Université Hassiba Benbouali de Chlef Lundi, 18 mars 2014

Faculté de Génie Civil et d'Architecture DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

Licence d'Architecture L1 Physique du bâtiment 1 - Examen du S1 Durée : 01h30mn

Exercice 01 : (06 pts).

1. Donner la dimension de R dans l'expression de la force :

$$F = \frac{h}{t}.\boldsymbol{R}, \qquad \text{avec } h : \text{la hauteur et } t : \text{le temps.}$$

2. La formule physique de l'accélération $\boldsymbol{a}$ suivante, est-elle correcte dimensionnellement!? Fait une analyse dimensionnelle.

$$\boldsymbol{a} = R.m.t^2, \qquad \text{avec } m : \text{la masse.}$$

Exercice 02 : (08 pts).

I. Soit les deux vecteurs forces : $\overrightarrow{F_1} = \vec{\imath} + 2\vec{\jmath} - \vec{k}$ et $\overrightarrow{F_2} = \vec{\imath} - \vec{\jmath} + 2\vec{k}$,

1. Déterminer le vecteur produit vectoriel $\vec{S}$;
2. Démontrer qu'on peut exprimer $\vec{S}$ en fonction du vecteur $\vec{u} = \vec{\imath} - \vec{\jmath} - \vec{k}$. En déduire un vecteur unitaire pour $\vec{S}$. Conclure.
3. Déterminer la surface du triangle limitée par les deux vecteurs $\overrightarrow{F_1}$ et $\overrightarrow{F_2}$.
4. Pour quelle condition sur x et y les vecteurs $\vec{v} = x.\vec{\imath} + y.\vec{\jmath}$ et $\vec{S}$ sont colinéaires.

II. Déterminer le barycentre de la figure plane de couleur grise (fig. 1).

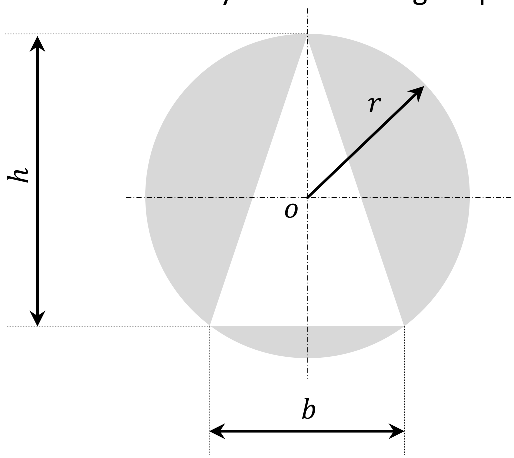


Fig. 1.

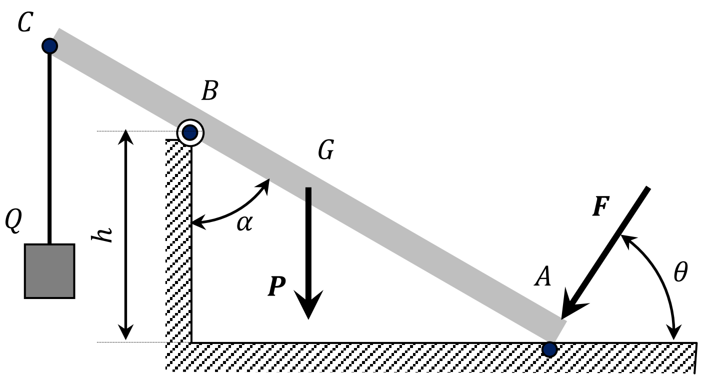


Fig. 2.

Exercice 03 : (06 pts).

Soit une potence constituée d'une barre homogène de masse m et de longueur l. La barre est posée librement sur une terrasse au point A. A cette extrémité, l'ouvrier appuie sur la barre, pour empêcher son balancement et la maintenir au sol, d'une force F perpendiculaire à la barre et fait un angle θ du sol.

A une distance du 2/3 de sa longueur, la barre est articulée au point B, à un mur de hauteur h, au bord de la terrasse. Voir fig. 2.

Dans l'autre extrémité de la barre, au point C, on attache un câble de poids négligeable devant sa tension, pour lever une charge Q de masse m_c.

1. Faire le bilan des forces s'exerçant sur la barre pour maintenir son équilibre.
2. Exprimer les conditions d'équilibre de la barre et déterminer les réactions dans les liaisons A et B ainsi que la tension du fil au point C.
3. Démontrer que si on la barre est appuyée simplement au point B, l'équilibre ne peut être maintenu si l'angle θ = 90°.

Bonne chance Chargé du module : OMAR El-Hadj

جامعة حسيبة بن بوعلي بالشلف — الأثنين، 18 مارس 2014

كلية الهندسة المدنية والمعمارية — قســم الهندســة المعماريــة

ليسانس L1 — فيزياء البناية 1 – امتحان السداسي S1 — المدة : 01سا و 30د

التمرين 1 : (06 نقاط)

1. أوجد بُعد R في علاقة القوة التالية :

$F = \frac{h}{t}.\boldsymbol{R}$ ، حيث h : الارتفاع و t : الزمن.

2. هل علاقة التسارع $\boldsymbol{a}$ التالية صحيحة بعديا !؟ أجب باستخدام التحليل البعدي.

$\boldsymbol{a} = R.m.t^2$ ، حيث : الكتلة.

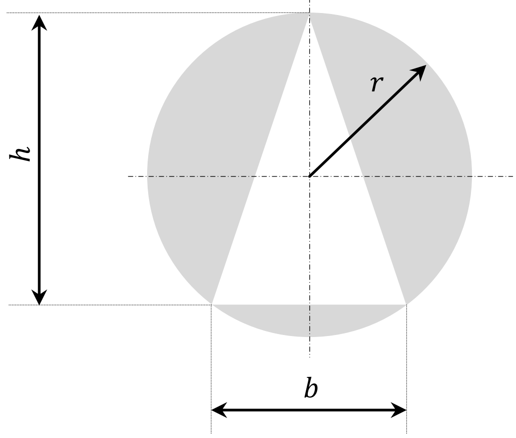
التمرين 2 : (08 نقاط)

I. ليكن شعاعا القوتين التاليان :

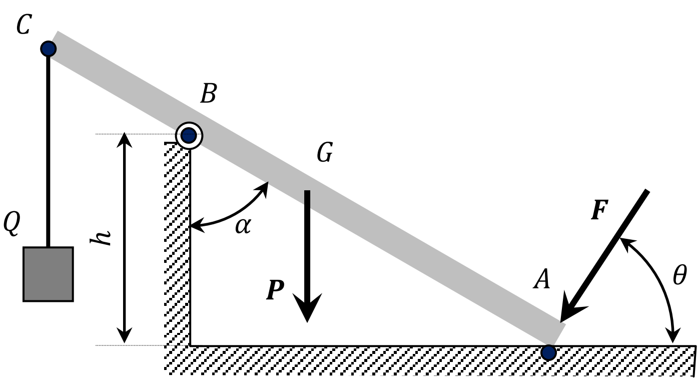
$\overrightarrow{F_1} = \vec{\imath} + 2\vec{\jmath} - \vec{k}$ و $\overrightarrow{F_2} = \vec{\imath} - \vec{\jmath} + 2\vec{k}$ ،

1. أوجد الجداء الشعاعي للقوتين $\vec{S}$؛
2. أثبت أنه يمكن كتابة $\vec{S}$ بدلالة الشعاع $\vec{u} = \vec{\imath} - \vec{\jmath} - \vec{k}$. استنتج شعاع الوحدة للشعاع $\vec{S}$. ماذا تلاحظ!؟
3. أوجد المساحة المثلثية المحددة بين الشعاعين $\overrightarrow{F_1}$ و $\overrightarrow{F_2}$؛
5. من أجل أي شرط على x و y، يكون للشعاعين $\vec{v} = x.\vec{\imath} + y\vec{\jmath}$ و $\vec{S}$ نفس الحامل؟

II. أوجد مركز الثقل للشكل الملون بالرمادي (الشكل 1).:



الشكل 1



الشكل 2

التمرين 2 : (06 نقاط)

تتألف رافعة تقليدية من عارضة متجانسة كتلتها m وطولها l. تستند العارضة بحرية على سطح بناية في النقطة A، حيث يقوم العامل بالضغط على العارضة لمنع افلاتها ولتثبيتها على الأرضية بقوة F عمودية على العارضة و مائلة بزاوية θ عن الأرضية.

على مسافة الثلثين (3/2) من طولها تتمفصل العارضة بالنقطة B على حائط بارتفاع h على حافة الأرضية (الشكل 2).

بالطرف الآخر من العارضة، في النقطة C، نربط حبلا مهمل الكتلة بالنسبة لتوتره لرفع حمل Q كتلته $_c$.

1. أوجد حوصلة القوى المؤثرة على العارضة للحفاظ على توازنها؛
2. أكتب علاقات شروط توازن العارضة وأوجد ردود الأفعال بالوصلتين A و B وكذلك توتر الخيط بالنقطة C؛
3. أثبت أنه لو كانت العارضة مستندة بحرّية، بالنقطة B، فإن التوازن يكون مستحيلا بزاوية $\theta = 90°$.

بالتوفيـــق — المكلف بالمقياس : عمر الحاج

Université Hassiba Benbouali de Chlef Lundi, 20 mars 2014
Faculté de Génie Civil et d'Architecture DEPARTEMENT D'ARCHITECTURE

Licence d'Architecture L1 **Physique du bâtiment 1 – Corrigé de l'Examen du S1**

Corrigé de l'exercice 01 :

1. Dimension de R :

$$F = \frac{h}{t}.\boldsymbol{R} \Longrightarrow \boldsymbol{R} = \frac{F}{h}.t$$

D'où : $[\boldsymbol{R}] = \frac{[F]}{[h]}.[t] = M.L.T^{-2}.L^{-1}.T = M.T^{-1}$

2. Analyse dimensionnelle :

$$\boldsymbol{a} = R.m.t^2 \,, \qquad \text{avec } m : \text{la masse.}$$

Cette formule est dimensionnellement correcte si elle correspond à sa forme dimensionnelle :

$[\boldsymbol{a}]^{\alpha}.[R]^{\beta}.[m]^{\gamma}.[t]^{\delta} = 1$ (*)

$[\boldsymbol{a}] = M.T^{-2}$; $[R] = M.T^{-1}$

Remplaçons les paramètres par ses dimensions de base :

$$(L.T^{-2})^{\alpha}.(M.T^{-1})^{\beta}.M^{\gamma}.T^{\delta} = 1$$

Soit,

$$L^{\boldsymbol{\alpha}}.M^{\beta+\gamma}.T^{-\boldsymbol{2\alpha}-\beta+\delta} = 1$$

Les dimensions L, M et T sont de base. L'équation alors est physiquement impossible. Mathématiquement, L'égalité est valide si et seulement si :

$$\begin{cases} \boldsymbol{\alpha} = 0 \\ \beta + \gamma = 0 \Rightarrow \gamma = -\beta \\ -2\boldsymbol{\alpha} - \beta + \delta = 0 \Rightarrow \delta = \beta \end{cases}$$

Remplaçons dans l'équation (*) en posant $\beta = 1$:

$$[\boldsymbol{a}]^{\boldsymbol{0}}.[R].[m]^{-1}.[t] = 1 \text{ , d'où :}$$

La formule est incorrecte dimensionnellement. La dimension de l'accélération ne peut être exprimée par une dimension d'une masse.

Corrigé de l'exercice 02 :

I. Opérations sur les vecteurs :

1. Vecteur produit vectoriel :

$$\overrightarrow{F_1} = \vec{\imath} + 2\vec{\jmath} - \vec{k} \ ; \ \overrightarrow{F_2} = \vec{\imath} - \vec{\jmath} + 2\vec{k},$$

$$\vec{S} = \overrightarrow{F_1} \wedge \overrightarrow{F_2} = \begin{cases} 1 & \vec{\imath} \\ 2 & \vec{\jmath} \\ -1 & \vec{k} \end{cases} \wedge \begin{cases} 1 & \vec{\imath} \\ -1 & \vec{\jmath} \\ 2 & \vec{k} \end{cases} = \begin{cases} 3 & \vec{\imath} \\ -3 & \vec{\jmath} \\ -3 & \vec{k} \end{cases} = 3\vec{\imath} - 3\vec{\jmath} - 3\vec{k}$$

2. $\vec{S}$ peut être exprimé en fonction de $\vec{u} = \vec{\imath} - \vec{\jmath} - \vec{k}$:

$$\vec{S} = 3\vec{\imath} - 3\vec{\jmath} - 3\vec{k} = 3(\vec{\imath} - \vec{\jmath} - \vec{k}) = 3\vec{u}$$

$$\|\vec{S}\| = 3\|\vec{u}\| = 3\sqrt{3}$$

On pose $\vec{t}$, un vecteur unitaire de $\vec{S}$, alors :

$$\vec{S} = \|\vec{S}\|.\vec{t} = \|\vec{S}\|.\frac{\vec{S}}{\|\vec{S}\|} = \|\vec{S}\|.\frac{3\vec{u}}{3\sqrt{3}} = \|\vec{S}\|.\frac{\vec{u}}{\sqrt{3}}\,,$$

D'où :

$$\vec{t} = \frac{\vec{u}}{\sqrt{3}} \textit{ est un vecteur unitaire de } \vec{S}.$$

En conclusion : $\vec{S} = 3\vec{u} = 3\sqrt{3}\vec{t}$

3. Surface de l'aire triangulaire S_T limitée par $\vec{F_1}$ et $\vec{F_2}$:

$$S_T = \frac{\|\vec{F_1} \wedge \vec{F_2}\|}{2} = \frac{\|\vec{S}\|}{2} = \frac{3\|\vec{u}\|}{2} = \frac{3\sqrt{3}}{2} \ \textit{unités de surface.}$$

4. Condition sur x et y pour que $\vec{v} = x.\vec{i} + y.\vec{j}$ et $\vec{S}$ sont colinéaires :

$$\vec{v} \parallel \vec{S} \Rightarrow \vec{v} \circ \vec{S} = 0 \Leftrightarrow (x.\vec{i} + y.\vec{j}) \circ 3(\vec{i} - \vec{j} - \vec{k}) = 3x - 3y - 0 = 0,$$

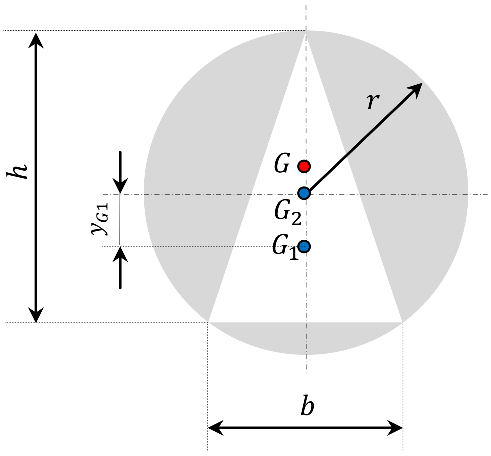
Soit,

$$x - y = 0 \Rightarrow x = y, \textit{qui est une équation d'une droite 1ère bissectrice.}$$

II. Détermination du barycentre :

Le corps plan est un disque, de surface S_1 de laquelle on a enlevé une surface triangulaire S_2 :

$$S = S_1 - S_2$$



A cause de la symétrie :

$$x_{G1} = x_{G2} = y_{G1} = 0,$$

$$y_{G1} = -\left(\frac{2}{3}h - r\right)$$

D'où :

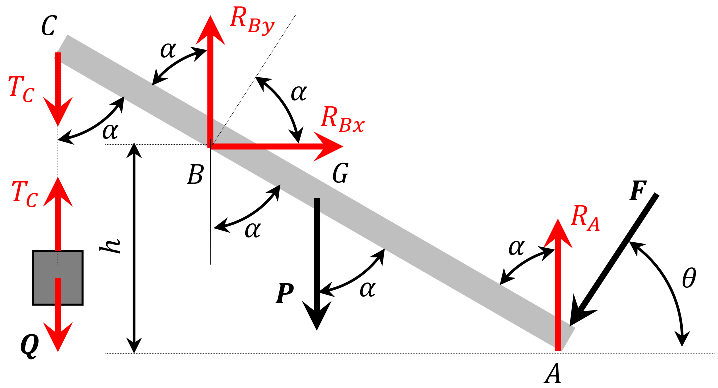
$$x_G = \frac{x_{G1}.S_1 - x_{G2}.S_2}{S_1 - S_2} = 0,$$

$$y_G = \frac{y_{G1}.S_1 - y_{G2}.S_2}{S_1 - S_2}$$

$$= \frac{0.\pi.r^2 - \left[-\left(\frac{2}{3}h - r\right)\right].\frac{h.b}{2}}{\pi.r^2 - \frac{h.b}{2}} = \frac{2b.h^2 - 3b.h.r}{3(\pi.r^2 - b.h)}$$

$$y_G = \frac{2b.h^2 - 3b.h.r}{3(\pi.r^2 - b.h)}$$

Corrigé de l'exercice 03 :



I. Articulation au point B :

1. Condition d'équilibre en translation de la barre :

$$\sum F_{ext}/x = 0 : R_{Bx} - F.\cos\theta = 0 \Rightarrow R_{Bx} = F.\cos\theta$$

2. Condition d'équilibre en translation de la charge :

$$\sum F_{ext}/x = 0 : T_C - Q = 0 \Rightarrow T_C = Q = m_C.g$$

3. Condition d'équilibre en rotation de la barre :

$$\sum M_{ext}/A = 0 : \overrightarrow{GA} \wedge \vec{P} + \overrightarrow{CA} \wedge \overrightarrow{T_C} - \overrightarrow{BA} \wedge \overrightarrow{R_{Bx}} - \overrightarrow{BA} \wedge \overrightarrow{R_{Bx}} = 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{l}{2}.P.\sin\alpha + l.T_C.\sin\alpha - \frac{2l}{3}.R_{Bx}.\cos\alpha - \frac{2l}{3}.R_{By}.\sin\alpha = 0$$

$$\Rightarrow R_{By} = \frac{\left(\frac{P}{2} + T_C\right).\sin\alpha - \frac{2}{3}.R_{Bx}.\cos\alpha}{\frac{2}{3}.\sin\alpha} = \frac{3}{2}\left(\frac{P}{2} + T_C\right) - R_{Bx}.\text{cotg}\,\alpha$$

$$R_{By} = \frac{3}{2}\left(\frac{m.g}{2} + T_C\right) - R_{Bx}.\text{cotg}\,\alpha$$

II. Appui simple au point B :

Condition d'équilibre en translation de la barre :

$$\sum F_{ext}/x = 0 : R_B.\cos\alpha = 0,$$

$$Alors\ que\ R_B\ est\ supposée\ pependiculaire\ à\ la\ barre\ R_B \neq 0.$$

$$L'équilibre\ est\ impossible. Le\ système\ devient\ un\ mécanisme.$$

Terminé, sauf erreur ou omission.