})\pi}{9}$$

В правильную четырёхугольную пирамиду, боковое ребро которой равно 17, а высота равна 7, вписана сфера. (Сфера касается всех граней пирамиды.) Найдите площадь этой сферы.



Решение.

Пусть MH — высота правильной четырёхугольной пирамиды $MABCD$ с вершиной M тогда треугольник AMH — прямоугольный,

$MA = 17, MH = 7$, откуда $AH = \sqrt{MA^2 - MH^2} = 4\sqrt{15}$.

Треугольник ABH — прямоугольный равнобедренный, следовательно, $AB = AH\sqrt{2} = 4\sqrt{30}$. В треугольнике AMB высота

$$MN = \sqrt{MA^2 - \left(\frac{AB}{2}\right)^2} = 13.$$

В равнобедренном прямоугольном треугольнике ABH высота

$$HN = \frac{AB}{2} = 2\sqrt{30}.$$

Центр O сферы, вписанной в правильную четырёхугольную пирамиду, лежит на её высоте MH точка K касания сферы и боковой грани AMB лежит на отрезке MN . Треугольники $МОК$ и MNH подобны, поэтому

$$MO:OK = MN:HN \Leftrightarrow \frac{7-r}{r} = \frac{13}{2\sqrt{30}} \Leftrightarrow (7-r) \cdot 2\sqrt{30} = 13 \cdot r \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow r = \frac{26\sqrt{30}-120}{7}, \text{ где } r \text{ — радиус сферы.}$$

$$\text{Площадь сферы } S = 4\pi r^2 = \frac{480(289-52\sqrt{30})\pi}{49}.$$

Ответ.

$$\frac{480(289 - 52\sqrt{30})\pi}{49}$$

В правильной четырёхугольной пирамиде $MABCD$ с вершиной M стороны основания равны 4, а боковые рёбра равны 8. Найдите площадь сечения пирамиды плоскостью, проходящей через точку B и середину ребра MD параллельно прямой AC .

Ответ.

В правильной четырёхугольной пирамиде $MABCD$ с вершиной M стороны основания равны 18, а боковые рёбра равны 15. Точка R принадлежит ребру MB , причём $MR : RB = 2 : 1$. Найдите площадь сечения пирамиды плоскостью, проходящей через точки C и R параллельно прямой BD .

Ответ.

В правильной четырёхугольной пирамиде $MABCD$ с вершиной M стороны основания равны 12, а боковые рёбра равны 24. Точка G принадлежит ребру MA , причём $MG : GA = 2 : 1$. Найдите площадь сечения пирамиды плоскостью, проходящей через точки B и G параллельно прямой AC .

Ответ.

В правильной четырёхугольной призме $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ сторона основания равна 22, а боковое ребро $AA_1 = 7$. Точка K принадлежит ребру $B_1 C_1$ и делит его в отношении 6 : 5, считая от вершины B_1 . Найдите площадь сечения этой призмы плоскостью, проходящей через точки B , D и K .

Ответ.

В правильной четырёхугольной призме $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ сторона основания равна 10, а боковое ребро $AA_1 = 2$. Точка O принадлежит ребру $A_1 B_1$ и делит его в отношении $4 : 1$, считая от вершины A_1 . Найдите площадь сечения этой призмы плоскостью, проходящей через точки A , C и O .

Ответ.

В прямоугольном параллелепипеде $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ известны рёбра $AB = 4$, $AD = 3$, $AA_1 = 7$. Точка O принадлежит ребру BB_1 и делит его в отношении $3 : 4$, считая от вершины B . Найдите площадь сечения этого параллелепипеда плоскостью, проходящей через точки A , O и C_1 .

Ответ.

В прямоугольном параллелепипеде $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ известны рёбра $AB = 5$, $AD = 3$, $AA_1 = 8$. Точка R принадлежит ребру AA_1 и делит его в отношении $3 : 5$, считая от вершины A . Найдите площадь сечения этого параллелепипеда плоскостью, проходящей через точки B , R и D_1 .

Ответ.

СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!
