MORAJA3A

MATHS · PHYSIQUE-CHIMIE · SVT

$M = F \cdot d$

$\Sigma M = 0$

$M = -C\theta$

(Δ)

COURS · TRONC COMMUN SC. BIOF · PHYSIQUE · S1 · CHAPITRE 7

Équilibre d'un solide mobile autour d'un axe fixe

توازن جسم صلب قابل للدوران حول محور ثابت

Effet de rotation d'une force, moment d'une force par rapport à un axe, théorème des moments, couple de forces et couple de torsion, applications (levier, balance, poulie, clé) — expliqués simplement, avec des repères en arabe.

Comprends. Entraîne-toi. Réussis.

Rédigé et vérifié par **Mohammed TAOUFIK**, professeur et fondateur de MORAJA3A

NIVEAU
Tronc Commun Scientifique (BIOF)

CONTENU
Cours · Exemples · Pièges · 6 exercices corrigés

PLATEFORME
moraja3a.app

Sommaire

فهرس الدرس

01	Moment d'une force	عزم قوة
02	Théorème des moments	مبرهنة العزوم
03	Couples	المزدوجات
04	Exercices (6 exercices gradués)	تمارين تطبيقية
05	Corrigés détaillés	التصحيح المفصل
06	Fiche résumé et lexique français–arabe	ملخص ومعجم المصطلحات

POURQUOI CE CHAPITRE EST IMPORTANT

Portes, leviers, balances, clés, volants : de nombreux objets tournent autour d'un axe. Le **moment** d'une force mesure son efficacité pour faire tourner, et le **théorème des moments** donne la condition d'équilibre.

💡 **بالعربية**

عزم القوة بالنسبة لمحور يقيس قدرتها على إحداث الدوران: M = ± F·d. عند التوازن يكون **مجموع العزوم منعدماً**.

Comment utiliser ce cours

- **Définition** (encadré bleu) : ce qu'il faut savoir par cœur.
- **À retenir** (encadré vert) : la loi, la formule ou la méthode clé.
- **Exemple** (encadré doré) : une application corrigée pas à pas.
- **Piège** (encadré rouge) : l'erreur que font beaucoup d'élèves.
- **بالعربية** : une explication courte en arabe pour bien fixer l'idée.
- **Exercices** : énoncés classés APPLICATION APPROFONDISSEMENT TYPE EXAMEN ; tous les corrigés sont regroupés après les exercices.

1 Moment d'une force

عزم قوة

EFFET DE ROTATION

Une force n'a **aucun effet de rotation** si sa droite d'action **coupe l'axe** ou lui est **parallèle**. Son effet est d'autant plus grand que son intensité et sa distance à l'axe sont grandes.

DÉFINITION — MOMENT

Le **moment** d'une force $\vec{F}$ (orthogonale à l'axe) par rapport à l'axe **(Δ)** est :

$$M_{\Delta}(F) = \pm F \times d \text{ (N·m)}$$

d est la distance entre l'axe et la droite d'action (bras de levier). On choisit un sens positif de rotation : le moment est positif si la force tend à faire tourner dans ce sens, négatif sinon.

EXEMPLE

Une force de 20 N agit à 30 cm de l'axe, perpendiculairement au bras.

$|M| = 20 \times 0{,}30 = 6$ N·m.

PIÈGE

d n'est pas la distance entre l'axe et le point d'application, mais entre l'axe et la **droite d'action** (on trace la perpendiculaire).

2 Théorème des moments

مبرهنة العزوم

ÉNONCÉ

Si un solide mobile autour d'un axe fixe est en équilibre, alors :

1. la somme algébrique des moments des forces par rapport à l'axe est nulle : $\Sigma\, M_{\Delta}(F_i) = 0$;
2. la somme vectorielle des forces est nulle : $\Sigma \vec{F_i} = \vec{0}$ (elle permet de calculer la réaction de l'axe).

EXEMPLE — LEVIER

Une barre horizontale de masse négligeable, mobile autour d'un axe O, porte $m_1 = 2$ kg à 40 cm à gauche de O. Quelle masse placer à 25 cm à droite pour l'équilibre ?

$m_1 g \times 0{,}40 - m_2 g \times 0{,}25 = 0$, donc $m_2 = 2 \times 0{,}40/0{,}25 = 3{,}2$ kg.

💡 بالعربية

مبرهنة العزوم: عند توازن جسم قابل للدوران حول محور ثابت، يكون مجموع عزوم القوى بالنسبة لهذا المحور منعدماً.

3 Couples

المزدوجات

DÉFINITION — COUPLE DE FORCES

Deux forces de même intensité F, de sens opposés et de droites d'action parallèles distantes de d forment un **couple**. Il fait tourner sans déplacer : son moment est $M = \pm F \times d$, quel que soit l'axe.

DÉFINITION — COUPLE DE TORSION

Un fil métallique tordu d'un angle θ (en rad) exerce un couple de rappel de moment :

$$M = -C \times \theta \text{ (C : constante de torsion en N·m·rad}^{-1}\text{)}$$

EXEMPLE

Un couple de forces de 0,5 N distantes de 10 cm tord un fil de constante $C = 0{,}02$ N·m·rad^{-1}.

À l'équilibre : $F\,d - C\theta = 0$, donc $\theta = 0{,}05/0{,}02 = 2{,}5$ rad.

4 Exercices

تمارين — حاول أولاً قبل قراءة التصحيح!

6 exercices d'application. On prend g = 10 N·kg^{-1}. Les corrigés sont regroupés dans la partie suivante : cherche d'abord seul !

EXERCICE 1 — CALCULS DE MOMENTS APPLICATION

Une porte peut tourner autour de ses gonds. Calculer le moment des forces suivantes : 1. F = 20 N, perpendiculaire à la porte, à 0,80 m des gonds ; 2. la même force à 0,20 m ; 3. une force dont la droite d'action passe par l'axe. Conclure.

EXERCICE 2 — LEVIER APPLICATION

Un levier de masse négligeable porte à gauche de l'axe une charge de 2 kg à 40 cm. Calculer la masse à placer à 25 cm à droite pour l'équilibre, puis la réaction de l'axe.

EXERCICE 3 — CLÉ DE SERRAGE APPLICATION

Pour serrer un écrou, il faut un moment de 30 N·m. Quelle force perpendiculaire faut-il exercer avec une clé de 20 cm ? Et avec une clé de 40 cm ?

EXERCICE 4 — POULIE À DEUX GORGES APPLICATION

Une poulie à deux gorges de rayons r_1 = 5 cm et r_2 = 15 cm porte, enroulé sur la petite gorge, un fil soutenant m_1 = 3 kg, et sur la grande, un fil soutenant m_2 de l'autre côté. Calculer m_2 pour l'équilibre.

EXERCICE 5 — BARRE MAINTENUE HORIZONTALE APPROFONDISSEMENT

Une barre homogène OA de longueur 1 m et de masse 2 kg, mobile autour d'un axe horizontal en O, est maintenue horizontale par une force verticale $\vec{F}$ appliquée en A, vers le haut. Calculer F et la réaction de l'axe.

EXERCICE 6 — PENDULE DE TORSION APPROFONDISSEMENT

Un fil de torsion de constante C = 0,02 N·m·rad^{-1} est soumis à un couple de forces de 0,5 N dont les droites d'action sont distantes de 10 cm. Calculer l'angle de torsion à l'équilibre, en radians puis en degrés.

5 Corrigés détaillés

التصحيح المفصل للتمارين

CORRIGÉ 1 — CALCULS DE MOMENTS

1. 16 N·m. 2. 4 N·m. 3. 0. Plus on pousse loin de l'axe, plus l'effet de rotation est grand ; une force qui passe par l'axe ne fait pas tourner.

CORRIGÉ 2 — LEVIER

m_2 = 3,2 kg (voir le cours). Réaction : $R = P_1 + P_2 = 20 + 32 = 52$ N, verticale vers le haut.

CORRIGÉ 3 — CLÉ DE SERRAGE

F = M/d = 30/0,20 = 150 N ; avec 0,40 m : 75 N. Une clé plus longue demande moins de force.

CORRIGÉ 4 — POULIE À DEUX GORGES

$m_1 g\, r_1 = m_2 g\, r_2$, donc $m_2 = 3 \times 5/15 = 1$ kg.

CORRIGÉ 5 — BARRE MAINTENUE HORIZONTALE

Le poids (20 N) s'applique au milieu, à 0,5 m de O. Moments : $F \times 1 - 20 \times 0{,}5 = 0$, F = 10 N. Somme des forces : R + F − P = 0, R = 10 N, verticale vers le haut.

CORRIGÉ 6 — PENDULE DE TORSION

θ = Fd/C = 0,05/0,02 = 2,5 rad ≈ 143°.

6 Fiche résumé

ملخص الدرس — للمراجعة السريعة

Les points essentiels

Je dois…	Outil / formule	بالعربية
calculer un moment	M = ± F × d (d : distance axe-droite d'action)	عزم قوة
écrire l'équilibre en rotation	Σ M = 0	مبرهنة العزوم
trouver la réaction de l'axe	Σ F = 0	تأثير المحور
couple de forces	M = F × d	مزدوجة
couple de torsion	M = −Cθ	مزدوجة اللي

LES FORMULES CLÉS

$$M = \pm F\,d$$

$$\Sigma M_{\Delta} = 0$$

$$M(\text{couple}) = F\,d$$

$$M_{\text{torsion}} = -C\theta$$

TOP 5 DES ERREURS

- Prendre la distance au point d'application au lieu de la droite d'action.
- Oublier le signe des moments.
- Oublier le poids de la barre (appliqué au milieu).
- Utiliser θ en degrés dans M = −Cθ.
- Oublier la réaction de l'axe dans la somme des forces.

Lexique français — arabe معجم المصطلحات

Français	العربية	Français	العربية
Axe de rotation	محور الدوران	Couple de forces	مزدوجة قوتين
Moment d'une force	عزم قوة	Couple de torsion	مزدوجة اللي
Bras de levier	ذراع الرافعة	Constante de torsion	ثابتة اللي
Sens positif	المنحى الموجب	Poulie	بكرة
Théorème des moments	مبرهنة العزوم	Réaction de l'axe	تأثير المحور
Levier	رافعة	Équilibre	توازن

Besoin d'aide sur ce chapitre ? Séance d'essai 100 % gratuite.

Cours en direct sur Google Meet · Petits groupes de 8 élèves max · Programme marocain · moraja3a.app · WhatsApp +212 617 638 536

احجز حصتك التجريبية المجانية على موقع moraja3a.app — افهم، تدرّب، انجح.