

Utilisation d'un logiciel intégré dans l'exploitation d'un T.P. sur le plan incliné

par Didier CHAFFIOL
Legt Kirschleger, 68140 Munster

Le prétexte du travail qui suit est de calculer l'accélération d'après l'enregistrement de la trajectoire d'un mobile qui glisse sans frottement sur un plan incliné.

1. BUTS

– Le premier but est de faire réfléchir les élèves sur la difficulté de faire de bonnes mesures et d'analyser les causes de variations de celles-ci : (voir le détail dans le logiciel proposé « Table 5 Jeulin »).

– Le second est de préparer les élèves à l'utilisation des micro-ordinateurs comme outil d'aide :

*aux calculs
à la réflexion
à la présentation final d'un rapport.*

– Le troisième est de montrer la nécessité de la maîtrise de l'anglais pour les scientifiques.

2. EXPÉRIENCE SERVANT DE SUPPORT

Avec la table à mobiles autoporteurs «Jeulin» on fait réaliser plusieurs descentes :

- cinq identiques pour étudier la reproductibilité, et les frottements ;
- deux autres pour voir l'influence de l'angle ;
- deux autres pour voir l'influence de la masse.

D'où plus de 300 mesures à traiter.

3. DÉROULEMENT DES OPÉRATIONS

Il sera différent selon que ce travail sera pluridisciplinaire ou non. L'idéal étant de le conduire à trois professeurs :

- de Physique pour le T.P. de départ ;
- de Mathématique et/ou d'informatique pour le tableur ;
- d'Anglais ou son assistant pour le résumé.

Suivant le nombre de professeurs et le temps dont on dispose le logiciel proposé aux élèves sera plus ou moins complet : c'est-à-dire, avec ou sans formules de calcul dans les différents tableaux préparés pour faciliter la présentation du document final ; à chacun de modifier le logiciel en fonction des impératifs du moment.

1ère étape : T.P. de Physique :

Faire les différentes descentes (30 min.). Faire mesurer à la maison, au demi-millimètre près, les distances à partir de l'origine en insistant sur le soin à apporter à cette opération (Utiliser une grande règle 40 cm).

2ème étape en salle informatique :

Confier à différents groupes la saisie des différents tableaux en fonction de leur plus ou moins grande habitude aux micros. (Tableau 2 pour les très lents, 3 pour les plus rapides etc.).

Faire des tirages sur l'imprimante des tableaux de valeurs que l'on photocopie ensuite pour que chaque groupe puisse élaborer des remarques et une conclusion sur l'ensemble des tableaux. Il y a toujours au premier jet des valeurs absurdes du type valeurs négatives de l'accélération dues généralement à une ligne oubliée.

Dans une seconde séance en salle informatique on corrige les erreurs et on rédige le document final.

3ème étape avec assistant d'anglais :

Les élèves avec l'aide de leur assistant de langue élaborent le texte

en anglais qui résume le travail fait, (ce qui fournit un but à ces séances d'anglais).

4. CONCLUSION

Le travail est donc très différent des T.P. habituels où une seule expérience doit fournir la bonne conclusion. L'analyse critique des résultats est imaginée sans comparaison possible par manque de temps. Ici grâce au logiciel on peut manipuler de nombreuses données, réfléchir aux valeurs aberrantes, les modifier sans avoir tout le travail à refaire.

De plus les élèves ont un aperçu des outils informatiques professionnels.

ANNEXE : Exemple de T.P.

Les documents qui suivent sont les photocopies des différents écrans que l'on obtient sur l'ordinateur lorsque les valeurs sont entrées, afin que chacun puisse se faire une idée de ce que l'on peut obtenir.

Voici les principales observations faites par certains groupes. (Il a fallu donner quelques idées pour étoffer leurs conclusions).

Tous constatent que :

- la valeur de l'accélération mesurée est inférieure à celle calculée sans frottement. Donc il y en a, certains ont fait une évaluation des frottements (exercice classique posé au bac C ou D) et ont trouvé environ 0.01 N.

- les résultats sont assez dispersés (écart type assez élevé). Cela est dû probablement à la méthode de mesure employée pour l'accélération : $a_4 = (V_5 - V_3)/2.dt$ avec $V_4 = A_5 A_3/2.dt$.

Il est difficile d'atteindre une précision du quart de mm.

De plus l'étincelle n'est pas un segment de droite à l'aplomb de l'éclateur.

- un certain manque de reproductibilité car les valeurs moyennes (tableau 3) sont variables d'une descente à l'autre.

- la masse n'intervient pas dans la valeur de l'accélération (tableau 4). Les résultats ne montrent pas plus de différences que lorsqu'il s'agit de faire des descentes identiques.
- l'influence de l'angle sur l'accélération est conforme à la théorie (tableau 5).

Les causes d'erreur sont multiples on peut retenir entre-autres :

Manque de planéité de la table, les cinq descentes ayant été effectuées à des endroits différents puisque imprimées sur le même papier spécial.

Malgré les précautions prises, la feuille était-elle bien plaquée ?

Peut-on évaluer l'influence des fils souples sur la marche d'un mobile ? Et est-elle la même à chaque fois ?

.....

Les collègues qui veulent le programme peuvent nous contacter au lycée. Toutes améliorations ou idées nouvelles pour peaufiner ce T.P. sont les bienvenues.

Étude de la reproductibilité des mesures sur la Table Jeulin

Quelle est l'importance des frottements dans le plan incliné ?

1. BUTS

- Les buts du présent travail sont en utilisant « Framework » :
- de se servir d'un logiciel professionnel pour présenter le résultat de leurs travaux.
 - de faire réfléchir les élèves aux cause d'erreurs ou d'incertitudes en fonction du type d'expériences faites.
 - de permettre un travail qui serait trop long à faire manuellement.

- d'utiliser les fonctions statistiques pour le calcul des accélérations, ce qui améliore la précision finale.
- de rédiger une conclusion.
- de rédiger un résumé en anglais avec le concours de l'assistant d'Anglais.

2. EXPÉRIENCES

2.1. Reproductibilité

La table est inclinée avec une cale de 2,5 cm.

On lâche le mobile autoporteur sans vitesse initiale.

On répète 5 fois l'expérience. (Les distances sont mesurées sur le document et portées dans la première colonne ; tous les calculs sont effectués par le tableur et affichés dans les autres colonnes. (Voir tableaux 2 et 3).

2.2. Influence de la masse

Théoriquement la masse ne doit pas intervenir dans l'accélération du mobile. D'où plusieurs descentes avec des charges différentes. (Voir tableau 4).

2.3. Influence de l'angle

On repère pour différentes valeurs de l'inclinaison. (Voir tableau 5).

2.4. Conclusion

Partie à rédiger par les élèves...

3. DÉTAILS PRATIQUES

Dans le tableau n° 2 :

Indiquer dans la **case D2** la durée entre chaque pointé, et la masse du mobile en **case H2**.

Introduire les distances soigneusement mesurées au demi-millimètre près. **Framework** calcule alors automatiquement les vitesses et les accélérations

Dans le tableau n° 3 :

Indiquer dans la **case D2** la durée entre chaque pointé.

Introduire maintenant les quatre autres expériences faites dans les mêmes conditions.

Recopier les formules de calculs de l'accélération grâce aux touches «**F6, Flèche..., F8, et return**».

Framework calcule alors automatiquement les accélérations dans les colonnes correspondantes.

Analyser les résultats obtenus et rédiger une conclusion dans le dernier cadre.

Dans le tableau n° 4 :

Indiquer dans la **case D2** la durée entre chaque pointé et les masses des différents mobiles utilisés à chaque essai dans les cases prévues à cet effet.

Analyser les résultats obtenus et rédiger une conclusion dans le dernier cadre.

Dans le tableau n° 5 :

Ici on notera la valeur de l'angle d'inclinaison dans les cases prévues à cet effet.

Analyser les résultats obtenus et rédiger une conclusion dans le dernier cadre.

Durée : 0,06 s		Masse en kg. : 0,625	
n°	Distance	Vitesse	Accélération
0	,0	impossible	impossible
1	1,5	33	impossible
2	4,0	50	243
3	7,5	63	243
4	11,5	79	278
5	17,0	96	264
6	23,0	111	264
7	30,3	128	271
8	38,3	143	257
9	47,5	158	229
10	57,3	171	257
11	68,0	189	264
12	80,0	203	194
13	92,3	213	250
14	105,5	233	347
15	120,2	254	285
16	136,0	267	243
17	152,2	283	264
18	170,0	298	208
19	188,0	308	243
20	207,0	328	278
21	227,3	342	236
22	248,0	356	278
23	270,0	375	299
24	293,0	392	278
25	317,0	408	264
26	342,0	423	208
27	367,8	433	222
28	394,0	450	278
29	421,8	467	222
30	450,0	477	243
31	479,0	496	333
32	509,5	517	278
33	541,0	529	
	573,0		
$m m . s^{-2}$	Valeurs moyennes : . Ecart Type		255,28 33,30

Tableau 2

durée : ,06 s		ETUDE DE LA REPRODUCTIBILITE (frottement)								
n°	d1	d2	d3	d4	d5	a1	a2	a3	a4	a5
0	,0	,0	,0	,0	,0
1	1,5	2,0	2,0	1,5	2,0
2	4,0	5,0	5,0	3,0	5,0	243	208	208	278	222
3	7,5	8,3	8,7	6,0	8,5	243	306	181	278	278
4	11,5	13,0	13,0	10,0	13,2	278	299	243	208	271
5	17,0	18,0	18,0	14,5	19,0	264	229	326	243	222
6	23,0	25,3	24,5	20,0	25,3	264	271	208	229	250
7	30,3	33,0	32,0	26,5	32,7	271	215	139	243	250
8	36,3	41,5	39,0	33,3	41,0	257	243	278	306	229
9	47,5	50,1	48,0	42,0	50,0	229	333	243	174	257
10	57,3	61,2	57,5	51,0	60,0	257	215	174	160	278
11	68,0	72,0	67,5	60,0	71,0	264	229	229	313	222
12	80,0	84,0	78,5	71,0	83,0	194	366	243	278	208
13	92,3	97,2	90,3	82,5	95,2	250	250	271	174	250
14	105,5	112,1	103,0	95,0	109,0	347	125	243	208	208
15	120,2	126,0	117,0	107,5	123,0	285	243	229	313	271
16	136,0	142,0	131,0	122,0	138,0	243	299	278	278	313
17	152,2	158,3	147,0	137,0	154,7	264	257	208	243	215
18	170,0	176,2	163,0	153,0	171,5	208	250	208	278	208
19	188,0	194,3	180,0	170,0	189,5	243	292	243	208	222
20	207,0	214,0	198,0	188,0	208,0	278	257	208	174	257
21	227,3	234,5	216,5	206,0	227,5	236	229	278	236	264
22	246,0	255,5	236,0	225,5	246,2	278	278	278	347	250
23	270,0	278,0	257,0	245,4	269,3	299	243	174	361	271
24	293,0	301,0	278,0	268,0	292,0	278	208	174	208	250
25	317,0	325,0	300,0	290,0	315,0	264	243	278	236	229
26	342,0	349,5	322,5	313,5	339,4	208	278	278	278	194
27	367,8	375,5	347,0	338,0	364,0	222	278	206	243	208
28	394,0	402,0	371,0	363,0	389,6	278	271	264	264	236
29	421,6	430,0	397,0	389,5	416,0	222	243	243	236	264
30	450,0	458,4	423,3	416,3	443,2	243	222	236	236	271
31	479,0	488,0	450,5	444,4	471,8	333	208	278	229	236
32	509,5	518,0	479,0	473,0	500,7	278	201	229	243	264
33	541,0	549,0	508,0	502,6	531,0			243	306	229
	573,0	580,5	538,0	533,2	562,0					
			569	565,2	593,5					
Valeurs moyennes::						255,28	253,61	232,50	248,89	243,06
Ecart Type						32,65	45,45	39,49	53,29	28,21
Valeurs théoriques						266,30	266,30	266,30	266,30	266,30
Pourcentage						-4,1%	-4,8%	-12,7%	-6,5%	-8,7%

Tableau 3

Durée : ,06 s			Masses i : 640 : 997 : 1354			
n°	d1	d2	d3	a1	a2	a3
0	,0	,0	,0			
1	2,2	2,6	2,0			
2	6,0	6,0	6,0	486	417	486
3	11,5	11,0	11,0	500	486	590
4	19,0	19,0	19,0	521	472	486
5	28,0	28,0	28,5	535	521	431
6	39,5	39,0	39,0	486	549	521
7	52,2	51,8	52,2	493	486	493
8	67,0	66,5	66,5	521	458	486
9	83,5	83,5	83,0	542	590	569
10	102,0	101,0	101,0	500	549	556
11	122,6	121,8	122,0	472	486	417
12	144,2	144,0	143,5	576	542	521
13	168,5	168,0	167,0	563	521	556
14	194,7	194,0	193,5	681	486	382
15	222,5	222,0	220,0	451	521	486
16	255,0	251,5	249,0	83	500	521
17	283,0	283,0	280,0	563	465	486
18	316,5	316,5	312,0	694	542	521
19	351,6	351,2	347,0	472	563	417
20	388,0	388,2	382,5	556	542	417
21	427,0	427,2	420,0	528	535	556
22	467,5	468,0	459,0	486	438	556
23	510,0	511,0	501,0	451	438	417
24	554,0	555,5	543,5			
25	599,5	601,1	586,0			
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
mm. s ⁻²	Valeurs moyennes:			508,68	510,07	489,58
	Ecart Type			122,56	42,86	59,67
	Valeurs théoriques			532,61	532,61	532,61
Pourcentage			-4,5%	-4,2%	-8,1%	

Tableau 4

Durée : ,06 s				Angle α : 1,56 : 3,11 : 4,66			
n°	α_1	α_2	α_3	a1	a2	a3	
0	,0	0	,0				
1	1,5	2	4,0				
2	4,0	6	9,0	243	486	813	
3	7,5	12	18,0	243	500	833	
4	11,5	19	29,7	278	521	806	
5	17,0	28	44,0	264	535	813	
6	23,0	40	62,0	264	486	688	
7	30,3	52	81,7	271	528	757	
8	38,3	67	104,2	257	521	875	
9	47,5	84	130,3	229	472	771	
10	57,3	102	159,0	257	500	743	
11	68,0	123	190,0	264	507	833	
12	80,0	144	224,5	194	576	764	
13	92,3	169	261,7	250	563	736	
14	105,5	195	301,0	347	403	833	
15	120,2	223	344,0	285	451	778	
16	136,0	251	389,5	243	639	694	
17	152,2	283	437,5	264	563	625	
18	170,0	317	488,0	208	417		
19	188,0	351,6	540,0	243			
20	207,0	388	597,0	278			
21	227,3	427		236			
22	246,0	467,5		278			
23	270,0	510		299			
24	293,0	554		278			
25	317,0	599,5		264			
26	342,0			208			
27	367,8			222			
28	394,0			278			
29	421,8			222			
30	450,0			243			
31	479,0			333			
32	509,5			278			
33	541,0						
	573,0						
mm. α^{-2}				Valeurs moyennes:	256,43	512,04	765,38
				Ecart Type	34,79	64,03	68,17
				Valeurs théoriques	266,30	532,61	798,91
				Pourcentage	-3,7%	-3,9%	-4,2%

Tableau 5