جامعة الفرات
كلية الهندسة المدنية بالرقة
قسم مدني عام

اسم الطالب:
الدرجة: سبعون
المدة: ساعتان

سلم تصحيح امتحان مقرر: السكك الحديدية - السنة: الثالثة - الفصل الثاني 2024-2025

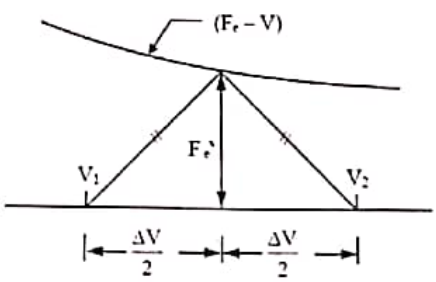
السؤال الأول: (15 درجة)

عرف مايلي: الحسابات الجرية – مثلث الزمن – المنحني المميز للقاطرة

الجواب: (5 درجات لكل تعريف)

- **الحسابات الجرية:** هي الحسابات التي تستعمل لحل عدد كبير من المسائل المتعلقة بحركة القطارات (سرعاتها، وزمن سيرها بين المحطات عندما تمر منها بتوقف أو بدون توقف) ولحل المسائل التي تظهر عند تصميم الخطوط الحديدية وحين استثمارها. حيث يتم وضع مخططات سير القطارات والجدول الزمني لسير القطارات على أساس المعلومات التي تعطيها الحسابات الجرية، كما يتم تحديد امكانات الخط لتمرير القطارات بكل اتجاه. ويجري تحديد الأمكنة الملائمة لتوضع المحطات على الخطوط الجديدة، ويمكن أخيراً تحديد معايير استهلاك الوقود وحل الكثير من الأمور الفنية الأخرى المتعلقة بحركة القطارات وذلك استناداً إلى الحسابات الجرية التي يمكن تنفيذها بدقة كبيرة حتى قبل إنشاء الخط.

- **مثلث الزمن:** هو مثلث متساوي الساقين قائم الزاوية عند رأسه الذي يقع على الخط البياني $(F_e - V)$ وقاعدته عبار عن التغيير ΔV كما في الشكل، وذلك لتسهيل حساب زمن المسير بالطريقة البيانية.



وبعبارة أخرى، فإن مثلث الزمن هو العلاقة البيانية بين حركة القطار والممثلة بواسطة التغيير في السرعة (ΔV) في الفترة الزمنية (ΔT)، وبين القوة الزائدة (F_e) المحدثة للتسارع.

- **المنحني المميز للقاطرة:** هو مخطط بياني للعلاقة قوة جر القاطرة F_T بسرعة سيرها كما في الشكل، ويعبر عن مواصفات القاطرة الجرية باستعمال هذا المخطط. وتستخلص معطيات هذا المخطط من اختبارات عملية تجري للقاطرة حال الانتهاء من صنعها، وبعد كل اصلاح كبير جرى عليها.

السؤال الثاني: (15 درجة)

تعد ظاهرة الزحف من الظواهر السلبية التي يعاني منها الخط الحديدي أثناء الاستثمار، والمطلوب:

1- ما المقصود بظاهرة الزحف؟

2- ماهي أسباب الزحف التفاضلي؟

3- ماهي إجراءات معالجة ظاهرة الزحف؟

الجواب:

1- الزحف: وهو زحف القضبان أو زحف القضبان والعوارض، حيث يمكن خروج الخط عن مساره وحصول تحنيب واعوجاج. **(1 درجة)**

2- أسباب الزحف التفاضلي: (8 درجة)

- العلو الإضافي وميل المقطع العرضي: إذا تجاوزت سرعة الدخول إلى المنعطف السرعة التصميمية التي تم تصميم العلو الإضافي لأجلها فستكون الحمولة مركزة على القضيب الداخلي وبالتالي سيحصل الزحف في القضيب الداخلي أكثر من القضيب الخارجي.
- في القاطرة البخارية بسبب أن ذراع متقدم أكثر من ذراع يسبب زحف تفاضلي.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

- سوء توزيع الحمولات في القطار حيث يتم تحميل جهة أكثر من جهة.
- الجهة التي يتم فيها إنشاء خندق لتصريف المياه يمكن أن يحصل فيها ضعف وبالتالي القضيب من جهة خندق التصريف يمكن أن يزحف أكثر.

3- إجراءات معالجة ظاهرة الزحف: (6 درجة)

- الصيانة الدورية والدائمة على الخط مثل شد براغي التجبير والمسامات وضبط مناسيب القضبان والطابق الترابي والبلاست تحت العوارض.
- العمل على تصريف الماء عن الخط الحديدي من جوانبه بشكل دائم والحيلولة دون غمر الخط بالمياه سواء أكانت سيول أو أمطار أو فيضانات وذلك بوضع عبارات تصرف المياه بعيداً عن الخط.
- استخدام مانعات الزحف وهي عبارة عن أربطة من الفولاذ تثبت في القضبان أمام العوارض بحيث تكون ملاصقة لها تماماً على السطح المواجه لاتجاه الحركة، وتؤدي وظيفتها بأن تحول دون زحف القضبان نتيجة وقوف العارضة في طريقها (~~تشكل عائقا~~).

السؤال الثالث: (20 درجة)

قطار بضاعة يسير بسرعة 50 كم/ساعة ، يتكون من قاطرتين قدرة كل منهما 2500 حصان، وزن كل منهما 140 طن وكل عجلاتها جارة، تجران عربات بضاعة وزنها 2000 طن، والمطلوب:

1- حساب أقصى انحدار يمكن أن يسير عليه القطار.

2- إذا تعطلت إحدى القاطرتين فاحسب أقصى انحدار يمكن أن يسير عليه القطار بقاطرة واحدة.

الجواب:

- الطلب الأول: (14 درجة)

- مقاومة السير والهواء النوعية للقاطرة:

3 درجة

$$R_{r+a\,(Loco)} = \left[2.5 \times W_{L1} + 5 \times W_{L2} + 4\left(\frac{v+15}{10}\right)^2\right] / W_L$$

$$= \left[0 + 5 \times (140 \times 2) + 4\left(\frac{50+15}{10}\right)^2\right] / 280 = 5.6 \text{ kg/t}$$

- مقاومة السير والهواء النوعية لعربات البضاعة:

3 درجة

$$R_{r+a\,(Fcar)} = 2 + (0.007 + a) \times \left(\frac{V+15}{10}\right)^2$$

عربات محملة: $a = 0.032$

$$\Rightarrow R_{r+a\,(Fcar)} = 2 + (0.007 + 0.032) \times \left(\frac{50+15}{10}\right)^2 = 3.65 \text{ kg/t}$$

مجموع المقاومات:

3 درجة

$$\sum R = R_{r+a\,(Loco)} \times W_L + R_{r+a\,(Fcar)} \times W_C + R_{G+C} \times (W_L + W_C)$$

$$= 5.6 \times 140 \times 2 + 3.65 \times 2000 + R_{G+C} \times (140 \times 2 + 2000)$$

$$\sum R = 8\,868 + 2\,280\, R_{G+C}$$

يجب أن تتغلب قوة جر المحرك على المقاومات، أي: $F_T \geq \sum R$ — 1 درجة

2 درجة

$$F_T = \frac{220 \times H_p}{V} = \frac{220 \times 2500 \times 2}{50} = 22\,000 \text{ Kg}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$$\Rightarrow 22\,000 = 8\,868 + 2\,280\ R_{G+C}$$

1 درجة $\Rightarrow R_{G+C} = 5.76\ Kg/t$

إذاً أقصى انحدار هو: 5.75 ‰

1 درجة

- الطلب الثاني: (6 درجة)

1 درجة $R_{r+a\,(Loco)} = 6.21\ Kg/t$

1 درجة $R_{r+a\,(Fcar)} = 3.65\ Kg/t$

2 درجة $\sum R = 6.21 \times 140 + 3.65 \times 2000 + R_{G+C} \times (140 + 2000)$

$$= 8169.4 + 2140\ R_{G+C}$$

1 درجة $F_T = \dfrac{220 \times 2500}{50} = 11\,000\ Kg$

1 درجة $\Rightarrow R_{G+C} = 1.32\ Kg/t$

إذاً أقصى انحدار هو: 1.32 ‰

السؤال الرابع: (20 درجة)

قطار بضائع وزن عرباته 880 طناً تجره قاطرة وزنها 120 طناً وقدرتها 2000 حصاناً ومقاومة السير والهواء النوعية للقطار المذكور عند السرعات المختلفة مبينة بالجدول التالي:

V (km/h)	20	30	40	50	60	70	80	90
R r+a (Train) (kg/t)	6.1	6.3	6.5	6.8	7.2	7.7	8.3	9.0

والمطلوب إيجاد أقصي سرعة يمكن أن يسير بها هذا القطار علي الإنحدارات الحاكمة الثلاثة التالية:

(0 ‰ , +5 ‰ , -2 ‰) .

الجواب:

1- نرسم المنحني (Fe – V):

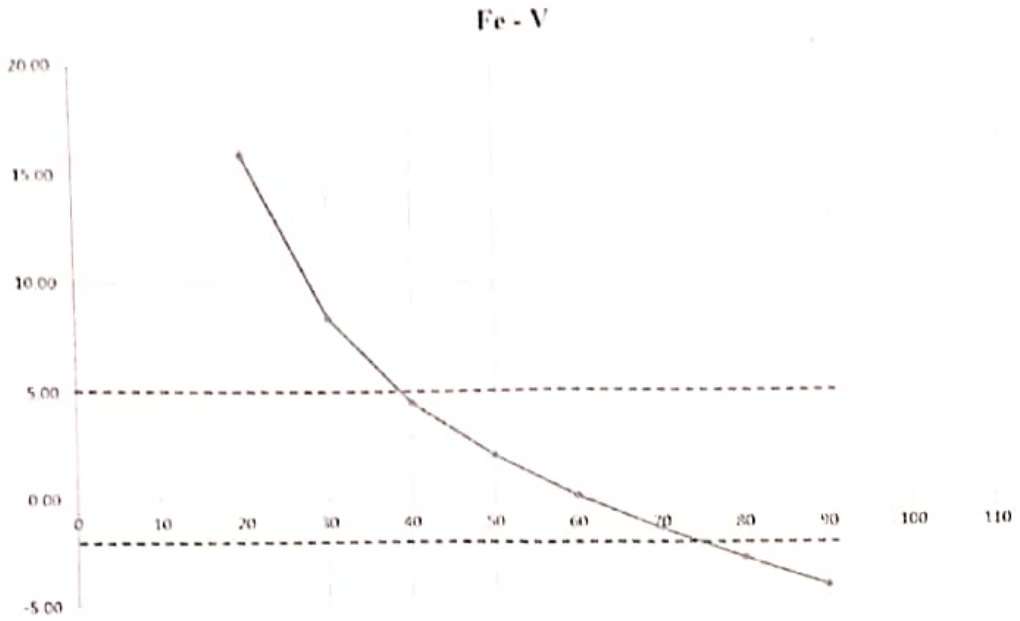
نرتب النتائج في الجدول التالي: (9 درجة)

V (Km/h)	20	30	40	50	60	70	80	90
F_T (Kg)	22000	14 666.67	11 000	8 800	7 333.33	6 285.71	5 500	4 888.88
$F = \dfrac{F_T}{W_L + W_C}$ (Kg/t)	22	14.67	11	8.8	7.33	6.29	5.5	4.89
R r+a Train (Kg/t)	6.1	6.3	6.5	6.8	7.2	7.7	8.3	9
Fe = F – R r+a	15.9	8.37	4.5	2.0	0.13	- 1.41	- 2.8	- 4.11

تعطى العلاقات: F_T , F, F_e (3 درجة)

الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner

2- نرسم المنحني البياني: (5 درجة)



3- نحسب قيم السرع من المنحني: (3 درجة)

على المنحدر ‰ 2 – : V = 75 Km/h

على المنحدر ‰ 5 + : V = 39 Km/h

على المنحدر ‰ 0 : V = 61 Km/h

انتهت الأسئلة

التاريخ 2025/8/18

مع التمنيات بالتوفيق والنجاح

مدرس المقرر
د.م. بشار عبد النور

عميد الكلية
د.م. زياد الموسى المكسور

الممسوحه ضوئيا بـ CamScanner