

FMB 5: ÉTUDE DE LA FORCE DE FROTTEMENT STATIQUE

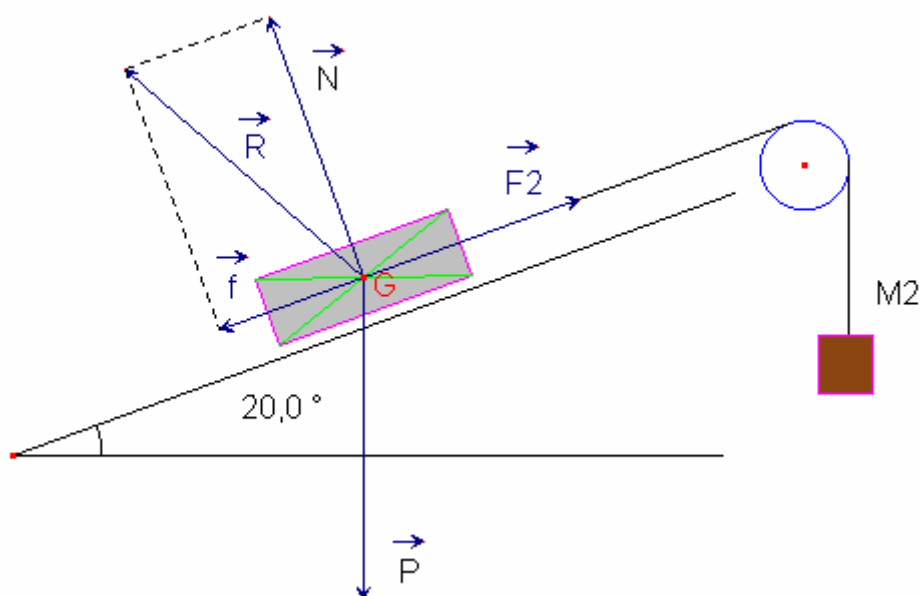
TI-82 STATS – TI-83 Plus – TI-84 Plus

Mots-clés : plan incliné, frottement, statique, coefficient

1. Objectifs

- Étudier la force de frottement statique d'un solide en équilibre sur un plan incliné
- Paramétrer la calculatrice
- Représenter graphiquement une fonction
- Régler la fenêtre graphique
- Analyser la représentation graphique

2. Commentaires



Un solide glisse avec frottements sur un plan incliné faisant un angle α avec l'horizontale. L'équilibre est réalisé avec des masses M_2 juste avant le déplacement du solide.

On se propose de compléter le TP réalisé par une étude graphique afin de prévoir la valeur de l'angle α à partir de laquelle le frottement statique devient négligeable.

Remarque

On a fait figurer sur le schéma, pour l'explication, simultanément les forces \vec{R} , \vec{f} et \vec{N} .

La réaction \vec{R} du plan se décompose selon $\vec{R} = \vec{N} + \vec{f}$

\vec{f} étant la force de frottement

Les détails de l'étude théorique sont naturellement fournis aux élèves quelle que soit leur spécialité.

Il s'agit ici de les aider à raisonner sur une représentation graphique de fonction afin de réactiver et renforcer leur capacité à analyser, déduire, interpréter et éventuellement conjecturer.

L'activité proposée ici est volontairement courte tant sur le plan théorique que manipulateur et ceci afin d'inciter le professeur à argumenter lors de la recherche de la valeur critique α_0 .

Il est aussi important que l'élève prenne le temps de bien explorer la représentation graphique grâce à la calculatrice et surtout recherche les correspondances avec le cours de mathématiques (fonctions et équations).

Les compétences indispensables à la calculatrice sont résumées dans le tableau ci-dessous et peuvent être consultées sur le cahier « *Premières utilisations d'une calculatrice graphique en BEP et Bac Pro* ».

Action à réaliser	Touches
Réglage du mode	MODE
Réglage de la fenêtre graphique	WI NDOW
Entrée d'une fonction	Y=
Modélisation	STAT CALC
Caractéristiques graphiques	2nd [CALC]

3. Mise en œuvre

Rappel : La touche **MODE** permet de s'assurer que tous les élèves possèdent le même réglage sur leur calculatrice

```

NORMAL SCI ENG
FLOAT 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
RADI AN DEGREE
FUNC PAR POL SEQ
CONNECTED DOT
SEQUENTIAL SIMUL
REAL a+bi re^θi
FULL HORIZ G-T
SET CLOCK 01/01/01 01:31
  
```

Avant de débiter l'activité, demander aux élèves de vérifier que l'éditeur de listes ne contient aucune donnée. Si tel n'est pas le cas, les faire effacer touche **2nd [MEM]** puis choisir le menu **4: ClrAllLists**

```

MEMORY
1:About
2:Mem Mgmt/Del...
3:Clear Entries
4:ClrAllLists
5:Archive
6:UnArchive
7↓Reset...
  
```

Vérifier également que l'éditeur de listes permet l'édition des listes **L₁** à **L₆** sinon appuyer sur **STAT** puis choisir le menu **5: SetUpEditor**

```

EDIT CALC TESTS
1:Edit...
2:SortA(
3:SortD(
4:ClrList
5:SetUpEditor
  
```

Désactiver l'affichage du coefficient de corrélation en appuyant sur la touche **2nd [CATALOG]**

Appuyer sur **[D]** et choisir **DiagnosticOff** (machine en anglais)

```

CATALOG
DependAsk
DependAuto
det(
DiagnosticOff
DiagnosticOn
dim(
▶Disp
  
```

Voir la fiche élève pour le déroulement pédagogique de l'activité

FMB 5 : ÉTUDE DE LA FORCE DE FROTTEMENT STATIQUE

TI-82 STATS – TI-83 Plus – TI-84 Plus

Mots-clés : plan incliné, frottement, coefficient, statique

1. Objectifs

Étudier la force de frottement statique d'un solide en équilibre sur un plan incliné

Paramétrer la calculatrice

Représenter graphiquement une fonction

Régler la fenêtre graphique

Analyser la représentation graphique

2. Commentaires

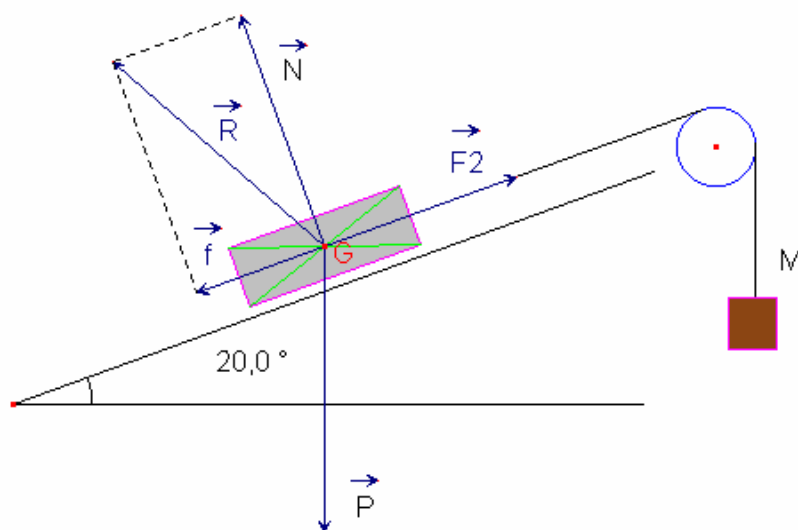
Un solide glisse avec frottements sur un plan incliné faisant un angle α avec l'horizontale.

L'équilibre est réalisé avec des masses M_2 juste avant le déplacement du solide.

On se propose de compléter le TP réalisé par une étude graphique, afin de prévoir la valeur de l'angle α à partir de laquelle cesse le frottement statique.

3. Mise en œuvre

Remarque : selon le modèle de machine, les écrans obtenus peuvent différer légèrement



Remarque

On néglige la masse du fil et la masse de la poulie

Configurer la calculatrice en mode radian Mode 2nd [QUIT].

Fixer l'affichage des résultats à 3 décimales (écran 1)

1. À l'aide des masses marquées M_2 , on réalise l'équilibre du solide juste avant son déplacement.

Le solide étant soumis à des frottements, la réaction \vec{R} du plan incliné sur le solide est telle que :

```

NORMAL SCI ENG
FLOAT 012 456789
RADIAN DEGREE
FUNC PAR POL SEQ
CONNECTED DOT
SEQUENTIAL SIMUL
REAL a+bi Pc^Q
FULL HORIZ G-T
SET CLOCK 01/01/01 00:01
  
```

écran 1

$$\vec{R} = \vec{N} + \vec{f}$$

$$\vec{P} + \vec{N} + \vec{f} + \vec{F}_2 = \vec{0}$$

La force de frottement \vec{f} compense la force appliquée \vec{F}_2 .

La valeur de \vec{f} peut donc augmenter jusqu'à une valeur F_m pour compenser \vec{F}_2

On peut montrer par projection sur le plan incliné de la relation précédente que la condition d'équilibre peut s'écrire :

$$f = (M_2 - M_1 \times \sin \alpha) g \text{ avec } g \approx 10 \text{ N/kg.}$$

Lors de l'expérience nous avons : $M_2 = 50 \text{ g}$ et $M_1 = 100 \text{ g}$.

On fait varier l'inclinaison du plan incliné.

α devient donc pour la calculatrice la variable x .

2. Montrer que f peut se représenter par la fonction :

$$y = 0.5 - \sin(x)$$

Entrer l'expression de cette fonction dans l'éditeur de fonction. Cela correspond à la séquence de touches suivante : (écran 2)

`Y= 0.5 - sin (X) ENTER`

```

Plot1 Plot2 Plot3
\Y1=0.5-sin(X)
\Y2=
\Y3=
\Y4=
\Y5=
\Y6=
\Y7=
  
```

écran 2

Entrer l'expression de cette fonction dans l'éditeur de fonction. Cela correspond à la séquence de touches suivante : (écran 2)

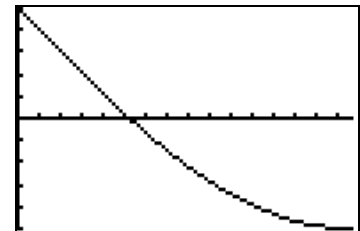
```

WINDOW
Xmin=
Xmax=1.5707963...
Xscl=.1
Ymin=-.5
Ymax=.5
Yscl=.1
Xres=1
  
```

écran 3

Adapter les paramètres de la fenêtre graphique. (écran 3 et 4)

`WI NDOW GRAPH`



écran 4

3. En utilisant les outils graphiques de la calculatrice, rechercher la valeur de l'angle α qui annule l'intensité de la force de frottements f

On notera cependant que : $0 \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2}$

`2nd [CALC] 2 : Zero`

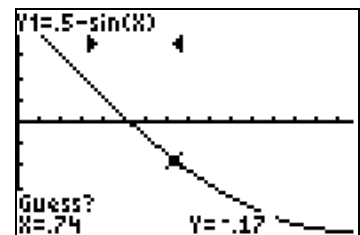
(écran 5 et 6)

4. Convertir la valeur trouvée en degrés.

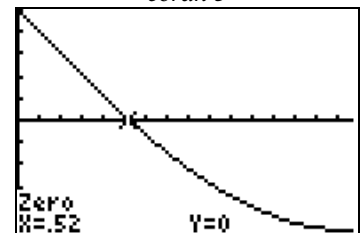
Soit α_0 cette valeur :

Que peut-on en déduire quant à l'état d'équilibre du système si :

- $\alpha < \alpha_0$
- $\alpha \geq \alpha_0$



écran 5



écran 6