

Indications sur le procédural 2

Exercice 1. On considère la poutre représentée sur la figure 5. Elle a une densité de masse uniforme de 50 kg par mètre. Les forces indiquées sur la figure sont toutes dans un plan vertical. Calculer les forces de réactions appliquées à la poutre au point d'appui O immobile.

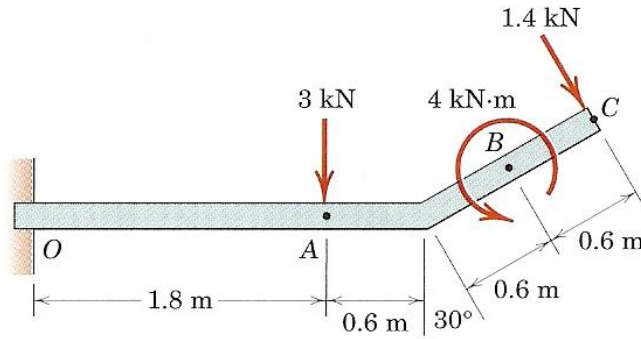


Figure 4 : Exercice 1 du procédural 2

Indications :

1) En tenant compte de la force et du couple qu'on vous demande de calculer, choisir le système à étudier et justifier votre choix.

2) Faire le diagramme de corps libre (DCL) du système choisi.

Rappel : le DCL représente :

- toutes les forces externes et
- tous les couples externes qui s'appliquent au système choisi.

3) Justifier pourquoi il est inutile de faire un diagramme cinétique (DC) *Bouge pas*

4) En vous aidant du DCL, écrivez la loi des forces.

5) En résolvant la loi des forces, calculer les valeurs des composantes horizontale et verticale de la force qui s'applique en O.

6) En vous aidant du DCL, écrivez la loi des moments de forces.

7) En résolvant la loi des moments, calculer la valeur du couple qui s'applique en O.

Exercice 2. La tige mince de 10 kg et d'une longueur de 1 m représenté sur la figure 7 est supportée par un pivot sans frottement au point A et par une corde au point B. On vous demande de trouver les valeurs des grandeurs suivantes immédiatement après qu'on ait coupé la corde.

- l'accélération du centre de masse de la tige ;
- l'accélération angulaire de la tige ;
- les réactions au pivot A.

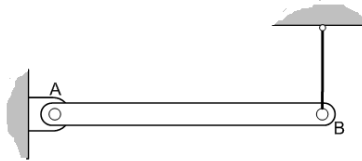


Figure 5. Exercice 2 du procédural 2

Indications :

1) En tenant compte de la force et du couple qu'on vous demande de calculer, choisir le système à étudier et justifier votre choix. Soit alors :

- S le système choisi
- m_S la masse de S
- G_S le centre de masse de S
- I_S le moment d'inertie de S

2) Faire le diagramme de corps libre (DCL) de S .

Rappel : le DCL représente :

- toutes les forces externes qui s'appliquent à S , et
- tous les couples externes qui s'appliquent à S .

3) Faire le diagramme cinétique (DC) de S .

Rappel : le DC représente :

- l'accélération de G_S multipliée par m_S
- l'accélération angulaire de S multipliée par I_S

4) Justifier pourquoi, contrairement à l'exercice 1, le DC est cette fois-ci utile.

5) Exprimer le vecteur accélération de G_S en fonction de :

- ω : la vitesse angulaire de S
- α : l'accélération angulaire de S

6) Sans faire aucun calcul, déterminer la valeur de ω .

7) En vous aidant du DCL et du DC, exprimer la loi des forces.

8) En résolvant la loi des forces :

a) calculer la valeur de la composante horizontale de la force en A

b) exprimer la composante verticale de la force en A, en fonction de α (et d'autres paramètres fixes)

9) En vous aidant du DCL et du DC, écrivez la loi des moments de forces.

10) En résolvant la loi des moments, calculer la valeur de α .

11) En déduire la valeur de la composante verticale de la force en A

Toutes les valeurs à calculer correspondent à l'instant immédiatement après avoir coupé la corde.

Exercice 3. On considère le camion-grue représenté sur la figure 5 et dont les dimensions principales sont résumées au tableau 1. La masse du véhicule est $m_1 = 2000$ kg et celle du bras élévateur est $m_2 = 500$ kg. La position du centre de masse G_1 du véhicule sans le bras élévateur est indiquée sur la figure, le centre de masse G_2 du bras élévateur est au milieu de OC , alors que le centre de masse G_3 de la charge {bloc, crochet} est situé au centre du cube.

Lorsque le camion et le bras élévateur sont immobiles et $\theta = 30$ degrés :

- Déterminer la masse maximale m_3 d'un bloc (incluant celle du crochet) qui peut être suspendue au crochet, sans basculement du camion. **(Question 1)**
- Pour $m_3 = 600$ kg, déterminer l'accélération verticale vers le haut maximale qu'on peut appliquer lors du levage d'un bloc (en enroulant le câble), sans basculement du camion. **(Question 2)**

On considère maintenant le cas où le bloc est levé par inclinaison du bras élévateur avec une accélération angulaire de 2 deg/s^2 . On considère la position $\theta = 30$ degrés et suppose que la vitesse angulaire $\dot{\theta}$ est égale à 5 deg/s :

- Montrer que les effets de la vitesse angulaire et de l'accélération angulaire du bras AC sont négligeables sur la charge. **(Question 3)**
- Proposer un diagramme de corps libre (DCL) et un diagramme cinétique (DC) qui peut être utilisé pour calculer la force F_v appliquée par le vérin en A ainsi que les réactions O_x et O_y au pivot (on ne vous demande pas de calculer ces forces). **(Question 4)**

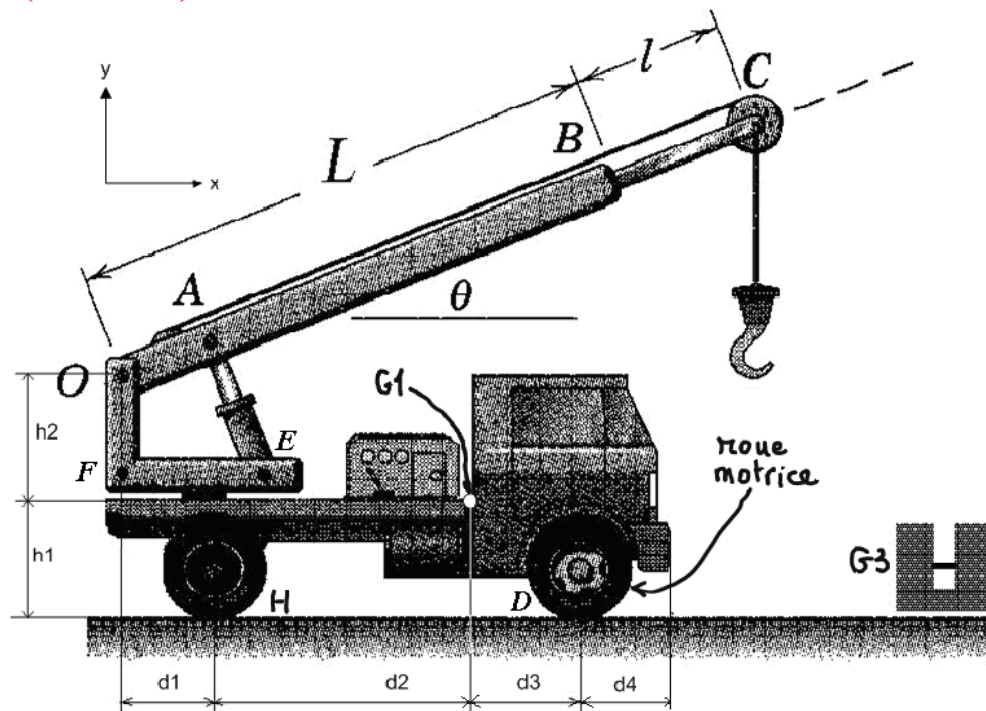


Figure 5 : Exercice 3 du procédural 2

Tableau 1 : Exercice 3 du procédural 2

Éléments	Longueurs	Unités
L	9	m
l	3	m
OA	1.5	m
OF	1.5	m
FE	2.6	m
d_1	1.5	m
d_2	4.5	m
d_3	1.5	m
d_4	1.5	m
h_1	2	m
h_2	2	m

Indications

Question 1 :

- En tenant compte de la force et du couple qu'on vous demande de calculer, choisir le système à étudier et justifier votre choix.
- Faire le diagramme de corps libre (DCL) du système choisi.
- Justifier pourquoi il est inutile de faire un diagramme cinétique (DC)
- En vous aidant du DCL, écrivez la loi des forces.
- En résolvant la loi des forces, déterminer une expression de la somme des forces du sol sur le camion-grue en H et D
- En vous aidant du DCL, écrivez la loi des moments de forces.
- En résolvant la loi des moments, déterminer une expression de m_3 en fonction :
 - de la force du sol sur le véhicule en H et
 - d'autres paramètres connus
- En déduire la masse m_3 qui fait basculer le camion-grue.
- En déduire la force exercée sur le crochet qui fait basculer le camion-grue.

Question 2 :

- Choisir le bloc comme système à étudier et justifier ce choix.
- Faire le diagramme de corps libre (DCL) du bloc
- Faire le diagramme cinétique (DC) du bloc.
- Justifier pourquoi, contrairement à la question 1, le DC est cette fois-ci utile.
- En vous aidant du DCL et du DC, écrivez la loi des forces.

- f) En résolvant la loi des forces, déterminer une expression de la force exercée par le crochet sur le bloc, en fonction de l'accélération du bloc (et d'autres paramètres connus).
- g) En utilisant l'expression qu'on vient de trouver et le dernier résultat de la question 1, en déduire l'accélération du bloc qui fait basculer le camion-grue.

Question 3 : Cette question peut être reformulée comme suit :

Montrer que la force exercée par le crochet sur la charge (bloc) est à peu près la même dans les 2 situations suivantes :

- AC est immobile.
- AC tourne à une vitesse angulaire $\omega=5 \text{ deg/s}$ et une accélération angulaire $\alpha=2 \text{ deg/s}^2$

Il faut donc calculer les deux forces et les comparer. On considère ici que les deux forces sont à peu près égales si :

- la différence des normes est $< 5\%$
- la différence des angles est $< 2 \text{ degrés}$

a) Calculer la force F exercée sur la charge lorsque le bras AC est immobile

Afin de calculer la force F' exercée sur la charge lorsque AC tourne à $\omega=5 \text{ deg/s}$ et $\alpha=2 \text{ deg/s}^2$, il faut procéder en plusieurs étapes listées ci-dessous.

b) Calculer ω et α en unités standard

c) Calculer les accélérations normale et tangentielle de C

d) En déduire les accélérations normale et tangentielle de la charge

e) Choisir la charge comme système à étudier et justifier ce choix.

f) Faire le diagramme de corps libre (DCL) de la charge

g) Faire le diagramme cinétique (DC) de la charge

h) En vous aidant du DCL et du DC, écrivez la loi des forces.

i) En résolvant la loi des forces, exprimer les composantes horizontale et verticale de F' , en fonction de m_3 , θ et des accélérations normale et tangentielle de la charge.

j) Vérifier que F est à peu près égale à F'

Question 4 :

a) En tenant compte des forces et des couples qu'on vous demande de calculer, choisir le système à étudier et justifier votre choix. Soit alors :

b) Faire le diagramme de corps libre (DCL) du système choisi

c) Faire le diagramme cinétique (DC) du système choisi

d) Justifier pourquoi le DC est utile