MORAJA3A

MATHS · PHYSIQUE-CHIMIE · SVT

COURS · TRONC COMMUN SC. BIOF · PHYSIQUE · S1 · CHAPITRE 6

Équilibre d'un solide soumis à trois forces non parallèles

توازن جسم صلب خاضع لثلاث قوى غير متوازية

Conditions d'équilibre sous trois forces, droites d'action concourantes et coplanaires, méthode graphique (triangle des forces) et méthode analytique (projections), applications au plan incliné et aux fils — 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	Conditions d'équilibre	شروط التوازن
02	Exemple : plan incliné sans frottement	مثال: مستوى مائل بدون احتكاك
03	Exercices (6 exercices gradués)	تمارين تطبيقية
04	Corrigés détaillés	التصحيح المفصل
05	Fiche résumé et lexique français–arabe	ملخص ومعجم المصطلحات

POURQUOI CE CHAPITRE EST IMPORTANT

La plupart des situations réelles font intervenir trois forces : un solide retenu par un fil sur un plan incliné, une lampe suspendue à deux câbles... La méthode des **projections** est celle que l'on utilise ensuite dans tous les exercices de mécanique.

بالعربية 💡

إذا كان جسم صلب في توازن تحت تأثير ثلاث قوى غير متوازية، فإن **مجموعها المتجهي منعدم** وخطوط تأثيرها **مستوائية** و**متلاقية**.

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 Conditions d'équilibre

شروط التوازن

ÉNONCÉ

Si un solide soumis à trois forces **non parallèles** $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3$ est en équilibre, alors :

1. $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0}$;
2. les trois forces sont **coplanaires** et leurs droites d'action sont **concourantes** (elles passent par un même point).

MÉTHODE GRAPHIQUE

Mis bout à bout, les trois vecteurs forment un **triangle fermé** (le triangle des forces). On construit ce triangle à l'échelle pour lire les intensités inconnues.

MÉTHODE ANALYTIQUE (PROJECTIONS)

On choisit un repère $(O ; \vec{i}, \vec{j})$, souvent avec un axe parallèle au plan incliné, et on projette la relation vectorielle :

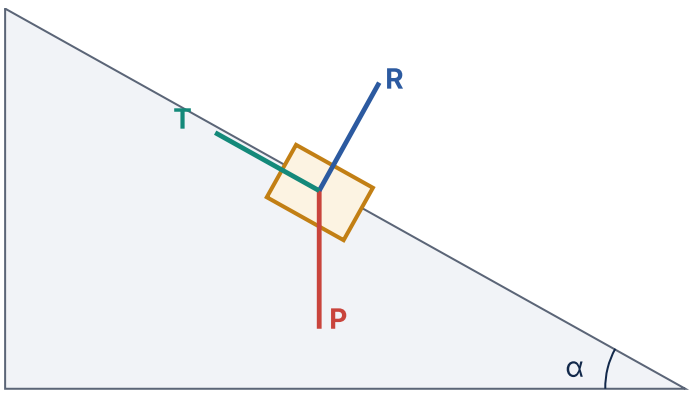
$$F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} = 0 \text{ et } F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} = 0$$

💡 **بالعربية**

نستعمل **الطريقة الهندسية** (مثلث القوى المغلق) أو **الطريقة التحليلية** (الإسقاط على محورين) لحساب الشدات المجهولة.

2 Exemple : plan incliné sans frottement

مثال: مستوى مائل بدون احتكاك



SOLIDE RETENU PAR UN FIL PARALLÈLE AU PLAN

Masse m, angle α ; forces : $\vec{P}$, $\vec{R}$ (perpendiculaire au plan) et $\vec{T}$ (parallèle au plan). Axe Ox selon la ligne de plus grande pente vers le bas, Oy perpendiculaire au plan.

Sur Ox : $mg \sin \alpha - T = 0$, donc $T = mg \sin \alpha$. Sur Oy : $R - mg \cos \alpha = 0$, donc $R = mg \cos \alpha$.

PIÈGE

L'angle entre $\vec{P}$ et la perpendiculaire au plan vaut α (l'angle du plan). Bien vérifier sur la figure si l'on doit utiliser $\sin \alpha$ ou $\cos \alpha$.

3 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 — PLAN INCLINÉ ET FIL — APPLICATION

Un solide de masse 1 kg est maintenu immobile sur un plan incliné d'angle 30°, sans frottement, par un fil parallèle au plan. Calculer la tension du fil et la réaction du plan.

EXERCICE 2 — RESSORT SUR UN PLAN INCLINÉ — APPLICATION

Un solide de 500 g est retenu sur un plan incliné de 20°, sans frottement, par un ressort parallèle au plan, de raideur k = 40 N·m^{-1}. Calculer l'allongement du ressort (sin 20° ≈ 0,342).

EXERCICE 3 — DROITES D'ACTION CONCOURANTES — APPLICATION

Une échelle est appuyée contre un mur lisse et repose sur un sol rugueux. Elle est soumise à son poids, à la réaction du mur (horizontale) et à la réaction du sol. Expliquer comment trouver graphiquement la direction de la réaction du sol.

EXERCICE 4 — BOULE CONTRE UN MUR — APPROFONDISSEMENT

Une boule de masse 2 kg est suspendue par un fil fixé à un mur vertical lisse ; le fil fait un angle de 30° avec le mur. Calculer la tension du fil et la réaction du mur (perpendiculaire au mur).

EXERCICE 5 — LAMPE SUSPENDUE À DEUX FILS — APPROFONDISSEMENT

Une lampe de 3 kg est suspendue à deux fils symétriques, faisant chacun un angle de 60° avec la verticale. Calculer la tension de chaque fil. Que se passe-t-il si l'angle augmente ?

EXERCICE 6 — PLAN INCLINÉ AVEC FROTTEMENT — APPROFONDISSEMENT

Un solide de 2 kg est immobile sur un plan incliné de 30°, retenu par un fil parallèle au plan (vers le haut) de tension T = 6 N. Calculer la composante normale R_N et la force de frottement R_T, puis l'intensité de la réaction et l'angle de frottement.

4 Corrigés détaillés

التصحيح المفصل للتمارين

CORRIGÉ 1 — PLAN INCLINÉ ET FIL

$T = mg \sin 30° = 10 \times 0{,}5 = 5$ N ; $R = mg \cos 30° \approx 8{,}66$ N.

CORRIGÉ 2 — RESSORT SUR UN PLAN INCLINÉ

$k\Delta\ell = mg \sin \alpha$: $\Delta\ell = 5 \times 0{,}342/40 \approx 0{,}043$ m ≈ 4,3 cm.

CORRIGÉ 3 — DROITES D'ACTION CONCOURANTES

Les trois forces sont concourantes. On prolonge la droite d'action du poids (verticale passant par G) et celle de la réaction du mur (horizontale passant par le point de contact) : elles se coupent en un point K. La réaction du sol passe par son point d'application et par K.

CORRIGÉ 4 — BOULE CONTRE UN MUR

Forces : $\vec{P}$ (vertical), $\vec{R}$ (horizontale), $\vec{T}$. Projection verticale : $T \cos 30° = mg$, donc $T = 20/0{,}866 \approx 23{,}1$ N. Projection horizontale : $R = T \sin 30° \approx 11{,}5$ N.

CORRIGÉ 5 — LAMPE SUSPENDUE À DEUX FILS

Par symétrie, les deux tensions sont égales : $2T \cos 60° = mg$, donc $T = 30/(2 \times 0{,}5) = 30$ N. Si l'angle augmente, $\cos \theta$ diminue et la tension augmente (fils presque horizontaux : tensions très grandes).

CORRIGÉ 6 — PLAN INCLINÉ AVEC FROTTEMENT

Sur l'axe perpendiculaire : $R_N = mg \cos 30° \approx 17{,}3$ N. Sur l'axe parallèle : $T + R_T - mg \sin 30° = 0$, donc $R_T = 10 - 6 = 4$ N, vers le haut du plan. $R = \sqrt{(17{,}3^2 + 4^2)} \approx 17{,}8$ N ; $\tan \varphi = 4/17{,}3 \approx 0{,}23$, $\varphi \approx 13°$.

5 Fiche résumé

ملخص الدرس — للمراجعة السريعة

Les points essentiels

Je dois…	Outil / formule	بالعربية
écrire l'équilibre	$F_1 + F_2 + F_3 = 0$; forces concourantes	شروط التوازن
méthode graphique	triangle des forces fermé	مثلث القوى
méthode analytique	projections sur deux axes	الإسقاط
plan incliné sans frottement	$T = mg \sin \alpha$; $R = mg \cos \alpha$	المستوى المائل
trouver une direction inconnue	point de concours des deux autres forces	التلاقي

LES FORMULES CLÉS

$$\Sigma F = 0$$

$$\Sigma F_x = 0 \; ; \; \Sigma F_y = 0$$

$$T = mg \sin \alpha$$

$$R = mg \cos \alpha$$

TOP 5 DES ERREURS

- Inverser sin et cos dans les projections.
- Oublier le signe d'une composante.
- Dessiner la réaction verticale sur un plan incliné sans frottement.
- Oublier que les trois droites doivent se couper.
- Mélanger degrés et radians à la calculatrice.

Lexique français — arabe معجم المصطلحات

Français	العربية	Français	العربية
Forces concourantes	قوى متلاقية	Repère	معلم
Coplanaires	مستوائية	Plan incliné	مستوى مائل
Non parallèles	غير متوازية	Ligne de plus grande pente	خط أكبر ميل
Triangle des forces	مثلث القوى	Tension	توتر
Projection	إسقاط	Réaction normale	المركبة المنظمية
Composante	مركبة	Force de frottement	قوة الاحتكاك

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.