POLYTECHNIQ
MONTRÉAL

Questionnaire
ontrôle périodique 1

PHS1101

Sigle du cours

Iden ion de l'étudiant(e)			
Nom : Charles		Prénom : Cassy	
Signature :		Matricule : 1947085	Groupe : 3

Réservé
Q1 : 19 /50
Q2 : 49 /50
Q3 : 25 /50
Q4 : 29 /50
TOTAL : 122 / 200

t titre du cours			
PHS1101 anique pour ingénieurs			
Responsable	éphone	Groupe	Trimestre
Jérémie Villeneuve	4577	01	Automne 2022

Jour	Date	Durée	Heures
Mardi	4 octo	1 heure 50 minutes	18h30 à 20h20

Documentation	Calculatrice	Outils électroniques
☒ Aucune ☐ Toute ☐ Voir directives particulières	☐ Aucune ☐ Toutes ☒ Non programmable (AEP)	Les appareils électroniques personnels sont interdits.

Di s particulières

- **Vous vous engagez à faire cet e dividuellement.**
- Détaillez les étapes de vos soluti réponse sans justification ne vaut aucun point.
- Toute réponse finale doit être a ée des unités appropriées.
- Un aide-mémoire pour les form n cours se trouve à la fin de ce cahier.
- **Le professeur ne répondra à au tion durant cet examen.** Si vous pensez qu'il y a une erreur dans le questionnaire nez-le puis répondez du mieux que vous pouvez.

Important

Cet examen contient [ ] stions sur un total de [18] pages **(excluant cette page).**

La pondération de cet e st de [25] %

Vous devez répondre s e questionnaire ☐ le cahier ☐ les deux

Vous devez remettre le naire : ☒ oui ☐ non

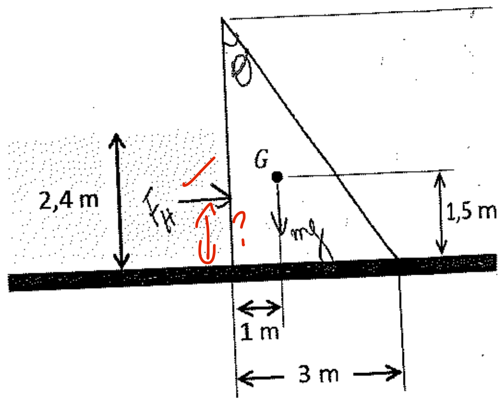
Matricule :

Question 1 (50 points) – Questions à court développeme

Répondez aux sous-questions suivantes en expliquant votreme ment et en incluant les équations pertinentes. **Une réponse sans justificationut aucun point.** Les sous-questions **A**, **B** et **C** sont indépendantes les unes des :

A. [10 points] À quelle(s) condition(s) l'équation $f_s = \mu_s$elle valide ?

B. [15 points] Calculer le module de la force exercr l'eau sur la butée triangulaire, puis dessiner le vecteur forca figure ci-dessous.

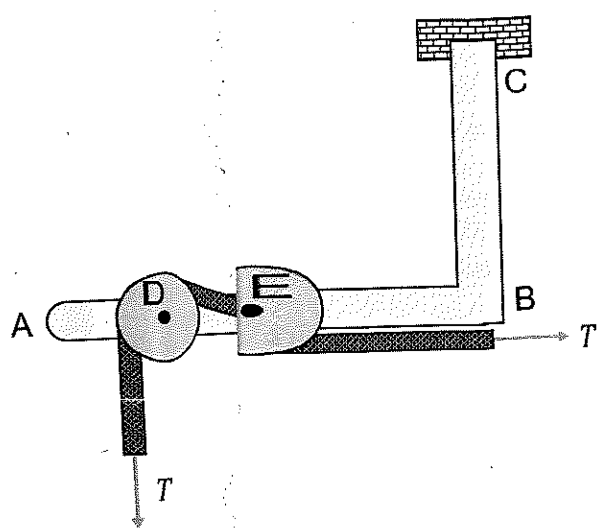


La dimension de la butée perpendiculaipage (épaisseur) vaut 2 m. La masse volumique de la butée 2400 kg/m³ et celle de l'eau vaut 1000 kg/m³. Le centre de masa butée est situé en G.

C. [25 points] Un ruban magnétique tendu passe paux poulies D et E de masses négligeables assemblées sur lrure ABC.

Faire le DCL :

i. Du système entier : membrure ABC, poulies En incluant le ruban.
ii. De la membrure ABC seulement.
iii. De la poulie D seulement.
iv. De la poulie E seulement.



2 force $f_s = \mu_s N$, dès s'il y a frottement sur une surface rugueuse avec un fluide Trop général -8

Le vecteur force est: $\rho g \frac{h}{2} A$

on calcule la

$\Rightarrow \theta = \tan^{-1}\left(\frac{3}{4{,}5}\right) = 33{,}69°$

-4

$F_H = 1000 \times 9{,}81 \times \frac{2{,}4}{2} \left(\vec{\imath}\ \cancel{\cos\theta}\ \sin\theta\right)$

7 $= 1000 \times 9{,}81 \times 1{,}2 \times 1 \cos 33{,}69 \times \sin 33{,}69$

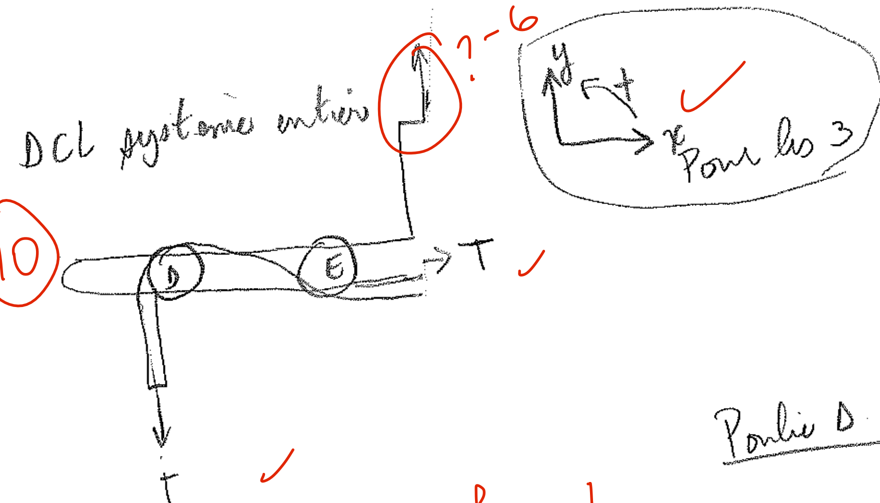
$= 13\,0\cancel{3}\cancel{4}3{,}34$ N

3 c.s. -1

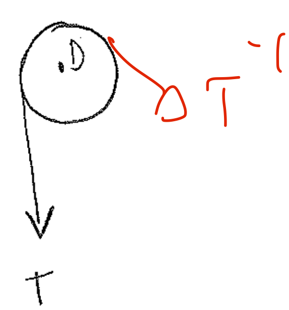
Position -3

DCL système entier ?-6

Pour les 3

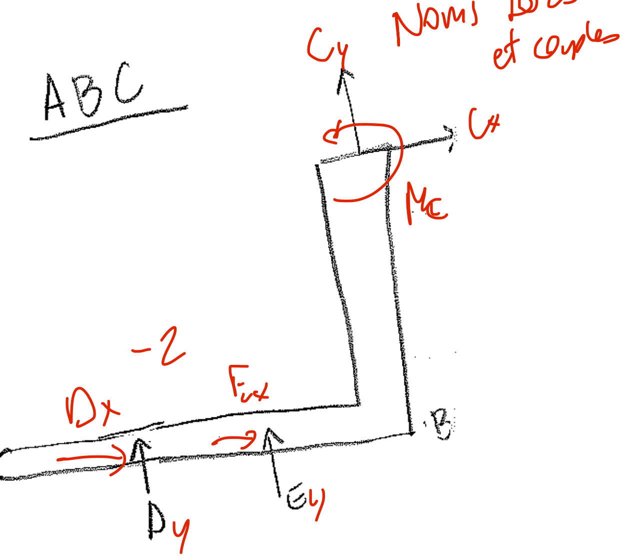
10 

Poulie D

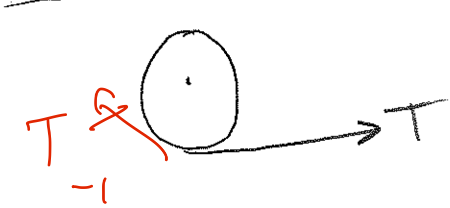


Pivots -4

ABC



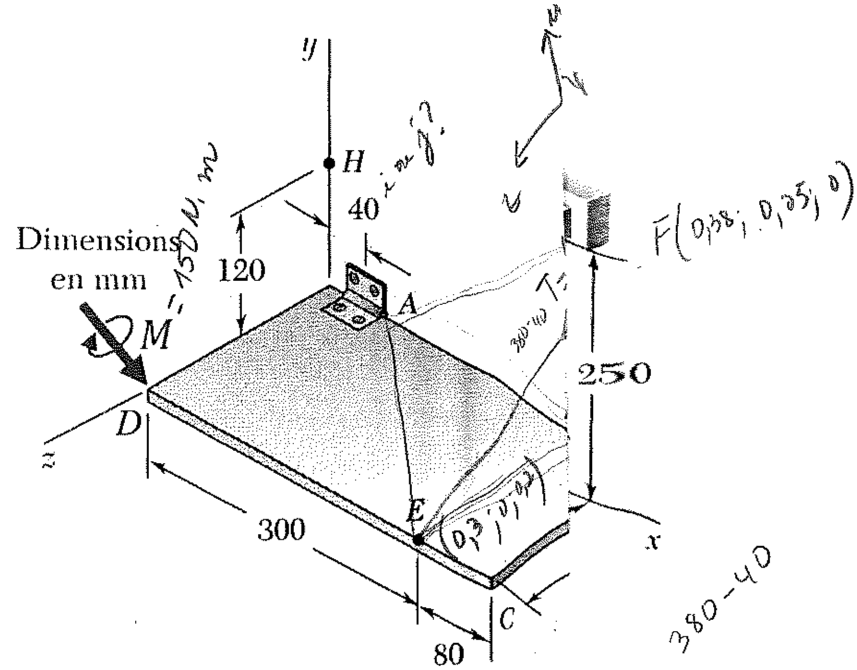
Poulie E



Question 2 (50 points)

La tablette illustrée sur la figure est supportée par le câble EF. La tension dans ce câble vaut $T = 400$ N.

De plus, un couple de module $M = 150$ N·m s'appliqua tablette au point D. L'orientation du vecteur moment $\vec{M}$ de ce couple est déc les angles directeurs $\theta_x = 20°$ et $\theta_y = 110°$.



A. [10 points] Exprimer le vecteur tension $\vec{T}$ qui s'e sur la tablette en coordonnées cartésiennes (utiliser les axa figure).

B. [10 points] Exprimer le vecteur moment du c $\vec{M}$ en coordonnées cartésiennes (utiliser les axes de la figur

C. [20 points] Calculer le système force-couple équià la tension $\vec{T}$ et au couple $\vec{M}$ au point A.

D. [10 points] Calculer le moment du couple équivalenpport à l'axe AB. Dans quel sens la tablette a-t-elle tendance à tautour de cet axe ?

exprime T en fct x, y et z

$$\vec{u}_{FE} = \frac{+0{,}25\vec{j} - 0{,}2\vec{k}}{\sqrt{0{,}08^2 + 0{,}25^2 + 0{,}2^2}} = \frac{0{,}08\vec{i} + 0{,}25\vec{j} - 0{,}2\vec{k}}{0{,}33}$$

10

;0;0,2)

,38 ;0,25;0)

$= (0{,}08; 0{,}25; -0{,}2)$ alors FE $= \frac{400}{0{,}33} \left(0{,}08\vec{i} + 0{,}25\vec{j} - 0{,}2\vec{k}\right)$ 1212,12

$$= 96{,}97\vec{i} + 303{,}03\vec{j} - 242{,}42\vec{k} \text{ N.m}$$

Expression du moment en coordonnées cartésiennes :
vu que le moment s'applique en x et y

$\theta x = \frac{M\vec{i}}{\text{Module de } M}$ — Calcule de M =

$\cos 20° = \frac{M\vec{i}}{150}$ — $110° = \frac{M\vec{j}}{150}$

10

$M\vec{i} = 150 \times \cos 20°$ — $M\vec{j} = 150 \times \cos 110$

$M\vec{i} = 140{,}95\vec{i}$ N.m — $M\vec{j} = -51{,}30\vec{j}$ N.m

alors $\vec{M} = 140{,}95\vec{i}$ $30\vec{j}$ N.m

Le système force couple dû à T et M au pt A

d'abord $\vec{F}$ $= 96{,}97\vec{i} + 303{,}03\vec{j} - 242{,}42\vec{k}$ N.m

Calcul des ~~...~~ du moment total :

Il faut projeter la tension au point A pour calculer ~~A~~ mon moment. Je ne suis pas sûre de mon calcul.

;0;0)

08; 0,25; -0,2)

$M_A = \vec{r}_{T/A} \times F = \vec{r}_{E/A} \times \vec{F}$

~~ds comme référence~~

~~(0,25; 0; 0,2)~~

$$\begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ 0{,}04 & 0{,}25 & -0{,}2 \\ 96{,}97 & 303{,}03 & -242{,}42 \end{vmatrix}$$

19

$= \vec{i}\,(-60{,}61 + 60{,}61) - \vec{j}\,(-9{,}69 + 19{,}39) + \vec{k}\,(12{,}12 - 24{,}24)$

$\vec{M}_{T/A}\vec{j} - 12{,}12\vec{k}$ N.m

du moment $+$

$140{,}95 - (51{,}30 - 9{,}7)\vec{j} - 12{,}12\,\vec{k}$

$\boxed{140{,}95\,\vec{\imath} + 41\,\vec{j} - 12{,}12\,\vec{k}\ \ N.m}$

10

Calcul du moment couple équivalent à AB ; $(\vec{M} \cdot \vec{u}_{AB})\,\vec{u}_{AB}$

$$u_{AB} = \frac{0{,}30\,\vec{\imath}}{\sqrt{0{,}30^2}} = \vec{\imath}$$

$(0{,}34 ; 0 ; 0)$

$(0{,}04 ; 0 ; 0)$

$\vec{AB}\ (0{,}30 ; 0 ; 0)$

$$(\vec{M} \cdot \vec{u}_{AB}) = 140{,}95 \times 1 - 61 - 12$$
$$= 67{,}95\ N.m$$

$$(\vec{M} \cdot \vec{u}_{AB})\,\vec{u}_{AB} = 67{,}95\,(\vec{\imath})$$
$$= 67{,}95\,\vec{\imath}\ N.m$$

vu que la composante en $\vec{\imath}$ est positive alors le moment tourne dans le sens antihoraire

Question 3 (50 points)

Un disque mince de rayon $R = 25$ cm et de poids $P = 10$ lpporté par trois câbles indépendants fixés de manière symétrique aux points A, situés à une distance $r = 20$ cm du centre O du disque. Les trois câbles sonhent attachés au point d'ancrage D situé à une distance $h = 40$ cm au-dessus de

On suppose pour l'instant que le disque est homogène, dire que son centre de masse correspond à son centre géométrique.

A. [30 points] Calculer le module de la tension dansi des câbles.

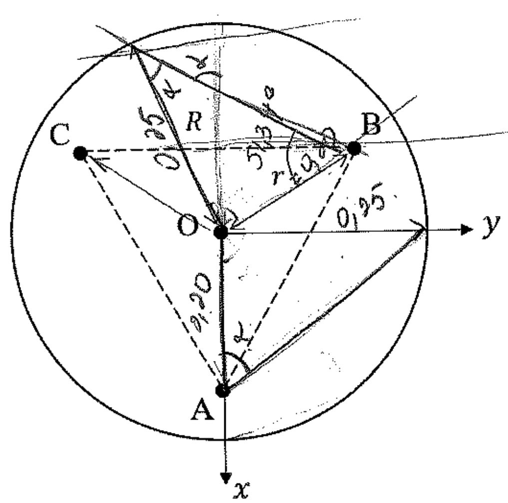
Supposons maintenant que le disque possède un défaut dation, de sorte que son centre de masse est décalé d'une distance $d = 1$ cm le loaxe x.

B. [10 points] Expliquer pourquoi le système ne peure en équilibre statique en position horizontale lorsque le ce masse du disque est décalé.

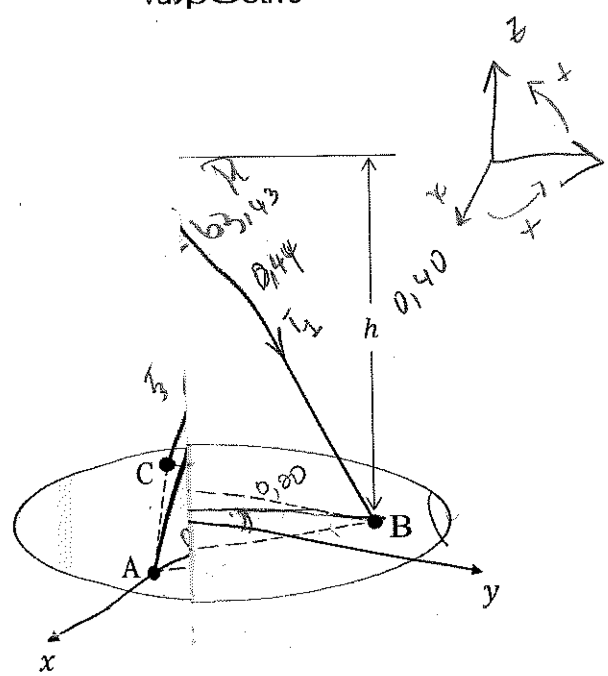
C. [10 points] On vous donne une petite bille de dns négligeables et de poids $W = 2$ N. Où faut-il placer la l le disque afin que le système soit en équilibre statique ?

Astuce : Calculer le système équivalet à W par rapport à un point de référence bien choisi.

Vue de haut



Vuspective



A) Le module de la tension de chacun des câble est

On calcule θ

$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{0,40}{0,20}\right)$ ✓

$\theta = 63,43°$ ✓

$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{0,20}{0,25}\right)$

$\alpha = 38,66°$

$T_{1x} = T_1 \sin\theta \cos\alpha =$

$T_{1y} = T_1 \sin\theta \sin\alpha$

$T_{1z} = -T_1 \cos\theta$

vu que tous les câbles sont également attachés, la tension est la m̂ pour tous les câbles ✓

−1 : symétrie

$T_1 \sin\theta \cos\alpha + T_1 \sin\theta \sin\alpha - T_1 \cos\theta =$

ou bien on obtient $T_1 = \cancel{\frac{T_{1x}}{\sin\theta\cos\alpha}} = \cancel{\frac{0,44}{\sin 63,43° \cos 38,66°}} =$

Avec pythagore

$\vec{DB} = \vec{DO}^2 + \vec{OB}$

$= \sqrt{0,40^2 + 0,20^2}$ ✓

$= 0,44$

$\cancel{T^2 = T_x^2 + T_y^2 + T_z^2}$

$\cancel{T^2 = T^2\sin^2\theta\cos\alpha^2 + T^2\sin\theta^2\sin\alpha^2 + T^2\cos\theta}$

$\cancel{T^2 = 3T \quad T = T}$

$\cancel{\Sigma F = T_1 + T_2 + T_3 - P = 0}$ ✓

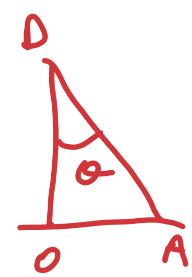
$\Sigma F_z = 0 \Rightarrow 3T\cos\theta - P = 0$ ✓

$3T\cos\theta = P$ ✓

$T = \frac{P}{3\cos\theta} = \frac{10}{3 \times \cos 63,43} = 7,45\ N$ ✓

−3 val.

Si



$T_z = T\sin\theta$

−4 : $T_z = \sim$

alors pour Pour 1 cable : on a $7,45\ N \div 3 = 2,48\ N$ qui est la tension de chacun des câble

✗ −1 : $\Sigma F_z = 3T\sin\theta - P = 0$

on a déjà compté les 3 cables !

A : $\frac{21}{30}$

B. Le système ne peut pas être en équilibre statique parce que les forces ne sont plus sur les m̂ lignes d'action. Donc d'autres forces interagissent. De plus, la vitesse au centre ne pas plus constante.

− 4 : $\vec{M}$? ; − 4 : $\vec{T}$? B : 2/10

C. Pas le temps de calculer mais il faut faire la somme des moments pour établir la distance de la bille et tirer m pour sommes des moments = 0
Puis on calcule avec

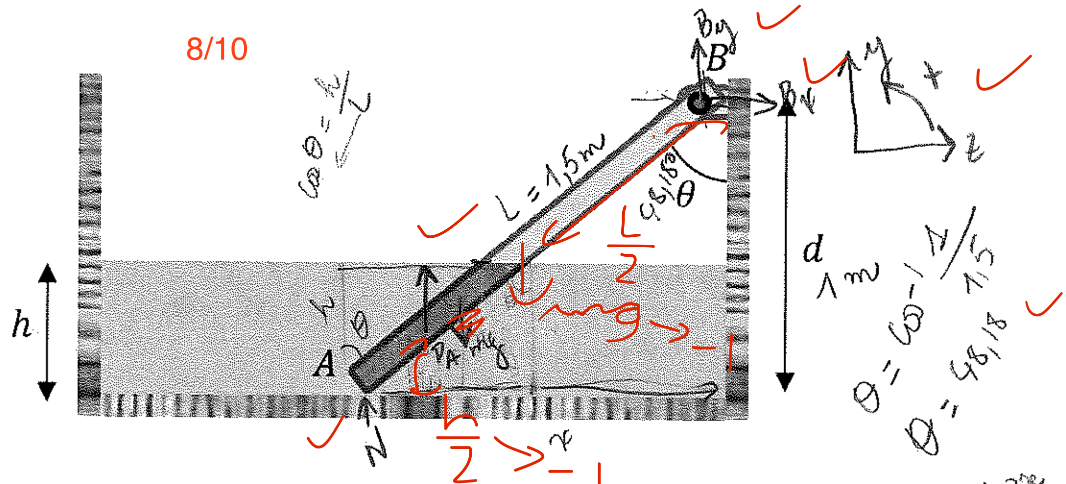
− 1 valeur
− 2 : $\Sigma \vec{M}$ = ...
− 4 : Système $\vec{P}$ / $\vec{W}$.
− 1 : $\vec{T}$?

C : $\frac{2}{10}$

Question 4 (50 points)

Une tige AB de masse m, de longueur $L = 1{,}5\ \mathrm{m}$ et de section carrée $S = 4\ \mathrm{cm}^2$ est disposée immobile dans un réservoir d'eau ($\rho_e = 1000\ \mathrm{kg/m^3}$), tel qu'illustré sur la figure ci-dessous. L'extrémité A repose au fond du réservoir tandis que l'extrémité B est reliée à la paroi latérale du réservoir à l'aide d'un pivot.

On donne $d = 1\ \mathrm{m}$. Le frottement peut être négligé dans ce problème.



A. [10 points] Faire le DCL de la tige dans la position montrée sur la figure.

B. [20 points] Déterminer la masse m de la tige sachant que celle-ci cesse d'être en contact avec le fond du réservoir dès que la hauteur de l'eau h dépasse la valeur $h_0 = 0{,}8\ \mathrm{m}$.

C. [20 points] Obtenir l'expression de la norme de la réaction en B en fonction de h, en supposant que $h \le h_0$. Discuter brièvement de l'influence de h sur la norme de la réaction.

$\sin\theta = \frac{x}{L}$

10/20

B. Calcul de la masse de la tige

$\sum F_y = 0 \to P_A - mg = 0$ J'ai fait une erreur

$P_A = mg$ $B_y + P_A - mg + N = 0$ Toutes les forces ne sont pas incluses

$0 \to -2$

$h_0 = 0{,}8\,m$

Calcul de P_A.

$1\,cm^2 = 1\times10^{-4}\,m^2$ -1 $P_A = \rho g V_{sub}$

Volume submergé :

$S \times h_0 = 0{,}004\,m^2 \times 0{,}8 = 0{,}0032$ $\times \to -1$

alors $P_A = 1000 \times 9{,}81 \times 0{,}0032$

$= 31{,}39\ kPa$ $\times \to -1$

alors la masse est

$P_A = mg$

$m = \frac{P_A}{g} = \frac{31{,}39}{9{,}81}$

$m = 3{,}2\,kg$ $\times \to -1$

Pour trouver N, je peux faire la somme des moments en B et avoir

~~$\sum M_B : N(L\sin\theta) - P_A(L\sin\theta) + mg(L\sin\theta) = 0$~~

$B_y = ?$

Il manque du travail -4

C. Pour obtenir la norme de B en fonction h on fait la somme des moments $= 0 \Rightarrow$

$\sum M_A : -P_A(L\sin\theta) + mg(L\sin\theta) + B_y(0) - B_x(h)$ $\times \to -1$ $\times \to -2$

$: -P_A L\sin\theta + mg\,L\sin\theta - B_x h = 0$

$0 \to -3$

$: -$

11/20

$-B_x h = P_A L\sin\theta - mg\,L\sin\theta$

$B_x = \frac{-P_A L\sin\theta + mg\,L\sin\theta}{h}$ $\times \to -1$

alors la somme des forces en y :

$\sum F_y : B_y + P_A - mg + N = 0$

Pas de conclusion -2

PHS1101 – Mécanique pour ingénieurs
Aide-mémoire

Moment d'une force :	$\vec{M}_O = \vec{r} \times \vec{F}$	Mouvement uniformément accéléré :	$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$
Moment d'une force par rapport à un axe :	$\vec{M}_{OO'} = (\vec{M}_O \cdot \hat{u}_{OO'})\hat{u}_{OO'}$		$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$
Moment d'un couple :	$M = Fd$		$v^2 = v_0^2 + 2\vec{a} \cdot (\vec{r} - \vec{r}_0)$
Système force-couple équivalent :	$\vec{R} = \sum \vec{F}_i$	Accélération non uniforme :	$\int_0^t dt = \int_{v_0}^{v} \frac{dv}{a(v)}$
	$\vec{M}_O^R = \sum \vec{M}_i + \sum \vec{r}_{Oi} \times \vec{F}_i$		$\int_{v_0}^{v} v dv = \int_{x_0}^{x} a(x) dx$
Équilibre statique :	$\sum \vec{F} = \vec{0}, \qquad \sum \vec{M}_O = \vec{0}$	Coordonnées polaires :	$\vec{r} = r\hat{u}_r$
Loi de Hooke :	$\vec{F} = -k(\vec{L} - \vec{L}_0)$		$\vec{v} = \dot{r}\hat{u}_r + r\dot{\theta}\hat{u}_t$
Frottement sec :	$f_{s,\max} = \mu_s N,$ $f_k = \mu_k N$		$\vec{a} = (\ddot{r} - r\dot{\theta}^2)\hat{u}_r + (r\ddot{\theta} + 2\dot{r}\dot{\theta})\hat{u}_t$
Pression :	$p = F_n/A, \qquad \tilde{p} = p - p_0$	Coordonnées normale et tangentielle :	$\vec{v} = v\hat{u}_t$
Principe de Pascal :	$p_2 = p_1 + \rho g h$		$\vec{a} = (v^2/\rho)\hat{u}_n + (dv/dt)\hat{u}_t$
Poussée d'Archimède :	$P_A = \rho g V$		$\rho(x) = \frac{[1 + (dy/dx)^2]^{3/2}}{\lvert d^2y/dx^2 \rvert}$
Force hydrostatique sur une paroi :	$F_H = \frac{\rho g h A}{2}$	Deuxième loi de Newton :	$\sum \vec{F} = m\vec{a}_{CM}$
Variables du mouvement :	$\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}, \qquad \vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$	Mouvement contraint :	$\sum \Delta\ell_i = 0$
	$\vec{r} = \vec{r}_0 + \int_0^t \vec{v} dt$	Travail d'une force :	$U = \int \vec{F} \cdot d\vec{r}$
	$\vec{v} = \vec{v}_0 + \int_0^t \vec{a} dt$	Énergie cinétique (particule) :	$T = \frac{1}{2}mv^2$
Variables du mouvement (angulaires) :	$\omega = \frac{d\theta}{dt}, \qquad \alpha = \frac{d\omega}{dt}$	Énergie potentielle :	$V_g = mgh$
	$\theta = \theta_0 + \int_0^t \omega dt$		$V_{res} = \frac{1}{2}k(L - L_0)^2$
	$\omega = \omega_0 + \int_0^t \alpha dt$	Énergie mécanique :	$E = T + V$
Mouvement relatif :	$\vec{r}_{B/A} = \vec{r}_B - \vec{r}_A$	Principe travail-énergie :	$\sum U = \Delta T, \qquad \sum U_{nc} = \Delta E$
	$\vec{v}_{B/A} = \vec{v}_B - \vec{v}_A$	Puissance :	$\bar{P} = U/\Delta t, \qquad P = dU/dt = \vec{F} \cdot \vec{v}$
	$\vec{a}_{B/A} = \vec{a}_B - \vec{a}_A$	Rendement	$\eta = P_{\text{sortie}}/P_{\text{entrée}}$

PHS1101 – Mécanique pour ingénieurs
Aide-mémoire

Quantité de mouvement (QM) :	$\vec{L} = m\vec{v}$ $\vec{L} = M\vec{v}_{CM}$
Principe impulsion-QM :	$\sum \vec{F} = \frac{d\vec{L}}{dt}$
	$\Delta\vec{L} = \int \sum \vec{F}\, dt$
Force moyenne :	$\vec{F}_{\text{moy}}\Delta t = \int \vec{F} dt$
Centre de masse :	$\vec{r}_{CM} = \frac{\sum m_i \vec{r}_i}{\sum m_i}$
	$\vec{v}_{CM} = \frac{\sum m_i \vec{v}_i}{\sum m_i}$
	$\vec{a}_{CM} = \frac{\sum m_i \vec{a}_i}{\sum m_i}$
Moment d'inertie d'une particule :	$I_O = mR^2$
Rayon de giration :	$\kappa_O = \sqrt{I_O/m}$
Théorème des axes parallèles :	$I_{O'} = I_{O,CM} + md^2_{OO'}$
Moment cinétique :	$\vec{H}_O = \vec{r} \times m\vec{v}$
	$\vec{H}_O = I_O\vec{\omega}$
	$\vec{H}_O = \vec{r}_{CM} \times M\vec{v}_{CM} + \mathbf{I}_{CM}\vec{\omega}$
Principe impulsion-MC :	$\sum \vec{M}_O = \frac{d\vec{H}_O}{dt}$
	$\Delta\vec{H}_O = \int \sum \vec{M}_O\, dt$
Système à masse variable :	$\sum \vec{F} + \frac{dm}{dt}(\vec{v}_p - \vec{v}) = m\vec{a}$
Débit dans une conduite :	$\lvert dV/dt \rvert = Sv,$
	$\lvert dm/dt \rvert = \rho S v$
Masse en fonction du temps :	$m = m_0 + \int_0^t \frac{dm}{dt} dt$
Force exercée par un courant de particules :	$\vec{F}_e = \lvert dm/dt \rvert \vec{v}_e$
	$\vec{F}_s = -\lvert dm/dt \rvert \vec{v}_s$

Vitesse de rotation :	$\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r}$
Décomposition translation-rotation :	$\vec{v}_B = \vec{v}_A + \vec{\omega} \times \vec{r}_{B/A}$
Centre instantané de rotation :	$\omega = \frac{v_A}{r_{A/CIR}} = \frac{v_B}{r_{B/CIR}}$
Roulement sans glissement :	$\Delta r = R\Delta\theta$
	$v = \omega R$
	$a = \alpha R$
Deuxième loi de Newton en rotation :	$\sum \vec{M}_O = \vec{r}_{CM/O} \times M\vec{a}_{CM} + \mathbf{I}_{CM}\vec{\alpha}$
	$\sum \vec{M}_O = \mathbf{I}_O\vec{\alpha}$
Énergie cinétique d'un corps rigide :	$T = \frac{1}{2}Mv^2_{CM} + \frac{1}{2}I_{CM}\omega^2$
	$T = \frac{1}{2}I_O\omega^2$
Travail d'un couple :	$U = \int \vec{M} \cdot d\vec{\theta}$
Ressort de torsion :	$\vec{M}_{res} = -\kappa\Delta\vec{\theta}$
	$V_{res} = \frac{1}{2}\kappa(\Delta\theta)^2$
Puissance d'un couple :	$P = \vec{M} \cdot \vec{\omega}$