

Bac Pro

LYCÉE PROFESSIONNEL

MÉCANIQUE ANALYTIQUE

STATIQUE TOME 2

COURS ET EXERCICES CORRIGÉS

Daniel POUPART

Editions
Chemins de tr@verse

sur

Bouquineo.fr

Le deuxième tome de ce premier ouvrage de la série destinée aux enseignants et aux élèves de lycée professionnel aborde les bases de la statique du solide. Un compagnon de schémas animés lui est associé.

Dirigé par
Serge Daniel

www.bouquineo.fr

Préface de l'éditeur

Cet ouvrage propose aux élèves et aux enseignants de Bac Pro Industriels une approche illustrée de la statique en mécanique. L'auteur présente en préambule les outils mathématiques nécessaires à une entrée efficace dans le sujet. Les fichiers d'animations associés permettent une lecture et une compréhension interactives.

Serge Daniel

L'auteur

Daniel Poupart

Daniel Poupart est professeur de construction mécanique en lycée professionnel depuis 1973. Une formation à Solidworks ,en 2003, puis la découverte personnelle de Flash (de Macromédia à l'époque) en 2006, lui ont permis de développer une nouvelle approche de la pédagogie. Aujourd'hui, il travaille sur des cours de plus en plus interactifs.

Editions
Chemins de tr@verse

sur



Toute diffusion de son contenu, sans l'autorisation expresse de l'éditeur, sous quelque format que ce soit, viole les lois relatives au droit d'auteur et expose le contrevenant à des poursuites judiciaires.

© Éditions Chemins de tr@verse, Paris, 2010

Isbn 978-2-313-00044-1

Dépôt légal : Juin 2010

Édition de juin 2010 (première édition)

Éditions Chemins de tr@verse – 2, rue Pierre Sémard – 75009 PARIS

Illustration de couverture : ©petarIshmeriev - Fotolia.com

MÉCANIQUE ANALYTIQUE

STATIQUE

TOME 2

BAC PRO DE LA MÉCANIQUE

Daniel Poupart

ÉDITIONS CHEMINS DE TRAVERSE

NOTATIONS

\vec{V} : vecteur de la géométrie. Se lit " *vecteur vé* ".

$\vec{0}$: vecteur nul.

$\vec{F}_{1/2}$: vecteur force qui représente l'action du solide 1 sur le solide 2. Se lit " *vecteur force F du solide 1 sur le solide 2, ou plus simplement F de 1 sur 2* ".

$\|\vec{V}\|$: norme du vecteur \vec{V} . Se lit " *norme de vé* ".

\vec{P} : vecteur poids. Se lit " *poids P ou P* ".

$M_O(\vec{A}_{1/2})$: moment par rapport au point O de la force $\vec{A}_{1/2}$. Se lit " *moment par rapport à O de A de 1 sur 2* ".

TABLE DES MATIÈRES

TOME 1

| | | |
|----------|-------------------------------|-----------|
| | AVANT PROPOS | iv |
| 1 | ÉLÉMENTS DE GÉOMÉTRIE | 1 |
| 1 | POINTS, DROITES, PLANS | 1 |
| 1-1 | Le point | 1 |
| 1-2 | La droite | 1 |
| 1-2-1 | Le segment | 1 |
| 1-2-2 | La demi droite | 2 |
| 1-2-1 | La droite | 2 |
| 1-3 | Le plan | 2 |
| 2 | LES VECTEURS | 3 |
| 1 | DÉFINITION | 3 |
| 2 | CARACTÉRISTIQUES D'UN VECTEUR | 3 |
| 3 | CLASSIFICATIONS DES VECTEURS | 4 |
| 3-1 | Vecteur nul | 4 |
| 3-2 | Notations | 4 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3-3 | Vecteur lié | 4 |
| 3-4 | Vecteur glissant | 4 |
| 3-5 | Vecteur libre | 5 |
| 3-6 | Vecteurs équipollents | 5 |
| 3-6-1 | Propriétés des vecteurs équipollents | 5 |
| 3-7 | Vecteurs colinéaires, vecteurs coplanaires | 6 |
| 4 | OPÉRATIONS SUR LES VECTEURS | 6 |
| 4-1 | Somme de vecteurs | 6 |
| 4-1-1 | Définition de la somme | 6 |
| 4-1-2 | Construction graphique de la somme de deux vecteurs | 6 |
| 4-1-3 | Propriétés de la somme | 7 |
| 4-2 | Différence de vecteurs | 10 |
| 4-2-1 | Définition | 10 |
| 4-2-2 | Propriétés de la différence | 11 |
| 5 | AXES ET REPÈRES | 11 |
| 5-1 | Axe et vecteur unitaire | 11 |
| 5-2 | Repère d'axes | 12 |
| 5-2-1 | Repère orthogonal | 12 |
| 5-2-2 | Repère orthogonal direct | 13 |
| 5-2-3 | Repère orthogonal et normé | 14 |
| 6 | SYSTÈME DE COORDONNÉES CARTÉSIENNES | 15 |
| 6-1 | Vecteur position | 15 |
| 6-2 | Vecteur représentant un segment [AB] | 16 |
| 7 | PRODUIT SCALAIRE | 19 |
| 7-1 | Définition 1 | 19 |
| 7-2 | Définition 2 | 19 |
| 7-3 | Définition 3 | 20 |
| 7-4 | Propriétés | 20 |
| 3 | ÉLÉMENTS DE BASE DE LA MÉCANIQUE ANALYTIQUE | 22 |
| 1 | MODÉLISATION D'UNE FORCE | 22 |
| 1-1 | Principe de la modélisation | 22 |
| 1-2 | Caractéristiques d'un vecteur force | 22 |
| 1-3 | Représentation graphique d'une force | 23 |
| 2 | COMPOSANTES D'UNE FORCE | 23 |
| 2-1 | Principe | 23 |
| 2-2 | Composantes quelconques d'une force | 24 |
| 2-3 | Composantes rectangulaires d'une force | 24 |
| 3 | MOMENT D'UNE FORCE | 25 |
| 3-1 | Définition | 25 |
| 3-2 | Notation et calcul du moment | 25 |
| 3-3 | Convention de signe | 25 |

| | | |
|--------|---|----|
| 4 | RÉSULTANTE DE DEUX FORCES | 26 |
| 4-1 | Principe et définition | 26 |
| 4-2 | Détermination pratique d'une résultante de deux forces non parallèles et quelconques | 26 |
| 4-3 | Détermination pratique d'une résultante de deux forces perpendiculaires | 27 |
| 4-4 | Résultante de deux forces parallèles. Méthode analytique | 27 |
| 5 | PRINCIPE DES ACTIONS MUTUELLES | 29 |
| 5-1 | Construction du principe | 29 |
| 5-2 | Notations | 29 |
| 5-3 | Énoncé du principe | 29 |
| 6 | PRINCIPE FONDAMENTAL DE LA STATIQUE | 30 |
| 6-1 | Équilibre au repos | 30 |
| 6-2 | Énoncé du principe fondamental de la statique | 30 |
| 6-3 | Écriture vectorielle du principe fondamental de la statique | 30 |
| 7 | CONDITIONS D'ÉQUILIBRE D'UN CORPS SOU MIS À L'ACTION DE DEUX FORCES | 31 |
| 7-1 | Énoncé de la condition d'équilibre | 31 |
| 7-2 | Particularités de l'équilibre d'un corps soumis à l'action de deux forces | 31 |
| 8 | CONDITIONS D'ÉQUILIBRE D'UN CORPS SOU MIS À L'ACTION DE TROIS FORCES NON PARALLÈLES | 31 |
| 8-1 | Énoncé de la condition d'équilibre | 31 |
| 9 | CONDITIONS D'ÉQUILIBRE D'UN CORPS SOU MIS À L'ACTION DE TROIS FORCES PARALLÈLES | 32 |
| 9-1 | Énoncé de la condition d'équilibre | 32 |
| 10 | EXEMPLES DE RÉOLUTION DE PROBLÈMES DE STATIQUE | 32 |
| 10-1 | Exemple 1. Système de deux forces | 32 |
| 10-1-1 | Analyse et bilan des forces | 32 |
| 10-2 | Exemple 2. Système de trois forces non parallèles | 34 |
| 10-2-1 | Mise en situation et but | 34 |
| 10-2-2 | Hypothèses | 34 |
| 10-2-3 | Isolément du bras inférieur (3) | 34 |
| 10-2-4 | Conclusion | 35 |
| 10-2-5 | Résolution graphique | 35 |

| | | |
|--------|---|----|
| 10-2-6 | Construction du dynamique | 36 |
| 10-2-7 | Synthèse | 36 |
| 10-3 | Exemple 3. Système de trois forces parallèles | 37 |
| 10-3-1 | Mise en situation et but | 37 |
| 10-3-2 | Hypothèses | 37 |
| 10-3-3 | Bilan des forces et conclusion | 38 |
| 10-3-4 | Méthode de résolution numérique | 38 |
| 10-3-5 | Synthèse | 40 |
| 10-3-6 | Remarques | 40 |

| | |
|--------------|-----------|
| INDEX | 41 |
|--------------|-----------|

| | |
|-----------------------------|-----------|
| LISTE DES ANIMATIONS | 44 |
|-----------------------------|-----------|

TOME 2

| | | |
|----------|---|----------|
| 1 | MODÉLISATION DES ACTIONS MÉCANIQUES | 1 |
| 1 | CLASSIFICATION DES ACTIONS MÉCANIQUES | 1 |
| 2 | ACTIONS MÉCANIQUES À DISTANCE | 1 |
| 3 | ACTIONS MÉCANIQUES DE CONTACT SANS FROTTEMENT | 2 |
| 3-1 | Actions mécaniques ponctuelles sans frottement | 2 |
| 3-2 | Notion de plan tangent commun | 3 |
| 3-3 | Actions mécaniques linéaires sans frottement | 4 |
| 3-4 | Actions mécaniques surfaciques sans frottement | 4 |
| 3-4-1 | Cas des actions mécaniques dues à un fluide | 5 |
| 4 | LIMITES DES ÉTUDES | 5 |
| 5 | LIAISON PIVOT | 6 |
| 6 | LIAISON PONCTUELLE | 7 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 7 | LIAISON LINÉAIRE | 8 |
| 8 | LIAISON APPUI-PLAN | 9 |
| 9 | LIAISON ROTULE | 10 |
| 10 | EXEMPLES D'ANALYSES | |
| | D'ACTIONS DE CONTACT | 11 |
| | 10-1 Extracteur | 11 |
| | 10-2 Action de contact au point A | 11 |
| | 10-3 Action de contact au point B | 11 |
| | 10-4 Action de contact au point C | 12 |
| | 10-4-1 Description du contact | |
| | cône-cylindre | 12 |
| | 10-5 Synthèse | 14 |
| 2 | STATIQUE AVEC FROTTEMENT | 15 |
| 1 | ÉTUDE EXPÉRIMENTALE | |
| | DU FROTTEMENT | 15 |
| | 1-1 Existence du frottement | 15 |
| | 1-2 Équilibre avec frottement | 16 |
| 2 | COEFFICIENT DE FROTTEMENT | 17 |
| 3 | ÉTATS D'ÉQUILIBRE AVEC FROTTEMENT | 17 |
| | 3-1 Équilibre strict | 16 |
| | 3-2 Équilibre limite | 18 |
| | 3-3 Rupture de l'équilibre | 18 |
| 4 | NOTION DE CÔNE DE FROTTEMENT | 18 |
| 5 | EXEMPLE D'ÉTUDE. | |
| | FREINAGE D'UNE ROUE | 19 |
| | 5-1 Mise en situation | 19 |
| | 5-2 Hypothèses | 19 |
| | 5-3 Conditions d'équilibre | 20 |
| | 5-4 Études des cas d'équilibre | 20 |
| | INDEX | 21 |
| | LISTE DES ANIMATIONS | 24 |