ثمارين للدعم

علال محداد

أستاذ الفيزياء والكيمياء - متقاعد

19 مارس 2020

تطبيق القانون الثاني لنيوتن
Newton. de loi deuxième la de Application

1 الحركة المستقيمية لجسم صلب

2 الحركة المستوية لجسم صلب : حركة قديفة في مجال الثقالة

تطبيق القانون الثاني لنيوتن
Newton. de loi deuxième la de Application

1. الحركة المستقيمية لجسم صلب

2. الحركة المستوية لجسم صلب : حركة قديفة في مجال الثقالة

التمرين 1 .

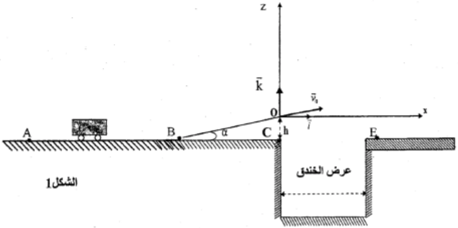
الميكانيك: (6 نقط)

يعتبر القفز على الخنادق أو الحواجز بواسطة السيارات أو الدراجات النارية أحد التحديات التي يواجهها المجازفون.
يهدف هذا التمرين إلى التعرف على بعض الشروط التي يجب توفرها لتحقيق هذا التحدي.

يتكون مدار للمجازفة من قطعة AB مستقيمية ومن قطعة BO مائلة بزاوية α بالنسبة للمستوى الأفقي AC وخندق عرضه D (الشكل1).

ننمذج { السائق + السيارة} بمجموعة (S) غير قابلة للتشويه كتلتها m ومركز قصورها G .

ندرس حركة مركز القصور G في معلم أرضي نعتبره غاليليا ، ونهمل تأثير الهواء على المجموعة (S) وأبعادها بالنسبة للمسافات المقطوعة.



الشكل1

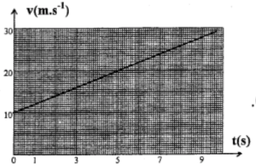
المعطيات:

- كتلة المجموعة (S) : $m = 1200\ kg$.
- الزاوية $\alpha = 10°$.
- شدة الثقالة $g = 9,80\ m.s^{-2}$.

1) دراسة الحركة المستقيمية للمجموعة (S)

تمر المجموعة (S) عند اللحظة $t_0 = 0$ من النقطة A وعند اللحظة $t_1=9,45s$ من النقطة B .

يمثل الشكل(2) تغيرات السرعة v لحركة G على القطعة AB بدلالة الزمن.



الشكل2

1.1- ما طبيعة حركة G على القطعة AB ؟ علل جوابك.

1.2- حدد مبيانيا قيمة التسارع a لحركة G.

1.3- احسب المسافة AB .

1.4- تخضع المجموعة (S) على القطعة BO لقوة الدفع $\vec{F}$ للمحرك وقوة احتكاك $\vec{f}$ شدتها $f = 500N$. نعتبر القوتين ثابتتين وموازيتين للقطعة BO.

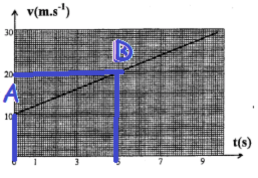
أوجد ، بتطبيق القانون الثاني لنيوتن، الشدة F لقوة الدفع لكي تبقى للمجموعة (S) نفس قيمة التسارع a لحركتها على القطعة AB .

حل الجزء الأول

1 - طبيعة حركة G على القطعة AB :

- حسب المعطيات ، القطعة AB مستقيمية و v(t) دالة خطية تكتب على الشكل التالي : $v(t) = a.t + v_0$
إذن حركة G مستقيمية ومتغيرة بانتظام .

2 - لتحديد قيمة التسارع a ، نستغل التمثيل المبيانيل لسرعة بدلالة الزمن t و ذلك بحساب المعامل الموجه للمستقيم



$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{V_D - V_A}{t_D - t_A}$$

$$a = \frac{20-10}{5-0} = 2m/s^2$$

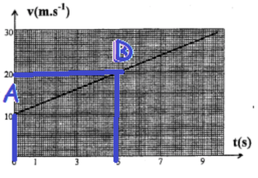
حل الجزء الأول

1 - طبيعة حركة G على القطعة AB :

- حسب المعطيات ، القطعة AB مستقيمية و v(t) ذالة خطية تكتب على الشكل التالي : $v(t) = a.t + v_0$

إذن حركة G مستقيمية ومتغيرة بانتظام .

2 - لتحديد قيمة التسارع a ، نستغل التمثيل المبيانيل لسرعة بدلالة الزمن t و ذلك بحساب المعامل الموجه للمستقيم



$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{V_D - V_A}{t_D - t_A}$$

$$a = \frac{20-10}{5-0} = 2m/s^2$$

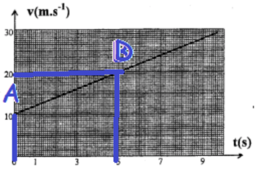
حل الجزء الأول

1 - طبيعة حركة G على القطعة AB :

- حسب المعطيات ، القطعة AB مستقيمية و v(t) ذالة خطية تكتب على الشكل التالي : $v(t) = a.t + v_0$

إذن حركة G مستقيمية ومتغيرة بانتظام .

2 - لتحديد قيمة التسارع a ، نستغل التمثيل المبيانيل لسرعة بدلالة الزمن t و ذلك بحساب المعامل الموجه للمستقيم



$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{V_D - V_A}{t_D - t_A}$$

$$a = \frac{20 - 10}{5 - 0} = 2m/s^2$$

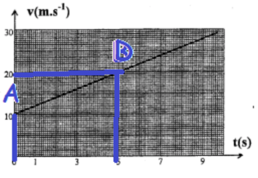
حل الجزء الأول

1 - طبيعة حركة G على القطعة AB :

1 - حسب المعطيات ، القطعة AB مستقيمية و v(t) ذالة خطية تكتب على الشكل التالي : $v(t) = a.t + v_0$

إذن حركة G مستقيمية ومتغيرة بانتظام .

2 2 - لتحديد قيمة التسارع a ، نستغل التمثيل المبيانيل لسرعة بدلالة الزمن t و ذلك بحساب المعامل الموجه للمستقيم



3

4 $$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{V_D - V_A}{t_D - t_A}$$

$$a = \frac{20-10}{5-0} = 2m/s^2$$

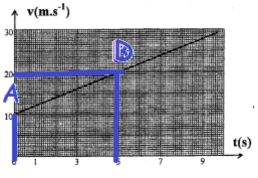
حل الجزء الأول

1 - طبيعة حركة G على القطعة AB :

1 - حسب المعطيات ، القطعة AB مستقيمية و v(t) ذالة خطية تكتب على الشكل التالي : $v(t) = a.t + v_0$

إذن حركة G مستقيمية ومتغيرة بانتظام .

2 - لتحديد قيمة التسارع a ، نستغل التمثيل المبيانيل لسرعة بدلالة الزمن t و ذلك بحساب المعامل الموجه للمستقيم 2



3

4

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{V_D - V_A}{t_D - t_A}$$

$$a = \frac{20 - 10}{5 - 0} = 2m/s^2$$

3- حساب المسافة AB :

1 بما أن حركة G مستقيمية ومتغيرة بانتظام فإن المعادلة الزمنية لهذه الحركة هي :

$$x(t) = \frac{1}{2}a.t^2 + v_0.t$$

2 لدينا حسب المعطيات : $a = 2m/s^2$ و $v_0 = 10m/s$ وبالتالي

$$x(t) = t^2 + 10.t$$

3 لدينا في النقطة A : $x(t=0) = x_A = 0$
وفي النقطة B :
et$x(t = 9,25s) = x_B = 9,25^2 + 10 \times 9,25 = 183,3m$
إذن

$$\boxed{AB = x_B - x_A = 183,3m}$$

3- حساب المسافة AB :

1 بما أن حركة G مستقيمية ومتغيرة بانتظام فإن المعادلة الزمنية لهذه الحركة هي :

$$x(t)=\frac{1}{2}a.t^2+v_0.t$$

2 لدينا حسب المعطيات : $a=2m/s^2$ و $v_0=10m/s$ وبالتالي

$$x(t)=t^2+10.t$$

3 لدينا في النقطة A : $x(t=0)=x_A=0$
وفي النقطة B :
et$x(t=9,25s)=x_B=9,25^2+10\times 9,25=183,3m$
إذن

$$\boxed{AB=x_B-x_A=183,3m}$$

3- حساب المسافة AB :

1. بما أن حركة G مستقيمية ومتغيرة بانتظام فإن المعادلة الزمنية لهذه الحركة هي :

$$x(t) = \frac{1}{2}a.t^2 + v_0.t$$

2. لدينا حسب المعطيات : $a = 2m/s^2$ و $v_0 = 10m/s$ وبالتالي

$$x(t) = t^2 + 10.t$$

3. لدينا في النقطة A : $x(t=0) = x_A = 0$
وفي النقطة B :
et$x(t = 9,25s) = x_B = 9,25^2 + 10 \times 9,25 = 183,3m$
إذن

$$\boxed{AB = x_B - x_A = 183,3m}$$

3- حساب المسافة AB :

1. بما أن حركة G مستقيمية ومتغيرة بانتظام فإن المعادلة الزمنية لهذه الحركة هي :

$$x(t) = \frac{1}{2}a.t^2 + v_0.t$$

2. لدينا حسب المعطيات : $a = 2m/s^2$ و $v_0 = 10m/s$ وبالتالي

$$x(t) = t^2 + 10.t$$

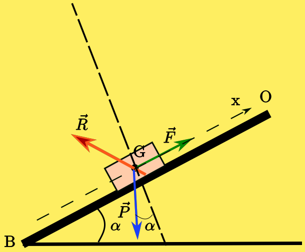
3. لدينا في النقطة A : $x(t=0) = x_A = 0$
وفي النقطة B :
et$x(t = 9,25s) = x_B = 9,25^2 + 10 \times 9,25 = 183,3m$
إذن

$$\boxed{AB = x_B - x_A = 183,3m}$$

4- تطبيق القانون الثاني لنيوتن:

1

$$\Sigma\vec{F}_{ext} = m.\vec{a}_G$$

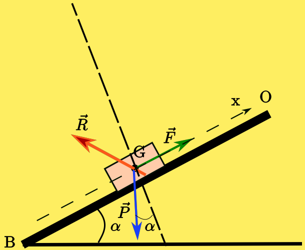


2

4- تطبيق القانون الثاني لنيوتن:

1

$$\Sigma\vec{F}_{ext} = m.\vec{a}_G$$

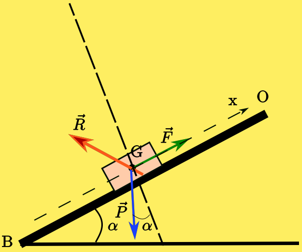


2

4- تطبيق القانون الثاني لنيوتن:

1

$$\Sigma \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}_G$$



2

1 جرد القوى المطبقة على المجموعة (S) :

$\vec{P}$ وزن المجموعة

$\vec{R}$ تأثير السطح المائل في المجموعة

$\vec{F}$ قوة الدفع

$$\boxed{\vec{P}+\vec{R}+\vec{F}=m.\vec{a}_G}$$

2 نسقط العلاقة المتجهية على المحور Gx :

$$P_x+R_x+F_x=m.a_x$$

$$-mgsin(\alpha)-f+F=m.a$$

$$\boxed{F=m.a+mgsin(\alpha)+f}$$

3

$$F=1200\times 2+1200\times 9,8\times sin(10)+500=5\times 10^3 N$$

1 جرد القوى المطبقة على المجموعة (S) :

$\vec{P}$ وزن المجموعة

$\vec{R}$ تأثير السطح المائل في المجموعة

$\vec{F}$ قوة الدفع

$$\boxed{\vec{P}+\vec{R}+\vec{F}=m.\vec{a}_G}$$

2 نسقط العلاقة المتجهية على المحور Gx :

$$P_x+R_x+F_x=m.a_x$$

$$-mgsin(\alpha)-f+F=m.a$$

$$\boxed{F=m.a+mgsin(\alpha)+f}$$

3

$$F=1200\times 2+1200\times 9,8\times sin(10)+500=5\times 10^3 N$$

1 جرد القوى المطبقة على المجموعة (S) :

$\vec{P}$ وزن المجموعة

$\vec{R}$ تأثير السطح المائل في المجموعة

$\vec{F}$ قوة الدفع

$$\boxed{\vec{P}+\vec{R}+\vec{F}=m.\vec{a}_G}$$

2 نسقط العلاقة المتجهية على المحور Gx :

$$P_x+R_x+F_x=m.a_x$$

$$-mgsin(\alpha)-f+F=m.a$$

$$\boxed{F=m.a+mgsin(\alpha)+f}$$

3

$$F=1200\times 2+1200\times 9,8\times sin(10)+500=5\times 10^3 N$$

1 جرد القوى المطبقة على المجموعة (S) :

$\vec{P}$ وزن المجموعة

$\vec{R}$ تأثير السطح المائل في المجموعة

$\vec{F}$ قوة الدفع

$$\boxed{\vec{P}+\vec{R}+\vec{F}=m.\vec{a}_G}$$

2 نسقط العلاقة المتجهية على المحور Gx :

$$P_x+R_x+F_x=m.a_x$$

$$-mgsin(\alpha)-f+F=m.a$$

$$\boxed{F=m.a+mgsin(\alpha)+f}$$

3

$$F=1200\times 2+1200\times 9,8\times sin(10)+500=5\times 10^3 N$$

2) دراسة حركة المجموعة (S) في مجال الثقالة المنتظم

تصل المجموعة (S) إلى النقطة O بسرعة $\vec{v}_o$ قيمتها $v_o = 30 m.s^{-1}$ وتتابع حركتها لتسقط في النقطة E التي تبعد عن النقطة C بالمسافة $CE = 43m$. نأخذ لحظة بداية تجاوز (S) للخندق أصلا جديدا لمعلم الزمن حيث يكون G منطبقا مع O أصل المعلم $(\vec{Ox}, \vec{Oz})$ (الشكل1) .

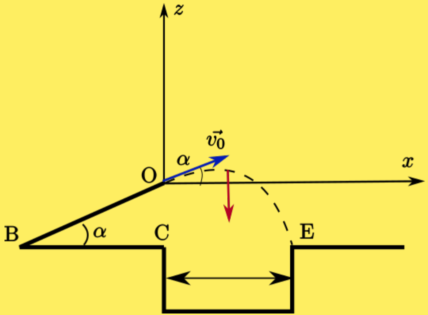
2.1- اكتب المعادلتين الزمنيتين $x(t)$ و $z(t)$ لحركة G في المعلم $(\vec{Ox}, \vec{Oz})$.

2.2- استنتج معادلة المسار، وحدد إحداثيتي قمته.

2.3- حدد الارتفاع h بين النقطتين C و O .

حل الجزء الثاني

1 - كتابة المعادلتين الزمنيتين x(t) و z(t) لحركة G في المعلم $(\vec{Ox}, \vec{Oz})$:

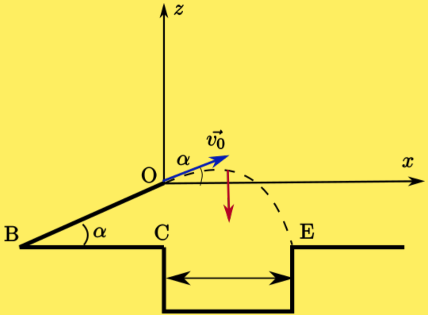


1 الشروط البدئية لحركة G في المعلم $(\vec{Ox}, \vec{Oz})$:

$$\vec{v}_0 \begin{cases} v_{0x} = v_0 cos(\alpha) \\ v_{0z} = v_0 sin(\alpha) \end{cases}$$

حل الجزء الثاني

1 - كتابة المعادلتين الزمنيتين x(t) و z(t) لحركة G في المعلم $(\vec{O}x, \vec{O}z)$:



1. الشروط البدئية لحركة G في المعلم $(\vec{O}x, \vec{O}z)$:

$$\vec{v}_0 \begin{cases} v_{0x} = v_0 cos(\alpha) \\ v_{0z} = v_0 sin(\alpha) \end{cases}$$

1 نطبق القانون الثاني لنيوتن على المجموعة (S) :

$$\overrightarrow{P} = m.\overrightarrow{a}_G \quad (1)$$

2 نسقط العلاقة (1) على المحور (Ox) :

$$P_x = m.a_x \implies m.a_x = 0 \implies a_x = 0$$

3

$$\frac{dv_x}{dt} = 0 \implies v_x = v_{0x} = v_0 cos(\alpha)$$

4

$$v_x = \frac{dx}{dt} = v_0 cos(\alpha) \implies x = (v_0 cos(\alpha)).t + x_0$$

5 حسب الشروط البدئية $x_0 = 0$ وبالتالي :

$$x = (v_0 cos(\alpha)).t$$

$$\boxed{x = 30 \times cos(10).t = 29,5.t}$$

1. نطبق القانون الثاني لنيوتن على المجموعة (S) :

$$\overrightarrow{P} = m.\overrightarrow{a}_G \quad (1)$$

2. نسقط العلاقة (1) على المحور (Ox) :

$$P_x = m.a_x \implies m.a_x = 0 \implies a_x = 0$$

3. $$\frac{dv_x}{dt} = 0 \implies v_x = v_{0x} = v_0 cos(\alpha)$$

4. $$v_x = \frac{dx}{dt} = v_0 cos(\alpha) \implies x = (v_0 cos(\alpha)).t + x_0$$

5. حسب الشروط البدئية $x_0 = 0$ وبالتالي :

$$x = (v_0 cos(\alpha)).t$$

$$\boxed{x = 30 \times cos(10).t = 29,5.t}$$

1. نطبق القانون الثاني لنيوتن على المجموعة (S) :

$$\overrightarrow{P} = m.\overrightarrow{a}_G \quad (1)$$

2. نسقط العلاقة (1) على المحور (Ox) :

$$P_x = m.a_x \implies m.a_x = 0 \implies a_x = 0$$

3. $$\frac{dv_x}{dt} = 0 \implies v_x = v_{0x} = v_0 cos(\alpha)$$

4. $$v_x = \frac{dx}{dt} = v_0 cos(\alpha) \implies x = (v_0 cos(\alpha)).t + x_0$$

5. حسب الشروط البدئية $x_0 = 0$ وبالتالي :

$$x = (v_0 cos(\alpha)).t$$

$$\boxed{x = 30 \times cos(10).t = 29,5.t}$$

1 نطبق القانون الثاني لنيوتن على المجموعة (S) :

$$\overrightarrow{P} = m.\overrightarrow{a}_G \quad (1)$$

2 نسقط العلاقة (1) على المحور (Ox) :

$$P_x = m.a_x \implies m.a_x = 0 \implies a_x = 0$$

3

$$\frac{dv_x}{dt} = 0 \implies v_x = v_{0x} = v_0 cos(\alpha)$$

4

$$v_x = \frac{dx}{dt} = v_0 cos(\alpha) \implies x = (v_0 cos(\alpha)).t + x_0$$

5 حسب الشروط البدئية $x_0 = 0$ وبالتالي :

$$x = (v_0 cos(\alpha)).t$$

$$\boxed{x = 30 \times cos(10).t = 29,5.t}$$

1 نطبق القانون الثاني لنيوتن على المجموعة (S) :

$$\overrightarrow{P} = m.\overrightarrow{a}_G \quad (1)$$

2 نسقط العلاقة (1) على المحور (Ox) :

$$P_x = m.a_x \implies m.a_x = 0 \implies a_x = 0$$

3

$$\frac{dv_x}{dt} = 0 \implies v_x = v_{0x} = v_0 cos(\alpha)$$

4

$$v_x = \frac{dx}{dt} = v_0 cos(\alpha) \implies x = (v_0 cos(\alpha)).t + x_0$$

5 حسب الشروط البدئية $x_0 = 0$ وبالتالي :

$$x = (v_0 cos(\alpha)).t$$

$$\boxed{x = 30 \times cos(10).t = 29,5.t}$$

1 نطبق القانون الثاني لنيوتن على المجموعة (S) :

$$\overrightarrow{P} = m.\overrightarrow{a}_G \quad (1)$$

2 نسقط العلاقة (1) على المحور (Ox) :

$$P_x = m.a_x \implies m.a_x = 0 \implies a_x = 0$$

3

$$\frac{dv_x}{dt} = 0 \implies v_x = v_{0x} = v_0 cos(\alpha)$$

4

$$v_x = \frac{dx}{dt} = v_0 cos(\alpha) \implies x = (v_0 cos(\alpha)).t + x_0$$

5 حسب الشروط البدئية $x_0 = 0$ وبالتالي :

$$x = (v_0 cos(\alpha)).t$$

$$\boxed{x = 30 \times cos(10).t = 29,5.t}$$

1 نسقط العلاقة (1) على المحور (Oz) :

$$P_z = m.a_z \implies m.a_z = -m.g \implies a_z = -g$$

2

$$\frac{dv_z}{dt} = -g \implies v_z = -g.t + v_{0z} = -g.t + v_0 sin(\alpha)$$

3

$$v_z = \frac{dz}{dt} = -g.t + v_0 sin(\alpha) \implies z = -\frac{1}{2}.g.t^2 + (v_0 sin(\alpha)).t + z_0$$

4 حسب الشروط البدئية $z_0 = 0$ وبالتالي :

$$z = -\frac{1}{2}.g.t^2 + (v_0 sin(\alpha)).t$$

$$\boxed{z = -4,9 \times t^2 + 30 \times sin(10).t = -4,9.t^2 + 5,21.t}$$

1 نسقط العلاقة (1) على المحور (Oz) :

$$P_z = m.a_z \implies m.a_z = -m.g \implies a_z = -g$$

2

$$\frac{dv_z}{dt} = -g \implies v_z = -g.t + v_{0z} = -g.t + v_0 sin(\alpha)$$

3

$$v_z = \frac{dz}{dt} = -g.t + v_0 sin(\alpha) \implies z = -\frac{1}{2}.g.t^2 + (v_0 sin(\alpha)).t + z_0$$

4 حسب الشروط البدئية $z_0 = 0$ وبالتالي :

$$z = -\frac{1}{2}.g.t^2 + (v_0 sin(\alpha)).t$$

$$\boxed{z = -4,9 \times t^2 + 30 \times sin(10).t = -4,9.t^2 + 5,21.t}$$

1 نسقط العلاقة (1) على المحور (Oz) :

$$P_z = m.a_z \implies m.a_z = -m.g \implies a_z = -g$$

2

$$\frac{dv_z}{dt} = -g \implies v_z = -g.t + v_{0z} = -g.t + v_0 sin(\alpha)$$

3

$$v_z = \frac{dz}{dt} = -g.t + v_0 sin(\alpha) \implies z = -\frac{1}{2}.g.t^2 + (v_0 sin(\alpha)).t + z_0$$

4 حسب الشروط البدئية $z_0 = 0$ وبالتالي :

$$z = -\frac{1}{2}.g.t^2 + (v_0 sin(\alpha)).t$$

$$\boxed{z = -4,9 \times t^2 + 30 \times sin(10).t = -4,9.t^2 + 5,21.t}$$

1 نسقط العلاقة (1) على المحور (Oz) :

$$P_z = m.a_z \implies m.a_z = -m.g \implies a_z = -g$$

2

$$\frac{dv_z}{dt} = -g \implies v_z = -g.t + v_{0z} = -g.t + v_0 sin(\alpha)$$

3

$$v_z = \frac{dz}{dt} = -g.t + v_0 sin(\alpha) \implies z = -\frac{1}{2}.g.t^2 + (v_0 sin(\alpha)).t + z_0$$

4 حسب الشروط البدئية $z_0 = 0$ وبالتالي :

$$z = -\frac{1}{2}.g.t^2 + (v_0 sin(\alpha)).t$$

$$\boxed{z = -4,9 \times t^2 + 30 \times sin(10).t = -4,9.t^2 + 5,21.t}$$

1 نسقط العلاقة (1) على المحور (Oz) :

$$P_z = m.a_z \implies m.a_z = -m.g \implies a_z = -g$$

2

$$\frac{dv_z}{dt} = -g \implies v_z = -g.t + v_{0z} = -g.t + v_0 sin(\alpha)$$

3

$$v_z = \frac{dz}{dt} = -g.t + v_0 sin(\alpha) \implies z = -\frac{1}{2}.g.t^2 + (v_0 sin(\alpha)).t + z_0$$

4 حسب الشروط البدئية $z_0 = 0$ وبالتالي :

$$z = -\frac{1}{2}.g.t^2 + (v_0 sin(\alpha)).t$$

$$\boxed{z = -4,9 \times t^2 + 30 \times sin(10).t = -4,9.t^2 + 5,21.t}$$

2 ـ معادلة المسار :

للحصول على معادلة المسار نقصي الزمن t بين x(t) و z(t) .

من خلال المعادلة x(t) لدينا :

$$t = \frac{x}{v_0 cos(\alpha)}$$

نعوض في المعادلة z(t)

$$z = -\frac{1}{2}g.\frac{x^2}{v_0^2 cos^2(\alpha)} + \frac{v_0 sin(\alpha)}{v_0 cos(\alpha)}.x$$

$$z = -\frac{1}{2}g.\frac{x^2}{v_0^2 cos^2(\alpha)} + x.tan(\alpha)$$

$$\boxed{z = -5,61.10^{-3}.x^2 + 0,176.x}$$

2 ـ معادلة المسار :

1. للحصول على معادلة المسار نقصي الزمن t بين x(t) و z(t) .
2. من خلال المعادلة x(t) لدينا :

$$t = \frac{x}{v_0 cos(\alpha)}$$

3. نعوض في المعادلة z(t)

$$z = -\frac{1}{2}g.\frac{x^2}{v_0^2 cos^2(\alpha)} + \frac{v_0 sin(\alpha)}{v_0 cos(\alpha)}.x$$

$$z = -\frac{1}{2}g.\frac{x^2}{v_0^2 cos^2(\alpha)} + x.tan(\alpha)$$

$$\boxed{z = -5,61.10^{-3}.x^2 + 0,176.x}$$

2 ـ معادلة المسار :

1 للحصول على معادلة المسار نقصي الزمن t بين x(t) و z(t) .

2 من خلال المعادلة x(t) لدينا :

$$t = \frac{x}{v_0 cos(\alpha)}$$

3 نعوض في المعادلة z(t)

$$z = -\frac{1}{2}g.\frac{x^2}{v_0^2 cos^2(\alpha)} + \frac{v_0 sin(\alpha)}{v_0 cos(\alpha)}.x$$

$$z = -\frac{1}{2}g.\frac{x^2}{v_0^2 cos^2(\alpha)} + x.tan(\alpha)$$

$$\boxed{z = -5,61.10^{-3}.x^2 + 0,176.x}$$

2 ـ معادلة المسار :

1. للحصول على معادلة المسار نقصي الزمن t بين x(t) و z(t) .
2. من خلال المعادلة x(t) لدينا :

$$t = \frac{x}{v_0 cos(\alpha)}$$

3. نعوض في المعادلة z(t)

$$z = -\frac{1}{2} g . \frac{x^2}{v_0^2 cos^2(\alpha)} + \frac{v_0 sin(\alpha)}{v_0 cos(\alpha)} . x$$

$$z = -\frac{1}{2} g . \frac{x^2}{v_0^2 cos^2(\alpha)} + x . tan(\alpha)$$

$$\boxed{z = -5,61.10^{-3} . x^2 + 0,176 . x}$$

ـ إحداثيات قمة المسار F :

1 عند القمة F تنعدم السرعة v_z ، أي

$$v_z = -g.t + v_0 sin(\alpha) = 0$$

2 أي أن المدة اللازمة لكي تصل G لقمة المسار ، انطلاقا من O هي :

$$t_1 = \frac{v_0 sin(\alpha)}{g} = 0,53s$$

3 نعوض في x(t) و z(t) فنحصل على إحداثيات قمة المسار :

$$F : \begin{cases} x_F = 29,4.t_1 = 15,7m \\ z_F = -4,9.t_1^2 + 5,21.t_1 = 1,38m \end{cases}$$

ـ إحداثيات قمة المسار F :

1 عند القمة F تنعدم السرعة v_z ، أي

$$v_z = -g.t + v_0 sin(\alpha) = 0$$

2 أي أن المدة اللازمة لكي تصل G لقمة المسار ، انطلاقا من O هي :

$$t_1 = \frac{v_0 sin(\alpha)}{g} = 0,53s$$

3 نعوض في x(t) و z(t) فنحصل على إحداثيات قمة المسار :

$$F : \begin{cases} x_F = 29,4.t_1 = 15,7m \\ z_F = -4,9.t_1^2 + 5,21.t_1 = 1,38m \end{cases}$$

ـ إحداثيات قمة المسار F :

1 عند القمة F تنعدم السرعة v_z ، أي

$$v_z = -g.t + v_0 sin(\alpha) = 0$$

2 أي أن المدة اللازمة لكي تصل G لقمة المسار ، انطلاقا من O هي :

$$t_1 = \frac{v_0 sin(\alpha)}{g} = 0,53s$$

3 نعوض في x(t) و z(t) فنحصل على إحداثيات قمة المسار :

$$F : \begin{cases} x_F = 29,4.t_1 = 15,7m \\ z_F = -4,9.t_1^2 + 5,21.t_1 = 1,38m \end{cases}$$

ـ إحداثيات قمة المسار F :

1. عند القمة F تنعدم السرعة v_z ، أي

$$v_z = -g.t + v_0 sin(\alpha) = 0$$

2. أي أن المدة اللازمة لكي تصل G لقمة المسار ، انطلاقا من O هي :

$$t_1 = \frac{v_0 sin(\alpha)}{g} = 0,53s$$

3. نعوض في x(t) و z(t) فنحصل على إحداثيات قمة المسار :

$$F : \begin{cases} x_F = 29,4.t_1 = 15,7m \\ z_F = -4,9.t_1^2 + 5,21.t_1 = 1,38m \end{cases}$$

3 ــ تحديد الإرتفاع h بين النقطتين C و O :

لدينا CE=43m و معادلة المسار :

$$\boxed{z = -5,61.10^{-3}.x^2 + 0,176.x}$$

عندما تصل G إلى النقطة E ، لدينا : $x_E = CE = 43m$ و $z_E = -h$

نعوض في معادلة المسار :

$$-h = -5,61 \times 10^{-3} \times 43^2 + 0,176 \times 43$$

$$h = 2,8m$$

3 ـ تحديد الإرتفاع h بين النقطتين C و O :

1 لدينا CE=43m و معادلة المسار :

$$\boxed{z = -5,61.10^{-3}.x^2 + 0,176.x}$$

عندما تصل G إلى النقطة E ، لدينا : $x_E = CE = 43m$ و $z_E = -h$

2 نعوض في معادلة المسار :

$$-h = -5,61 \times 10^{-3} \times 43^2 + 0,176 \times 43$$

$$h = 2,8m$$

3 ــ تحديد الإرتفاع h بين النقطتين C و O :

1 لدينا CE=43m و معادلة المسار :

$$\boxed{z = -5,61.10^{-3}.x^2 + 0,176.x}$$

عندما تصل G إلى النقطة E ، لدينا : $x_E = CE = 43m$ و $z_E = -h$

2 نعوض في معادلة المسار :

$$-h = -5,61 \times 10^{-3} \times 43^2 + 0,176 \times 43$$

$$h = 2,8m$$