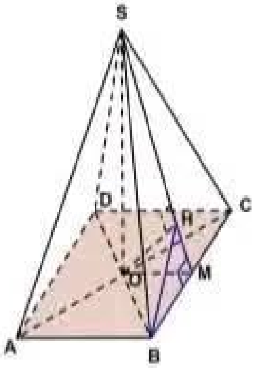
4) أحسب HB واستنتج أنّ المثلّث OBH قائم الزّاوية.

*) HB = ? :

لدينا المثلّث HMB قائم في M .

حسب نظريّة بيتاغور

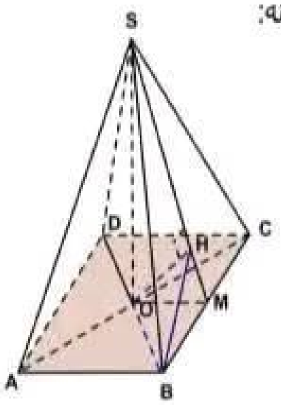


$$HB^2 = MH^2 + MB^2 = \left(\frac{9}{2}\right)^2 + 6^2 = \frac{81}{4} + 36 = \frac{81}{4} + \frac{144}{4} = \frac{225}{4}$$

وبالتّالي $HB = \sqrt{\frac{225}{4}} = \frac{15}{2} = 7.5$.

*) طبيعة المثلّث OBH :

في المثلّث OBH لدينا: $OB = 6\sqrt{2}$ ، $HB = \frac{15}{2}$ و $OH = \frac{3\sqrt{7}}{2}$ ومنه:



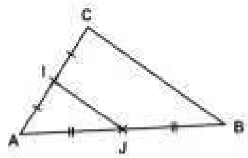
- $OB^2 = (6\sqrt{2})^2 = 72$.
- $HB^2 = \left(\frac{15}{2}\right)^2 = \frac{225}{4}$.
- $OH^2 = \left(\frac{3\sqrt{7}}{2}\right)^2 = \frac{63}{4}$.
- OB هو أكبر الأبعاد

لدينا إذن $OB^2 = 72 = \frac{288}{4} = \frac{63}{4} + \frac{225}{4} = HB^2 + OH^2$.

حسب عكس نظريّة بيتاغور المثلّث OBH قائم وتره [OB] أي قائم في H.

إعداد الأستاذ: عبد القادر المنيف   إشراف و مراجعة المتفقّد : خالد الصّيد   س/د : 2019---2020

*) $IJ^2 = ?$



في المثلث ABC لدينا I منتصف [AC] و J منتصف [AB] إذن $IJ = \frac{1}{2}BC$.

وبما أنّ $BC = EF = 4$ (لأنّ BCFE مستطيل) فإنّ $IJ = \frac{1}{2} \times 4 = 2$.

وبالتالي $IJ^2 = 2^2 = 4$.

*) $IF^2 = ?$

لدينا المثلّث ICF هو مثلّث قائم فيC. حسب نظريّة بيتاغور لدينا $IF^2 = CI^2 + CF^2$.

وبما أنّ $CI = \frac{3}{2}$ (لأنّ I منتصف [CA] و $CA = DF = 3$) و $CF = DA = 4$

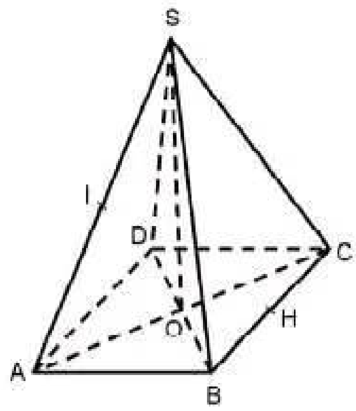
فإنّ $IF^2 = \left(\frac{3}{2}\right)^2 + 4^2 = \frac{9}{4} + 16 = \frac{9}{4} + \frac{64}{4} = \frac{73}{4}$.

*) $JF = ?$

$JF^2 = IJ^2 + IF^2 = 4 + \frac{73}{4} = \frac{16}{4} + \frac{73}{4} = \frac{89}{4}$ ومنه $JF = \sqrt{\frac{89}{4}} = \frac{\sqrt{89}}{2}$.

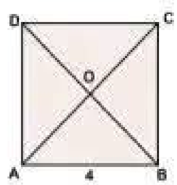
إصلاح التّمرين الثّاني :

SABCD هرم منتظم ارتفاعه $SO = 6$ و قاعدته مربّع ABCD مركزه O بحيث $AB = 4$.



1) أحسب OA و SA.

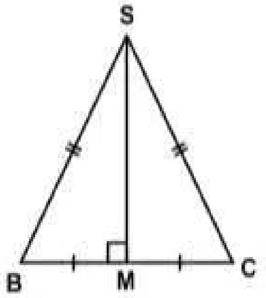
*) $OA = ?$



لدينا ABCD مربّع قيس طول ضلعه 4 إذن قيس طول قطره [AC]يساوي $4\sqrt{2}$.

وبماأنّO منتصف [AC] فإنّ $OA = \frac{1}{2}AC = \frac{1}{2} \times 4\sqrt{2} = 2\sqrt{2}$.

1) أحسب قيس مساحة المثلّث SBC واستنتج المساحة الجمليّة للهرم.



*) مساحة المثلّث SBC:

SABCD هو هرم منتظم قاعدته ABCD إذن المثلّث SBC هو مثلّث متقايس الضّلعين قمّته الرّئيسيّة S. وبما أنّ M منتصف القاعدة [BC] فإنّ [SM] هو الارتفاع الصّادر منS في المثلّث SBC وبالتّالي:

$S_{SBC} = \frac{SM \times BC}{2} = \frac{8 \times 12}{2} = 48$.

*) المساحة الجمليّة للهرم:

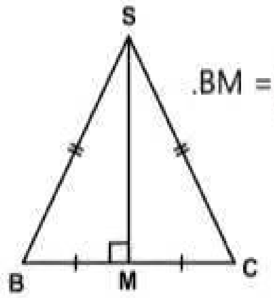
نذكّر أنّ المساحة الجمليّة لهرم هي مجموع مساحات أوجهه الجانبيّة وقاعدته.

SABCD هو هرم منتظم إذن أوجهه الجانبيّة هي مثلّثات متقايسةوبماأنّ قاعدته مربّع فله 4 أوجه جانبيّة

- مساحة الوجه الجانبي SBCتساوي 48 (حسب ما سبق)
- مساحة القاعدة: قاعدة الهرم في هذا التّمرين هو المربّع ABCD. $S_{ABCD} = BC^2 = 12^2 = 144$.

المساحة الجملية للهرم: $S_T = 4 \times S_{SBC} + S_{ABCD} = 4 \times 48 + 144 = 192 + 144 = 336$.

2) أحسب SB ثمّ SO واستنتج قيس حجم الهرم.



*) $SB = ?$:

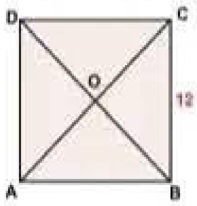
لدينا المثلّث SMB هو مثلّث قائم في M بحيث $SM = 8$ و $BM = \frac{1}{2} BC = \frac{1}{2} \times 12 = 6$.

حسب نظريّة بيتاغور $SB^2 = SM^2 + BM^2 = 8^2 + 6^2 = 64 + 36 = 100$

وبالتّالي $SB = \sqrt{100} = 10$.

*) $SO = ?$:

SABCD هو هرم منتظم قمّته S و O مركز قاعدته ABCD إذن SO هو ارتفاعه و OB هو شعاع الدّائرة المحيطة بقاعدته و [SB] هو أحد أحرفه الجانبيّة وبالتّالي: $SB^2 = SO^2 + OB^2$ ومنه $SO^2 = SB^2 - OB^2$.



- لنبحث أوّلا عنOB: لدينا ABCD مربّع قيس طول ضلعه 12

إذن قيس طول قطره [BD]يساوي $12\sqrt{2}$.

وبماأنّO منتصف [BD] فإنّ $OB = \frac{1}{2} DB = \frac{1}{2} \times 12\sqrt{2} = 6\sqrt{2}$.

لدينا إذن: $SO^2 = SB^2 - OB^2 = 10^2 - (6\sqrt{2})^2 = 100 - 72 = 28$ وبالتّالي $SO = \sqrt{28} = 2\sqrt{7}$

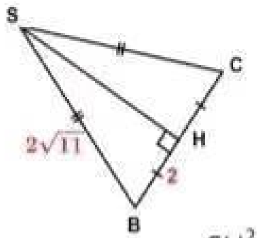
إعداد الأستاذ: عبد القادر المنيف   إشراف و مراجعة المتفقّد : خالد الصّيد   س/د : 2019---2020

*) $SA = ?$

لدينا$SABCD$ هو هرم منتظم قمّته S وقيس طول ارتفاعه$h = SO = 6$ وشعاع الدّائرة المحيطة بقاعدته هو$r = OA = 2\sqrt{2}$ إذن أحرفه الجانبيّة $[SA]$ و $[SB]$ و $[SC]$ و $[SD]$متقايسة ولنا:

$$SA = SB = SC = SD = \sqrt{r^2 + h^2} = \sqrt{(2\sqrt{2})^2 + 6^2} = \sqrt{8 + 36} = \sqrt{44} = 2\sqrt{11}$$

2) لتكن H منتصف $[BC]$. احسب SH.

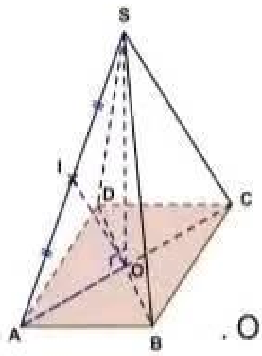


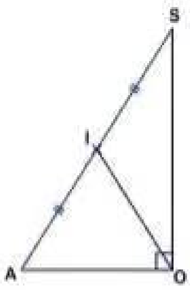
لدينا $SABCD$ هو هرم منتظم قمّته S إذن المثلّث SBC هو مثلّث متقايس الضّلعين قمّته الرّئيسيّة S. وبما أنّ H منتصف القاعدة $[BC]$ فإنّ المثلّث SHB قائم في H بحيث $SB = 2\sqrt{11}$ و $BH = \frac{1}{2}BC = \frac{1}{2} \times 4 = 2$ إذن حسب نظريّة بيتاغور

$SB^2 = SH^2 + BH^2$ ومنه $SH^2 = SB^2 - BH^2 = (2\sqrt{11})^2 - 2^2 = 44 - 4 = 40$

وبالتّالي $SH = \sqrt{40} = 2\sqrt{10}$.

3) لتكن I منتصف $[SA]$. أحسب OI.





بما أنّ $SABCD$ هو هرم منتظم قمّته S و مركز قاعدته O

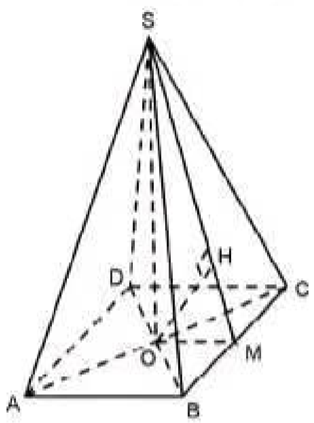
فإنّ المستقيم (SO)يعامد المستوي (ABC) في O.

وبما أنّ المستقيم (OA) محتو في المستوي (ABC) ويمرّ من O فإنّ $(SO)\perp(OA)$ وبالتّالي المثلّث SOA هو مثلّث قائم في O .

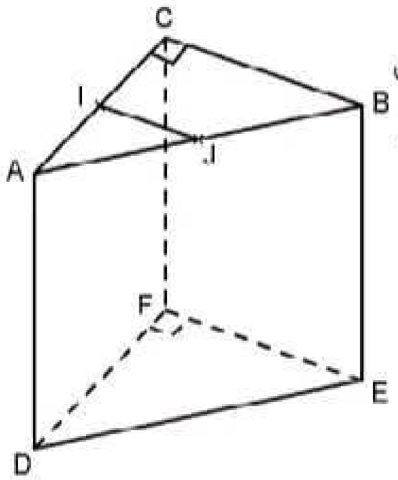
ونعلم أنّ I منتصف وتره $[SA]$ إذن $IO = IA = IS = \frac{1}{2}SA = \frac{1}{2} \times 2\sqrt{11} = \sqrt{11}$.

إصلاح التّمرين الثّالث :

$SABCD$ هرم منتظم قاعدته مربّع $ABCD$ مركزه O و M منتصف $[BC]$ بحيث $BC = 12$ و $SM = 8$.



إعداد الأستاذ: عبد القادر المنيف إشراف و مراجعة المتفقّد : خالد الصّيد س/د : 2019---2020

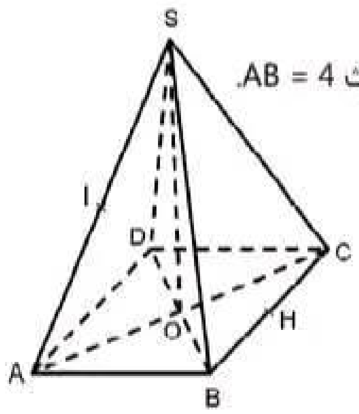


التّمرين الأوّل :

في الموشور القائم ABCDEF الممثّل بالرّسم المقابل، DEF و ABC مثلّثان قائما الزّاوية على التّوالي في F و C، I منتصف [AC] و J منتصف [AB].

1) بيّن أنّ (BC) و (IJ) متوازيان.
2) استنتج أنّ (BCD) و (IJ) متوازيان.
3) أ) بيّن أنّ (BC) عمودي على (ADC).
ب) بيّن أنّ (IJ) عمودي على (ADC).
ج) استنتج طبيعة المثلّث IFJ.
4) إذا علمت أنّ DA = EF = 4 و DF = 3 أحسب JF.

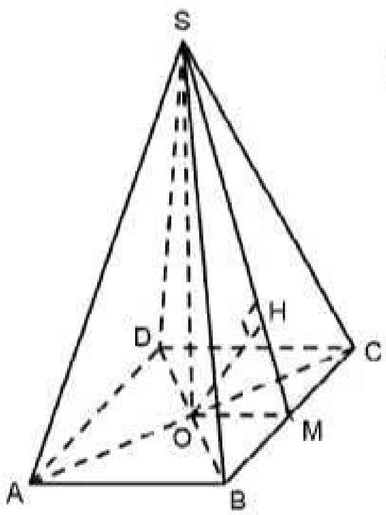
التّمرين الثّاني :



SABCD هرم منتظم ارتفاعه SO = 6 و قاعدته مربّع ABCD مركزه O بحيث AB = 4.

1) أحسب OA و SA.
2) لتكن H منتصف [BC]. احسب SH.
3) لتكن I منتصف [SA]. أحسب OI.

التّمرين الثّالث :

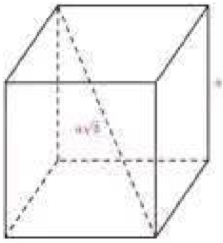


SABCD هرم منتظم قاعدته مربّع ABCD مركزه O و M منتصف [BC]

بحيث BC = 12 و SM = 8.

1) أحسب قيس مساحة المثلّث SBC واستنتج المساحة الجمليّة للهرم.
2) أحسب SB ثمّ SO واستنتج قيس حجم الهرم.
3) لتكن H المسقط العمودي لـ O على (SM). أحسب OH و HM.
4) أحسب HB واستنتج أنّ المثلّث OBH قائم الزّاوية.

إعداد الأستاذ: عبد القادر المنيف　　　إشراف و مراجعة المتفقّد : خالد الصّيد　　　س/د : 2019---2020



استنتاج : قيس طول قطر مكعّب قيس طول حرفه a يساوي $a\sqrt{3}$.

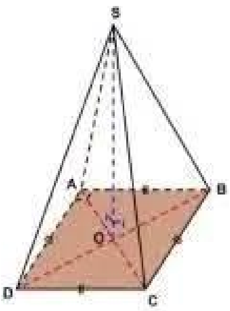
III) الهرم المنتظم :

لنتذكّر :

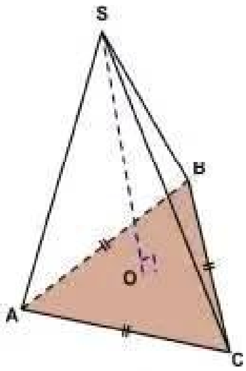
1) مضلّع منتظم هو مضلّع أضلاعه متقايسة وزواياه متقايسة. مثال: المربّع ؛ المثلّث المتقايس الأضلاع

2) الهرم المنتظم هو هرم قاعدته مضلّع منتظم حيث تنتمي قمّته إلى المستقيم العمودي على مستوي القاعدة في مركز الدّائرة المحيطة بها.

أمثلة :



1) SABCD هرم منتظم قمّته S يعني ABCD مربّع
و (SO) يعامد (ABC) في O حيث O مركز المربّع

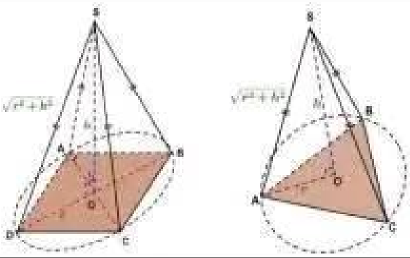


2) SABC هرم منتظم قمّته S يعني ABC مثلّث متقايس الأضلاع
و (SO) يعامد (ABC) في O حيث O مركز المثلّث (نذكّر أنّ في المثلّث المتقايس الأضلاع كلّ المراكز متطابقة)

استنتاج : في الهرم المنتظم، الأوجه الجانبيّة تمثّل مثلّثات متقايسة وكلّ منها مثلّث متقايس الضّلعين قمّته الرّئيسيّة قمّة الهرم

لنتذكّر :

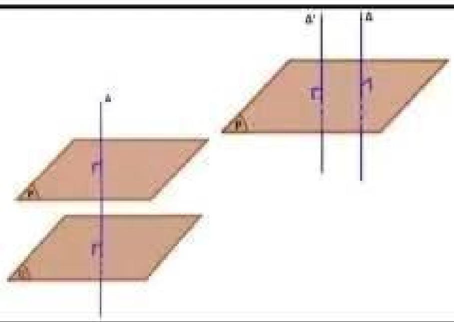
في الهرم المنتظم إذا كان h ارتفاعه و r شعاع الدّائرة المحيطة بقاعدته فإنّ قيس طول كلّ حرف من أحرفه الجانبيّة يساوي $\sqrt{r^2 + h^2}$.



لنتذكّر :

1) إذا كان $\left.\begin{matrix}\Delta \perp P\\ \Delta'//\Delta\end{matrix}\right\}$ فإنّ $\Delta' \perp P$

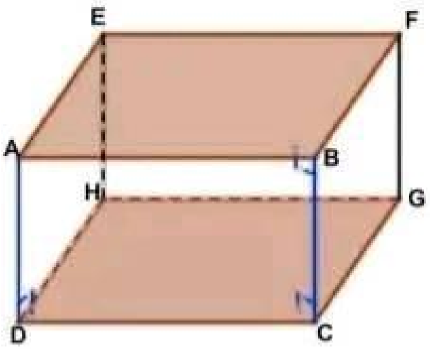
2) إذا كان $\left.\begin{matrix}P//Q\\ \Delta \perp P\end{matrix}\right\}$ فإنّ $\Delta \perp Q$



مثال :

1) المستقيم (BC)يعامد المستوي (DCG)و يوازي المستقيم (AD) إذن (AD) يعامد المستوي (DCG).

2) لدينا (DCG) و (ABF) متوازيان و المستقيم (BC) يعامد المستوي (DCG) إذن المستقيم (BC) يعامد المستوي (ABF).



لنتذكّر :

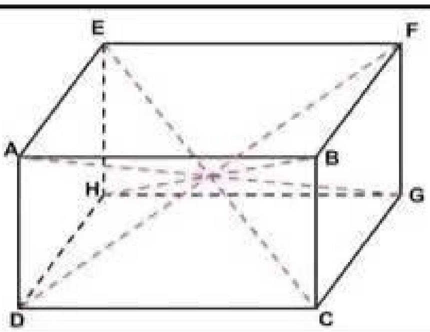
- مستويان عموديّان على نفس المستقيم هما مستويان متوازيان
- مستقيمان عموديّان على نفس المستوي هما مستقيمان متوازيان

تنبيه !!! مستقيمان عموديّان على نفس المستقيم في الفضاء ليسا بالضّرورة متوازيان

II) أقطار متوازي المستطيلات :

لنتذكّر :

في متوازي المستطيلات ABCDEFGH كلّ الأقطار [EC] و [HB] و [AG] و [DF]متقايسة وقيس طول كلّ قطر يساوي $\sqrt{AB^2 + AE^2 + AD^2}$



مثال : قيس طول قطر متوازي مستطيلات أبعاده 3 و 4 و 5 هو:

إعداد الأستاذ: عبد القادر المنيف   إشراف و مراجعة المتفقّد : خالد الصّيد   س/د : 2019---2020

التّعامد في الفضاء التاسعة أساسي :

وزارة التربية التونسية
الإدارة العامة لبيداغوجيا التربية
المندوبية الجهوية للتربية صفاقس 1

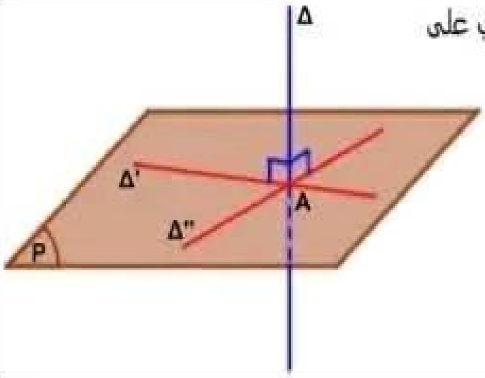
I) التّعامد والتّوازي :

لنتذكّر:

مستقيم عمودي على مستو في نقطة هو مستقيم عمودي على مستقيمين متقاطعين من المستوي في نفس النّقطة

أي

إذا كان $\left\{\begin{array}{l} \Delta \perp \Delta' \\ \Delta \perp \Delta'' \\ \Delta' ; \Delta'' \subset P \\ \Delta' \cap \Delta'' = \{A\} \end{array}\right.$ فإنّ $\Delta \perp P$ في A

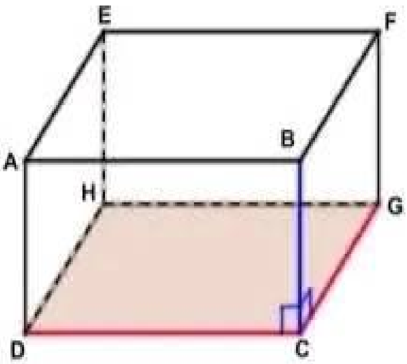


مثال :

لدينا المستقيم (BC) يعامد (CD) و (CG)

و لنا (CD) و (CG) هما مستقيمان من المستوي (DCG) متقاطعان في C

إذن (BC) يعامد المستوي (DCG) في C.

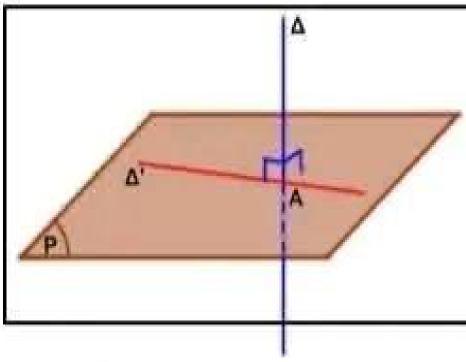


لنتذكّر :

إذا تعامد مستقيم Δ مع مستو P في نقطة A فإنّ Δ يعامد كلّ المستقيمات المارّة من A والمحتواة في P.

أي

إذا كان : $\left.\begin{array}{l} A \in \Delta' \subset P \\ \Delta \perp P \text{ في } A \end{array}\right\}$ فإنّ $\Delta \perp \Delta'$ في A

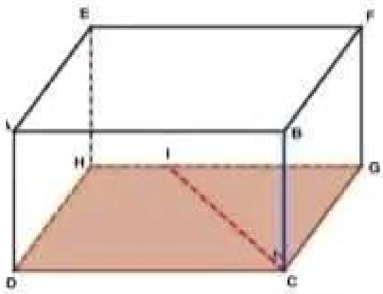


مثال :

المستقيم (BC)يعامد المستوى (DCG)في C

و المستقيم (CI) محتوى في المستوى (DCG)

ويمرّ من C إذن (BC) يعامد (CI)في C.

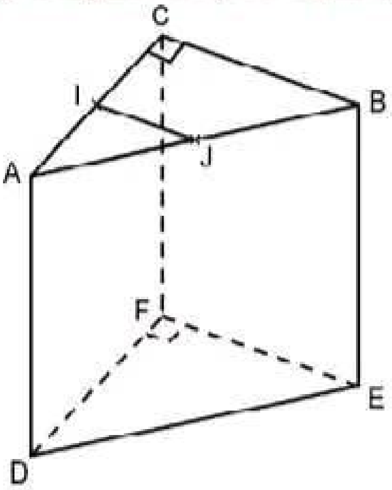


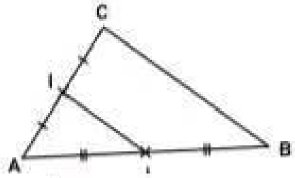
إعداد الأستاذ: عبد القادر المنيف إشراف و مراجعة المتفقّد : خالد الصّيد س/د : 2019---2020

إصلاح التّمرين الأوّل :

في الموشور القائم ABCDEF الممثّل بالرّسم المقابل. DEF و ABC مثلّثان قائما الزّاوية على التّوالي في F و C.

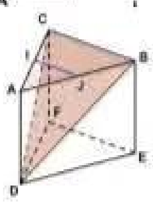
I منتصف [AC] و J منتصف [AB].





1) بيّن أنّ (BC) و (IJ) متوازيان.

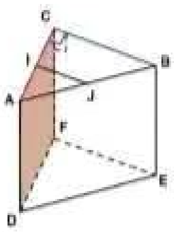
في المثلث ABC لدينا I منتصف [AC] وJ منتصف [AB]إذن(BC)//(IJ).



2) استنتج أنّ(BCD) و (IJ) متوازيان.

لدينا (IJ) يوازي (BC) والمستقيم(BC) مُحتو في المستوي (BCD) إذن (IJ) يوازي (BCD).

3) أ) بيّن أنّ (BC) عمودي على (ADC).

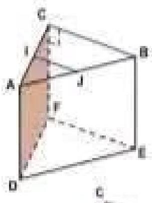


لدينا: *) (BC)⊥(AC) (معطى)

*) (BC)⊥(CF) (لأنّ BCFE وجه جانبي للموشور القائم إذن هو مستطيل)

*) (AC) و (CF) مستقيمان من المستوي (ADC) ويتقاطعان في النّقطة C

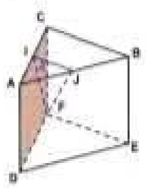
إذن المستقيم (BC)يعامد المستوي (ADC) في C.



ب) بيّن أنّ (IJ) عمودي على (ADC).

لدينا (IJ) يوازي (BC) و (BC)يعامد المستوي (ADC) إذن (IJ)يعامد المستوي (ADC).

ج) استنتج طبيعة المثلّث IFJ.



لدينا المستقيم (IJ)يعامد المستوي (ADC) في I و(IF) مستقيم مُحتو في هذا المستوي

ويمرّ من I إذن (IJ)يعامد(IF) في I وبالتّالي المثلّث IFJ هو مثلّث قائم في I.

4) إذا علمت أنّ DA = EF = 4 و DF = 3 أحسب JF.

المثلّث IJF هو مثلّث قائم في I إذن حسب نظريّة بيتاغور $JF^2 = IJ^2 + IF^2$.

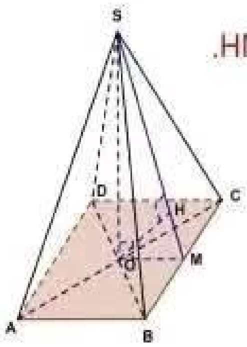
لحساب JF نبحث أوّلا عن IJ^2 و عن IF^2.

*) حجم الهرم :

نذكّر أنّ حجم هرم مساحة قاعدته S وارتفاعه h هو: $V = \frac{1}{3} \times S \times h$.

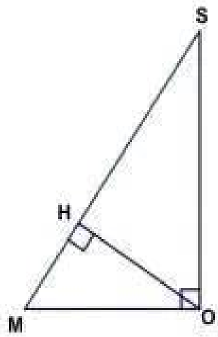
مساحة القاعدة هي مساحة المربع ABCD : $S_{ABCD} = BC^2 = 12^2 = 144$

حجم الهرم SABCD: $V_{SABCD} = \frac{1}{3} S_{ABCD} \times SO = \frac{1}{3} \times 144 \times 2\sqrt{7} = 96\sqrt{7}$



3) لتكن H المسقط العمودي لـ Oعلى(SM). أحسب OH و HM.

*) OH = ? :



بما أنّ SABCD هو هرم منتظم قمّته S و مركز قاعدته O

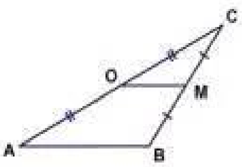
فإنّ المستقيم (SO)يعامد المستوي (ABC) في O.

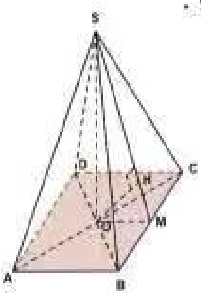
وبما أنّ المستقيم (OM) محتو في المستوي (ABC) ويمرّ

من O فإنّ (SO)⊥(OM) وبالتالي المثلّث SOM هو مثلّث

قائم في O. وبما أنّ H هو المسقط العمودي لـ O على (SM)

فإنّ $OH \times SM = OS \times OM$ ومنه $OH = \frac{OS \times OM}{SM}$.



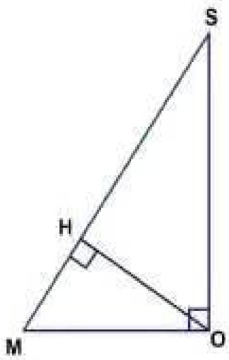


لنحدّد أوّلا OM : في المثلّث ABC لدينا O

منتصف [AC] و M منتصف [BC]

إذن $OM = \frac{1}{2} AB = \frac{1}{2} \times 12 = 6$

وبالتالي: $OH = \frac{OS \times OM}{SM} = \frac{2\sqrt{7} \times 6}{8} = \frac{3\sqrt{7}}{2}$



*) HM = ? :

لدينا المثلّث OHM قائم في H. حسب نظريّة بيتاغور لدينا $OM^2 = HM^2 + HO^2$

ومنه $HM^2 = OM^2 - HO^2 = 6^2 - \left(\frac{3\sqrt{7}}{2}\right)^2 = 36 - \frac{63}{4} = \frac{144}{4} - \frac{63}{4} = \frac{81}{4}$

وبالتالي $HM = \sqrt{\frac{81}{4}} = \frac{9}{2} = 4.5$.