

2) يقوم أحد التلاميذ إلى السبورة ويكتب مجموعة من العبارات الرياضية المتنوعة وما يكتبه التلميذ على السبورة ينفية زملاؤه .

تعريف :

نفي عبارة p هو العبارة التي تكون صحيحة إذا كانت p خاطئة وتكون خاطئة إذا كانت p صحيحة ، ونرمز لها بالرمز \bar{p} أو بالرمز $\neg p$.

ملاحظة :

p	\bar{p}
1	0
0	1

* يمكن أن نمثل نفي العبارة p بالجدول التالي الذي يسمى جدول حقيقة \bar{p} .
 (table de vérité de \bar{p})
 * الرمز 1 يعني أن العبارة p صحيحة .
 * الرمز 0 يعني أن العبارة p خاطئة .

2 - عطف عبارتين :

تعريف :

عطف عبارتين p و q هو العبارة التي نرمز لها بالرمز $(p \wedge q)$ أو بالرمز $(p \wedge q)$ وتكون صحيحة فقط إذا كانت العبارتان p و q صحيحتين معا .

تمرين :

- أعط جدول حقيقة $(p \wedge q)$.
 - تحقق أن $p \wedge (q \wedge r)$ و $(p \wedge q) \wedge r$ لهما نفس جدول الحقيقة .

3 - فصل عبارتين :

تعريف :

فصل عبارتين p و q هو العبارة التي نرمز لها بالرمز $(p \vee q)$ أو بالرمز $(p \vee q)$ وتكون صحيحة إذا كانت إحدى العبارتين p و q على الأقل صحيحة .

تمرين :

- أعط جدول حقيقة $(p \vee q)$.
 - تحقق أن $p \vee (q \vee r)$ و $(p \vee q) \vee r$ لهما نفس جدول الحقيقة .

4 - استلزام عبارتين :

نشاط تمهيدى :

نشاط 5 ص 16 من الكتاب المدرسي .

ليكن ABC مثلثا قائم الزاوية في A وغير متساوي الساقين .

نعتبر العبارات التالية :

p : " ABC مثلثا قائم الزاوية في A "

q : " $BC^2 = AB^2 + AC^2$ "

r : " ABC مثلثا متساوي الساقين وقائم الزاوية في A "

s : " $\overline{AB} \cdot \overline{AC} = 0$ "

لدينا : " إذا كان ABC مثلثا قائم الزاوية في A فإن $BC^2 = AB^2 + AC^2$ " عبارة صحيحة .

بعبّر عن ذلك بالقول : إذا كانت العبارة p صحيحة فإن العبارة q صحيحة .

ونقول أيضا : العبارة p تستلزم العبارة q

ونكتب : $p \Rightarrow q$.

هل الاستلزمات التالية صحيحة ؟ : $q \Rightarrow p$ ؛ $p \Rightarrow s$ ؛ $p \Rightarrow r$ ؛ $s \Rightarrow p$.

تعريف :

التزام عبارتين p و q هو العبارة التي تكون خاطئة فقط إذا كانت p صحيحة و q خاطئة ونرمز له بالرمز $p \Rightarrow q$ ويقرأ : p تستلزم q (أو إذا كانت p فإن q) .

تمرين :

- أعط جدول حقيقة $(p \Rightarrow q)$.
- هل العبارتان $p \Rightarrow q$ و $q \Rightarrow p$ لهما نفس جدول الحقيقة ؟
- هل العبارتين $p \Rightarrow (q \Rightarrow r)$ و $(p \Rightarrow q) \Rightarrow r$ لهما نفس جدول الحقيقة ؟

ملاحظات :

- 1) من خلال جدول حقيقة $p \Rightarrow q$ نستنتج أن :
 - * إذا علمنا أن $p \Rightarrow q$ عبارة صحيحة وعلمنا أن p عبارة صحيحة فإننا نستنتج أن q عبارة صحيحة .
 - * للبرهنة على صحة الاستلزام $p \Rightarrow q$ يكفي أن نفترض أن p عبارة صحيحة ونبين أن q عبارة صحيحة .
 - 2) العبارة $q \Rightarrow p$ تسمى الاستلزام العكسي للاستلزام $p \Rightarrow q$.
 - 3) العبارة $p \Rightarrow q$ تقرأ أيضا : " لكي تكون q يكفي أن تكون p .
- تمرين 1 :** (تمرين 1 ص 29 من الكتاب المدرسي)

5 - تكافؤ عبارتين :

نشاط تمهيدي :

في النشاط السابق لدينا : " ABC مثلثا قائم الزاوية في A يكافئ $BC^2 = AB^2 + AC^2$ " .
نقول إن العبارة p تكافئ العبارة q ونكتب : $p \Leftrightarrow q$.

تعريف :

تكافؤ عبارتين p و q هو العبارة التي تكون صحيحة إذا كانت p و q صحيحتين في آن واحد أو خاطئتين في آن واحد ونرمز له بالرمز $p \Leftrightarrow q$ ، ويقرأ : p تكافئ q ؛ أو p إذا وفقط إذا كان q ؛ أو " p شرط لازم وكاف لكي تكون q " .

تمرين 2 :

- حدد العبارات الصحيحة من بين العبارات التالية :
- ** ليكن n من \mathbb{N} : $(n \text{ زوجي}) \Leftrightarrow (n + 1 \text{ فردي})$
- ** ليكن x من \mathbb{R} : $(x = 1) \Leftrightarrow (x^2 = 1)$
- ** ليكن x من \mathbb{R}^* : $(x > 0) \Leftrightarrow (\frac{1}{x} < 0)$.
- ** لتكن A و B و I ثلاث نقط من المستوى . $(I \text{ منتصف } [AB]) \Leftrightarrow (\vec{IA} + \vec{BI} = \vec{0})$.

II - الدوال العبارية - المكلمات :

1) الدوال العبارية :

نشاط تمهيدي :

- نعتبر النص الرياضي : $x + 1 \geq 0$ حيث $x \in \mathbb{R}$.
- من أجل $x = 1$ لدينا : $1 + 1 \geq 0$ عبارة صحيحة .
 - من أجل $x = -2$ لدينا : $-2 + 1 \geq 0$ عبارة خاطئة .
- كلما عوضنا x بقيمة محددة فإننا نحصل على عبارة إما صحيحة وإما خاطئة .
النص الرياضي : $x + 1 \geq 0$ حيث $x \in \mathbb{R}$ يسمى دالة عبارية .

تعريف :

الدالة العبارية هي كل نص رياضي يحتوي على متغير (أو أكثر) ينتمي إلى مجموعة معينة ويصبح عبارة كلما عوضنا هذا المتغير (أو المتغيرات) بعنصر محدد من هذه المجموعة .

اليمني محمد www.sbaysite.com

ترميز: حسب عدد المتغيرات نرمز للدالة العبارية بالرمز : $A(x)$ أو $P(x)$ أو $P(x, y)$ أو $P(x, y, z)$ أو ...

اصطلاح:

إذا كانت الدالة العبارية $A(x)$ تصبح عبارة صحيحة من أجل العنصر المحدد a فإننا نقول إن a تحقق الدالة العبارية $A(x)$ أو $A(x)$ تتحقق من أجل العنصر a .

(2) الكممات:

أ - الكمم الكوني:

لتكن $P(x)$ دالة عبارية للمتغير x من مجموعة E غير فارغة .
انطلاقاً من $P(x)$ ننشئ العبارة : $\forall x \in E : P(x)$ التي تكون صحيحة إذا كانت جميع عناصر E تحقق $P(x)$.
* الرمز \forall يسمى الكمم الكوني .
* العبارة : $\forall x \in E : P(x)$ تقرأ : مهما يكن x من E لدينا $P(x)$ ؛ أو لكل x من E لدينا $P(x)$.

أمثلة:

- عبارة صحيحة $\forall x > 0 : x + \frac{1}{x} \geq 2$
- عبارة خاطئة $\forall x \in \mathbb{R} : x^2 - 1 = 0$
- عبارة صحيحة $\forall x \in \mathbb{R} : x^2 + 1 > 0$

ب - الكمم الوجودي:

لتكن $P(x)$ دالة عبارية للمتغير x من مجموعة E غير فارغة .
انطلاقاً من $P(x)$ ننشئ العبارة : $\exists x \in E : P(x)$ التي تكون صحيحة إذا كان يوجد على الأقل عنصر من E يحقق $P(x)$.
* الرمز \exists يسمى الكمم الوجودي .
* العبارة : $\exists x \in E : P(x)$ تقرأ : يوجد على الأقل عنصر x من E بحيث لدينا $P(x)$.

أمثلة:

- عبارة خاطئة $\exists x \in \mathbb{Q} : x^2 = 2$
- عبارة صحيحة $\exists x \in \mathbb{R} : x^2 - 1 = 0$
- عبارة صحيحة $\exists x \in \mathbb{R} : x + \frac{1}{x} \geq 2$

ملاحظة:

إذا كان يوجد عنصر وحيد يحقق $P(x)$ فإننا نكتب : $\exists! x \in E : P(x)$ وهذه العبارة تقرأ : يوجد عنصر وحيد x من E بحيث لدينا $P(x)$.

مثال: $\exists! n \in \mathbb{N} : n^2 = 9$ عبارة صحيحة .

(3) عبارة بعدة كممات:

- العبارتان : " $(\forall y \in \mathbb{R}) : x^2 + y^2 \geq xy$ " و " $(\forall x \in \mathbb{R}) : x^2 + y^2 \geq xy$ " متكافئتان .
- العبارتان : " $(\exists y \in \mathbb{R}) : x^2 + y^2 \geq xy$ " و " $(\exists x \in \mathbb{R}) : x^2 + y^2 \geq xy$ " متكافئتان .
- العبارة : $(\forall x \in \mathbb{R}) ; (\exists y \in \mathbb{R}) : x + y = 5$ عبارة صحيحة (نأخذ : $x = 5 - y$) .
- العبارة : $(\exists x \in \mathbb{R}) ; (\forall y \in \mathbb{R}) : x + y = 5$ خاطئة (لأن $y = -x + 7$ مثلا لا يحقق العبارة) .

بصفة عامة:

إذا كانت الكممات من نفس الطبيعة فإن ترتيبها ليست له أهمية في تحديد المعنى الذي تحمله العبارة الكممة .
إذا كانت الكممات من طبيعت مختلفة فإن ترتيبها له أهمية في تحديد المعنى الذي تحمله العبارة الكممة .

(4) نفي عبارة كممة:

- نفي العبارة : $\forall x \in E : P(x)$ هو العبارة : $\exists x \in E : \overline{P(x)}$.
- نفي العبارة : $\exists x \in E : P(x)$ هو العبارة : $\forall x \in E : \overline{P(x)}$.

أمثلة :

- نفي العبارة الصحيحة : $\forall x \in \mathbb{R} : x^2 \geq 0$ هو العبارة الخاطئة : $\exists x \in \mathbb{R} : x^2 < 0$.
- نفي العبارة الخاطئة : $\exists x \in \mathbb{R} : x^2 + 1 = 0$ هو العبارة الصحيحة : $\forall x \in \mathbb{R} : x^2 + 1 \neq 0$.
- نفي العبارة الخاطئة : $\forall x \in \mathbb{R} : x > 2$ هو العبارة الصحيحة : $\exists x \in \mathbb{R} : x \leq 2$.

تمرين 3 :

انظر لائحة التمارين

تمرين 4 :

انظر لائحة التمارين

تمرين 5 :

انظر لائحة التمارين

III - القوانين المنطقية - الاستدلالات الرياضية :

(1) القوانين المنطقية :

تعريف :

Les Lois Logiques :

كل عبارة مكونة من عدة عبارات p و q و r و ... مرتبطة بينها بعمليات منطقية وتكون صحيحة مهما كانت العبارات p و q و r و ... تسما قانونا منطقيا .

أمثلة :

(1) $(p \Rightarrow q) \Rightarrow (p \vee q)$ قانون منطقي .

(2) قانونا موركان :

$(\bar{p} \vee \bar{q}) \Leftrightarrow \overline{(p \wedge q)}$

و $(\bar{p} \vee \bar{q}) \Leftrightarrow \overline{(p \vee q)}$ هما قانونان منطقيان .

(2) الاستدلالات الرياضية :

1 - الاستدلال بالاستلزام المضاد للعكس :

تعريف :

Les Raisonnements Mathématiques : Raisonnement Par La Contraposée :

العبارة $\bar{q} \Rightarrow \bar{p}$ تسمى الاستلزام المضاد للعكس للاستلزام $p \Rightarrow q$

خاصية : العبارة : $(p \Rightarrow q) \Leftrightarrow (\bar{q} \Rightarrow \bar{p})$ قانون منطقي .

نتيجة :

إذا كان في بعض الأحيان يصعب البرهان مباشرة على صحة الاستلزام $p \Rightarrow q$ فإنه يمكن أن نبرهن على صحة الاستلزام المضاد للعكس $\bar{q} \Rightarrow \bar{p}$ ثم نستنتج أن : $p \Rightarrow q$. هذا النوع من الاستلزام يسمى الاستلزام المضاد للعكس .

تمرين تطبيقي :

بين أن : $(\forall (x; y) \in \mathbb{R}^2) : (xy \neq 1 \text{ و } x \neq y) \Rightarrow \frac{x}{x^2 + x + 1} \neq \frac{y}{y^2 + y + 1}$

من أجل ذلك نبين أن : $(xy = 1 \text{ أو } x = y) \Rightarrow \frac{x}{x^2 + x + 1} = \frac{y}{y^2 + y + 1}$: $(\forall (x; y) \in \mathbb{R}^2)$

تمرين 6 :

انظر لائحة التمارين.

Raisonnement Par Equivalences Successives :

2 - الاستدلال بالتكافؤات المتتالية :

خاصية : العبارة : $(p \Leftrightarrow q \text{ و } q \Leftrightarrow r) \Rightarrow (p \Leftrightarrow r)$ قانون منطقي

نتيجة: نستنتج من هذا القانون أن : إذا كان $p \Leftrightarrow q$ صحيح و $r \Leftrightarrow q$ صحيح فإن $p \Leftrightarrow r$ صحيح .

تمرين تطبيقي:

بين أن : $(\forall (x, y) \in \mathbb{R}^2) : \sqrt{x^2 + 1} + \sqrt{y^2 + 1} = 2 \Leftrightarrow x = y = 0$.

تمرين 7:

تمرين 15 ص 30 من الكتاب المدرسي

3 - الاستدلال بالخلف:

Raisonnement Par L'Absurde

خاصية : العبارة : $p \Rightarrow (q \Rightarrow \bar{p} \text{ و } \bar{q} \Rightarrow \bar{p})$ قانون منطقي .

نتيجة : من هذا القانون نستنتج أنه إذا كان $\bar{p} \Rightarrow \bar{q}$ صحيحا و $\bar{p} \Rightarrow q$ صحيحا فإن العبارة p صحيحة .

عمليا : نفترض أن \bar{p} صحيحة ونبين أن \bar{p} تستلزم \bar{q} حيث أن q عبارة صحيحة .

ويكون لدينا : $(q \text{ و } \bar{q})$ عبارة صحيحة وهذا تناقض .

تمرين تطبيقي :

بين أن : $n \in \mathbb{N}^* ; \sqrt{\frac{n}{n+1}} \notin \mathbb{Q}$.

تمرين 8:

(1) (P) و (Q) مستويان يتقاطعان وفق مستقيم (D) . A و B نقطتان من (P) حيث (AB) يقطع (D) في نقطة واحدة

C . لتكن E نقطة من (Q) لا تنتمي إلى (D) .

بين أن المستويين (ABE) و (Q) غير منطبقين .

(2) تمرين 29 ص 31 من الكتاب المدرسي .

(3) أ - بين أن x زوجي $\Leftrightarrow x^2$ زوجي .

ب - استنتج أن : $\sqrt{2} \notin \mathbb{Q}$.

Raisonnement Par Disjonction Des Cas :

4 - الاستدلال بفصل الحالات :

خاصية : العبارة : $(p \text{ أو } q) \Rightarrow r \Leftrightarrow (p \Rightarrow r \text{ و } q \Rightarrow r)$ قانون منطقي .

نتيجة : من هذا القانون نستنتج أنه إذا كانت $(p \text{ أو } q)$ عبارة صحيحة فإنه للبرهان على صحة العبارة r نبين أن

الاستلزامين $q \Rightarrow r$ و $p \Rightarrow r$ صحيحان ثم نستنتج أن العبارة r صحيحة .

تمرين تطبيقي:

بين أن العدد $n(n^2 - 1)$ مضاعف لـ 3 لكل n من \mathbb{N} .

تمرين 9:

(1) تمرين 7 ص 30 من الكتاب المدرسي

(2) تمرين 8 ص 30 من الكتاب المدرسي

(3) تمرين 9 ص 30 من الكتاب المدرسي

Raisonnement Par Récurrence :

5 - الاستدلال بالترجع :

خاصية:

لتكن $P(n)$ خاصية لمتغير n صحيح طبيعي .

إذا كان يوجد عدد صحيح طبيعي n_0 بحيث تكون العبارة $P(n_0)$ صحيحة ؛ وإذا كان $\forall n \geq n_0 : P(n) \Rightarrow P(n+1)$

عبارة صحيحة ؛ فإن : " $\forall n \geq n_0 : P(n)$ " عبارة صحيحة .

تمرين تطبيقي:

بين بالترجع أن : $\forall n \geq 4 : 2^n \geq n^2$.

تمرين 10: انظر لائحة التمارين

مبادئ في المنطق (تمارين)

تمرين 3 :

- (1) بين أن : $(p \Rightarrow q) \Leftrightarrow (\bar{p} \text{ أو } q)$.
- (2) اكتب العبارة : $p \Rightarrow (q \Rightarrow \bar{r})$ فقط باستعمال الفصل والنفي .
- (3) بين أن : $(\bar{p} \text{ أو } \bar{q}) \Leftrightarrow \neg(p \text{ و } q)$ وأن : $(\bar{p} \text{ و } \bar{q}) \Leftrightarrow \neg(p \text{ أو } q)$.
- (4) استنتج نفي الاستلزام $p \Rightarrow q$.

تمرين 4 :

اكتب العبارات التالية باستعمال الكمات والروابط المنطقية :

- (1) كل عدد جذري a يكتب على الشكل $a = \frac{p}{q}$ حيث : $p \in \mathbb{Z}$ و $q \in \mathbb{N}^*$.
- (2) بعض الأعداد الحقيقية هي أعداد جذرية .
- (3) يوجد عدد صحيح طبيعي وحيد أصغر من أو يساوي جميع الأعداد الصحيحة الطبيعية .
- (4) لا يوجد أي عدد جذري x بحيث : $x^2 = 3$.
- (5) العدد الصحيح الطبيعي الذي يقبل القسمة على 6 هو أيضا قابل للقسمة على 2 وعلى 3 .
- (6) مهما يكن x من \mathbb{R} يوجد عدد صحيح نسبي وحيد p بحيث : $p \leq x < p+1$.
- (7) لكل x من \mathbb{R} يوجد على الأقل عدد صحيح طبيعي n بحيث : $n \geq x$.
- (8) إذا كان عدد حقيقي أكبر من أو يساوي 2 فإن هذا العدد موجب قطعاً .
- (9) كل عدد صحيح طبيعي يقبل القسمة على 8 هو مضاعف للعدد 4 .
- (10) ABC مثلث قائم الزاوية في A إذا وفقط إذا كان I منتصف القطعة $[BC]$ يبعد بنفس المسافة عن رؤوس المثلث

تمرين 5 :

- (1) تمرين 3 ص 29 من الكتاب المدرسي . (في رحاب الرياضيات)
- (2) تمرين 4 ص 29 من الكتاب المدرسي .

تمرين 6 :

- (1) ليكن x و y عنصرين من المجال $]1; +\infty[$. بين أن : $x \neq y \Rightarrow x^2 - 2x \neq y^2 - 2y$.
- (2) a و b عدنان حقيقيان معلومان . بين أن : $a + b - ab \neq 1 \Rightarrow (a \neq 1 \text{ و } b \neq 1)$.
- (3) بين أن : $\forall \varepsilon > 0 : |a| \leq \varepsilon \Rightarrow a = 0$.

تمرين 7 :

تمرين 15 ص 30 من الكتاب المدرسي

تمرين 8 :

- (1) (P) و (Q) مستويان يتقاطعان وفق مستقيم (D) . A و B نقطتان من (P) حيث (AB) يقطع (D) في نقطة واحدة C . لتكن E نقطة من (Q) لا تنتمي إلى (D) .
بين أن المستويين (ABE) و (Q) غير منطبقين .
- (2) تمرين 29 ص 31 من الكتاب المدرسي .
- (3) أ - بين أن : x زوجي $\Leftrightarrow x^2$ زوجي .

تمرين 9 :

- (1) تمرين 7 ص 30 من الكتاب المدرسي
- (2) تمرين 8 ص 30 من الكتاب المدرسي
- (3) تمرين 9 ص 30 من الكتاب المدرسي

تمرين 10 :

- (1) تمرين 30 ص 31
- (2) تمرين 33 ص 31
- (3) تمرين 34 ص 31