

العجلة Acceleration

[٧ - ١] عام :

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 .

$$\text{العجلة (التسارع)} = \frac{\text{التغير في السرعة}}{\text{الزمن اللازم}}$$

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 - تُعجل) من ٧ م/ث إلى ١٥ م/ث فى زمن قدره ٤ ثوان .

$$\therefore \text{العجلة} = \frac{\text{التغير فى السرعة}}{\text{الزمن}} = \frac{١٥ \text{ م/ث} - ٧ \text{ م/ث}}{٤ \text{ ث}} = \frac{٨ \text{ م/ث}}{٤ \text{ ث}} = ٢ \text{ م/ث}^2 .$$

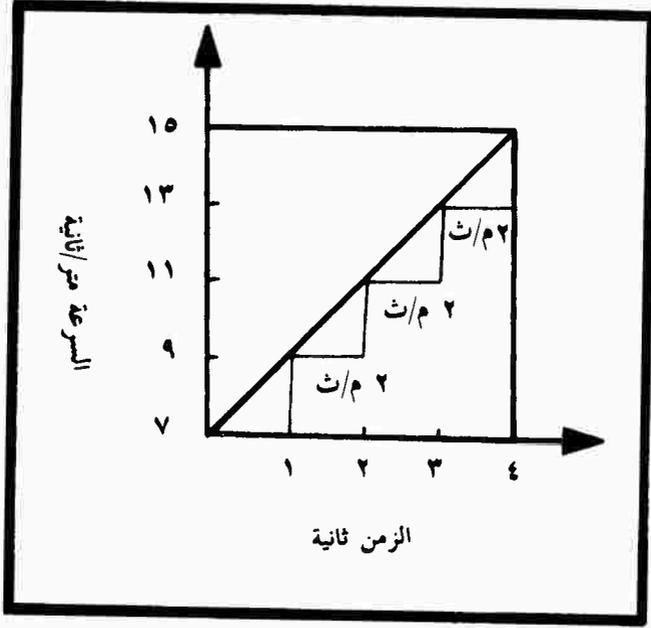
وَتُقْرَأُ هكذا «متران فى الثانية لكل ثانية»، أو متران فى الثانية فى الثانية .
أو بمعنى آخر : تزداد سرعة السيارة بمعدل ٢ م/ث لكل ثانية وهذا المعدل فى زيادة السرعة هو الكمية التى أطلقنا عليها سابقاً بالتسارع .

∴ تسارع هذه السيارة = ٢ متر فى الثانية المربعة .

وحدات العجلة ، هى وحدة مسافة مقسومة على حاصل ضرب وحدتى

زمن .

وحدات العجلة قد تكون كيلومتر في الثانية المربعة أو ميل في الثانية المربعة أو قدم في الثانية المربعة أو قدم في الدقيقة أو قدم في الثانية في الساعة أو ميل في الساعة في الثانية وهكذا ، انظر شكل (٧ - ١) وهو يوضح ذلك .



شكل [٧ - ١]
التسارع - العجلة

◀ مثال توضيحي :

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

وفي مثالنا هذا وطبقاً لتعريف العجلة السابق الإشارة له .

$$\frac{العجلة = \frac{التغير في السرعة}{الزمن اللازم} = \frac{١٠٠ \text{ كم/س} - \text{صفر (سكون)}}{٨ \text{ ثوان}} = \frac{١٠٠ \text{ كم/س}}{٨} = ١٢,٥ \text{ كم/س كل ثانية} .$$

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

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

جدول [٧ - ١]

[٧ - ٢] العجلة المنتظمة :

إذا رجعنا إلى شكل (٧ - ١) ، نجد أن السرعة الممثلة في 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/ث .

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 .

$$\text{أى أن } \bar{v} = \frac{v_{\text{ابتدائية}} + v_{\text{نهائية}}}{٢}$$

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

◀ مثال توضيحي (١) :

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

فأوجد عجلة هذه السيارة والمسافة المقطوعة في هذا الزمن .

◀ الحل :

السرعة الابتدائية (ع صفر) = صفر .

السرعة النهائية ع = ٨ م/ث .

الزمن ن = ١٠ ثانية .

مما سبق :

$$\therefore \text{العجلة} = \frac{\text{التغير في السرعة}}{\text{الزمن}} = \frac{\text{السرعة النهائية} - \text{السرعة الابتدائية}}{١٠}$$

$$= \frac{٨ - \text{صفر}}{١٠} = ٠,٨ \text{ م/ث}^2$$

ولحساب المسافة نحسب أولاً السرعة المتوسطة .

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

∴ المسافة المقطوعة = السرعة المتوسطة × الزمن .

$$= ٤ \times ١٠ = ٤٠ \text{ متر .}$$

◀ مثال توضيحي (٢) :

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

◀ الحل :

السرعة الابتدائية = ٨ م/ث .

السرعة النهائية = صفر

المسافة = ٢٠ متراً .

العجلة = ؟

الزمن = ؟

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

وبمعلومية كل من المسافة ومتوسط السرعة نحسب الزمن .

$$\therefore ٢٠ = ٤ \times \text{ن} . \quad \therefore \text{ن} = ٥ \text{ ثانية} .$$

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

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

وتعني الإشارة السالبة أن سرعة السيارة تنقص ولا تزيد أي أن العجلة أو التسارع في الاتجاه السالب للحركة .

◀ مثال توضيحي (٣) :

تبدأ سيارة حركتها من السكون وتتسارع بمعدل ٥ م/ث^٢ خلال مسافة مقدارها ٢٥ متر ، احسب السرعة التي تسير بها السيارة عندئذ وما هو الزمن الذي أخذته السيارة .

◀ الحل :

السرعة الابتدائية ع = صفر .

العجلة (ج) = ٥ م/ث^٢ .

المسافة (ف) = ٢٥ متر .

السرعة النهائية ع_ن = ؟

الزمن ن = ؟

والقوانين المستخدمة لحل هذه المسألة :

(١).....

ف = ع المتوسطة × الزمن

(٢)

ع متوسطة = $\frac{ع\ صفر + ع\ ن}{٢}$

(٣)

ج ، $\frac{ع\ ن - ع\ صفر}{ن}$

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

∴ ف = $\frac{ن}{٢} (ع\ صفر + ع\ ن)$.

(٤)

ومنها ن = $\frac{٢\ ف}{(ع\ صفر + ع\ ن)}$

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

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

$$= \frac{\text{ع}^2 - \text{ع}^2 \text{ صفر}}{\text{ف} ٢}$$

$$\therefore ٢ \text{ ج} = \text{ع}^2 - \text{ع}^2 \text{ صفر}$$

$$\therefore ٢ \times ٨ \times ٢ = \text{ع}^2 - \text{ع}^2 \text{ صفر}$$

$$\therefore \text{ع}^2 = ٤٠٠ \text{ ومنها } \text{ع} = ٢٠ \text{ م/ث}$$

وهي السرعة التي تسير بها السيارة عندئذ ومن المعادلة (٤) :

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

[٧ - ٣] منحنيات السرعة والزمن :

ومن أسهل الطرق لتفهم ماهية العجلة أو التقصير هي منحنى السرعة والزمن الموضح في شكل (٧ - ٢) وهو يبين الفرق بوضوح .

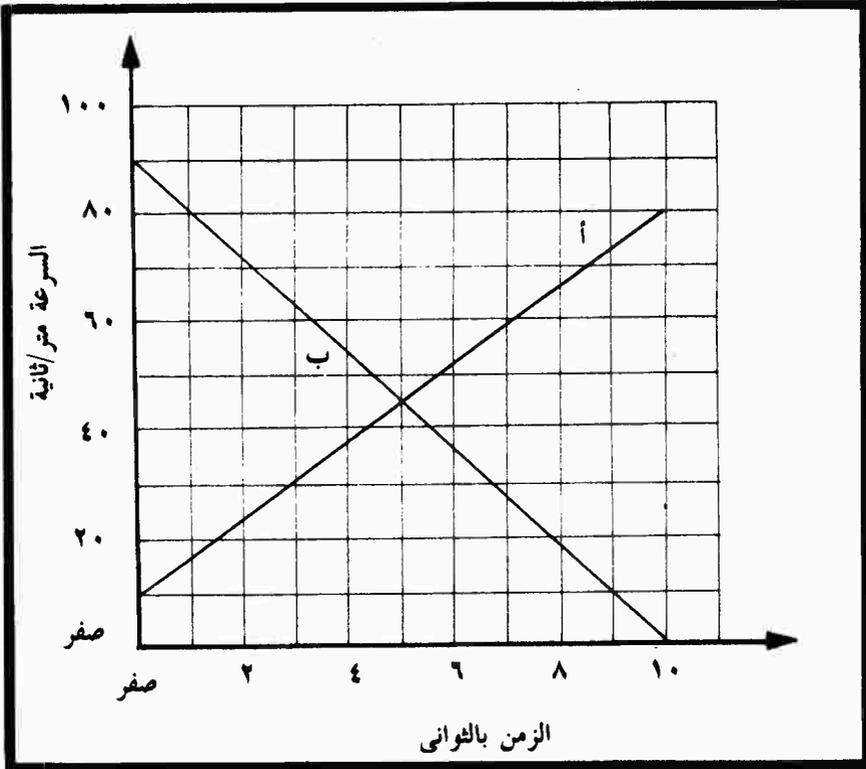
فالمستقيم أ ← يمثل زيادة في السرعة مقدارها ٧٠ م/ث (من ١٠ م/ث إلى ٨٠ م/ث) والمستقيم ب يوضح نقص في السرعة بمقدار ٩٠ م/ث (من ٩٠ م/ث وحتى صفر م/ث)

ويلاحظ أن كلاً من التغيرين استغرق زماً قدره ١٠ ثوان .

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

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

وتعني الإشارة السالبة أن العجلة تقصيرية .



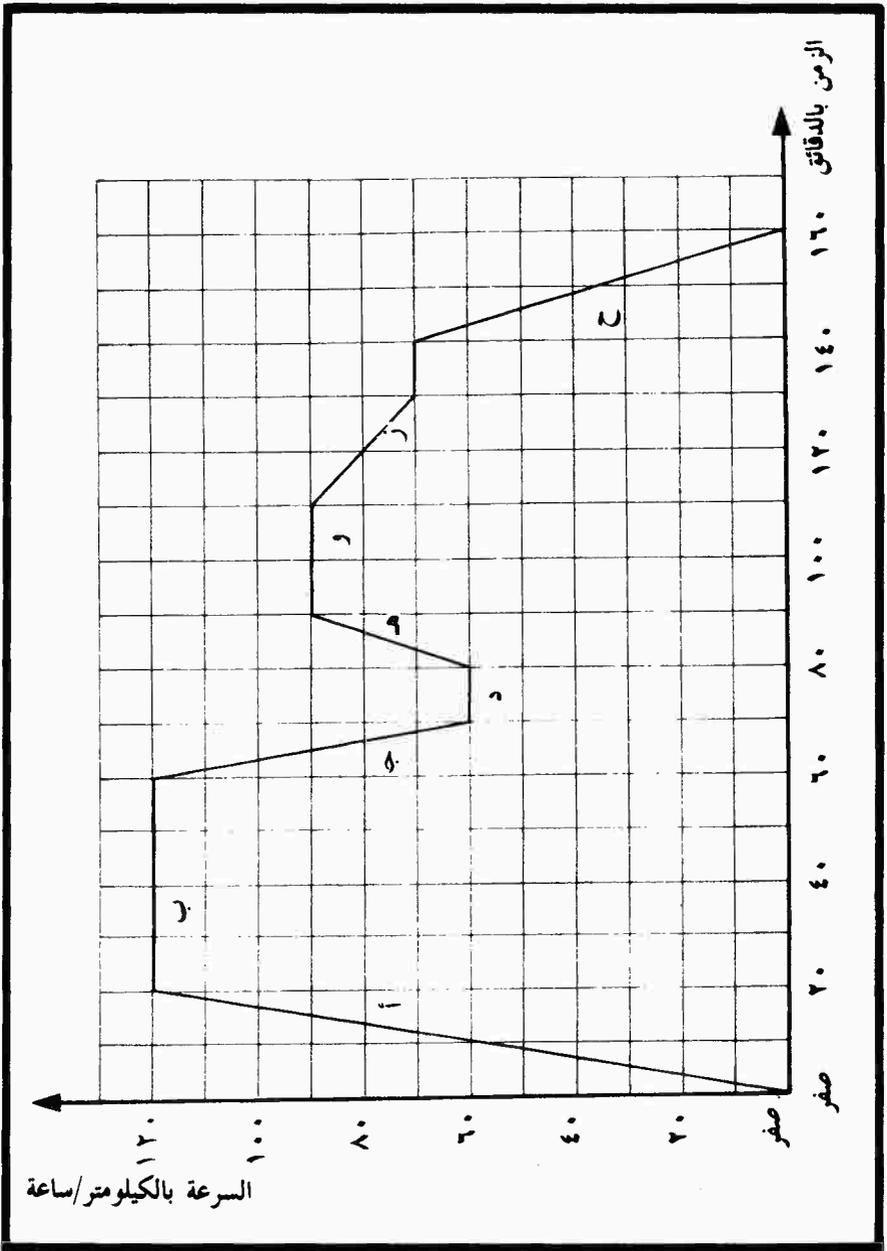
شكل [٧ - ٢]
العجلة والتقصير

[٧ - ٤] تدريبات :

[١] يمثل شكل (٧ - ٣) ، رسم بياني لجولة قام بها سائق بسيارته فاحسب في أى قطاع من الرسم البياني تكون :

- (أ) السرعة ثابتة .
- (ب) السير بعجلة .
- (ج) السير بتقصير .

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



شكل [٣ - ٧]

[٢] قم بتمثيل البيانات التالية على محورين مشابهيين للسؤال السابق جدول
[٢ - ٧] .

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

ثم احسب في أى جزء من المنحنى تكون :

(أ) السرعة ثابتة ؟

(ب) أهناك عجلة ؟

(ج) أهناك تقصير ؟

◀ خلاصة :

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

