



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Campagne 2009

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

BTS PROTHESISTE - ORTHESISTE

SCIENCES APPLIQUEES – U. 3

Session 2009

—
Durée : 3 heures
Coefficient : 3
—

Matériel autorisé :

Calculatrice conformément à la circulaire N°99-186 du 16/11/1999

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 7 pages, numérotées de 1/7 à 7/7.

La page 3/7 est à rendre avec la copie.

| | | |
|------------------------------|------------------|--------------|
| BTS PROTHESISTE - ORTHESISTE | | Session 2009 |
| Sciences appliquées – U. 3 | | PRSCA |
| Coefficient : 3 | Durée : 3 heures | Page : 1/7 |

MECANIQUE (11 points)

L'adhérence est négligée dans tout le problème et les contacts sont supposés ponctuels.

On prendra $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$

Première partie : statique du pied

La page 3 est à rendre avec la copie.

Une personne de 80 kg est en appui bipodal, son poids se répartissant également sur les deux pieds selon l'axe Δ .

Question préliminaire

La réaction du sol est une force répartie. Déterminer les caractéristiques de la force unique équivalente \vec{R} , appliquée sur un seul pied.

- 1- La réaction du sol \vec{R} est la résultante de deux forces réparties qui s'exercent respectivement sur la surface du talon et sur la surface des articulations métatarsophalangiennes notées MTP. Déterminer les caractéristiques des forces uniques et équivalentes, \vec{R}_T et \vec{R}_A appliquées ponctuellement en T et en A :
 - 1.1- algébriquement, en prenant les mesures nécessaires sur la figure 1 ;
 - 1.2- graphiquement, en complétant la figure 1 qui est à l'échelle.
Échelle : 1 cm représente 100 N.

- 2- La surface de chaque pied en contact avec le sol est de 80 cm². On admet que les pressions exercées sur le talon P_T et sur les articulations MTP P_A sont uniformes et exercées sur des surfaces S_T et S_A .
 - 2.1- Sachant que la pression P_T exercée au niveau du talon est double de celle exercée au niveau des articulations MTP, calculer les surfaces S_T et S_A et les pressions P_T et P_A .
 - 2.2- Quel est le rôle des chaussures de sport ? Justifier.

| | | |
|------------------------------|------------------|--------------|
| BTS PROTHESISTE - ORTHESISTE | | Session 2009 |
| Sciences appliquées – U. 3 | | PRSCA |
| Coefficient : 3 | Durée : 3 heures | Page : 2/7 |

Examen ou concours : _____ Série* : _____
Spécialité/Option : _____
Repère de l'épreuve : _____
Épreuve/sous-épreuve : _____
(Préciser, suivi s'il y a lieu, le sujet choisi)

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

À RENDRE AVEC LA COPIE

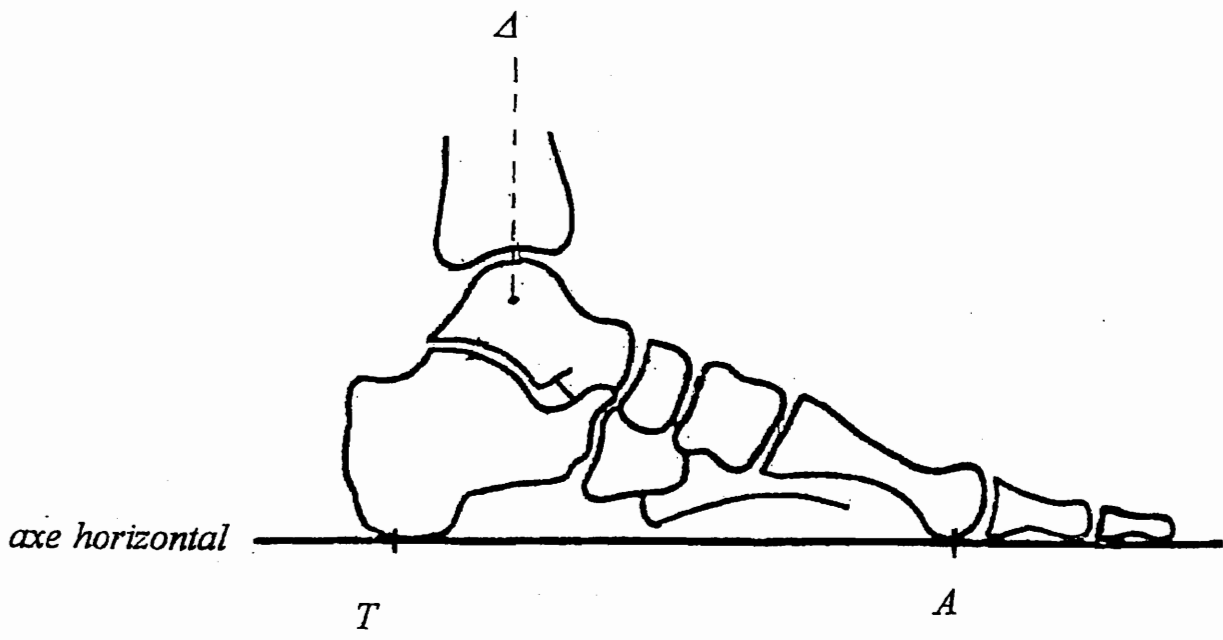


Figure 1

| | | |
|------------------------------|------------------|--------------|
| BTS PROTHESISTE - ORTHESISTE | | Session 2009 |
| Sciences appliquées – U. 3 | | PRSCA |
| Coefficient : 3 | Durée : 3 heures | Page : 3/7 |

Deuxième partie : genou en flexion

La personne de poids $P = 800 \text{ N}$ est désormais penchée en avant, talons décollés, en appui symétrique sur les deux pieds et les genoux fléchis.

Toutes les forces sont représentées dans le plan sagittal (figures 2 et 3).

Les figures 2 et 3 ne sont pas à l'échelle.

Données numériques: $OG = 18 \text{ cm}$; $OT = 45 \text{ cm}$; $OH = 5 \text{ cm}$; $TA = 10 \text{ cm}$; $\alpha = 50^\circ$.

H est le projeté orthogonal de O sur (BC).

- Soit G le centre de gravité de l'ensemble constitué de la jambe et du pied et A le point d'application de la résultante des actions de contact entre le sol et le pied. A n'est pas représenté sur la figure 3.

Le poids d'un ensemble jambe et pied représente 7 % du poids total du corps.

- Lors de la flexion, le muscle le plus puissant est le quadriceps (qui permet de maintenir chaque genou fléchi). Il est représenté par la droite (ED). On néglige l'action des autres muscles.

Son action est transmise au tibia en B par l'intermédiaire de la rotule (CD) jouant le rôle d'une poulie.

- O est le point de contact articulaire fémoro - tibial.

1. Donner les caractéristiques de la réaction \vec{R}_A exercée par le sol sur un pied.

2.

2.1. Réaliser le bilan des forces s'exerçant sur le système constitué de l'ensemble jambe et pied. On notera \vec{F}_B et \vec{R}_O les forces agissant respectivement en B et O.

2.2. Calculer les forces \vec{F}_B et \vec{R}_O sachant que les droites (OT) et (BC) sont parallèles.

2.3. On néglige le poids du système par rapport à la réaction du sol.

Déterminer graphiquement les forces \vec{F}_B et \vec{R}_O .

La figure 3 est à reproduite à l'échelle 1/5. Pour les forces, on prendra 1 cm pour 100 N.

3. A quelles forces la rotule (CD) de poids négligeable est – elle soumise ?

Donner les caractéristiques de la résultante de ces forces, sachant que les droites (ED) et (BC) sont inclinées du même angle α par rapport à l'horizontale.

| | | |
|------------------------------|------------------|--------------|
| BTS PROTHESISTE - ORTHESISTE | | Session 2009 |
| Sciences appliquées – U. 3 | | PRSCA |
| Coefficient : 3 | Durée : 3 heures | Page : 4/7 |

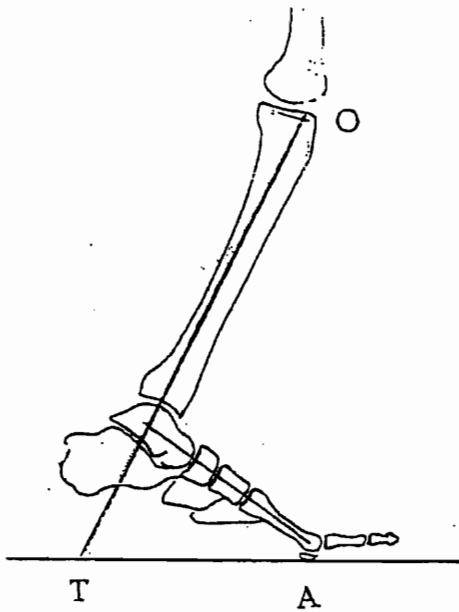


Figure 2

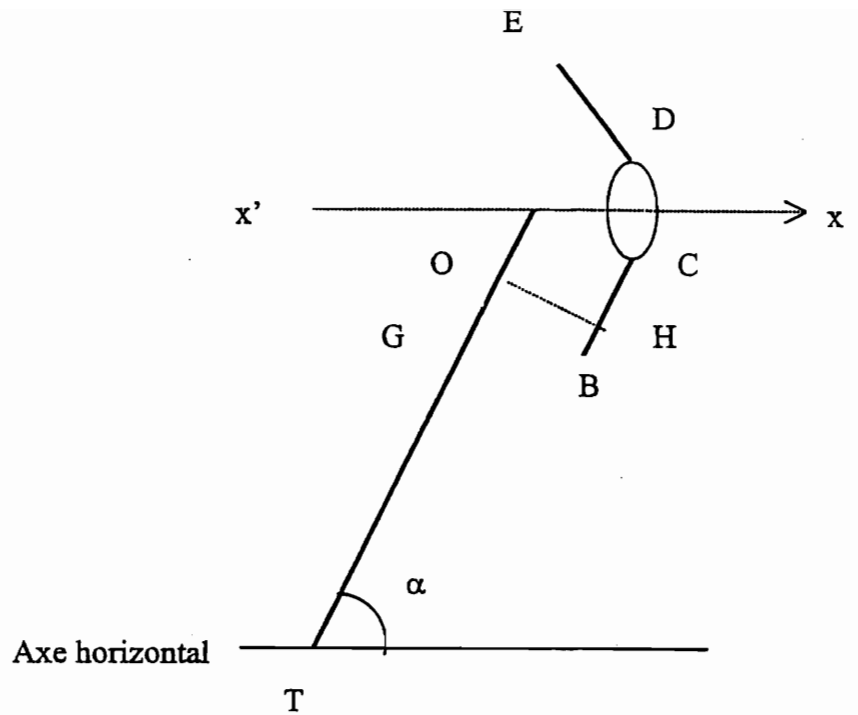


Figure 3

| | | |
|------------------------------|------------------|--------------|
| BTS PROTHESISTE - ORTHESISTE | | Session 2009 |
| Sciences appliquées – U. 3 | | PRSCA |
| Coefficient : 3 | Durée : 3 heures | Page : 5/7 |

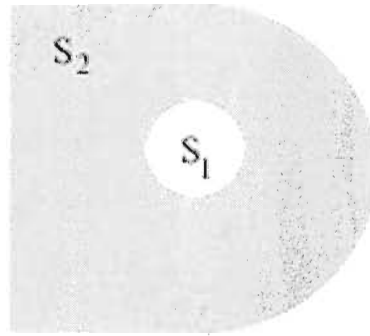
RESISTANCE DES MATERIAUX (4 points)

On fabrique une orthèse plantaire d'épaisseur $p = 6 \text{ mm}$ pour soulager une épine calcanéenne.

Elle est constituée de deux parties homogènes en matériaux différents :

- un polymère P_1 au centre, pour décharger la zone douloureuse ;
- un polymère P_2 pour supporter la charge du sujet ;
- lors de la marche, la valeur maximale de l'appui est $F = 800\text{N}$.

$S_1 = 6 \text{ cm}^2$; $S_2 = 30 \text{ cm}^2$; épaisseur de la semelle $p = 6 \text{ mm}$.



1. On admet que la pression exercée par le sujet est uniforme sur la partie 2 et négligeable sur la partie 1.

Quelle est la contrainte maximale qui s'exerce sur la partie 2 ?

2. L'écrasement de l'orthèse ne doit pas dépasser $0,8 \text{ mm}$.

Calculer la valeur minimale du module d'élasticité E_2 du polymère 2.

3. La partie 1 est fabriquée en silicone de module d'élasticité $E_1 = 10^{-2} \text{ N.mm}^{-2}$.

Quelle est la valeur de la force \vec{F}_1 qui s'applique sur la surface S_1 si le raccourcissement est de $0,8 \text{ mm}$?

4. La valeur de la force \vec{F}_1 est-elle bien négligeable devant la force \vec{F} ? Justifier.

| | | |
|------------------------------|------------------|--------------|
| BTS PROTHESISTE - ORTHESISTE | | Session 2009 |
| Sciences appliquées – U. 3 | | PRSCA |
| Coefficient : 3 | Durée : 3 heures | Page : 6/7 |

CHIMIE DES PLASTIQUES (5 points)

Le polyméthacrylate de méthyle (PMMA)

Le polyméthacrylate de méthyle, plus connu sous ses noms de marque Plexiglas[®] et Altuglas[®], est surtout apprécié pour sa transparence exceptionnelle et sa très bonne résistance au vieillissement. Il est obtenu par polymérisation du méthacrylate de méthyle.

1. Le méthacrylate de méthyle est obtenu à partir de méthanol et d'acide 2-méthylpropénoïque (aussi appelé acide méthacrylique).

1.1. Donner la formule semi – développée du méthanol et préciser sa fonction chimique.

1.2. Quelles sont les fonctions chimiques présentes dans l'acide méthacrylique ? Donner la formule semi – développée de cet acide.

1.3. Ecrire l'équation – bilan de la réaction entre le méthanol et l'acide méthacrylique.

Nommer les composés synthétisés.

2. Le polyméthacrylate de méthyle (PMMA) est obtenu par polymérisation par polyaddition du monomère méthacrylate de méthyle.

2.1. Définir l'expression « polymérisation par polyaddition ».

2.2. Ecrire l'équation – bilan de la polymérisation du méthacrylate de méthyle en utilisant les formules semi – développées.

2.3. Préciser le motif de ce polymère ainsi que sa structure. En déduire sa nature.

2.4. Calculer la masse de méthanol nécessaire pour fabriquer 150 kg de PMMA. Le rendement des réactions est supposé égal à 100 %.

Masse molaire moléculaire du méthacrylate de méthyle : $M = 100 \text{ g.mol}^{-1}$.

Donnée des masses molaires atomiques en g.mol^{-1} : $M_{\text{O}} = 16$; $M_{\text{C}} = 12$; $M_{\text{H}} = 1$.

3. Le polyméthacrylate de méthyle (ou PMMA) est un polymère au taux de cristallinité quasiment nul.

3.1. Quelle est alors la morphologie du PMMA ? Expliquer.

3.2. La température caractéristique du PMMA est sa température de transition vitreuse.

Définir l'expression « température de transition vitreuse ».

3.3. Tracer qualitativement la courbe représentant la variation du module d'Young en fonction de la température. Préciser les différentes zones caractéristiques ainsi que le comportement des chaînes de polymère dans ces zones.

| | | |
|------------------------------|------------------|--------------|
| BTS PROTHESISTE - ORTHESISTE | | Session 2009 |
| Sciences appliquées – U. 3 | | PRSCA |
| Coefficient : 3 | Durée : 3 heures | Page : 7/7 |