[٧] الدرس السابع

العجلة Acceleration

[٧ ـ ١] عـــام :

إن الحديث عن العجلة يعنى الحديث عن إسراع جسم أو إبطائه ويقال أن الجسم متسارع إذا كانت سرعته متغيرة وحيث أن السرعة كمية اتجاهية لذلك فإن كل من التسارع أو الإبطاء كمية اتجاهية كذلك .

$$\text{والعجلة (التسارع)} = \frac{\text{التغير فى السرعة}}{\text{الزمن اللازم}}$$

وعلى ما تقدم فإن العجلة هى التغير فى السرعة فى وحدة الزمن ولتفهم ماهية العجلة بصورة أوضح أن سيارة تسير ثم تزيد من سرعتها (تتسارع ـ تُعجل) من ٧ م/ث إلى ١٥ م/ث فى زمن قدره ٤ ثوان .

$$\therefore \text{العجلة} = \frac{\text{التغير فى السرعة}}{\text{الزمن}} = \frac{١٥ \text{م/ث} - ٧ \text{ م/ث}}{٤ \text{ ث}} = \frac{٨ \text{ م/ث}}{٤ \text{ ث}}$$

$$= ٢ \text{ م/ث}^{٢} .$$

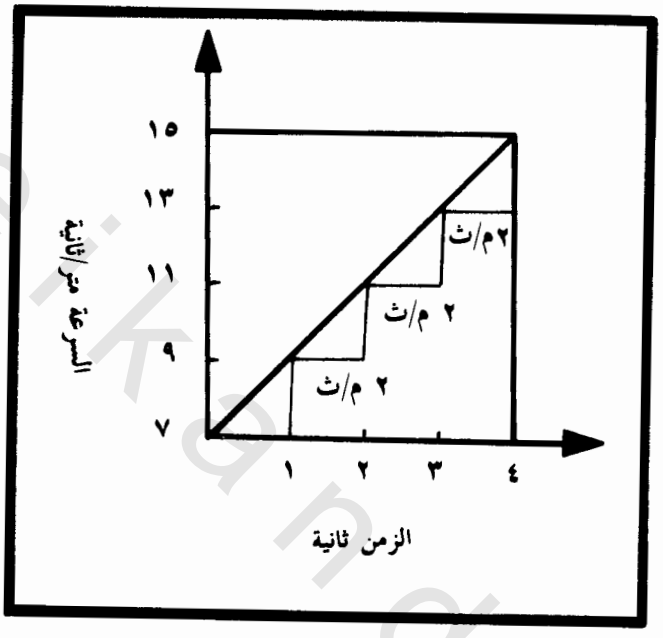
وتُقرأ هكذا «متران فى الثانية لكل ثانية»، أو متران فى الثانية فى الثانية .

أو بمعنى آخر : تزداد سرعة السيارة بمعدل ٢ م/ث لكل ثانية وهذا المعدل فى زيادة السرعة هو الكمية التى أطلقنا عليها سابقاً بالتسارع .

∴ تسارع هذه السيارة = ٢ متر فى الثانية المربعة .

ووحدات العجلة ، هى وحدة مسافة مقسومة على حاصل ضرب وحدتى زمن .

ووحدات العجلة قد تكون كليومتر فى الثانية المربعة أو ميل فى الثانية المربعة أو قدم فى الثانية المربعة أو قدم فى الثانية فى الدقيقة أو قدم فى الثانية فى الساعة أو ميل فى الساعة فى الثانية وهكذا ، انظر شكل (٧ ـ ١) وهو يوضح ذلك .



شكل [٧ ـ ١]
التسارع ـ العجلة

◄ مثال توضيحى :

سيارة حديثة تتحرك من السكون فتصل سرعتها إلى ١٠٠ كم/ساعة فى خلال ثمانية ثوان ، فلإيجاد العجلة فإنه يلزم أن نعرف التغير فى السرعة فى الثانية الواحدة وليس مقدارها فى ٨ ثوان .

وفى مثالنا هذا وطبقاً لتعريف العجلة السابق الإشارة له .

العجلـــة = التغير فى السرعة / الزمن اللازم = (١٠٠ كم/س – صفر (سكون)) / ٨ ثوان

= ١٠٠ كم/س / ٨ = ١٢,٥ كم/س كل ثانية .

أى أنها تتغير بمقدار ١٢,٥ كم/س كل ثانية من الثوانى الثمانية انظر جدول (٧ – ١) .

السرعة كم/س	صفر	١٢,٥	٢٥	٣٧,٥	٥٠	٦٢,٥	٧٥	٨٧,٥	١٠٠
الزمن ثانية	صفر	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨

جدول [٧ ـ ١]

[٧ ـ ٢] العجلة المنتظمة :

إذا رجعنا إلى شكل (٧ ــ ١) ، نجد أن السرعة الممثلة فى الرسم تزداد بمعدل ٢ م/ث لكل ثانية أثناء الزمن الذى يغطيه الرسم .

معنى ذلك ، أن معدل زيادة السرعة أو التسارع منتظم ويساوى ٢ م/ث٢ .

وعندما يكون التسارع ثابت فإن معدل الحركة للجسم وكذلك سرعته يتغيران بانتظام مع الزمن وعلى ذلك فإن :

متوسط السرعة هو عبارة عن نصف مجموع السرعتين الابتدائية والنهائية .

أى أن ع م = (ع ابتدائية + ع نهائية) / ٢

ولكن عندما يكون التسارع ثابت المقدار ويساوى صفراً فإن هذا يعنى أن السرعة لا تتغير .

obeikandl.com

◄ مثال توضيحى (١) :

إذا كان لدينا سيارة تتحرك من السكون وتتسارع بانتظام إلى معدل حركة مقداره ٨ م/ث فى ١٠ ثوان .

فأوجد عجلة هذه السيارة والمسافة المقطوعة فى هذا الزمن .

◄ الحـــل :

السرعة الابتدائية (ع صفر) = صفر .

السرعة النهائية ع = ٨ م/ث .

الزمن ن = ١٠ ثانية .

مما سبق :

$$\therefore \text{العجلة} = \frac{\text{التغير فى السرعة}}{\text{الزمن}}$$

$$= \frac{\text{السرعة النهائية ـ السرعة الابتدائية}}{١٠}$$

$$= \frac{٨ - \text{صفر}}{١٠} = ٠,٨ \text{ م/ث}^{٢}$$

ولحساب المسافة نحسب أولاً السرعة المتوسطة .

$$\text{السرعة المتوسطة} = \frac{٨ + \text{صفر}}{٢} = ٤ \text{ م/ث}$$

∴ المسافة المقطوعة = السرعة المتوسطة × الزمن .

= ٤ × ١٠ = ٤٠ متر .

obeikandl.com

◄ مثال توضيحى (٢) :

نفترض سيارة تسير بسرعة ٨ م/ث وتصل إلى السكون بعد مسافة قدرها ٢٠ متراً والمطلوب حساب العجلة التقصيرية والزمن اللازم للوقوف .

◄ الحـــل :

السرعة الابتدائية = ٨ م/ث .

السرعة النهائية = صفر

المسافة = ٢٠ متراً .

العجلة = ؟

الزمن = ؟

$$\text{متوسط السرعة} = \frac{\text{٨ + صفر}}{\text{٢}} = \text{٤ م/ث .}$$

وبمعلومية كل من المسافة ومتوسط السرعة نحسب الزمن .

∴ ٢٠ = ٤ × ن ∴ ن = ٥ ثانية .

$$\text{وحيث أن العجلة} = \frac{\text{التغير فى السرعة}}{\text{الزمن}} = \frac{\text{السرعة النهائية - السرعة الابتدائية}}{\text{الزمن}}$$

$$= \frac{\text{صفر - ٨}}{\text{٥}} = -\text{١,٦ م/ث}^{٢} .$$

وتعنى الإشارة السالبة أن سرعة السيارة تنقص ولا تزيد أى أن العجلة أو التسارع فى الاتجاه السالب للحركة .

obeikandl.com

◄ مثال توضيحى (٣) :

تبدأ سيارة حركتها من السكون وتتسارع بمعدل ٥ م/ث٢ خلال مسافة مقدارها ٢٥ متر ، احسب السرعة التى تسير بها السيارة عندئذ وما هو الزمن الذى أخذته السيارة .

◄ الحـــل :

السرعة الابتدائية ع صفر = صفر .

العجلة (جـ) = ٥ م/ث٢ .

المسافة (ف) = ٢٥ متر .

السرعة النهائية ع ن = ؟

الزمن ن = ؟

والقوانين المستخدمة لحل هذه المسألة :

ف = ع المتوسطة × الزمن .....(١)

$$ع_{متوسطة} = \frac{ع_{صفر} + ع_{ن}}{٢} \quad .....(٢)$$

$$، جـ = \frac{ع_{ن} - ع_{صفر}}{ن} \quad .....(٣)$$

فإذا عوضنا من المعادلة (٢) فى المعادلة (١) .

$$\therefore ف = \frac{ن}{٢} (ع_{صفر} + ع_{ن}) .$$

$$ومنها ن = \frac{٢ ف}{(ع_{صفر} + ع_{ن})} \quad .....(٤)$$

obeikandl.com

وبالتعويض عن ن من المعادلة (٤) فى المعادلة (٣) :

$$\therefore \text{جـ} = \frac{\text{ع ن} - \text{ع صفر}}{\text{٢ ف}} \times (\text{ع ن} + \text{ع صفر})$$

$$= \frac{\text{ع}^{٢}\text{ن} - \text{ع}^{٢}\text{صفر}}{\text{٢ ف}}$$

$$\therefore \text{٢ جـ ف} = \text{ع}^{٢}\text{ن} - \text{ع}^{٢}\text{صفر} .$$

$$\therefore \text{٢} \times ٨ \times ٢٥ = \text{ع}^{٢}\text{ن} - \text{صفر} = \text{ع}^{٢}\text{ن} .$$

$$\therefore \text{ع}^{٢}\text{ن} = ٤٠٠ \text{ ومنها ع ن} = ٢٠ \text{ م/ث} .$$

وهى السرعة التى تسير بها السيارة عندئذ ومن المعادلة (٤) .

$$\therefore \text{ن} = \frac{\text{٢ ف}}{\text{ع صفر} + \text{ع ن}} = \frac{٢ \times ٢٥}{\text{صفر} + ٢٠} = \frac{٥٠}{٢٠} = ٢,٥ \text{ ثانية}$$

[٧ ـ ٣] منحنيات السرعة والزمن :

ومن أسهل الطرق لتفهم ماهية العجلة أو التقصير هى منحنى السرعة والزمن الموضح فى شكل (٧ ــ ٢) وهو يبين الفرق بوضوح .

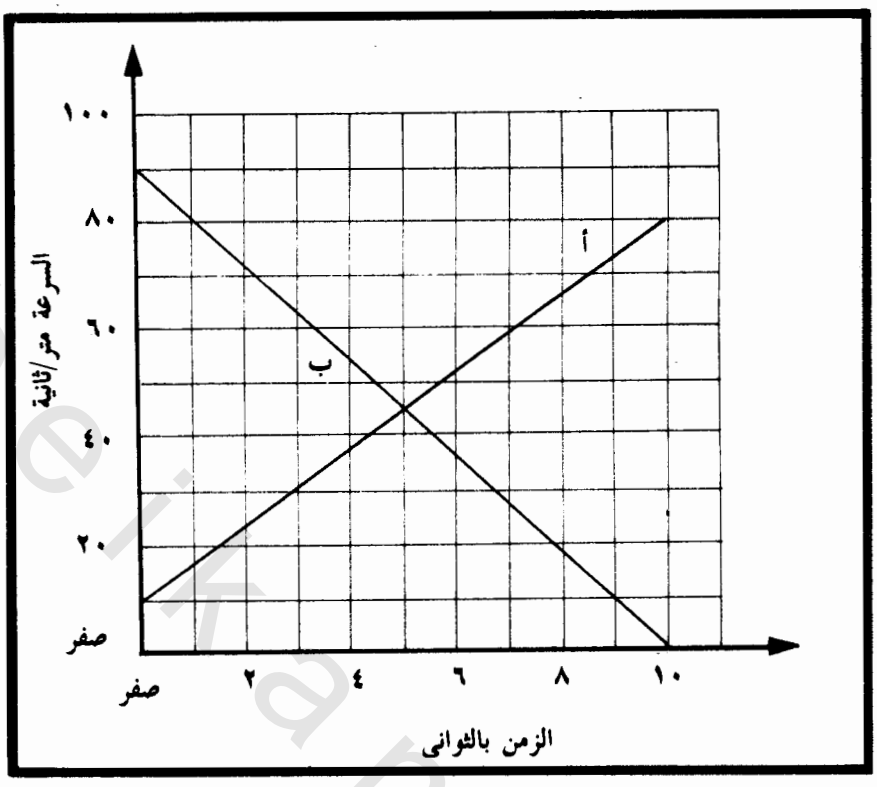
فالمستقيم أ ← يمثل زيادة فى السرعة مقدارها ٧٠ م/ث (من ١٠ م/ث إلى ٨٠ م/ث) والمستقيم ب يوضح نقص فى السرعة بمقدار ٩٠ م/ث (من ٩٠ م/ث وحتى صفر م/ث)

ويلاحظ أن كلاً من التغيرين استغرق زمناً قدره ١٠ ثوان .

فالخط أ يمثل عجلة مقدارها $\frac{٧٠}{١٠} = ٧$ م/ ث^{٢} .

والخط ب يمثل عجلة (تقصيرية) مقدارها $\frac{٩٠}{١٠} = -٩$ م/ث^{٢} .

وتعنى الإشارة السالبة أن العجلة تقصيرية .



شكل [٧ ـ ٢]
العجلة والتقصير

[٧ ـ ٤] تدريبات :

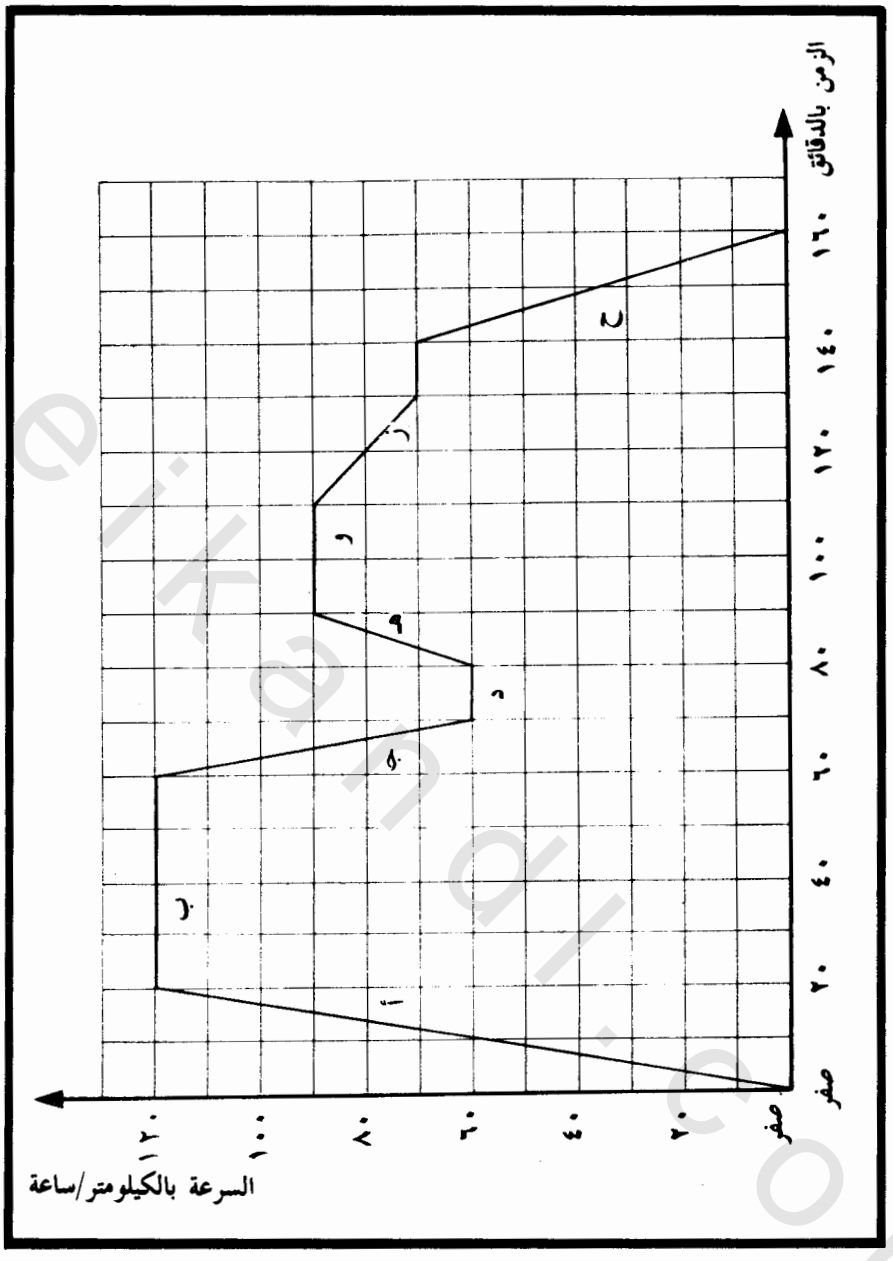
[١] يمثل شكل (٧ ــ ٣) ، رسم بيانى لجولة قام بها سائق بسيارته فاحسب فى أى قطاع من الرسم البيانى تكون :

(أ) السرعة ثابتة .

(ب) السير بعجلة .

(جـ) السير بتقصير .

ادرس المنحنى بعناية ولاحظ التغير فى السرعة والزمن اللازم لهذا التغير ويمكنك استخدام آلة حاسبة لحساب قيم العجلة والتقصير .


الزمن بالدقائق
صفر
٢٠
٤٠
٦٠
٨٠
١٠٠
١٢٠
١٤٠
١٦٠
السرعة بالكيلومتر/ساعة
صفر
٢٠
٤٠
٦٠
٨٠
١٠٠
١٢٠
أ
ب
ج
د
هـ
و
ز

شكل [٧ ـ ٣]

[٢] قم بتمثيل البيانات التالية على محورين مشابهين للسؤال السابق جدول [٧ – ٢] .

السرعة	كيلومتر/س	صفر	٦	٨	٨	٥	٨	٤	صفر
الزمن	ثانية	صفر	١٠	٢٠	٣٠	٦٠	٨٠	١٠٠	١٥٠

ثم احسب فى أى جزء من المنحنى تكون :

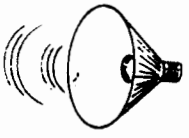
(أ) السرعة ثابتة ؟

(ب) أهنالك عجلة ؟

(جـ) أهنالك تقصير ؟

◄ خلاصـــة :

العجلة والتقصير هى معدلات لتغير السرعة المتجهة وتقاس عادة بالتغير الذى يحدث فى وحدة الزمن .



obeikandl.com