

– PHS1101 –
Mécanique pour ingénieurs

Cours de révision
pour l'examen final

Jérémy Villeneuve
Département de génie physique

Structure du cours de révision

- **Conseils de préparation**
- Identifier une stratégie de résolution
- Questions courtes

Mosaïque des concepts des cours 1 à 8

Statique

Cours 1

Lois de Newton
Vecteurs 2D/3D
Vecteur unitaire
Lecture de schémas 3D
Forces (poids, ressort et frottement)

Cours 2

Moment de force
par rapport à un point
et à un axe
Couple
Système force-couple
équivalent

Cours 3

DCL
Réactions aux appuis
Équilibre statique de
corps simples
Équilibre statique de
de systèmes de
membrures

Cours 4

Centre de masse
Utilisation du formulaire
Pression et force
Principe de Pascal
Poussée d'Archimède
Poussée hydrostatique

Dynamique

Cours 5

Mouvement rectiligne
(MRU, MUA, $a(t)$, $a(x)$,
 $a(v)$)
Système N/T pour le
mouvement curviligne
(a_n , a_t)
Rayon de courbure
Mouvement relatif

Cours 6

DCL-DCE
Application en
coordonnées
cartésiennes et en N/T
Mouvement contraint

Cours 7

Travail
Énergie cinétique
Principe travail-énergie
Forces conservatives
Énergie potentielle
Puissance
Rendement

Cours 8

Quantité de
mouvement (QM)
Impulsion
Principe impulsion-QM
Conservation de la QM
Collision élastiques et
inélastiques

Mosaïque des concepts des cours 9 à 12

Dynamique

Cours 9

Moment d'inertie
Théorème des axes
parallèles
Utilisation du formulaire
Moment cinétique (MC)
d'une particule et d'un
corps rigide
Impulsion en rotation
Principe impulsion-MC
Conservation du MC

Cours 10

Systèmes à masse
variable
Courants permanents
de particules
Hypothèses sur les
courants de particules
(fluides)
Débit volumique
Débit massique

Cours 11

Mouvement plan
général
Décomposition
translation-rotation
CIR
Roulement sans
glissement
Roulement avec
glissement
2^e loi de Newton en
rotation

Cours 12

Énergie cinétique d'un
corps rigide
Travail fait par un
couple
Principe travail-énergie
pour des corps rigides
Couple et énergie
potentielle d'un ressort
de torsion
Puissance d'un couple

Cette mosaïque n'est pas exhaustive, mais peut vous aider à cibler les concepts que vous maîtrisez moins afin de les améliorer.

Lois de conservation

	Lois générales	Loi de conservation
Translation (vectorielle)	$\sum \vec{F} = m\vec{a}$ $\sum \vec{F} = \frac{d\vec{L}}{dt}$	$\sum \vec{F} = \vec{0}$ $\vec{L}_1 = \vec{L}_2$
Rotation (vectorielle)	$\sum \vec{M}_o = \mathbf{I}_o \vec{\alpha}$ $\sum \vec{M}_o = \frac{d\vec{H}_o}{dt}$	$\sum \vec{M}_o = \vec{0}$ $\vec{H}_{o1} = \vec{H}_{o2}$
Translation + rotation (scalaire)	$\sum U_{nc} = E_2 - E_1$ $E = T + V$ $T = \frac{1}{2} M v_{CM}^2 + \frac{1}{2} I_{CM} \omega^2$	$\sum U_{nc} = 0$ $E_1 = E_2$

Dresser un portrait global de la matière

Pour être efficace le jour de l'examen, vous devez vous être exercé suffisamment afin d'avoir déjà résolu une certaine diversité de problèmes.

Par contre, vous ne devez pas négliger l'aspect synthèse de votre préparation.

Vous avez accumulé jusqu'ici une grande quantité de concepts, d'équations et de stratégies de résolution et vous devez structurer toute cette information afin qu'elle ait un sens pour vous.

Lorsque vous vous préparerez, posez-vous les questions suivantes :

- Suis-je capable d'expliquer à quoi sert telle équation ? Quelles variables relie-t-elle entre elles ?
- Pourquoi fallait-il utiliser telle méthode de résolution pour résoudre cet exercice ? Quelles informations de l'énoncé auraient dû m'orienter vers cette méthode ?
- Qu'est-ce que tous les problèmes que j'ai résolus avec une même méthode ont en commun ?

La méthode de résolution de problèmes

La méthode est la même qui est appliquée dans les notes de cours et en TD. Elle vous aide à structurer vos démarches et à choisir une stratégie de résolution.

1. Réécrire ce que l'on connaît déjà (valeurs, hypothèses, etc.) ;

Refaire un schéma de la situation est une bonne façon de regrouper l'information connue et de s'assurer que l'on comprend bien la situation.

2. Identifier ce que l'on cherche (variables, modules ou vecteurs, etc.) ;
3. Élaborer une stratégie de résolution (équations, lois de conservation, etc.) ;

Quelle nouvelle information puis-je obtenir à partir des informations connues ?

Est-ce que cette nouvelle information me rapproche de ce que je cherche ?

Le problème est-il similaire à un autre problème que j'ai déjà résolu ?

Dans ce cas, puis-je utiliser la même méthode ?

4. Effectuer les calculs pour obtenir le résultat final.

Quelle est l'étape qui peut vous faire perdre beaucoup de temps ?

Structure du cours de révision

- Conseils de préparation
- **Identifier une stratégie de résolution**
- Questions courtes

Activité avec Socrative

Déroulement de l'activité

- Une ancienne question d'examen sera affichée ;
- Pour chaque des 3 sous-questions A, B et C, vous devrez **élaborer une stratégie** de résolution, puis identifier sur Socrative les notions utilisées dans vos stratégies ;
- Vous aurez **10 minutes** pour lire l'énoncé et identifier les 3 stratégies ;
- Après les 10 minutes, nous comparerons les réponses du groupe et nous identifierons les meilleures stratégies.

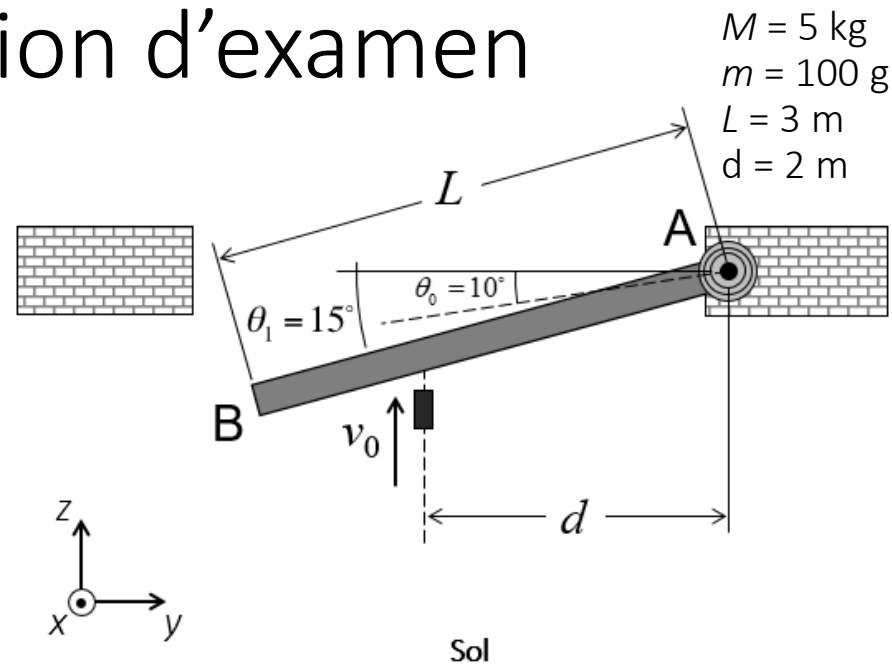
Nom de la classe virtuelle Socrative

PHS1101

Ancienne question d'examen

On modélise une trappe AB par une tige mince homogène de masse M et de longueur L . La trappe est fixée à un mur à l'aide du pivot A. Elle est également fixée au point A à un ressort de torsion de constante κ et de position angulaire naturelle $\theta_0 = 10^\circ$ mesuré sous l'horizontale.

La trappe est initialement immobile à un angle $\theta_1 = 15^\circ$ sous l'horizontale. À cet instant, un projectile de masse m se déplaçant avec une vitesse v_0 vers le haut frappe la trappe. Le projectile demeure logé dans la trappe après l'impact. On observe que l'angle maximal atteint par la trappe après l'impact est de $\theta_2 = 10^\circ$ au-dessus de l'horizontale.

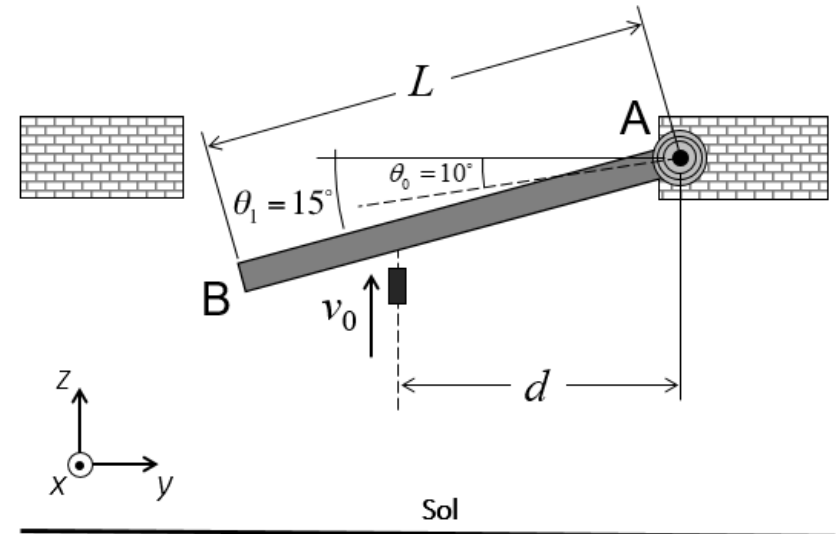


N.B. La gravité agit selon l'axe z . Négligez la masse du projectile par rapport à celui de la trappe après l'impact.

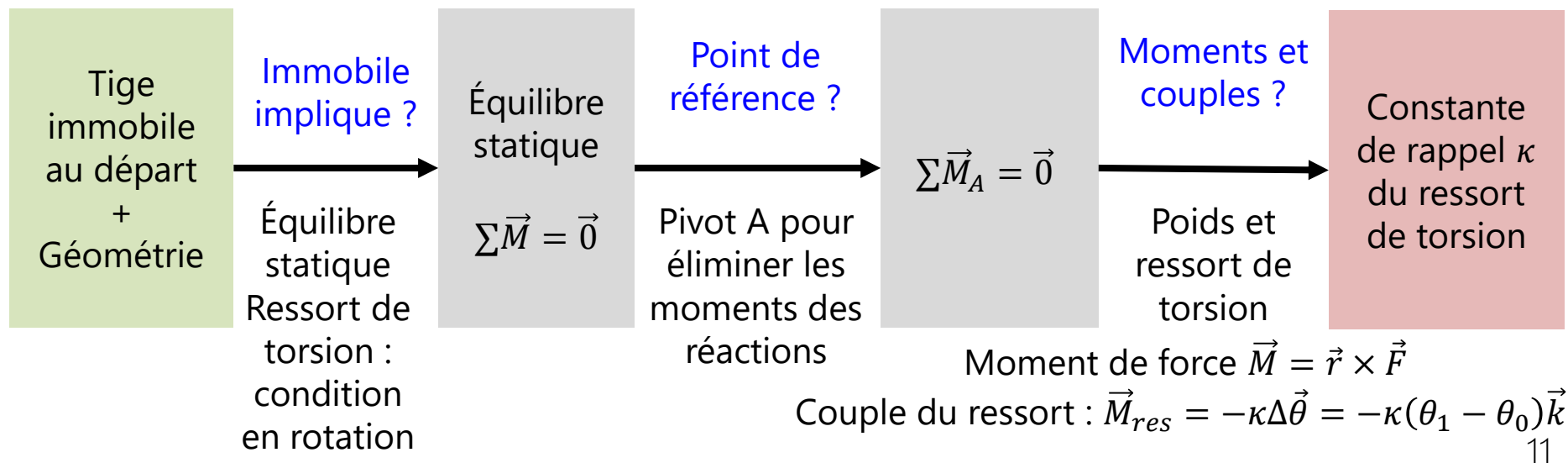
- Calculez la valeur de la constante du ressort de torsion κ qui permet de maintenir la trappe immobile avant l'impact dans la position représentée sur la figure. (10 points)
- Déterminez le module de la vitesse angulaire de la trappe ainsi que le module de la vitesse du centre de masse de la trappe tout juste après l'impact. (25 points)
- Déterminez la grandeur de la vitesse initiale v_0 du projectile tout juste avant l'impact. (10 points)

Information connue

- masse M et longueur L de la tige ;
- masse m du projectile et distance d d'impact ;
- position naturelle du ressort de torsion (θ_0) ;
- angle θ_1 de la tige immobile initialement ;
- angle θ_2 maximal au-dessus de l'horizontale atteint par la tige après l'impact ;
- aucune mention de résistance de l'air : pas de frottement.

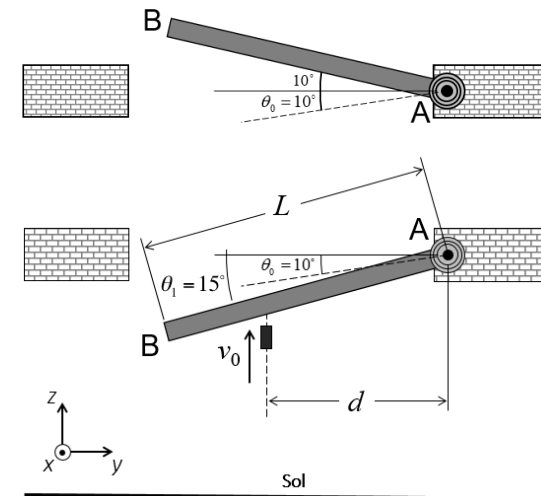


- A. Calculez la valeur de la constante du ressort de torsion κ qui permet de maintenir la trappe immobile avant l'impact (10 points)

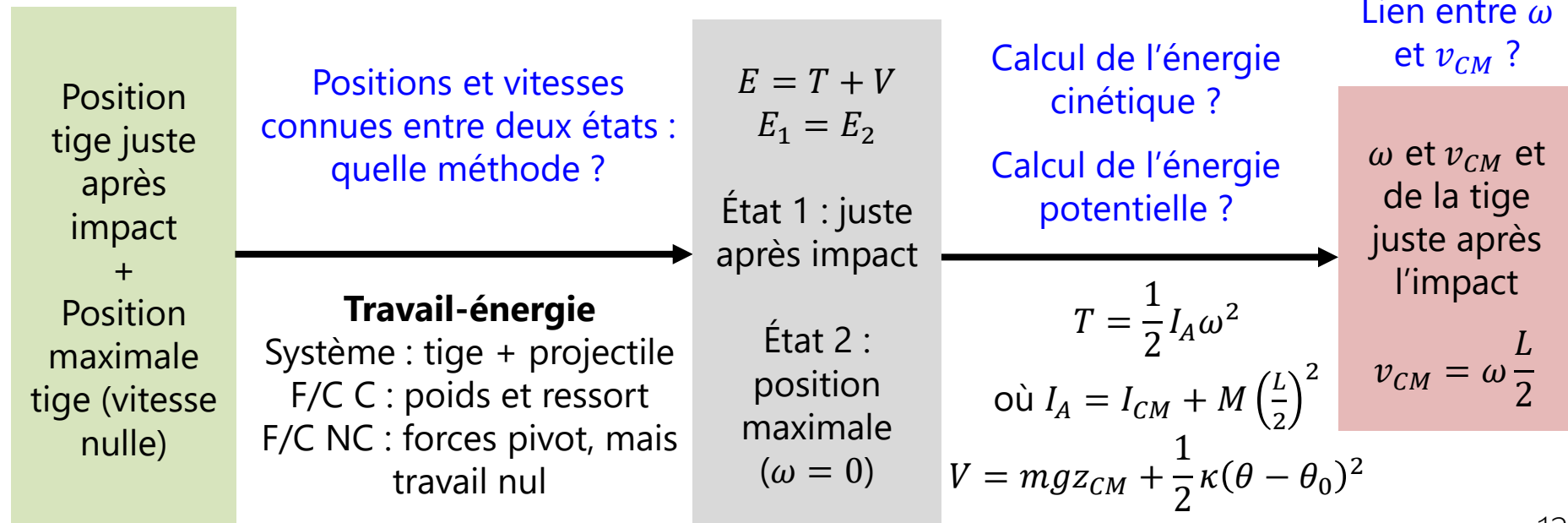


Information connue

- masse M et longueur L de la tige ;
- masse m du projectile et distance d d'impact ;
- **propriétés du ressort de torsion (κ et θ_0)** ;
- angle θ_1 de la tige immobile initialement ;
- angle θ_2 maximal au-dessus de l'horizontale atteint par la tige après l'impact ;
- aucune mention de résistance de l'air : pas de frottement.

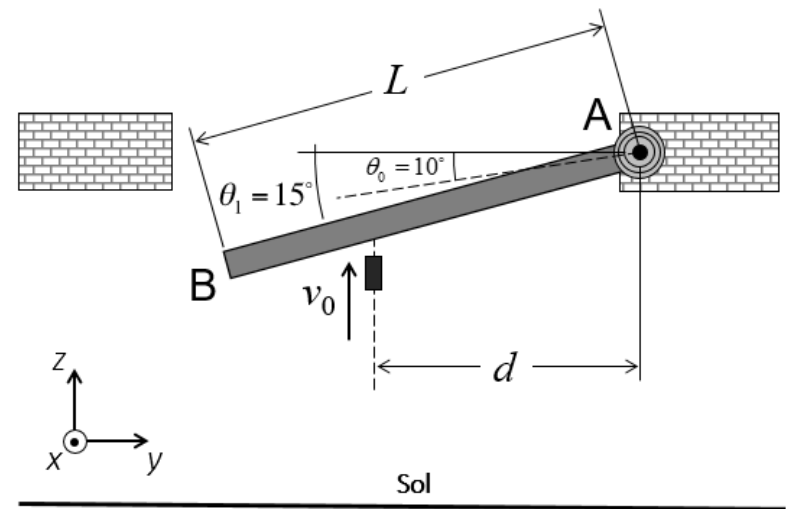


- B. Déterminez le module de la vitesse angulaire de la trappe ainsi que le module de la vitesse du centre de masse de la trappe tout juste après l'impact avec le projectile. (25 pts)



Information connue

- masse M et longueur L de la tige ;
- masse m du projectile et distance d d'impact ;
- **propriétés du ressort de torsion (κ et θ_0) ;**
- angle θ_1 de la tige immobile initialement ;
- angle θ_2 maximal au-dessus de l'horizontale atteint par la tige après l'impact ;
- aucune mention de résistance de l'air : pas de frottement ;
- **vitesse ω de la tige juste après l'impact.**



C. Déterminez la grandeur de la vitesse initiale v_0 du projectile tout juste avant l'impact. (10 pts)

Problème d'impact

Système ?

Forces/couples impulsifs ?

Loi de conservation ?

Position et
vitesse tige
juste avant
et juste
après
impact
+
Géométrie
impact
projectile

- Système : tige + projectile
F/C impul. : réaction pivot A
- Énergie : non, car $\sum U_{nc} \neq 0$ (collision pas élastique)
 - QM : non, car $\sum \vec{F} \neq 0$ (réactions du pivot)
 - MC : oui, car $\sum \vec{M}_A = \vec{0}$.

$$\begin{aligned}\vec{H} &= \vec{r} \times m\vec{v} \\ \vec{H} &= I\vec{\omega} \\ \vec{H}_{A1} &= \vec{H}_{A2}\end{aligned}$$

État 1 : juste
après impact

État 2 : juste
avant impact

Calcul du moment
cinétique avant et
après ?

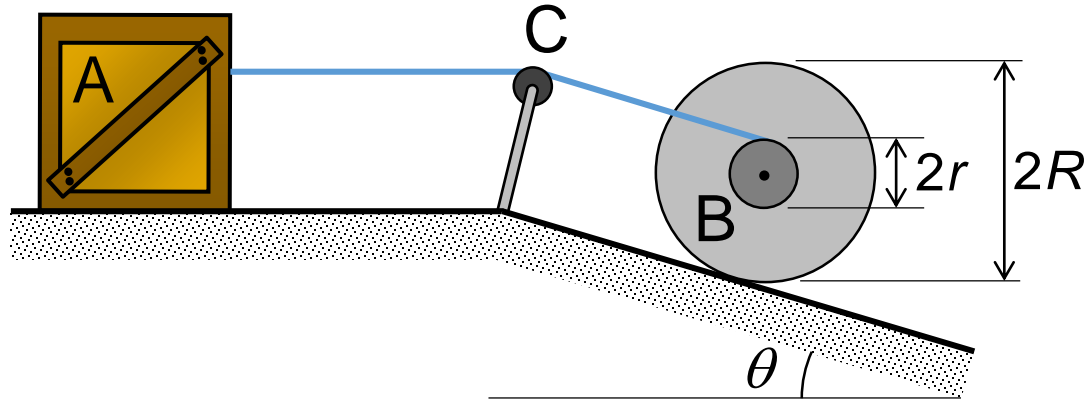
$$\begin{aligned}\vec{H}_{A1} &= -dmv_0\vec{i} \\ \vec{H}_{A2} &= -I_A\omega\vec{i} \\ \text{où } I_A &= I_{CM} + M\left(\frac{L}{2}\right)^2\end{aligned}$$

Grandeur de
la vitesse
initiale v_0 du
projectile

Structure du cours de révision

- Conseils de préparation
- Identifier une stratégie de résolution
- **Questions courtes**

Question 1



En roulant sans glisser sur le plan incliné, la roue B tire sur la caisse A qui se déplace. La poulie C possède une masse non négligeable.

Quelle est la relation entre l'accélération de la caisse A et l'accélération du CM de la roue B ?

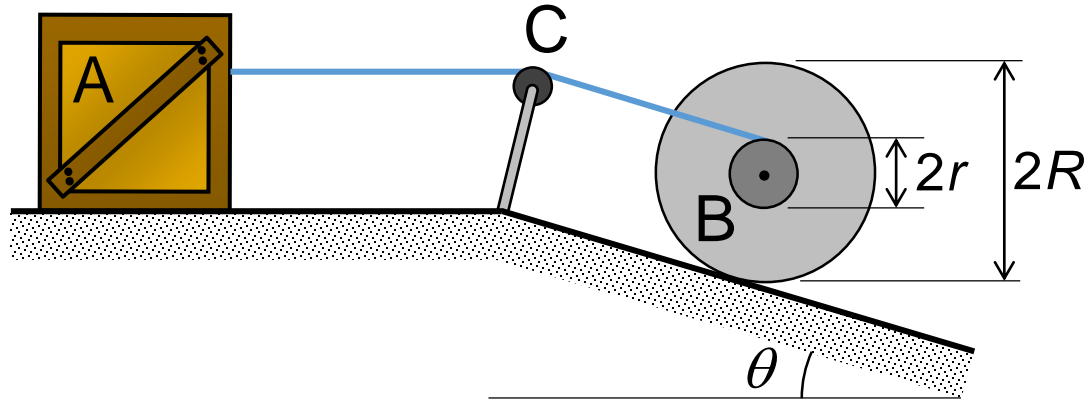
A : $a_A = a_B$

B : $a_A = \frac{R}{r} a_B$

C : $a_A = \frac{r}{R} a_B$

D : $a_A = \left(1 + \frac{r}{R}\right) a_B$

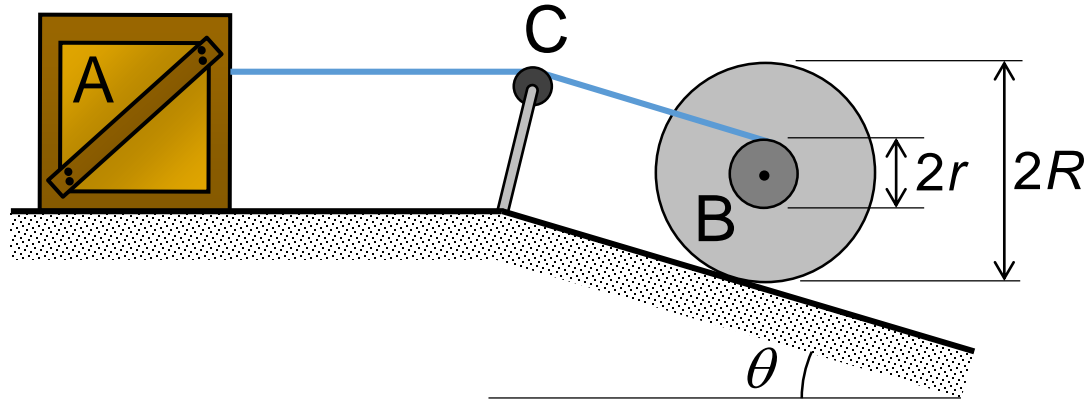
Question 2



En roulant sans glisser sur le plan incliné, la roue B tire sur la caisse A qui se déplace. La poulie C possède une masse non négligeable.

Vrai ou faux.
La tension est la même partout dans le câble ABC.

Question 3

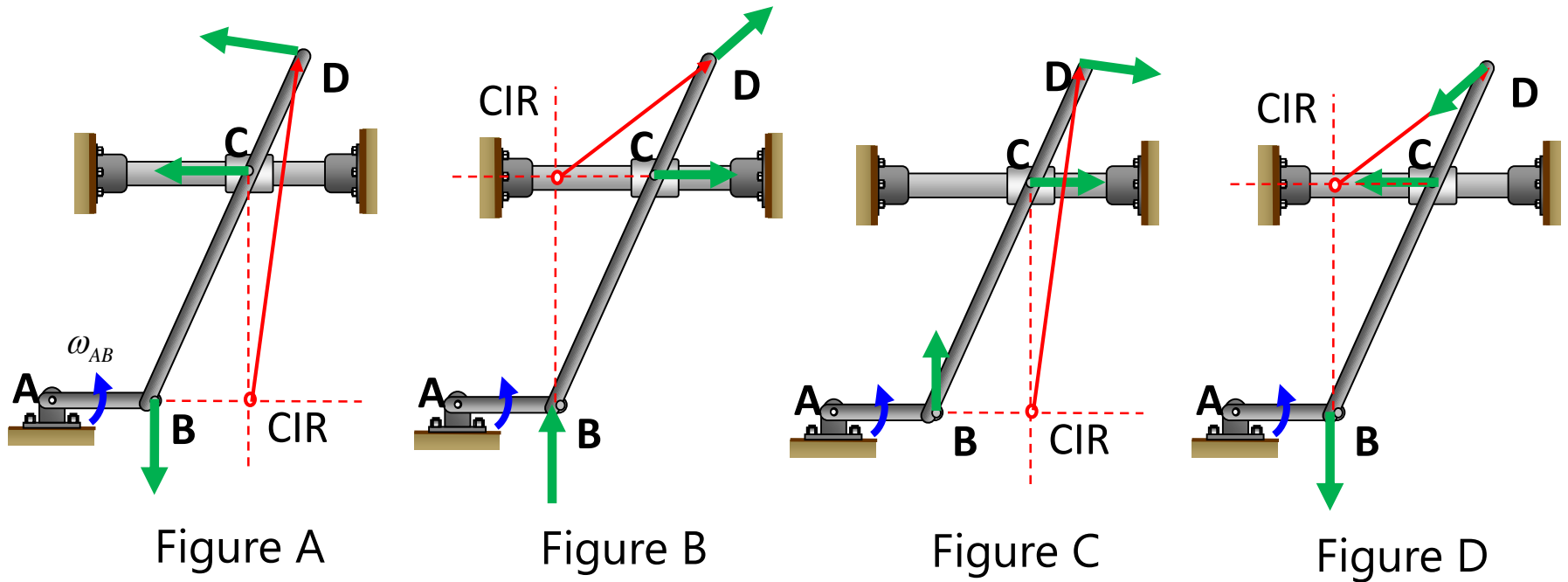


En roulant sans glisser sur le plan incliné, la roue B tire sur la caisse A qui se déplace. La poulie C possède une masse non négligeable.

Vrai ou faux.

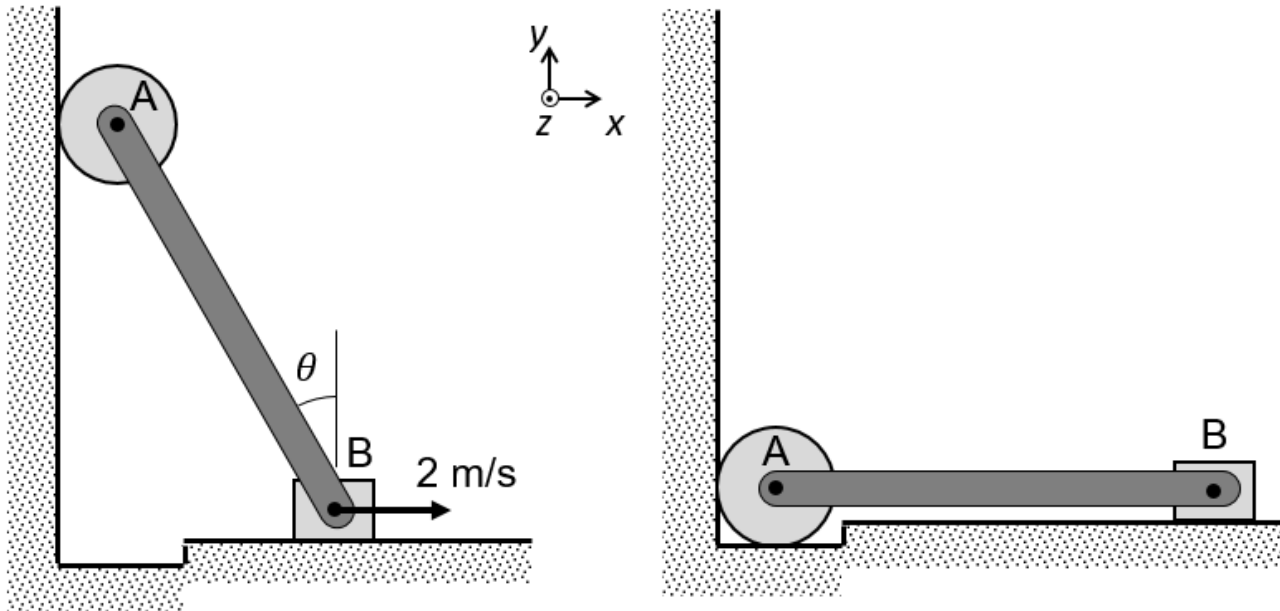
Si l'on faisait le DCL-DCE de la roue B, il faudrait inclure une force de frottement entre la roue et le sol.

Question 4



Quelle figure illustre correctement le CIR de la tige BCD et les vitesses des points B, C et D ?

Question 5



Les points A et B sont des pivots.

À l'instant initial (figure de gauche), B se déplace vers la droite et A roule sans glisser contre le mur.
La figure de droite représente l'instant juste avant que A ne frappe le sol.

Vrai ou faux.

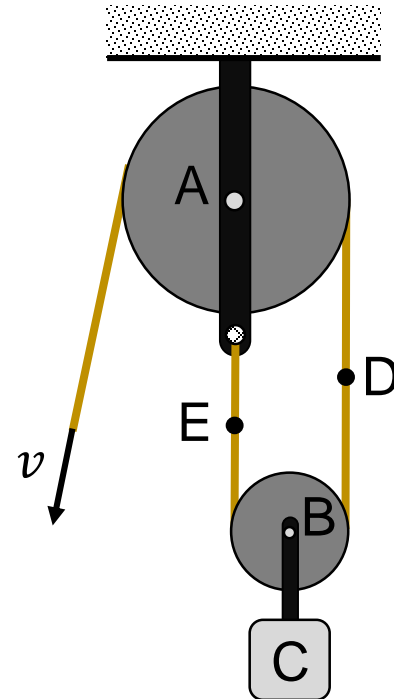
**À l'instant représenté sur la figure de droite,
la vitesse du bloc B est nulle.**

Question 6

On tire sur la corde à son extrémité libre qui se déplace à vitesse v .

La corde est inextensible et elle ne glisse pas sur les poulies.

Les points A et B sont des pivots.



Vrai ou faux.

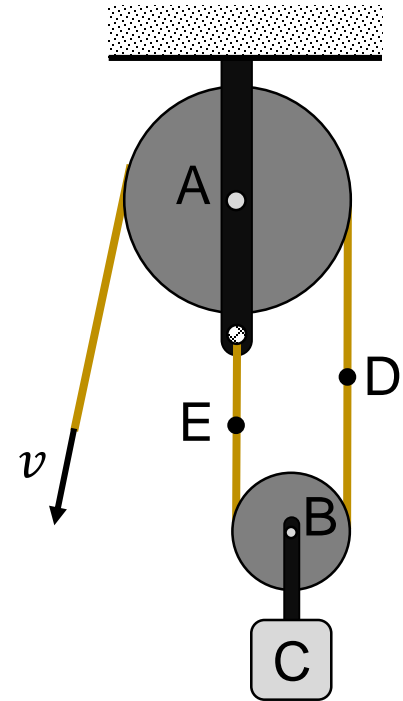
Le point E se déplace avec une vitesse v vers le bas.

Question 7

On tire sur la corde à son extrémité libre qui se déplace à vitesse v .

La corde est inextensible et elle ne glisse pas sur les poulies.

Les points A et B sont des pivots.



Quelle est le module de la vitesse de la masse C ?

A : $v_C = v$

B : $v_C = 2v$

C : $v_C = v/2$

D : $v_C = 0$

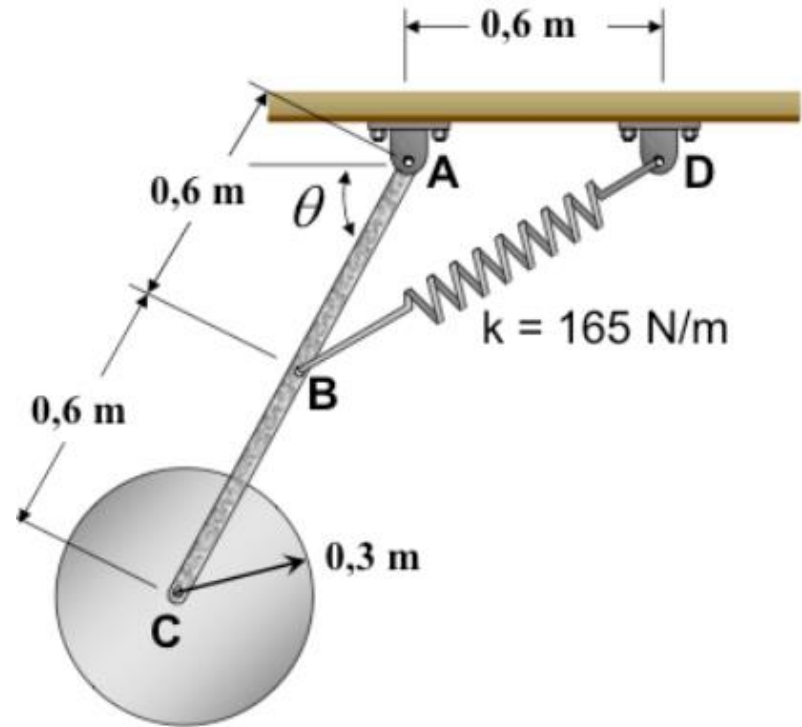
Question 8

État initial : pendule horizontal immobile

État final : pendule vertical

Situation 1 : le point C est un pivot.

Situation 2 : la tige et le disque sont soudés au point C.

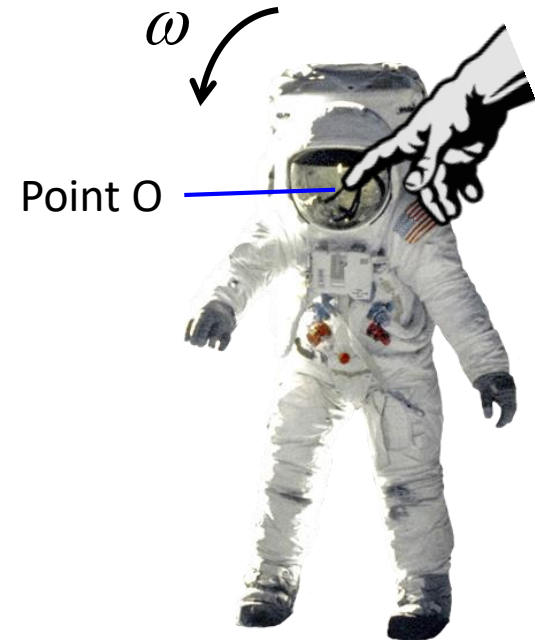


Vrai ou faux.

**La vitesse angulaire de la tige dans l'état final
est la même dans les deux situations.**

Question 9

L'astronaute est en rotation non centrale autour du point O.



Quelle(s) expression(s) permet(tent) de calculer l'énergie cinétique de l'astronaute ?

A : $T = \frac{1}{2} I_O \omega^2$

B : $T = \frac{1}{2} I_{CM} \omega^2 + \frac{1}{2} M v_{CM}^2$

C : $T = \frac{1}{2} I_{CM} \omega^2$

D : $T = \frac{1}{2} M v_{CM}^2$

Question 10

Quelles affirmations sont fausses parmi les suivantes ?

A : Soit deux axes parallèles A et B. B passe par le centre de masse d'un corps rigide. Alors, il est plus facile de faire tourner ce corps autour de l'axe B qu'autour de l'axe A.

B : Si aucune force ne s'applique sur un système, alors sa quantité de mouvement est conservée.

C : Le CIR d'une roue est toujours situé au point de contact entre la roue et le sol.

D : Si un système est pseudo-isolé, alors son moment cinétique est conservé au niveau de son centre de gravité.

E : Le couple exercé par un ressort de torsion n'est pas conservatif.

F : Si la quantité de mouvement d'un système est conservée sur tous les axes, alors aucune force ne s'applique sur le système.

Des anciens examens finaux sont mis disponibles sur Moodle pour finaliser votre préparation.

Bonne préparation et
bonne fin de trimestre !