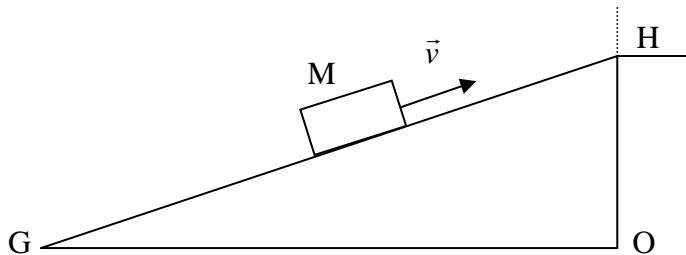


EXERCICE I

Lors de déménagements, il est fréquent de voir l'utilisation d'un monte-meubles, sorte de tapis roulant incliné qui entraîne meubles et cartons à la hauteur voulue.

Ainsi, afin d'équiper un appartement situé au 3ème étage d'un immeuble récent, on peut utiliser un tapis roulant de $20,10\text{ m}$ de long dont le sommet se trouvera à $9,30\text{ m}$ de hauteur, au bord d'une fenêtre de l'appartement. La situation est schématisée par la figure ci-dessous. Un carton de livres de masse M , qu'on assimilera à son centre de gravité, est entraîné par le tapis roulant à vitesse constante \vec{v} .

$M = 40,00\text{ kg}$, la valeur du champ de pesanteur est $g = 9,81\text{ m.s}^{-2}$, la vitesse de montée du tapis est $v = 0,50\text{ m.s}^{-1}$.



I-1- Donner les longueurs des segments \mathbf{GH} et \mathbf{OH} . En déduire la distance \mathbf{GO} , distance nécessaire entre le bas du monte-meubles et l'immeuble.

I-2- Montrer que l'angle d'inclinaison du tapis avec le sol est de $27,56^\circ$.

I-3- Evaluer l'énergie cinétique de la masse \mathbf{M} au point G et au point H.

Le point G est considéré à l'altitude nulle et l'origine de l'énergie potentielle de pesanteur est choisie à cette altitude. Calculer l'énergie potentielle de pesanteur de la masse \mathbf{M} au point H.

I-4- Donner les expressions et les valeurs de l'énergie mécanique $\mathbf{E_m}$ de la masse \mathbf{M} au point G et au point H.

I-5- Calculer la variation de l'énergie mécanique de la masse \mathbf{M} lors de son déplacement entre G et H. Cette variation d'énergie correspond-elle à un travail moteur ou à un travail résistant ou ne peut-elle pas être attribuée au travail d'une force ?

I-6- Justifier que la somme des forces s'exerçant sur M est nulle.

I-7- Deux forces s'appliquent à la masse \mathbf{M} , son poids \vec{P} et la force due au tapis \vec{F} . Représenter ces forces sur le schéma.

I-8- Montrer, par construction, que la force \vec{F} est la somme d'une force \vec{R} perpendiculaire au tapis et d'une force \vec{T} parallèle au tapis dont les modules sont donnés par $\mathbf{R} = \mathbf{M} g \cos (27,56^\circ)$ et $\mathbf{T} = \mathbf{M} g \sin (27,56^\circ)$. Calculer les modules de ces forces.

I-9- Donner les expressions du travail des forces \vec{P} , \vec{R} et \vec{T} au cours du déplacement de la masse \mathbf{M} de G à H. Calculer leurs valeurs numériques.

I-10- Comparer la variation d'énergie mécanique de la masse \mathbf{M} entre G et H aux résultats trouvés à la question 9. Conclusion.

I-11- Evaluer la durée τ du trajet G à H pour la masse \mathbf{M} . Quelle est la puissance mécanique nécessaire, \mathbf{Pu} pour entraîner le tapis lors de ce trajet ?

REPONSES A L'EXERCICE I

I-1-	$GH = 20,10 \text{ m}$	$OH = 9,30 \text{ m}$	$GO = 17,82 \text{ m}$												
I-2-	Justification : $\sin(27,56^\circ) = 0,463 = OH / GH$														
I-3-	$E_c(G) = 5 \text{ J}$	$E_c(H) = 5 \text{ J}$	$E_p(H) = 3649 \text{ J}$												
I-4-	$E_m(G) = 5 \text{ J}$	$E_m(H) = 3654 \text{ J}$													
I-5-	$\Delta E_m = 3649 \text{ J}$	(Cocher la réponse exacte)													
	<input type="checkbox"/> pas un travail	<input type="checkbox"/> travail moteur	<input type="checkbox"/> travail résistant												
I-6-	Justification : La vitesse du carton est constante.														
I-7-			I-8- $R = 348 \text{ N}$ $T = 182 \text{ N}$												
I-9-	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Expression littérale</th> <th>Application numérique</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$W_{GH}(\vec{P})$</td> <td>$-M g OH$</td> <td>$- 3649 \text{ J}$</td> </tr> <tr> <td>$W_{GH}(\vec{R})$</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>$W_{GH}(\vec{T})$</td> <td>$T GH = M g OH$</td> <td>$+ 3649 \text{ J}$</td> </tr> </tbody> </table>				Expression littérale	Application numérique	$W_{GH}(\vec{P})$	$-M g OH$	$- 3649 \text{ J}$	$W_{GH}(\vec{R})$	0	0	$W_{GH}(\vec{T})$	$T GH = M g OH$	$+ 3649 \text{ J}$
	Expression littérale	Application numérique													
$W_{GH}(\vec{P})$	$-M g OH$	$- 3649 \text{ J}$													
$W_{GH}(\vec{R})$	0	0													
$W_{GH}(\vec{T})$	$T GH = M g OH$	$+ 3649 \text{ J}$													
I-10-	Comparaison : $\Delta E_m = E_m(H) - E_m(G) = W_{GH}(\vec{T}) = W_{GH}(\vec{F})$ Conclusion : La variation d'énergie mécanique entre G et H est égale au travail de la force \vec{T} entre ces 2 points.														
I-11-	Expr.litt. : $\tau = GH / v$	Appl. Num. : $\tau = 40.2 \text{ s}$													
	Expr.litt. : $Pu = W_{GH}(\vec{T}) / \tau$	Appl. Num. : $Pu = 91 \text{ W}$													

EXERCICE II

L'acide lactique est naturellement présent dans les organismes vivants. Il peut être obtenu par synthèse, mais on peut aussi le préparer en quantités importantes par fermentation bactérienne de polyosides d'origine végétale comme l'amidon.

L'acide lactique a pour formule $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{OH})-\text{COOH}$; c'est un acide faible de $\text{pK}_a = 3,9$.

II-1- Entourer et nommer les groupements fonctionnels présents dans la molécule. Indiquer par une étoile (*) le ou les atome(s) de carbone asymétrique(s) présent(s) dans la molécule :

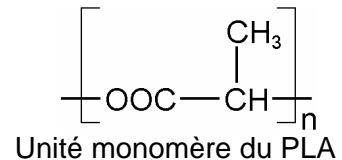
II-2- Donner la représentation de Cram des deux stéréoisomères de configuration de l'acide lactique.

II-3- Quelle relation stéréochimique existe-t-il entre les deux molécules précédentes ?

II-4- Le document réponse montre le spectre RMN du proton de l'acide lactique ainsi que la courbe d'intégration pour les différents pics de résonance.

Sachant que les protons $-\text{COOH}$ ont un déplacement chimique compris entre 10 et 13 ppm et que celui des $-\text{OH}$ se situent dans ces conditions autour de 5 ppm, attribuer les signaux aux atomes d'hydrogène présents dans la molécule en reliant par un trait sur le spectre les groupes encadrés aux pics qui leur correspondent.

Le PLA (Poly Lactique Acide) est préparé, comme son nom l'indique, à partir d'acide lactique, lui-même tiré de la biomasse, ce qui lui vaut d'être classé parmi les biopolymères



La fabrication d'origine biologique et renouvelable du PLA, sa biocompatibilité et sa biodégradabilité en font dans certaines applications un concurrent intéressant des matières plastiques « classiques » issues de produits pétroliers.

II-5- Nommer la fonction chimique présente dans la chaîne macromoléculaire du PLA.

La dégradation du PLA est aisée, puisqu'on peut le dépolymériser par simple hydrolyse en présence d'un acide comme catalyseur. On reforme alors le monomère : l'acide lactique.

On place **7,20 g** de copeaux de PLA, équivalant à **0,10 mol** d'unité monomère, dans **1,0 L** d'une solution aqueuse d'acide sulfurique (de formule H_2SO_4), que l'on porte à reflux.

Après 8 heures de chauffage, on prélève un échantillon de **V = 50,0 mL** du liquide.

On procède alors à un dosage par une solution étalonée de soude de concentration **[NaOH] = 0,10 mol.L⁻¹**, que l'on suit par conductimétrie. La soude, en tant que base forte, réagit d'abord sur l'acide sulfurique, que l'on considérera comme un diacide fort.

La courbe $\sigma = f(V_{\text{soude}})$ qui porte la conductivité en fonction du volume de solution titrante versée montre deux points anguleux : l'un ayant pour abscisse **Ve₁ = 15,0 mL** et le deuxième pour **Ve₂ = 45,0 mL**.

II-6- Ecrire la réaction de neutralisation (1) de l'acide sulfurique par la soude.

II-7- Ecrire la réaction de neutralisation (2) de l'acide lactique par la soude.

II-8- Donner les variations de la courbe $\sigma = f(V_{\text{soude}})$:

II-9- Calculer la concentration d'acide sulfurique présent dans la solution d'hydrolyse.

II-10- Calculer la concentration d'acide lactique présent dans la solution d'hydrolyse.

II-11- Quel est le taux d'avancement de l'hydrolyse après 8h ?

Données :

$\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 35,0 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$; $\lambda(\text{Na}^+) = 5,0 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$; $\lambda(\text{HO}^-) = 19,9 \text{ mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$;

REPONSES A L'EXERCICE II

II-1-	Groupements fonctionnels : $\text{H}_3\text{C} - \text{C}^*\text{H}(\text{OH}) - \text{COOH}$ fonction acide carboxylique Carbone(s) asymétrique(s) : * fonction alcool
II-2-	Représentation de Cram :
II-3-	(Cocher la réponse exacte) <input type="checkbox"/> Conformères <input type="checkbox"/> Diastéréoisomères <input checked="" type="checkbox"/> Enantiomères <input type="checkbox"/> Identiques <input type="checkbox"/> Isotopes
II-4-	
II-5-	Fonction chimique : Ester
II-6-	Réaction (1) : $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{HO}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$
II-7-	Réaction (2) : $\text{HO-CH}(\text{CH}_3)\text{-COOH} + \text{HO}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{HO-CH}(\text{CH}_3)\text{-COO}^-$
II-8-	Variations de la courbe $\sigma = f(V_{\text{soude}})$ (Cocher les réponses exactes) Pour $0 < V_{\text{soude}} < V_{e1}$: <input type="checkbox"/> croissante <input checked="" type="checkbox"/> décroissante <input type="checkbox"/> constante Pour $V_{e1} < V_{\text{soude}} < V_{e2}$: <input checked="" type="checkbox"/> croissante <input type="checkbox"/> décroissante <input type="checkbox"/> constante Pour $V_{e2} < V_{\text{soude}}$: <input checked="" type="checkbox"/> croissante <input type="checkbox"/> décroissante <input type="checkbox"/> constante
II-9-	$[\text{H}_2\text{SO}_4] = [\text{NaOH}] \times V_{e1} / (V \times 2) = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
II-10-	$[\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}] = [\text{NaOH}] \times (V_{e2} - V_{e1}) / V = 6,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
II-11-	Taux d'avancement : $\tau_{8h} = n(\text{CH}_3\text{-CH}(\text{OH})\text{-COOH}) / n(\text{unité monomère}) = 60 \%$

EXERCICE III

Didier décide d'aller fêter la victoire de son équipe de football favorite à la suite d'un match inédit. Il part en voiture rejoindre des amis sur la place du village. Pris par l'euphorie et pour manifester sa joie, il décide d'utiliser sa corne brume dont la fréquence sonore est de $f_E=85 \text{ Hz}$. Un peu plus loin, sur la place du village, Zinedine perçoit le son de la corne de brume. Didier roule alors à une vitesse $V_E=50 \text{ km/h}$ alors que Zinedine est à l'arrêt. La fréquence perçue par Zinedine sera symbolisée par f_R .

- III-1- Quel est la nature du son émis par la corne de brume ?
- III-2- Quel est le nombre de dimension associé à l'onde émise par la corne de brume ?
- III-3- D'un transport de quoi s'accompagne la propagation de l'onde ?
- III-4- Donner l'expression du niveau sonore L , en fonction de l'intensité du son émis I par la corne de brume et l'intensité sonore de référence I_0 . (on rappelle que $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$)
- III-5- Quelle est l'unité associée au niveau sonore ?
- III-6- Calculer le niveau sonore de la corne brume perçu par Didier sachant que son intensité vaut $I = 5 \text{ W/m}^2$ au niveau de l'oreille de Didier.
- III-7- À partir d'une analyse dimensionnelle, déterminer laquelle des formules du document réponse reliant fréquence, vitesse de propagation et longueur d'onde est exactes.
- III-8- Que vaut alors la longueur d'onde du son émis par la corne de brume si la vitesse du son dans l'air vaut $c = 340 \text{ m/s}$.
- III-9- Rappeler ce qu'est l'effet Doppler.

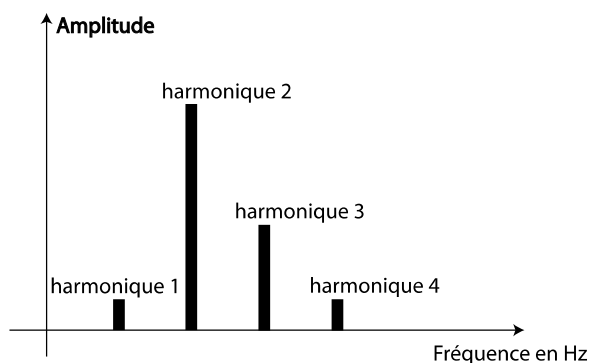
La formule générale de l'effet Doppler lorsque les vitesses entre l'émetteur sonore et le

récepteur sonore sont colinéaires est telle que : $f_R = \frac{c - V_R}{c - V_E} f_E$

III-10- Le véhicule de Didier se rapproche de Zinedine. Calculer la fréquence f_R du son perçu par Zinedine.

III-11- Didier poursuit sa route à la vitesse de 50 km/h après avoir dépassé Zinedine. Le son perçu par Zinedine est-il plus grave ou plus aigu que précédemment ? Justifier votre réponse.

L'analyse spectrale de l'onde émise par la corne de brume statique montre un son plus complexe qu'il n'y paraît (cf. spectre ci-contre).



- III-12-** Quel harmonique caractérise la hauteur du son émis par la corne de brume ? Préciser sa fréquence.
- III-13-** Quel harmonique a la plus forte influence sur le timbre de la corne de brume ?
- III-14-** Quelles est la fréquence de l'harmonique de rang 3 ?
- III-15-** Quelle serait la fréquence de l'harmonique de rang 3 perçue par Zinedine dans le cas où Didier joue de la corne de brume dans une voiture se rapprochant de Zinedine à la vitesse de **50 km/h**.

REPONSES A L'EXERCICE II

III-1-	L'onde est :	(Cocher la ou les réponses exactes)
	<input type="checkbox"/> Electromagnétique <input checked="" type="checkbox"/> Longitudinale <input checked="" type="checkbox"/> Mécanique <input type="checkbox"/> Transversale	
III-2-	Nombre de dimensions :	(Cocher la réponse exacte)
	<input type="checkbox"/> 1 dimension <input type="checkbox"/> 2 dimensions <input checked="" type="checkbox"/> 3 dimensions	
III-3-	L'onde transporte de :	(Cocher la réponse exacte)
	<input checked="" type="checkbox"/> Energie <input type="checkbox"/> Matière <input type="checkbox"/> Energie et Matière <input type="checkbox"/> Lumière	
III-4-	$L = 10 \log (I / I_0)$	III-5- Unité : dB
		III-6- AN : L = 127 dB
III-7-	Relation :	(Cocher la réponse exacte)
	<input type="checkbox"/> $c = \sqrt{f \lambda}$ <input type="checkbox"/> $c = \frac{f}{\lambda^2}$ <input type="checkbox"/> $c = \frac{\lambda}{f}$ <input checked="" type="checkbox"/> $c = f \lambda$	
III-8-	Longueur d'onde : $\lambda = 4,0 m$	
III-9-	Définir l'effet Doppler : L'effet Doppler est le décalage de fréquence d'une onde entre la mesure à l'émission et la mesure à la réception lorsque la distance entre l'émetteur et le récepteur varie au cours du temps.	
III-10-	Fréquence : $f_R = 88,6 Hz$	
III-11-	Hauteur du son : le son est plus grave car sa fréquence est 81,6 Hz	
III-12-	Harmonique n°1 de fréquence 85 Hz	
III-13-	Harmonique n° 2	
III-14-	Fréquence harmonique de rang 3 : 255 Hz	
III-15-	Fréquence harmonique de rang 3 : 265,8 Hz	

EXERCICE IV

1^{ère} partie :

Le satellite de télécommunication Alphasat, le plus grand satellite géostationnaire jamais réalisé en Europe, a été lancé avec succès le 25 juillet 2013 par Arianespace, depuis la base de lancement de Kourou à bord du lanceur Ariane 5. On se propose d'étudier le mouvement d'un tel satellite représenté par le point S autour de la Terre de centre T (Fig. 1).

Données :

Masse de la Terre : $M_T = 6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

Rayon de la Terre : $R_T = 6,4 \cdot 10^3 \text{ km}$

Constante de gravitation universelle :

$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ kg}^{-1} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-2}$

Masse du satellite : $m = 700 \text{ kg}$

L'altitude est notée h de façon générale

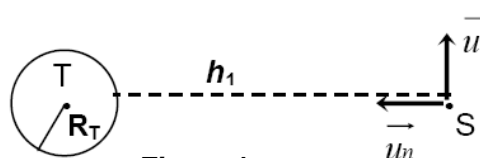


Figure 1

La force d'interaction entre deux masses m_1 et m_2 dont les centres d'inertie sont distants

de r a pour norme : $\frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{r^2}$

Les pointillés définissant h_1 ont été légèrement décalés vers le haut pour améliorer la lisibilité de la figure

IV-1- Dans quel référentiel doit-on se placer pour faire l'étude du mouvement du satellite ? On considère que le satellite évolue sur une première orbite circulaire d'altitude basse. Son altitude est notée h_1 .

IV-2- Représenter la force $\vec{F}_{T/S}$ qui modélise l'action mécanique exercée par la Terre sur le satellite S.

IV-3- Donner l'expression vectorielle de $\vec{F}_{T/S}$ en utilisant la base de Frénet ($S; \vec{u}_t, \vec{u}_n$) en fonction des données de l'énoncé et de h_1

IV-4- En appliquant la 2^{ème} loi de Newton, donner l'expression de l'accélération de S dans la base de Frénet, en fonction des données du problème.

On rappelle que l'accélération d'un point S dans la base de Frénet ($S; \vec{u}_t, \vec{u}_n$) vaut :

$\vec{a} = \frac{dv}{dt} \vec{u}_t + \frac{v^2}{r} \vec{u}_n$, où v représente la vitesse du point S et r la distance entre S et le

centre de la trajectoire.

IV-5- Justifier que le mouvement du satellite est uniforme.

IV-6- En déduire l'expression de la vitesse v_1 du satellite en fonction des données de l'énoncé et de h_1 . Faire l'application numérique pour l'altitude $h_1 = 200 \text{ km}$.

2^e partie : indépendante des questions 1 à 6.

Dans le cas d'une trajectoire elliptique autour de la Terre, la période de révolution T d'un satellite est lié à la longueur L du demi-grand axe de son orbite par la relation : $T^2 = k \cdot L^3$ où

$k = 9,86 \cdot 10^{-14} \text{ s}^2 \cdot \text{m}^{-3}$

Si l'orbite est circulaire, on prend L égal au rayon dans la relation donnée précédemment.

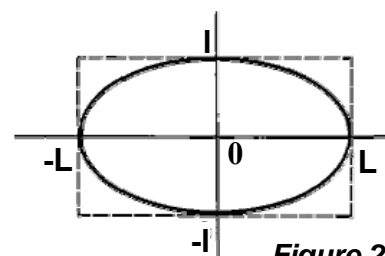


Figure 2

Afin de mettre le satellite en orbite géostationnaire, on lui communique un surplus d'énergie en S_1 . Il va alors décrire une demi-ellipse le long du chemin fléché de S_1 vers S_2 (cf figure 3) avant d'être stabilisé sur l'orbite circulaire définitive.

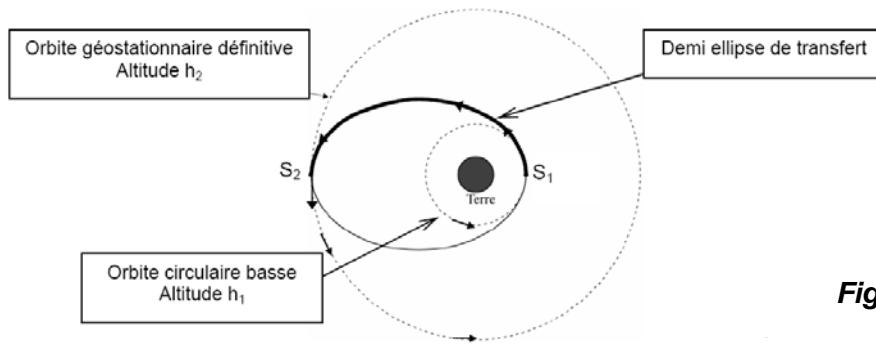


Figure 3

IV-7- Sachant que la période de révolution T_2 du satellite sur son orbite définitive est de 23h 56min 4s, donner l'expression de l'altitude h_2 du satellite sur son orbite circulaire définitive en fonction de k et des données de l'énoncé. Faire l'application numérique.

IV-8- Donner l'expression de la longueur du segment S_1S_2 en fonction de h_1 , h_2 et des données de l'énoncé. Faire l'application numérique.

Soit L' , le demi grand axe de l'ellipse de transfert tel que $S_1S_2 = 2L'$.

IV-9- En déduire la durée Δt du transfert de S_1 vers S_2 . Donner son expression littérale et faire l'application numérique.

IV-10- Justifier que la vitesse du satellite diminue au cours du transfert.

IV-11- En fin de transfert en S_2 , la vitesse vaut 1602 m.s^{-1} . Afin que le satellite se stabilise sur son orbite circulaire définitive, que faut-il faire en S_2 ?

REPONSES A L'EXERCICE IV

IV-1-	<input type="checkbox"/> Héliocentrique	<input type="checkbox"/> Terrestre	<input checked="" type="checkbox"/> Géocentrique (Cocher la réponse exacte)
IV-2-		IV-3-	$\vec{F}_{T/S} = \frac{GmM_T}{(R_T + h_1)^2} \vec{u}_n$
IV-4-	$\vec{a} = 0 \quad \vec{u}_t + \frac{G M_T}{(R_T + h_1)^2} \vec{u}_n$		
IV-5-	Justification : par identification avec l'expression $\vec{a} = \frac{dv}{dt} \vec{u}_t + \frac{v^2}{r} \vec{u}_n$		
on obtient $dv/dt = 0$ d'où v est constante.			
IV-6-	Vitesse : $v_1 = \sqrt{\frac{GM_T}{R_T + h_1}}$	Appl. Num. :	$v_1 = 7\,787 \text{ m.s}^{-1}$
IV-7-	Altitude : $h_2 = \sqrt[3]{\frac{T^2}{k}} - R_T$	Appl. Num. :	$h_2 = 35\,800 \text{ km}$
IV-8-	Longueur : $S_1S_2 = 2R_T + h_1 + h_2$	Appl. Num. :	$S_1S_2 = 4,88 \cdot 10^7 \text{ m}$
IV-9-	Durée. : $\Delta t = \frac{1}{2} \sqrt{k \cdot L'^3}$	Appl. Num. :	$\Delta t = 5\text{h } 15 \text{ min } 23\text{s}$
IV-10-	Justification : la loi des aires ; le segment de droite reliant les centres de gravité de la terre et du satellite balaie des aires égales pendant des durées égales : la vitesse sera plus grande quand le satellite est proche de la Terre.		
IV-11-	<input type="checkbox"/> Freiner le satellite	<input checked="" type="checkbox"/> Accélérer le satellite	<input type="checkbox"/> Ne rien faire (Cocher la réponse exacte)