الباب الثاني – عناصر التخطيط الهندسية

**1 - أ ) ما هو أقل نصف قطر يمكن التخطيط به لمنحنى الاستدارة الرأسى ، ولماذا ؟**

**1- ب) منحنى استدارة رأسى مقعر يصل ما بين الميلين** -6 **‰ ،** +5 **‰ لخط سكة حديد سرعته القصوى** 140 **كم/ساعة والمطلوب حساب طول هذا المنحنى ومنسوب بداية ومنتصف ونهاية هذا المنحنى ، وبحيث يكون السير سلساً ، وذلك إذا علم أن منسوب النقطة النظرية لتقاطع الميلين السابقين هو** 20 **متراً فوق سطح البحر.**

**1- جـ) منحنى استدارة رأسي طوله** 100 **متر يصل ما بين الميلين** -4 **‰ ،** +6 **‰ على خط سكة حديد ذو اتساع عادي، والمطلوب حساب ما يلي:**

* **نصف قطر منحنى الاستدارة الرأسي**
* **أقصى سرعة يسمح بها منحنى الاستدارة الرأسي بحيث يكون السير سلساً**
* **أقصى سرعة يسمح بها المنحنى الرأسي بحيث لا تزيد نسبة الزيادة أو النقص في الوزن عن** 1.1%
* **عجلة الطرد المركزية التي يتعرض لها القطار أثناء سيره على المنحنى بسرعة** 110 **كم/الساعة**
* **منسوب نقطة منتصف المنحنى بفرض أن منسوب النقطة النظرية لتقاطع الميلين** 20.00 **م**

**2 - أ ) إستنتج من المبادئ الأولية معادلة حساب ارتفاع الظهر عن البطن .**

**2- ب) إذا سار قطار على منحنى أفقى منفذ بدون ارتفاع ظهر عن بطن ، فأثبت أنه يكون على وشك الانقلاب إذا كانت سرعته:**

**حيث** *G* **: اتساع السكة (المسافة بين محاور القضبان - متر)**

*R* **: نصف قطر المنحنى (متر)**

*h* **: إرتفاع مركز الثقل عن سطح القضبان (متر)**

**2- جـ) أحسب أقل سرعة يحدث عندها انقلاب للقطار إذا سار على منحنى دائري أفقي نصف قطره** 230 **متراً ولا ينفذ به ارتفاع ظهر عن بطن إذا علم أن مركز ثقل العربات يرتفع عن سطح القضيب بمقدار** 1.8**متراً.**

**ما هي العجلة التي يتعرض لها الراكب أو البضاعة في هذه الحالة.**

**أحسب أقصى سرعة يمكن السير بها على المنحنى السابق وبحيث ألا تتجاوز عجلة الطرد المركزية الحد الأقصى المسموح به.**

**3 ) خط سكة حديد للضواحى ذو إتساع عادى تسير عليه قطارات ركاب فقط بسرعة** 75 **كم/ساعة والمطلوب حساب إرتفاع الظهر عن البطن المناسب لاتزان هذه القطارات عند مرورها على منحنى نصف قطره** 600 **متراً ، وإذا اضطرتنا الظروف فى بعض الأحيان إلى تسيير قطارات أسرع من** 75 **كم/الساعة ، فما هى أكبر سرعة يمكن السماح بالسير بها على هذا المنحنى المذكور . إحسب طول منحنى الإنتقال والزحزحة اللازم تنفيذها لهذا المنحنى .**

**4 ) إحسب ارتفاع الظهر عن البطن المناسب من الناحية الإنشائية على الخطين التاليين والتي توزع حركة القطارات عليهما يومياً كما يلي :**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Radius**  **R (m)** | **4** | | **3** | | **2** | | **1** | | **Train Type** |
| V | W | V | W | V | W | V | W | **Line** |
| 1000 | 40 | 40000 | 70 | 8000 | 90 | 8000 | 130 | 4000 | **First** |
| 800 | 50 | 25000 | 80 | 7000 | 100 | 5000 | 120 | 3000 | **Second** |

**(**W **= الوزن بالطن ،** V **= السرعة كم/الساعة ، اتساع السكة =** 1435 **مم )**

**تحقق من اتزان هذه القطارات عند مرورها على هذه الخطوط في حالة تنفيذ القيم المحسوبة ، وما هى قيم ارتفاعات الظهر عن البطن والتي توصي بتنفيذها حتى توفق بين الاتزان والناحية الإنشائية.**

**5 ) جزء من خط سكة حديد مفرد سرعته القصوى** 90 **كم/ساعة يتكون من منحنى مركب كما هو موضح بالشكل التالى ، والمطلوب :**

**أ - حساب أطوال منحدرات إرتفاع الظهر عن البطن (مستقيم).**

**ب- حساب الزحزحة اللازمة لتوقيع المنحنيات على الطبيعة ورسم كروكى لها.**

**جـ - رسم خط الإنحناء مع بيان علامات الكيلومتراج عند نقط تغيير الإنحناء مع العلم بأن الكيلومتراج عند نقطة** A **=** 5 **كم وتزيد فى اتجاه (**B**) .**

A

K2=1.00

K1 = 1.25

θ1 = 20ο

θ2 = 30ο

B

**6 ) جزء من خط سكة حديد مفرد سرعته التصميمية** 120 **كم/الساعة يتكون من منحنى مركب أنصاف أقطاره** R1 = 900 m **،** R2 = 700 m **، والمطلوب:**

**أ - حساب أطوال منحدرات ارتفاع الظهر عن البطن المستقيمة.**

**ب - حساب الزحزحة اللازمة لتوقيع المنحنيات على الطبيعة مع رسم كروكي لها.**

**جـ - رسم خط ارتفاع الظهر عن البطن لهذا الجزء من الخط مبيناً عليه علامات الكيلومتر لبداية ونهاية منحنيات الانتقال.**

R1 = 900 m

4.000 km

30ο

20ο

المماس المشترك

3.000 km

R2 = 700 m

مسقط أفقى للخـــط

**7- أ ) إشرح مع الرسم الطرق الممكنة لتنفيذ منحدرات إرتفاع الظهر عن البطن المستقيمة بين المنحنيات الدائرية العكسية ، مع بيان مميزات وعيوب كل طريقة .**

**7- ب) جزء من خط سكة حديد مفرد يتكون من منحنيين دائريين عكسيين بينهما مسافة مسـتقيمة** AB = 150 m **، فإذا علم أن السرعة القصوى للخط =** 90 **كم/س وأن أقصى ارتفاع ظهر عن بطن** 130 **مم ، وأن الظروف الطبوغرافية للمنطقة لا تسمح بزيادة المسافة** AB  **عن القيمة المذكورة سابقاً فالمطلوب:**

1. **التحقق من أن هذا الطول يسمح بأقصى توسع للسرعة مستقبلاً.**
2. **حساب أطوال المنحدرات الخاصة بكل منحنى علماً بأنه يربط بينهما منحدر مستقيم عكسي.**

B

R2 = 1000 m

R1 = 800 m

150 m

A

1. **رسم خط الانحناء ومنحدر ارتفاع الظهر عن البطن.**

**7- جـ) إذا كانت الظروف الطبوغرافية للمنطقة فى الحالة السابقة لا تسمح بزيادة المسافة** AB  **عن** 120  **متر ، فالمطلوب التحقق من أن هذا الطول يسمح بأقصى توسع للسرعة مستقبلاً. و إذا لم يسمح فاحسب أقصى سرعة مستقبلاً تسمح بها هذه الظروف.**

**8 ) وضح بالرسم ثم استنتج مقدار زاوية الليّ** β **التي تتعرض لها عربة بضاعة ذات محورين مثبتين في إطار واحد المسافة بينهما (**d **متراً) عند مرورها على منحدر ارتفاع ظهر عن بطن مستقيم ميله** (1 : n)  **لسكة ذات اتساع عادي.**

**ثم إحسب معامل الأمان ضد حدوث ليّ في جسم عربة بضاعة إذا كانت المسافة** d = 6.5 m  **وأن ميل المنحدر** (1 : n = 1 : 400) **، إذا علم أن أقصى زاوية ليّ مصمم على أساسها جسم العربة =** 0.0141 **درجة دائرية.**

**إحسب أيضاً أقصى سرعة يمكن السير بها على هذا المنحدر طبقاً لمواصفات الاتحاد الدولي للسكك الحديدية.**

**9 ) إذا علم أن السرعة القصوى الحالية للخط المقترح إنشاؤه هى** 80 **كم/الساعة وأن الظروف الطوبوغرافية للمنطقة لا تسمح بتغيير المسقط الأفقى المبين بعد. فالمطلوب حساب أقصى سرعة يمكن السير بها مستقبلاً مع رسم قطاع طولى للمنطقة إبتداءً من النقطة** (A) **والتى منسوبها** 10 **متراً فوق سطح البحر وعلامة الكيلومتراج عندها =** 5 **كم وتتزايد فى الإتجاه إلى النقطة** (B) **وذلك حتى النقطة** (E) **مبيناً علامات الكيلومتر ومناسيب نقط المقارنة وإرتفاع الظهر عن البطن عند كل من** B, C, D, E **مع العلم بأن أقصى إرتفاع ظهر عن بطن يمكن تنفيذه هو** 150 **مم و أنه لا يصح أن يقع منحنى الإستدارة الرأسى مع منحنى الإنتقال وأن منحدرات إرتفاع الظهر عن البطن من النوع المستقيم.**

35ο

E

25ο

R = 1000 m

مسقط أفقى

A

B

7‰

3‰

(10.00)

قطاع طولى

80 m

C

D

R = 1000 m

**10- أ) إستنتج من المبادئ الأولية العلاقة بين أنصاف أقطار المنحنيات الدائرية الأفقية والسرعة القصوى للخط فى حالة اتصال هذه المنحنيات ببعضها مباشرة بدون منحنيات انتقال أو تنفيذ ارتفاع ظهر عن بطن.**

**ومن ثم أذكر الشرطان الواجب توافرهما عند اتصال المنحنيات الدائرية الأفقية العكسية ببعضها بدون منحنى انتقال.**

**10- ب) خط سكة حديد مفرد يبدأ فى الإرتفاع من عند النقطة** (A) **التى منسوبها** (21.00) **متراً وعلامة الكيلومتر عندها** 13.5 **كم وذلك حتى يصل فوق الكوبرى عند** (C) **التى منسوبها** (30.00) **متراً ، ثم يعود إلى الإنخفاض بالتدريج حتى يصل إلى النقطة** (B) **التى منسوبها** (21.00) **متراً مثل** (A) **كما هو موضح بالشكل . فإذا كانت السرعة على الخط** 60 **كم / ساعة ، وأنه لا ينفذ إرتفاع ظهر عن بطن ، فالمطلوب حساب أقل نصف قطر** (R1) **و**(R2) **يمكن تخطيط المنحنيات الأفقية بهما وذلك إذا كان الإنحدار الحاكم للخط** 3 ‰**، وكانت أقصى عجلة طرد ثابتة أو تغيير فيها تساوى ثلثى أقصى قيمة ، وأقل مسافة** (x) **حسب القيم المسموح بها.**

**إرسم شكلاً يبين خط الإنحناء وعلامات الكيلومتر من** (A) **إلى** (B) **مع العلم أن علامة الكيلومتراج تتزايد فى الإتجاه من** (A) **إلى** (B)**.**

C

13.50 km

R1

x

60ο

B

(21.00)

(30.00)

A

14.00 km

(21.00)

60ο

60ο

60ο

R1

R2

R2

R2

R2

R2

**11) الشكل التالى جزء من خط سكة حديد للضواحى ، والمطلوب حساب أقل نصف قطر** (R) **يمكن التخطيط به وبحيث ألا تزيد عجلة الطرد المركزية أو التغيير فيها عن** 0.6 **م/ث2 علماً بأن الخط يأخذ فى الارتفاع تدريجياً من جهة اليسار إبتداء من نقطة** (A) **والتى منسوبها** 10.00 **متراً حتى نقطة** (B) **والتى منسوبها** 17.5 **متراً ثم يأخذ فى الانخفاض تدريجياً من نقطة** (B) **حتى النقطة** (A)**. مع العلم بأن السرعة القصوى للخط** 60 **كم / الساعة وأن الانحدار الحاكم لا يزيد عن** 6 ‰**، إرسم القطاع الطولى لهذه السكة من النقطة** (A) **حتى النقطة** (B) **مبيناً ميل هذا الخط فى أجزائه المستقيمة والمنحنية وبحيث نحصل على خط ذو مقاومة ثابتة. مع العلم بأن مقاومة المنحنى يمكن حسابها من القاعدة الآتية :** ****

A

B

R

R

R

R

R

R

(10.00)

(17.50)

**12) إحسب أقل نصف قطر لجزء دائري لخط فرعي يتفرع من خط رئيسي مزوج عند** (A) **كما هو مبين بالكروكي , والخط الفرعي يمر فوق الخط الرئيسي بواسطة كوبري علوي عند** (B) **فإذا علم أن سرعة القطارات للخط الفرعي** 50 **كم/الساعة وأنه لا ينفذ إرتفاع ظهر عن بطن في هذا الجزء الدائري من الخط وأن الانحدار الحاكم للخط هو** 2.5 ‰ **وأن مجموع المقاومات في أجزاء الخط ما بين** (A & B) **ثابتة وأن مقاومة المنحنى: **

**و الارتفاع من سطح القضبان للخط الفرعى و بين قاع سقف الكوبرى العلوى =** 1.5 **متر.**

60ο

150ο

(A)

(B)

R

R

R

R