

# BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

## SYSTEMES CONSTRUTIFS BOIS ET HABITAT

**SESSION 2005**

**EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES**  
durée : 1h30 heures – coefficient : 1,5

**Le sujet comporte 7 pages.**  
**Les deux problèmes sont indépendants**  
**La page 7/7 est à rendre avec la copie**

*La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies. L'usage de la calculatrice est autorisé.*

**Exercice A - Chimie : colle utilisée pour le collage des chants.**

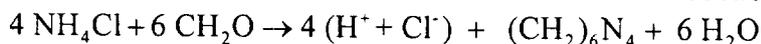
Le tableau donné en **annexe 1** donne des indications d'utilisation des différentes colles.  
**Les annexes 2 et 3 sont à rendre avec la copie.**

A-1) Citer la colle qui peut être utilisée pour coller les chants.

A-2) Donner la définition du terme "thermoplastique".

*La rapidité de prise d'une colle dépend de plusieurs paramètres, notamment de la quantité du durcisseur employé. En effet le degré de polymérisation de la colle dépend de ce durcisseur. Par exemple pour les colles urée - formol, la vitesse de prise est extrêmement sensible aux variations de pH, la vitesse s'accroissant très rapidement avec la diminution du pH.*

*En général, les durcisseurs sont des substances se décomposant en acide. Ainsi, le chlorure d'ammonium libère de l'acide chlorhydrique avec formation d'eau et de formamine selon la réaction :*



La courbe de l'**annexe 2** représente l'évolution de la concentration des ions  $\text{H}^+$  ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) au cours du temps. Cette évolution influe directement sur le pH de la solution donc sur la vitesse de prise de la colle.

La réaction est ici réalisée à une température  $\theta_1 = 20^\circ\text{C}$ .

A-3) Déterminer graphiquement à l'aide de l'**annexe 2**, la valeur numérique de la vitesse instantanée de formation des ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  à l'instant  $t_1 = 4$  min.

La vitesse de réaction à un instant  $t_1$  est définie comme étant le coefficient directeur de la tangente à la courbe,  $[\text{H}_3\text{O}^+] = f(t)$ , au point d'abscisse  $t = t_1$ .

A-4) On appelle "temps de demi-réaction", noté  $t_{1/2}$ , la durée qui s'est écoulée entre le démarrage de la réaction et l'instant pour lequel la concentration en ions ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) atteint la moitié de sa valeur finale. Déterminer la valeur du temps de demi réaction à l'aide de l'**annexe 2**.

Sur le graphique donné en **annexe 3**, on représente l'évolution de la même réaction réalisée à trois températures différentes  $\theta_1 = 20^\circ\text{C}$ ,  $\theta_2$  et  $\theta_3$ . Les concentrations des réactifs sont inchangées.

A-5) Quelle courbe ( $G_2$  ou  $G_3$ ) correspond à la réaction réalisée avec une température supérieure à  $20^\circ\text{C}$  ? Justifier votre réponse.

A-6) Citer un autre facteur qui permettrait d'augmenter la vitesse de la réaction.

A-7) Modélisation de la cinétique de la réaction.

A-7-1) La température vaut  $\theta_1 = 20^\circ\text{C}$ . L'évolution de la concentration en ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  au cours du temps peut se modéliser par une relation du type :

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = A \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) \text{ dans laquelle } e^{-\frac{t}{\tau}} \text{ représente la fonction exponentielle de la variable } (-t/\tau).$$

Dans cette expression, A et  $\tau$  sont des constantes et t le temps exprimé en minutes. La concentration des ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  est exprimée en  $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

A-7-1-1 Que représente la constante A ? Quelle est son unité ?

A-7-1-2 En utilisant l'évolution de la concentration  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  au cours du temps, donnée à l'**annexe 2**, déterminer les valeurs numériques de A et  $\tau$ . Comment nomme-t-on la constante  $\tau$  ?

A-7-1-3 D'après le graphique de l'**annexe 3**, la température influence-t-elle sur la constante A? sur la constante  $\tau$  ?

**Exercice B - Mécanique : étude d'un treuil.**

Un treuil comporte un cylindre, d'axe horizontal  $\Delta$  passant par  $O$ , de rayon  $R_1 = 10$  cm et une manivelle  $OB$  de longueur  $L = 50$  cm. Il est utilisé pour hisser une charge de masse  $M = 20$  kg, de centre de gravité  $G$ , sur une hauteur  $h = 10$  m à l'aide d'une corde inextensible et de masse négligeable. La vitesse de montée de la charge est supposée constante.

Pour cela, on applique une force  $\vec{F}$  constamment perpendiculaire à la manivelle en  $B$  et dont l'intensité  $|\vec{F}|$  est constante.

Pour tout le problème, on prendra  $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$ .

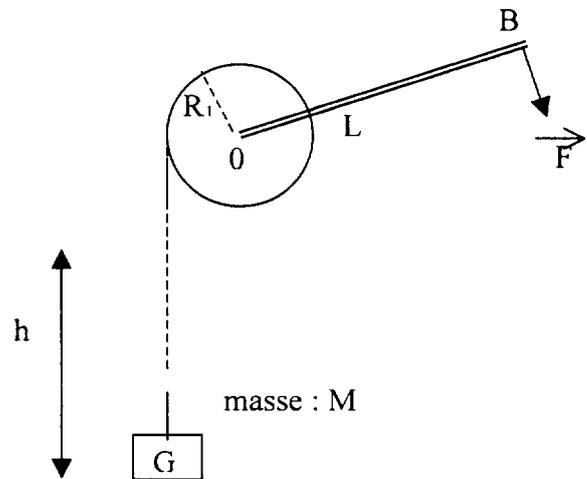


Figure 1

**Première partie : étude dynamique.**

On suppose que la vitesse de la charge reste constante et égale à  $V = 0,1 \text{ m.s}^{-1}$  pendant la montée. La corde est inextensible et ne glisse pas sur le cylindre du treuil. L'intensité de la force vaut :  $|\vec{F}| = 50 \text{ N}$ .

B-I-1) Quelle est la variation de l'énergie cinétique de la charge pendant la montée.

B-I-2) Quelle est la durée  $\tau$  de la montée et l'angle total  $\theta$ , exprimé en radians, dont a tourné le cylindre.

B-I-3) Déterminer littéralement puis numériquement le travail  $W_P$  du poids  $\vec{P}$  de la charge au cours de cette montée.

B-I-4) Calculer numériquement la valeur de  $|\overline{M_{\vec{F}}}|$  ;  $\overline{M_{\vec{F}}}$  représente le moment de la force  $\vec{F}$  par rapport à l'axe du treuil passant par  $O$ .

B-I-5) Calculer numériquement le travail  $W_F$  du moment de la force  $\vec{F}$  pendant cette montée.

B-I-6) Déterminer la valeur numérique de la vitesse angulaire  $\omega$  du treuil.

B-I-7) On note  $\vec{T}$ , la force de tension exercée au point  $N$  par la partie inférieure de la corde. On pourra se référer à la figure 2.

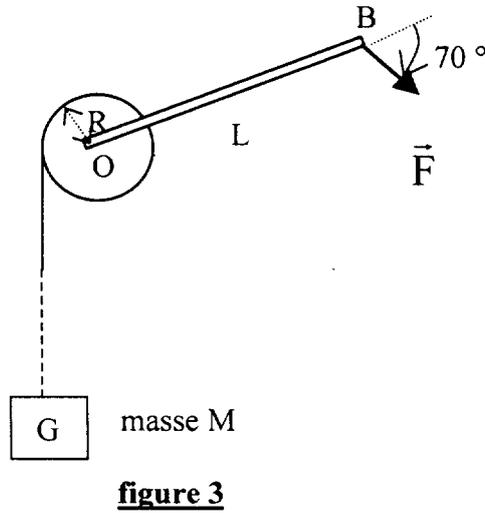
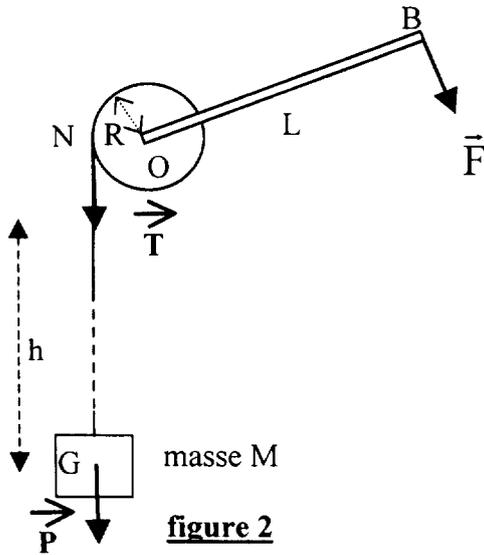
Pourquoi peut-on affirmer que  $|\vec{T}| = |\vec{P}|$  ?

B-I-8) Prise en compte des frottements.

B-I-8.a) En appliquant le théorème de l'énergie cinétique à l'ensemble {cylindre, manivelle et masse  $M$ }, sur la hauteur  $h$ , pendant la montée de la charge, montrer qu'une action supplémentaire doit intervenir dans le bilan énergétique.

B-I-8.b) Il s'agit en fait d'un couple de forces de frottement dont la valeur de l'intensité du moment est notée  $|\overline{M_{fr}}|$ . Calculer numériquement le travail de ce couple ainsi que la valeur de l'intensité de son moment supposé constant.

B-I-9) On désire encore soulever la même charge dans les mêmes conditions par le treuil. Indiquer qualitativement ce qui devrait changer si la direction de la force  $\vec{F}$  faisait en moyenne un angle de 70 degrés avec la manivelle. On pourra se reporter à la figure 3.

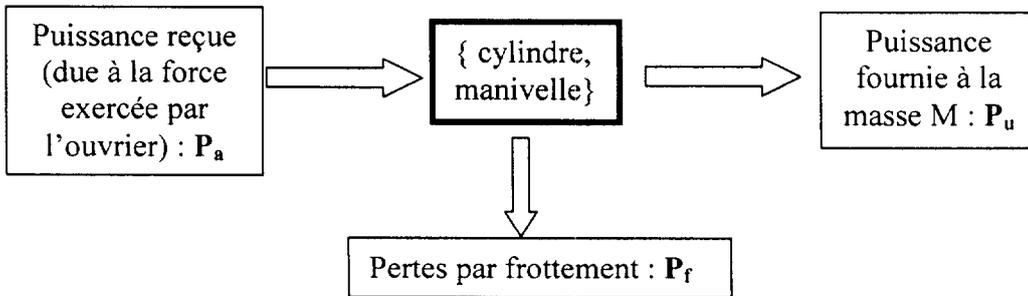


**Deuxième partie : étude énergétique.**

La vitesse de montée de la masse est constante :  $V = 0,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . La corde est inextensible, de masse négligeable et ne glisse pas sur le cylindre du treuil. La force exercée par l'ouvrier est perpendiculaire à la manivelle.

On s'intéresse au système {cylindre, manivelle}. On rappelle que :  $|\vec{T}| = |\vec{P}|$ .

On peut pour ce système faire un bilan énergétique et le modéliser selon le schéma suivant :



On suppose dans les questions II-1) et II-2) qu'il n'y a pas de frottement.

B-II-1)

B-II-1.a) Exprimer  $P_a$  en fonction de  $|\vec{F}|$ ,  $L$  et  $\omega$  ;  $\omega$  désigne la vitesse angulaire du treuil.

B-II-1.b) Exprimer de même  $P_u$  en fonction de  $M$ ,  $g$  et  $V$ .

B-II-2) Le treuil possède un système de débrayage qui permet à la corde de s'enrouler sur deux autres cylindres; l'un de rayon  $R_m = 5 \text{ cm}$ , l'autre de rayon  $R_M = 15 \text{ cm}$ . L'ouvrier peut également réduire ou allonger le bras de manivelle.

La vitesse de montée  $V$  demeure égale à  $0,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  et la masse  $M$  égale à  $20 \text{ kg}$ .

Une variation du rayon  $R_1$  ou du bras de manivelle modifie-t-elle la puissance fournie par l'ouvrier ? La réponse sera justifiée.

## ANNEXE 1

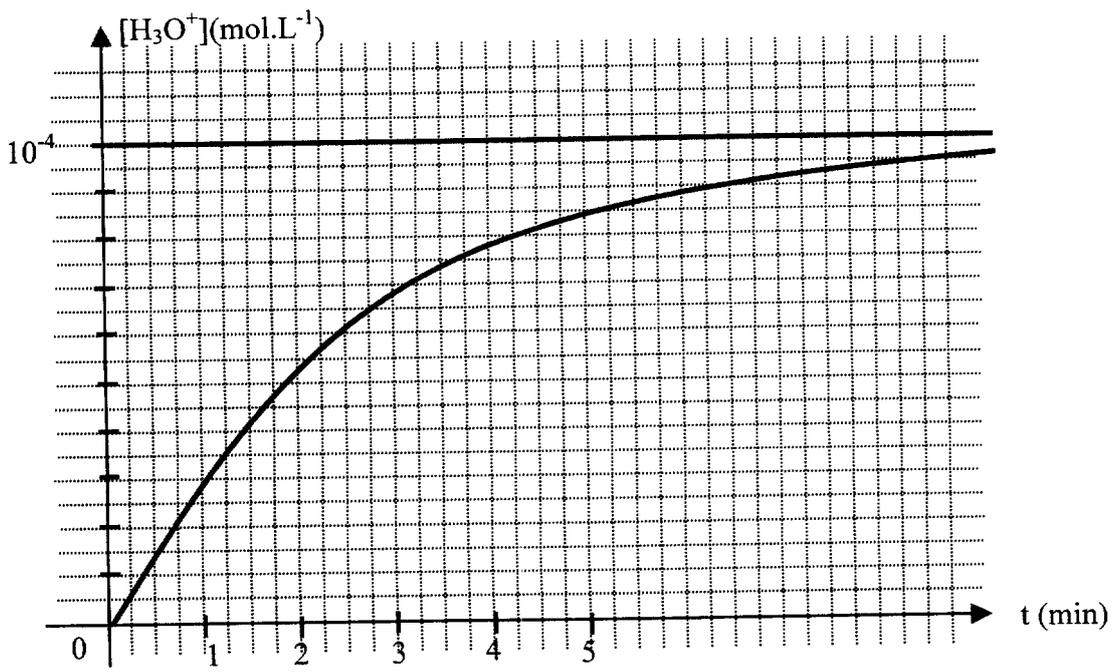
## Colles thermoplastiques – caoutchouc synthétique et divers

colles	Principaux types	Destinations principales	Avantages	Inconvénients
VINYLIQUES	Colles d'assemblages Colles de plaques Colles à parquets Colles à durcisseur	Assemblages de menuiseries et d'ébénisterie; collage des stratifiés et de parquets mosaïques.	Prêtes à l'emploi (sauf dans le cas de vinylique à durcisseur). Facilite la mise en œuvre.	Tenue aux intempéries médiocre sauf s'il s'agit de colles à durcisseur souvent sujettes au fluage sous l'action d'un effort permanent. Exigent pour les assemblages des usinages précis.
POLYCHLOROPRENES	Avec ou sans durcisseur Colles pour applications manuelles Colles pour application au pistolet	Collage des stratifiés, des revêtements de sol, des parois de caravanes, des panneaux muraux	Prise pratiquement instantanée ; possibilité de collage sous pression naturelle.	Demandent une très bonne technicité pour la mise en œuvre. Colles à solvants.
THERMOFUSIBLES	solide	Collage des chants.	Rapidité de prise. Absence de solvant. Possibilité de servir à l'assemblage de matériaux lisses et imperméables. Possibilité d'utiliser des matériaux préencollés.	Tenue à la chaleur et au froid souvent moyenne. Adhérence limitée.

## Colles thermodurcissables

Colles thermodurcissables	Principaux types	Destinations principales	Avantages	Inconvénients
Phénol formol	Liquides à moyenne et haute températures, sous cette forme, se présentent avec ou sans durcisseur. En film. En poudre.	Contreplaqué extérieur et coffrage.	Excellente tenue au feu et aux intempéries.	Exigent de travailler à une température supérieure à 100 °C.
Résorcine	Résorcine – formol. Résorcine phénol-formol.	Construction de charpentes lamellées collées. Construction navale collage extérieur.	Permettent la réalisation de collage à froid ou à chaud. Excellente tenue aux intempéries et au feu. Très bon comportement au vieillissement. Permettent le collage de matériaux divers.	Sensibles à la température lors de la mise en œuvre. Couleur foncée qui peut nuire aux effets décoratifs. Prix élevé.
Urée formol (joints minces)	Sirop – poudre Existents également sous forme de film. De conservation limitée.	Panneaux de particules (liant) Travaux de plaque ébénisterie Contreplaqué. Collage joints minces en menuiserie.	Grande possibilité d'adaptation aux conditions de travail. Bonne tenue à l'eau. Bas prix.	Tenue aux intempéries inférieure à celle des résorcines mais qui peut être améliorée par incorporation de mélanine ou de résorcine.
Urée formol (joints épais)	Sirop – poudre	Charpentes lamellées collées. Menuiseries extérieures . Escalier. Bateaux de plaisance.	Possibilité de collage à basse pression et à partir de 100 °C.	Tenue moyenne à l'action de la chaleur. Sèche continue.
Epoxydes	A un ou plusieurs composants.	Convient pour presque tous les types de subjectiles, en particulier pour le collage des métaux.	Bonne tenue aux intempéries et au vieillissement. Collage sous faible pression. Aucun retrait lors du durcissement. Fluage faible. Bonne résistance à la plupart des acides sous faible concentration.	Adhérence inférieure, sur bois, à celle des colles urée formol. Rigidité des joints Temps de durcissement relativement long. Prix relativement élevé.
Polyuréthanes	A un ou plusieurs composants.	Dans l'industrie du bois : collage de panneaux sandwichs.	Possibilité de collage de matériaux très divers.	Nettoyage à l'aide de solvants.

### ANNEXE 2 - à rendre avec la copie



### ANNEXE 3- à rendre avec la copie

