

BANQUE D'ÉPREUVES FESIC

ADMISSION en 1^{ère} ANNEE du 1^{er} CYCLE 2011

ÉPREUVE DE PHYSIQUE

Samedi 14 mai 2011 de 8h. à 10h.30

INSTRUCTIONS AUX CANDIDATS

L'usage de la calculatrice est **interdit** ainsi que tout document ou formulaire.

L'épreuve comporte 16 exercices indépendants. Vous ne devez en traiter que 12 maximum. Si vous en traitez davantage, **seuls les 12 premiers** seront corrigés.

Un exercice comporte 4 affirmations repérées par les lettres a, b, c, d. Vous devez indiquer pour chacune d'elles si elle est vraie (V) ou fausse (F).

Un exercice est considéré comme traité dès qu'une réponse à une des 4 affirmations est donnée (l'abstention et l'annulation ne sont pas considérées comme réponse).

Toute réponse exacte rapporte un point.

Toute réponse inexacte entraîne le retrait d'un point.

L'annulation d'une réponse ou l'abstention n'est pas prise en compte, c'est-à-dire ne rapporte ni ne retire aucun point.

Une bonification d'un point est ajoutée chaque fois qu'un exercice est traité correctement en entier (c'est-à-dire lorsque les réponses aux 4 affirmations sont exactes).

L'attention des candidats est attirée sur le fait que, dans le type d'exercices proposés, une lecture attentive des énoncés est absolument nécessaire, le vocabulaire employé et les questions posées étant très précis.

INSTRUCTIONS POUR REMPLIR LA FEUILLE DE REPONSES

Les épreuves de la Sélection FESIC sont des questionnaires à correction automatisée. Votre feuille sera corrigée automatiquement par une machine à lecture optique. Vous devez suivre scrupuleusement les instructions suivantes :

Pour remplir la feuille de réponses, vous devez utiliser un stylo bille ou une pointe feutre de couleur noire ou bleue. Ne jamais raturer, ni gommer, **ni utiliser un effaceur**. Ne pas plier ou froisser la feuille.

1. Collez l'étiquette code-barres qui vous sera fournie (le code doit être dans l'axe vertical indiqué). Cette étiquette, outre le code-barres, porte vos nom, prénom, numéro de table et matière. Vérifiez bien ces informations.

Exemple :



2. Noircissez les cases correspondant à vos réponses :



Faire



Ne pas faire

Pour modifier une réponse, il ne faut ni raturer, ni gommer, ni utiliser un effaceur. Annuler la réponse par un double marquage (cocher F et V) puis reporter la nouvelle réponse éventuelle dans la zone tramée (zone de droite). La réponse figurant dans la zone tramée n'est prise en compte que si la première réponse est annulée. Les réponses possibles sont :

V	F	V	F	
<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	vrai
<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	faux
<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	abstention
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	abstention
<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	vrai
<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	faux
<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	abstention

Attention : vous ne disposez que d'une seule feuille de réponses. En cas d'erreur, vous devez annuler votre réponse comme indiqué ci-dessus. Toutefois, en cas de force majeure, une seconde feuille pourra vous être fournie par le surveillant.

Exercice n°1

On a schématisé, en coupe dans un plan vertical, une partie de la surface de l'eau sur une cuve à onde à un instant t . Le point M , indiquant la position d'une particule flottante placée à la surface de l'eau, est distant de 15 mm du point S , source de la perturbation. La fréquence du vibreur S est de 40 Hz et l'onde progresse de gauche à droite à la surface de la cuve à onde.



- Le stroboscope peut être réglé sur une fréquence de 20 Hz pour obtenir l'immobilité apparente de la surface de l'eau.
- A l'instant t , la particule placée au point M est en train de monter verticalement.
- Deux points distants de 9 mm sont en opposition de phase.
- La célérité de l'onde est $V = 0,24 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Exercice n°2

Le diapason sert à accorder les instruments de musique. Lorsqu'il est frappé, il émet un la_3 , note de fréquence $f = 0,440 \text{ kHz}$.

- La période de cette onde vaut 2,3 s.

Dans l'air, à la pression atmosphérique $P_{\text{atm}} = 1,01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ et à la température $\theta_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$, la célérité du son est $v_0 = 331 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

- La longueur d'onde de l'onde sonore émise par le diapason, dans ces conditions, est $\lambda = 0,75 \text{ m}$.

La célérité du son, dans l'air, est proportionnelle à la racine carrée \sqrt{T} de la température absolue T de l'air.

- A la température $\theta_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, la célérité du son vaut $v_1 = 355 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
- La longueur d'onde λ_1 de cette onde sonore, à la température $\theta_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, est plus grande que sa longueur d'onde λ_0 à la température θ_0 .

Données : $\frac{1}{0,44} = 2,3$; $\frac{331}{440} = 0,75$; $\frac{331}{2,3} = 144$; $\frac{293}{273} = 1,07$; $\sqrt{\frac{293}{273}} = 1,04$
 $331 \times 1,07 = 355$; $331 \times 1,04 = 343$

Exercice n°3

On observe la figure de diffraction obtenue avec un LASER, émettant une lumière quasi-monochromatique verte, de longueur d'onde dans le vide $\lambda_0 = 543 \text{ nm}$, dans le faisceau duquel on a interposé une fente de largeur $a = 100 \text{ }\mu\text{m}$.

La tache centrale, observée sur un écran placé à une distance $D = 5 \text{ m}$ de la fente perpendiculairement au faisceau, a une largeur L .

On note c la célérité de la lumière dans le vide et dans l'air.

- Dans un milieu matériel d'indice n , la célérité de la lumière est $v = \frac{c}{n}$.
- Dans un milieu matériel d'indice n , la longueur d'onde du LASER est $\lambda = \frac{\lambda_0}{n}$.
- L'angle sous lequel est vue la tache centrale depuis la source est égal à $\frac{2\lambda_0}{a}$.
- La largeur de la tache centrale est $L = 5,43 \text{ cm}$.

Exercice n°4

L'isotope 223 du francium ${}^{223}_{87}\text{Fr}$ se désintègre principalement en donnant du radium 223. Cependant, une faible proportion, 4 noyaux pour mille, subissent une désintégration α .

On étudie en laboratoire l'évolution d'un échantillon de cet isotope, dont la masse initiale est $m_0 = 4 \text{ mg}$. Au bout de 44 min, on constate que l'activité de l'échantillon a été divisée par 4.

Données :

Elément	Symbole	Z
Polonium	Po	84
Astate	As	85
Radon	Rn	86
Francium	Fr	87
Radium	Ra	88
Actinium	Ac	89

- La désintégration principale est une désintégration β^- .
- La désintégration secondaire conduit à la formation d'un noyau d'actinium 219.
- Au bout de 44 min, il ne reste qu'environ 1 mg de Francium 223 dans l'échantillon.
- La demi-vie du francium 223 est de 11 min.

Exercice n°5

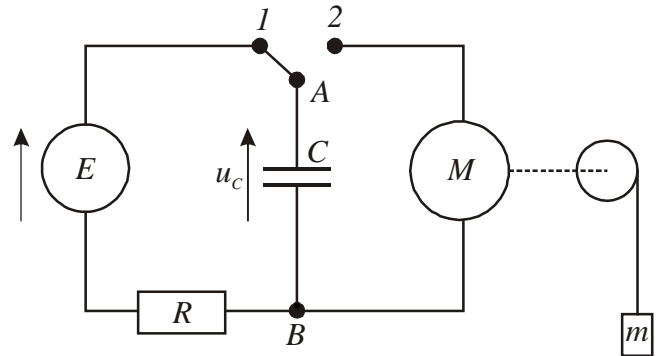
A la date $t = 0$, une population de noyaux radioactifs comporte $N_0 = 10\,000$ noyaux. On se propose de déterminer l'évolution du nombre de ces noyaux à l'aide de la méthode d'Euler.

La constante radioactive est $\lambda = 0,2 \text{ s}^{-1}$ et le pas choisi est $\Delta t = 0,5 \text{ s}$. On donne : $\frac{dN}{dt} = -\lambda N$

- L'évolution du nombre de noyaux se désintégrant est $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$
- Le nombre de noyaux restant à la date 0,5 s est de 9000.
- Le nombre de noyaux restant à la date 1,5 s est de 7000.
- 2710 noyaux se sont désintégrés à la date 1,5s.

Exercice n°6

On considère le circuit ci-contre, constitué des dipôles suivants : un générateur idéal de tension de force électromotrice E , un condensateur de capacité C , un résistor de résistance R , un interrupteur double position et un moteur M couplé mécaniquement à une poulie à laquelle est suspendue une masse m .



Données : $E = 50 \text{ V}$; $R = 40 \Omega$; $C = 100 \mu\text{F}$;
 $m = 100 \text{ g}$; l'accélération de la pesanteur $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

Dans un premier temps, l'interrupteur est basculé en position 1.

- Lorsque le régime permanent est établi, l'intensité du courant dans le condensateur est nulle.
- En régime permanent, la tension aux bornes du condensateur $u_C = 50 \text{ V}$.
- L'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur est alors $E_e = 250 \text{ mJ}$.

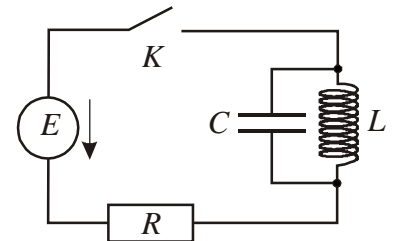
Dans un deuxième temps, on bascule très rapidement l'interrupteur en position 2. Le moteur se met en rotation et la masse monte d'une hauteur h .

- Si les frottements au niveau du moteur et de la poulie sont négligeables ainsi que la résistance électrique du moteur, la masse remonte d'une hauteur $h = 1,25 \text{ cm}$.

Exercice n°7

On réalise le montage ci contre :

Le générateur a une force électromotrice E et une résistance interne négligeable devant celle, R du résistor. La bobine a une inductance $L = 0,10 \text{ H}$ et une résistance considérée comme nulle. La capacité du condensateur est $C = 10 \mu\text{F}$.



On ferme l'interrupteur K et on attend suffisamment longtemps pour que le régime électrique permanent soit établi.

- En régime permanent, l'intensité I_L du courant électrique traversant la bobine est nulle.
- En régime permanent, la tension aux bornes du condensateur est nulle.

A l'instant, $t = 0$, on ouvre l'interrupteur.

- L'équation différentielle qui régit l'intensité i du courant traversant la bobine est alors :

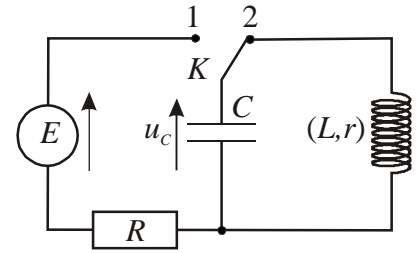
$$L \frac{d^2 i}{dt^2} + R \frac{di}{dt} + \frac{i}{C} = 0$$

- La période des oscillations électriques est $T = 160 \text{ s}$.

Donnée : $\frac{1}{2\pi} = 0,16$.

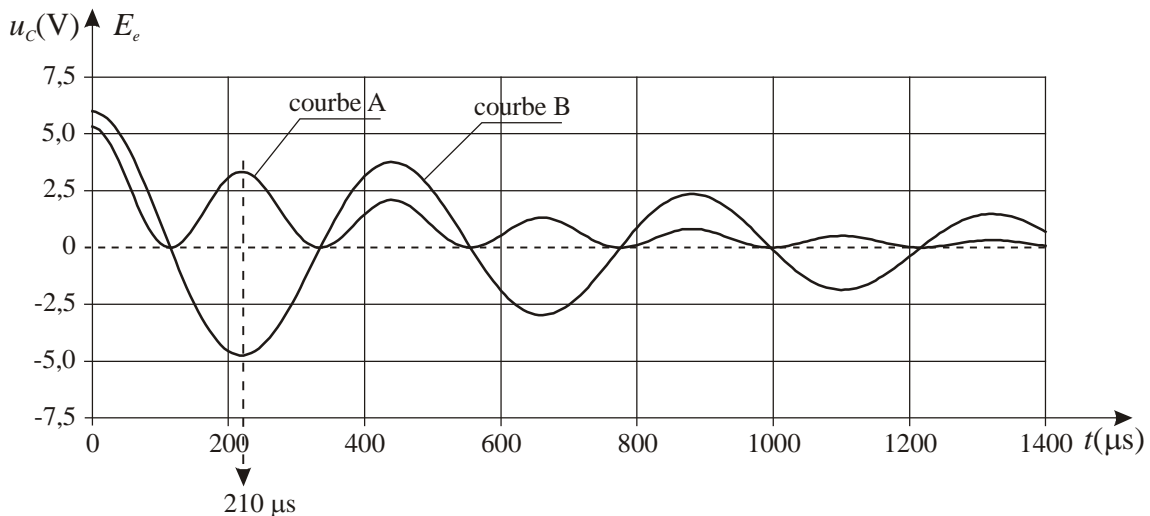
Exercice n°8

L'étude d'un circuit r, L, C série (voir schéma) est effectuée à l'aide d'un dispositif d'acquisition relié à un ordinateur qui permet de suivre l'évolution de la tension u_C aux bornes du condensateur et de l'énergie électrique E_e emmagasinée par le condensateur.



L'interrupteur est en position 1 depuis longtemps quand on le bascule en position 2 à la date $t = 0$.

L'échelle des ordonnées pour l'énergie électrique E_e n'est pas indiquée sur le graphe.

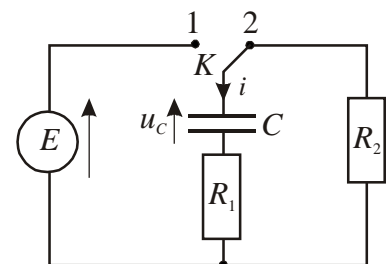


- La courbe A représente l'énergie électrique E_e .
- La force électromotrice du générateur est de 6 Volt.
- La pseudo période des oscillations est égale à environ 0,21 ms.
- A la date $t = 0,21$ ms, l'énergie magnétique dans la bobine est maximale.

Exercice n°9

Dans le circuit électrique ci-contre on a : $E = 5,0$ V ; $R_1 = 100$ Ω ; $R_2 = 20$ Ω .

L'interrupteur est resté très longtemps en position 1 lorsqu'on le bascule en position 2 à la date $t = 0$.



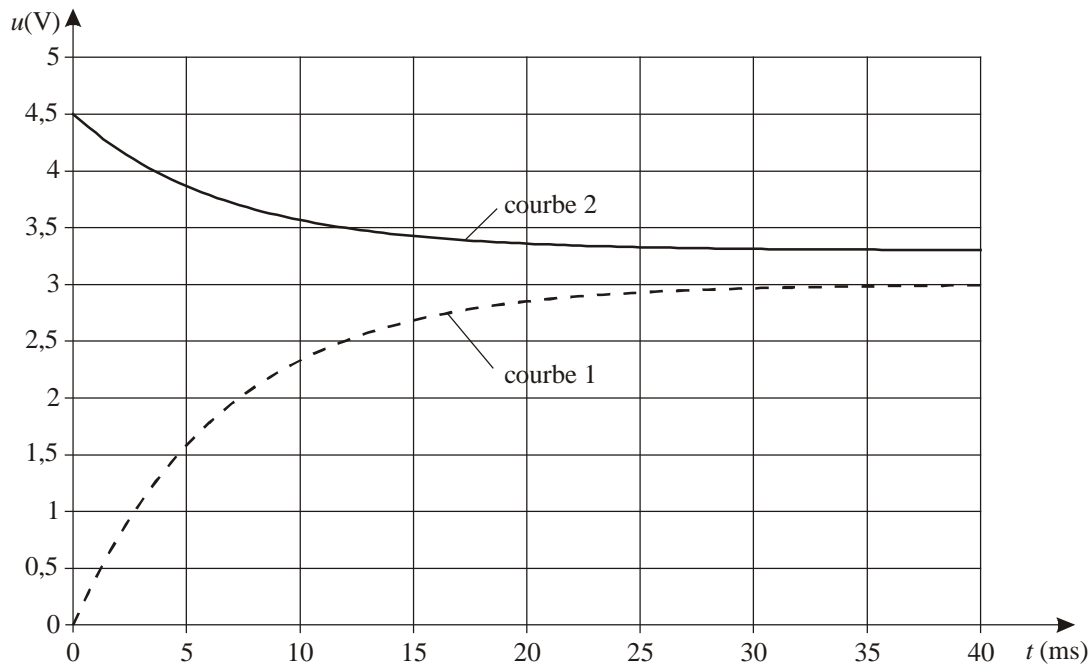
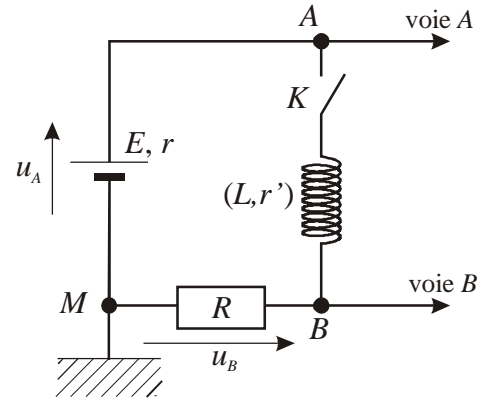
- Lors du basculement de l'interrupteur de la position 1 à la position 2, la tension u_C n'a pas subi de discontinuité.
- On a $i(t = 0_+) = 50$ mA.
- La constante de temps de décharge du circuit étant égale à 30 ms, la capacité du condensateur est de 250 μ F.
- La tension aux bornes du condensateur pour $t > 0$ est de la forme : $u_C(t) = E \cdot \exp(-t / R_1 C)$

Exercice n°10

On branche, en série, une pile de force électromotrice E de résistance interne r , un interrupteur K , une bobine d'inductance L et de résistance r' et un résistor de résistance $R = 10 \Omega$.

Par l'intermédiaire d'une interface, on peut mesurer les tensions u_A et u_B et les visualiser sur un écran d'ordinateur.

A l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur K et on procède à l'enregistrement des tensions u_A et u_B . On obtient les graphes suivants :



- La courbe 2 représente u_B .
- La force électromotrice de la pile est $E = 3,3 \text{ V}$.
- La bobine a une résistance $r' = 5 \Omega$.
- La constante de temps de ce circuit a pour expression $\tau = \frac{L}{R+r+r'}$

Exercice n°11

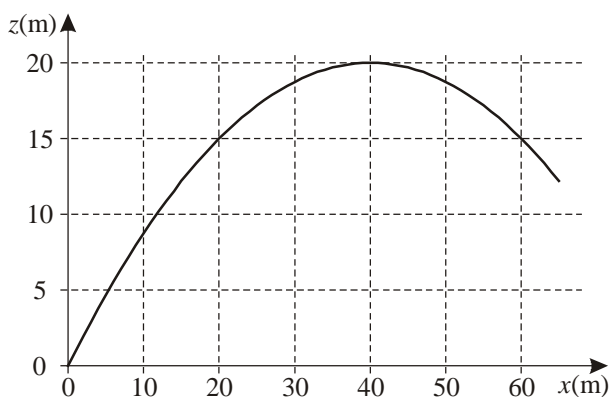
Un solide S de masse $m = 1 \text{ kg}$ est lancé selon la ligne de plus grande pente vers le haut d'un plan incliné faisant un angle $\alpha = 30^\circ$ avec l'horizontale. La vitesse initiale est égale à $10,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Au bout de 5 m de course, la vitesse n'est plus que de $7,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Données : $g = 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$; $\sin(30^\circ) = 0,5$; $\cos(30^\circ) = 0,866$; $\tan(30^\circ) = 0,577$.

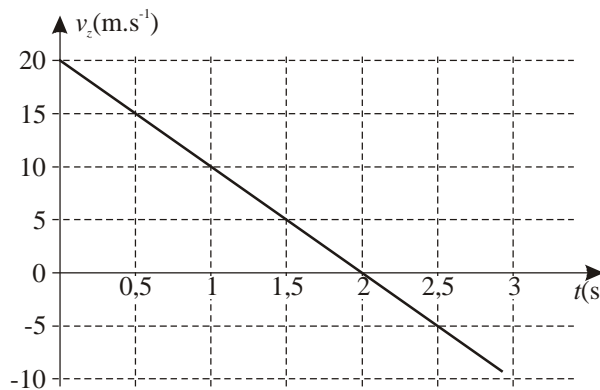
- Après le lancement, le vecteur accélération de S a même direction que le poids du mobile.
- Au bout de 5 m de course, l'énergie cinétique du mobile a diminué de $4,5 \text{ J}$.
- L'énergie mécanique reste constante pendant le déplacement.
- Lors des 5 premiers mètres, le travail des forces de frottement est égal à $-0,5 \text{ J}$.

Exercice n°12

Un projectile, de masse m , est lancé à l'instant $t = 0$ dans le champ de pesanteur terrestre. La trajectoire plane est modélisée par les deux graphes ci-dessous, indiquant pour l'un (graphe 1) la trajectoire de la balle dans le plan xOz , pour l'autre (graphe 2) la projection v_z du vecteur vitesse \vec{v} sur l'axe Oz (axe des altitudes) en fonction du temps. Dans la modélisation, les forces de frottements sont considérées comme négligeables et l'accélération de la pesanteur est $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.



graphe 1



graphe 2

- La vitesse initiale de la balle est égale à 20 m.s^{-1} .
- L'altitude maximale est atteinte au bout de 2 s.
- Si la vitesse initiale de la balle est divisée par 2, sans qu'il y ait modification de la direction du lancer, l'altitude maximale est atteinte deux fois plus rapidement.
- La balle touche le sol (altitude $z = 0$) à la date $t = 4 \text{ s}$.

Exercice n°13

La planète Mars possède deux satellites naturels, Phobos et Deïmos. On étudie le mouvement de Phobos dans un référentiel dont les axes sont dirigés vers trois étoiles fixes et dont l'origine est placée au centre de la planète.

On note respectivement m_P et m_M les masses de Phobos et Mars. L'orbite de Phobos est circulaire à l'altitude $h = 6.10^3 \text{ km}$ au-dessus du sol martien. La constante de la gravitation universelle est $G = 6,7.10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$.

- Pour l'étude du mouvement de Phobos autour de Mars, le référentiel choisi peut être considéré comme galiléen.
- La force de gravitation subie par Phobos a pour intensité $F = G \frac{m_M m_P}{h^2}$.
- Cette force de gravitation est centrifuge.
- La vitesse orbitale de Phobos est $v = 2,7 \text{ km.s}^{-1}$.

Données : Rayon de Mars : $R_M = 3,4.10^3 \text{ km}$; masse de Mars $m_M = 6,4.10^{23} \text{ kg}$; $2\pi \approx 6$

$$\sqrt{\frac{6,7 \times 6,4}{6}} = 2,7 \quad ; \quad \sqrt{\frac{6,7 \times 6,4}{9,4}} = 2,1.$$

Exercice n°14

Une catapulte est utilisée pour projeter des pierres par-dessus un rempart. Les projectiles sont lancés avec une vitesse initiale \vec{v}_0 , faisant un angle α avec le sol horizontal. Ils retombent au sol à une distance $d = 50$ m du point de lancement, après une durée de vol $\tau = 2,4$ s. Dans tout ce qui suit, on admet que les forces de frottement de l'air sont négligeables devant le poids des projectiles.

- L'angle de tir est $\alpha = 16^\circ$.*
- La trajectoire est parabolique.*
- Si α est constant, la portée de la catapulte est proportionnelle à la norme v_0 de la vitesse initiale.*
- A v_0 constant, la portée est maximale pour un angle de tir $\alpha' = 45^\circ$.*

Données : accélération de la pesanteur terrestre $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$;
 $2,4^2 = 5,8$; $\text{arc tan } 0,58 = 30^\circ$; $\text{arc tan } 0,29 = 16^\circ$.

Exercice n°15

Un pendule élastique horizontal comprenant une masse de 50 g oscille sans frottement autour de sa position d'équilibre. L'amplitude du mouvement de cette masse est de 5,0 cm et la constante de raideur du ressort a pour valeur 20 N.m^{-1} .

- L'énergie mécanique du système solide-ressort diminue au cours du temps*
- L'énergie mécanique vaut 250 J*
- Lorsque l'énergie potentielle est égale au quart de l'énergie mécanique, la vitesse de la masse est d'environ $0,75 \text{ m.s}^{-1}$.*
- La vitesse maximale de la masse est de $1,0 \text{ m.s}^{-1}$.*

Exercice n°16

Deux billes B_1 et B_2 sont lancées en même temps vers le haut à partir du sol horizontal. La bille B_1 s'élève de 2,5 m avant de redescendre, alors que la bille B_2 ne s'élève que de 2,0 m. On supposera que les deux billes sont dans les conditions de chute libre. La valeur de l'accélération de la pesanteur est de 10 m.s^{-2} .

- Si la bille B_2 monte moins haut que la bille B_1 , c'est parce qu'elle est plus lourde.*
- La bille B_1 a été lancée avec une vitesse initiale d'environ $7,1 \text{ m.s}^{-1}$.*
- La bille B_2 a été lancée avec une vitesse initiale de $6,4 \text{ m.s}^{-1}$.*
- La durée totale de la chute de la bille B_2 est d'environ 1,3 s.*

Données : $\sqrt{10} \approx 3,2$; $\sqrt{50} \approx 7,1$