

 DEVUIP Service Scolarité	ANNEE UNIVERSITAIRE 2011-2012 SESSION 2 D'AUTOMNE Parcours : LPI UE : M1PY3002EXI Epreuve : Informatique pour la physique Date : Jeudi 07 Juin 2012 Heure : 11h00 Durée : 1h30 Documents : aucun document autorisé Epreuve de M. Dumora	
--	--	---

Chacune des sections est indépendante de la précédente.

1 Exercice I (6 points)

Cet exercice propose d'analyser le fichier source suivant puis de le modifier afin d'introduire de nouvelles fonctionnalités au programme.

```

/* Exam M1PY3002EXI
   seconde session
   7 Juin 2012
   programme1
   auteur: Denis Dumora
*/

#include <stdio.h>

int main(void)
{
    int a = 256;
    int b = 48;
    int p;
    int n;
    p = a;
    n = b;
    printf("%d□%d\n",p,n);
    while(p!=n)
    {
        if (p>n)
        {
            p = p - n;
        }
        else
        {
            n = n - p;
        }
        printf("%d□%d\n",p,n);
    }
    printf("-----\n");
    printf("%d/%d□=□%d/%d\n",a,b,a/n,b/n);
    return 0;
}

```

1-1 Analyse

1-1-a Ecrire **exactement** ce que l'exécutable créé à partir de ce programme va afficher à l'écran.

1-1-b Du point de vue mathématique, que calcule ce programme ?

1-2 Modification du code

1-2-a Modifier le code afin qu'il demande à l'utilisateur d'entrer les valeurs des variables a et b et qu'il récupère ces valeurs quand l'utilisateur les entre au clavier.

1-2-b Modifier le code afin que le programme ouvre un fichier `resultat.dat` en écriture et qu'il écrive dans ce fichier et sous la même forme qu'à l'écran le résultat final (la dernière ligne affichée à l'écran). Une attention particulière doit être portée à l'ensemble des étapes de la gestion de l'écriture d'un fichier sur disque.

2 Chute d'une bille dans la glycérine (14 points)

On se propose d'étudier la chute d'une bille dans un tube rempli de glycérine, dans le cas où le tube est suffisamment large par rapport au diamètre de la bille ($R > 10r$), les forces de frottement sont de type fluide (proportionnelles à la vitesse de chute de la bille) et peuvent être modélisées par la loi de Stokes :

$$\vec{f} = -6\pi\eta r\vec{v}$$

où

- η est le coefficient de viscosité de la glycérine
- r le rayon de la bille
- v la vitesse de chute de la bille

Le bilan des forces appliquées à la bille s'écrit alors

$$\vec{P} + \vec{f} = m\vec{g} + \vec{f}$$

En choisissant d'orienter l'axe vertical vers le bas, la projection sur cet axe du principe fondamental de la dynamique conduit à :

$$m \frac{dv}{dt} = mg - 6\pi\eta vr \quad (1)$$

On se propose de calculer l'évolution de la vitesse de la bille lors de sa chute. Les conditions initiales (temps $t = 0$) sont $v_0 = 0$ (la bille est lâchée sans vitesse initiale.)

On calculera l'évolution de la vitesse jusqu'au temps $t = 1$.

Le rayon de la bille est $r = 4.10^{-4}m$, sa masse est $m = 2.10^{-3}kg$, la viscosité de la glycérine $\eta = 1,5Pa.s$.

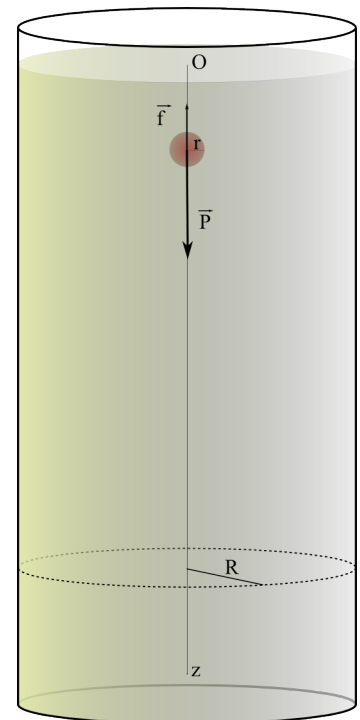
On prendra $g = 9,81m.s^{-2}$.

La résolution exacte du problème conduit à l'expression de la vitesse suivante :

$$v = \frac{g}{m} \times 6\pi\eta r \times \left(1 - e^{-\frac{6\pi\eta r}{m}t}\right)$$

On se propose de résoudre numériquement l'équation 1 par la méthode d'Euler.

La vitesse va donc être calculée pas à pas, la dérivée par rapport au temps étant approximée par l'accroissement de vitesse sur l'intervalle de temps.



L'équation 1 va donc être transformée, elle devient :

$$\frac{dv}{dt} = g - \frac{6\pi\eta vr}{m}$$

puis pour calculer la vitesse au pas $i + 1$ en fonction de la vitesse au pas i :

$$\frac{v_{i+1} - v_i}{\delta t} = g - \frac{6\pi\eta v_i r}{m}$$

où δt est le pas de temps choisi, on a donc

$$v_{i+1} = \left(g - \frac{6\pi\eta v_i r}{m} \right) \times \delta t + v_i$$

C'est cette méthode que l'on se propose de coder et de comparer à la solution exacte.

On choisira de calculer 20 pas de temps.

Le squelette du code source qui répondra à ces questions est donné en suivant : il porte le nom `chute_glycerine.c`

```
/* Exam M1PY3002EXI
   seconde session
   7 Juin 2012
   chute d'une bille dans de la glycerine
   auteur: Denis Dumora
*/
#include <stdio.h>
#include <math.h>

float nouvelle_vitesse(float vi, float force, float masse, float dt)
{

}

float vexact(float t, float g, float masse, float coefstokes)
{

}

int main(void)
{
    /* donnees physique */
    /* rayon de la bille en metre */
    float r = 4e-4;
    /* viscosite de la glycerine */
    float eta = 1.5;
    /* masse de la bille en kg */
    float m = 2e-3;
    float g = 9.81;
```

```

float pi = acos(-1.);
/* Initialisations */
float coef_stokes = -6.*pi*eta*r;
float vini = 0.;
float tini = 0.;
float tfin = 1.;
/* nombre de points sur l'axe des temps */
float Npt = 20;
/* calcul de dt */
float dt = (tfin-tini)/(Npt-1);
int i;
float v;
float t;

v = vini;

/* Boucle sur le calcul de la vitesse */

    float v_exact = vexact(t, g, m, coef_stokes);

    v = nouvelle_vitesse(v,f, m, dt);

/* Fin du calcul de la vitesse par la méthode d'Euler */

return 0;
}

```

2-1 Éléments de code et compilation

2-1-a Que signifient les deux lignes

```

#include <stdio.h>
#include <math.h>

```

Comment sont-elles traitées par le compilateur.

2-1-b Quelle ligne de commande faut-il taper dans le terminal pour compiler le programme ci-dessus **et qu'il produise le code exécutable** chute_glycerine. On choisira les options de compilation permettant de faire apparaître l'ensemble des messages de compilations (erreurs et avertissement) et on ajoutera les liens vers les bibliothèques adéquates.

2-2 Modification du code

2-2-a Ecrire le code des fonctions nouvelle_vitesse() et vexact() qui donnent respectivement la vitesse de la particule à l'itération $i + 1$ (instant $t + dt$) connaissant la vitesse à l'itération i (instant t) ainsi que la vitesse exacte à l'instant t .

2-2-b Ecrire le code de la boucle qui calcule les différentes vitesses (vitesse calculée par la méthode d'Euler et vitesse exacte) de la bille au cours du temps (entre les instant $t_{ini} = 0$ et $t_{fin} = 1$)

2-2-c Ecrire la ligne de code qui produit la sortie suivante à l'écran :

```

temps v_Euler v_exacte ecart relatif
0.000 0.000 0.000 nan%

```

0.053	0.516	0.447	15.62%
0.105	0.879	0.778	12.95%
0.158	1.134	1.024	10.66%
0.211	1.313	1.207	8.72%
0.263	1.438	1.343	7.09%
0.316	1.527	1.444	5.72%
0.368	1.588	1.519	4.59%
0.421	1.632	1.574	3.66%
0.474	1.663	1.616	2.90%
0.526	1.684	1.646	2.29%
0.579	1.699	1.669	1.80%
0.632	1.710	1.686	1.41%
0.684	1.717	1.699	1.10%
0.737	1.722	1.708	0.85%
0.789	1.726	1.715	0.66%
0.842	1.729	1.720	0.51%
0.895	1.731	1.724	0.39%
0.947	1.732	1.727	0.30%
1.000	1.733	1.729	0.23%

où la quatrième colonne est l'écart relatif de la vitesse approximée par la méthode d'Euler à la vitesse exacte : $\frac{v_{euler} - v_{exact}}{v_{exact}}$ exprimée en %.

Remarques :

- On veillera à respecter le formatage de l'affichage des réels tel qu'il est donné ici.
- Le symbole nan est automatiquement affiché quand on demande au programme d'afficher le résultat d'une division par 0.
- L'affichage du signe % est obtenu en doublant le signe dans la chaîne de format (soit %%).

2-3 Analyse du résultat

2-3-a Expliquez pourquoi l'écart relatif entre la valeur de la vitesse de la bille obtenue par la méthode d'Euler et celle obtenue par le calcul exact est plus grand dans les premiers instants de la chute de la bille ?

FIN...