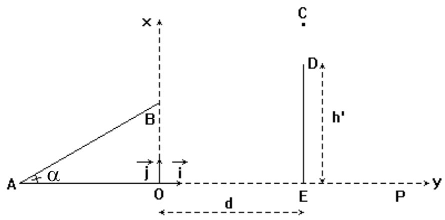
Exercices sur "dynamique"

Exercice 1 :

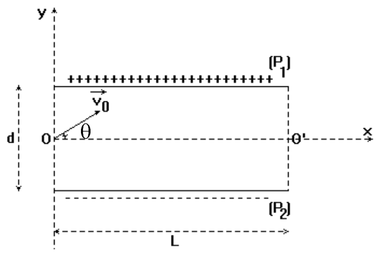
Un petit jouet assimilable à un point matériel de masse m = 500 g, est lancé à la vitesse initiale v_0 à partir d'un point A le long de la ligne de plus grande pente de longueur ℓ = AB = 15 m d'un plan incliné. Ce plan fait avec l'horizontale Ox un angle α = 30° comme l'indique la figure ci-contre. Les frottements développent une force d'intensité 10 N en sens contraire du vecteur vitesse. On prendra g = 10 $m.s^{-2}$.



1. Calculer la vitesse initiale de lancement v_0 au point A, nécessaire pour que le palet parvienne en B à la vitesse v_1 = 10 $m.s^{-1}$.
2. Établir les équations horaires du mouvement du projectile dans le repère $(O,\vec{i},\vec{j})$. On prendra l'origine des temps à l'instant où le jouet passe en B avec la vitesse v_1.
3. Établir l'équation cartésienne de la trajectoire du projectile. Quelle est sa nature ?
4. Un mur de hauteur h' = 5 m est disposé à la distance d = 3,5 m du point origine O. Soit C le point de passage du projectile au dessus du mur. Calculer la distance CD séparant le sommet D du mur au point C.
5. Calculer l'abscisse du point d'impact P du jouet sur le sol.

Exercice 2 :

Charge élémentaire : e = $1{,}6.10^{-19}$ C ; Masse de la particule α: m = $6{,}64.10^{-27}$ kg. Un faisceau de particules α (ions He^{2+}) pénètre entre les plaques horizontales P_1 et P_2 d'un condensateur à la vitesse de valeur V_0 = 448 $km.s^{-1}$ dont la direction fait un angle θ = 45° avec l'horizontale.



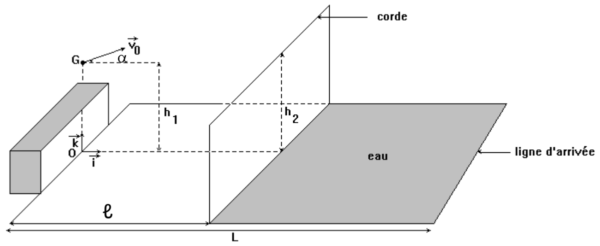
La largeur de la plaque est L = 10 cm ; La distance entre les armatures est d = 8 cm ; La tension entre les armatures est U > 0.

1. Etablir les équations horaires du mouvement, d'une particule α entre les armatures du condensateur, en fonction des paramètres du problème.
2. Etablir l'équation de la trajectoire d'une particule α entre les armatures du condensateur.
3. Déterminer la valeur de U pour que le faisceau sorte des armatures au point O'.
4. Déterminer les caractéristiques du vecteur vitesse $\vec{V}'_0$ des particules α à leur sortie au point O'.

Exercice 3 : (Extrait bac S1-S2-S3 - Sénégal 2002)

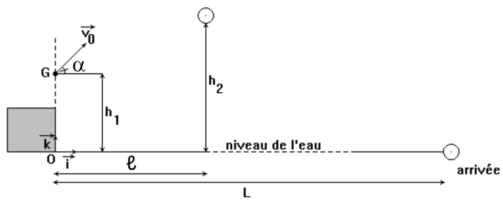
Des élèves se fixent comme objectif d'appliquer leurs connaissances en mécanique au « jeu de plongeon ».

Ce jeu, réalisé à la piscine, consiste à passer au dessus d'une corde puis atteindre la surface de l'eau en un point le plus éloigné possible du point de départ avant de commencer la nage. Le bassin d'eau a pour longueur L = 20 m et est suffisamment profond. Le plongeur doit quitter un tremplin ; à ce moment son centre d'inertie G est à une hauteur h_1 = 1,5 m au dessus de la surface de l'eau. La corde, tendue horizontalement, est attachée à une distance ℓ = 1,6 m du tremplin. Elle est à une hauteur h_2 = 2 m du niveau de l'eau (voir figure ci-contre).



Au cours d'une simulation, les élèves font plusieurs essais en lançant, avec un dispositif approprié, un solide ponctuel à partir du point G. Les essais diffèrent par la valeur du vecteur-vitesse initial du solide ou par l'angle du dit vecteur avec l'horizontale.

Le mouvement du solide est étudié dans le repère $(O,\vec{i},\vec{j},\vec{k})$. Le point O est le point d'intersection entre la verticale passant par la position initiale de G et la surface de l'eau. La direction de l'axe $\vec{i}$ est perpendiculaire au plan vertical contenant la corde, comme indiqué sur la figure. On néglige les frottements et on prendra g = 10 $m.s^{-2}$.



1. Lors d'un premier essai, le solide est lancé du point G, à la date t = 0, avec une vitesse $\overrightarrow{v_0}$ faisant un angle α= 45° avec l'horizontale, de valeur v_0 = 8 $m.s^{-1}$ et appartenant au plan vertical défini par $(\vec{i},\vec{k})$.

1.1. Etablir les équations paramétriques du mouvement du solide. En déduire l'équation cartésienne de sa trajectoire.

1.2. Le solide passe-t-il au dessus de la corde ? Justifier la réponse.

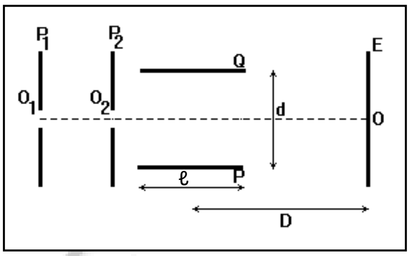
1.3. Au cas où le solide passe au-dessus de la corde, quelle distance le sépare-t-il de la ligne d'arrivée lorsqu'il touche l'eau ?

1.4. Calculer la norme du vecteur vitesse et l'angle β que ce vecteur forme avec la verticale descendante lorsque le solide touche l'eau.

2. Dans un second essai, les élèves voudraient que le solide touche l'eau en un point distant de 8 m de la ligne d'arrivée. Quelle doit être alors la valeur de la vitesse initiale pour α= 45° ?

Exercice 4 : **(extrait bac Sénégal S1-S3-S2 - 2006)**

Dans tout le problème, on supposera que le mouvement des ions a lieu dans le vide et que leur poids est négligeable.



1. Des ions Mg^{2+}, sortant d'une chambre d'ionisation pénètrent, avec une vitesse négligeable, par un trou O_1, dans l'espace compris entre les deux plaques verticales P_1 et P_2. Lorsqu'on applique entre ces deux plaques verticales une tension U_0, les ions atteignent le trou O_2 avec la vitesse v_0.

1.1. Quelle plaque (P1 ou P_2) doit-on porter au potentiel le plus élevé? Pourquoi?

1.2. Donner la valeur de v_0 en fonction de la charge q, de la masse m d'un ion et de U_0.

1.3. Calculer la valeur de v_0 pour les ions $^{24}_{12}Mg^{2+}$ dans le cas où la tension U_0 = 4000 V.

2. A la sortie de O_2, les ions ayant cette vitesse v_0 horizontale pénètrent entre les armatures P et Q d'un condensateur. On applique entre ces armatures une différence de potentiel positive U_{PQ} que l'on notera U, créant entre elles un champ électrique uniforme vertical.

2.1. Préciser les caractéristiques de la force électrique à laquelle chaque ion est soumis, on exprimera son intensité en fonction de q, U et de la distance d entre les plaques P et Q.

2.2. Déterminer la nature de la trajectoire d'un ion à l'intérieur de ce condensateur lorsque U garde une valeur constante.

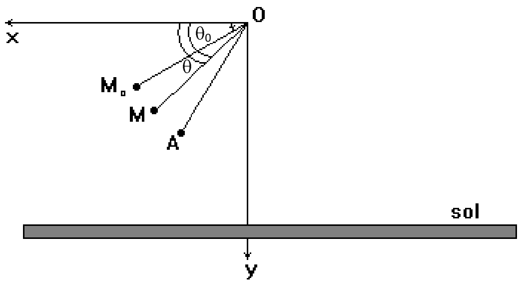
2.3. On dispose d'un écran vertical E à la distance D du centre des plaques de longueur ℓ. Trouver en fonction de q, m, U, v_0, ℓ, D et d l'expression de la distance Z = OM, M étant le point d'impact d'un ion sur l'écran.
La distance OM dépendra t-elle des caractéristiques des ions positifs utilisés? (on admet que la tangente à la trajectoire au point de sortie S du condensateur passe par le milieu de celui-ci).

2.3.1. Calculer la durée de la traversée du condensateur dans le cas où ℓ = 10 cm.

2.3.2. On applique entre P et Q une tension sinusoïdale u = $U_{max}\sin\omega t$, de fréquence f = 50 Hz. Montrer qu'avec un pinceau d'ions, on obtient sur l'écran E un segment de droite verticale, dont on calculera la longueur dans le cas où U_{max} = 230 V, D = 40 cm, d = 4 cm. (On peut considérer que, durant toute la traversée du condensateur, chaque ion est soumis à une tension presque constante).

Données: $m(^{24}_{12}Mg^{2+})$ = 24 u; u = $1{,}67.10^{-27}$ kg; e = $1{,}6.10^{-19}$ C.

Exercice 5 : **(extrait bac S1-S3 - 2010)**



Une bille de masse m = 50 g est suspendue en un point O par un fil inextensible de longueur ℓ = 50 cm. On écarte le fil de sa position d'équilibre jusqu'à la position définie par l'angle $\theta_0 = (\overrightarrow{Ox}, \overrightarrow{OM_0})$ = 15° et on lance la bille dans le plan Ox, Oz avec un vecteur vitesse $\vec{V}_0$ tangent au cercle de rayon l et dirigé vers le bas. On repère la position de la bille en M par l'angle $\theta = (\overrightarrow{Ox}, \overrightarrow{OM})$. (Voir figure ci-contre).

1. Exprimer la valeur de la vitesse $\vec{V}$ de la bille en M, en fonction des données, à l'instant t.

2. Exprimer la tension T du fil en M en fonction de v_0, ℓ, θ_0, θ, g et m.

3. Exprimer la valeur minimale de $\vec{V}_0$ pour que la bille effectue un tour complet. Le fil reste tendu. Calculer v_0. On donne : g = 9,8 m.s^{-2}.

4. Le pendule, lancé avec la vitesse v_0= 4,15 m.s^{-1}, tourne dans un plan vertical. Quand la bille passe au point A repérée par l'angle α = $(\overrightarrow{Ox}, \overrightarrow{OA})$ = 45°, elle se détache et est libérée.

4.1. Déterminer les caractéristiques du vecteur vitesse $\overrightarrow{v_A}$ de la bille au point A.

4.2. Déterminer, dans le repère orthonormé$(\overrightarrow{Ox}, \overrightarrow{Oy})$, les équations horaires du mouvement de la bille après sa libération.

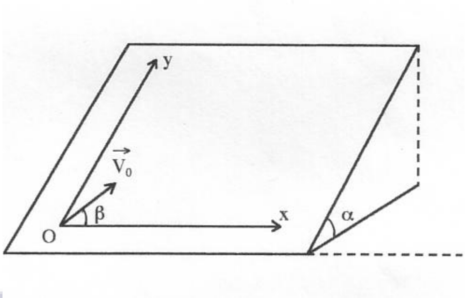
4.3. En posant $u = \ell cos\alpha - x$, montrer que, dans le repère orthonormé$(\overrightarrow{Ox}, \overrightarrow{Oy})$, l'équation de la trajectoire de la bille après sa libération s'écrit: $y = \frac{g}{2v_A^2 sin^2\alpha}u^2 + \frac{u}{tan\alpha} + \ell sin\alpha$.

4.4. Déterminer l'abscisse du d'impact I de la bille sur le sol horizontal qui se trouve à une distance h = 1,5 m au dessous du point O.

Exercice 6 :

Sur une table à coussin d'air inclinée d'un angle a par rapport au plan horizontal, on étudie le mouvement d'un palet. A la date t = 0, on lance, avec une vitesse à partir du point O, le palet vers le haut dans le plan de la table.

On étudie le mouvement du centre d'inertie G de la table dans le plan rapporté au repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$.

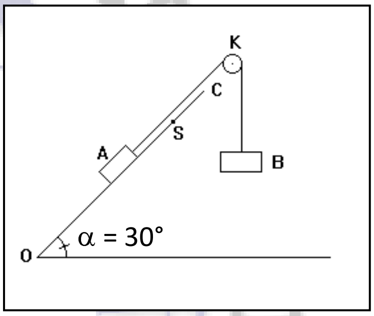


L'axe (Oy) qui porte le vecteur unitaire $\vec{j}$ est donc parallèle à la ligne de plus grande pente du plan incliné.

1. Etablir l'équation du mouvement du centre d'inertie G du palet.
2. Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire décrite par le centre d'inertie G du palet dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$. Quelle est sa nature ?
3. Donner en fonction de α, β, g et V_0 l'expression de l'ordonnée maximale y_{max} atteinte par le centre d'inertie G du palet dans le plan (O, x, y). La mesure de l'ordonnée maximale donne y_{max} = 80 cm. Calculer la valeur de la vitesse initiale V_0 du palet. On donne: g = 10 m.s^{-1}; α = 10°; β = 50°

Exercice 7 :

On considère:



- un solide A de masse m_A = 400 g pouvant glisser le long du plan incliné OC parfaitement lisse suivant la ligne de plus grande pente.
- un solide B de masse m_B = 300 g relié à A par un fil inextensible de masse négligeable passant sur la gorge d'une poulie K de masse négligeable.

A la date t = 0, le système est libéré sans vitesse, le solide A partant du point O.

1. Calculer l'accélération du système.
2. Calculer le temps mis par A pour atteindre le point S tel que OS = 2 m.
3. Calculer la vitesse de A au passage en S.
4. Au moment où le solide passe en S, le fil casse brusquement. Décrire les mouvements ultérieurs de A et B (aucun calcul n'est demandé).

Exercice 8 : **(extrait bac S1-S3 – 2012 – session de remplacement)**

1. <u>L'atome d'hydrogène : étude dynamique</u>

L'atome de BOHR, est un modèle de l'atome d'hydrogène : on suppose que l'électron est en mouvement circulaire uniforme autour du noyau constitué par le proton et supposé immobile. Soit r le rayon de la trajectoire de l'électron.

1.1. Donner l'expression de la norme de la force électrostatique exercée par le proton sur l'électron.

1.2. Appliquer la deuxième loi de Newton à l'électron et en déduire l'expression de son énergie cinétique Ec en fonction de k, e et r.

1.3. Exprimer le travail élémentaire de la force électrostatique s'exerçant sur l'électron pour une variation élémentaire dr du rayon de sa trajectoire. En déduire l'expression W du travail de cette force, sachant que l'électron se déplace en réalité dans un volume tel que le rayon passe de r_1 à r_2. Que peut-on dire de la force électrostatique ?

1.4. En considérant la relation entre la variation ΔEp de l'énergie potentielle électrostatique et le travail W, montrer que l'énergie potentielle de l'atome est Ep = $-\frac{Ke^2}{r}$ où r est la distance noyau - électron, en choisissant l'infini comme référence.

1.5. Exprimer l'énergie mécanique totale E du système noyau-électron, en fonction de k, e, r.

2. <u>Quantification</u>

La mécanique quantique donne le moment de la quantité de mouvement de l'électron : $mvr = \frac{nh}{2\pi}$, m étant la masse de l'électron ; v sa vitesse ; h étant la constante universelle de Planck et n le nombre quantique principal (entier naturel).

2.1. Exprimer r et E en fonction de k, m, e, n, h.

2.2. Calculer r_1 en mètre et en micromètre, E_1 en joule et en eV, lorsque n = 1.

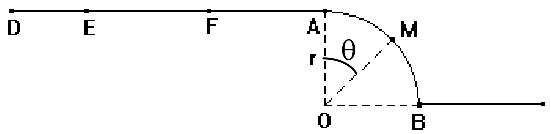
2.3. Montrer que l'énergie de l'atome peut s'écrire En = $-\frac{A}{n^2}$, où A sera exprimé en joules puis en électron-volts.

2.4. On considère l'atome d'hydrogène excité (n = 4), il se désexcite en revenant à l'état fondamental.

Calculer la variation d'énergie de l'atome et la longueur du photon émis. **Données : Constante de Planck h = 6,62.10^{-34} J.s ; charge élémentaire e = 1,6.10^{-19}C ; masse de l'électron m = 9 .10^{-31} kg; k = 9.10^{9} S.I.**

Exercice 9 : **(extrait bac S1-S3 – 2011)**

Un sportif dans son véhicule démarre sans vitesse, en D, un mouvement sur une route rectiligne et horizontale. La masse totale (sportif et véhicule) est de 90 kg.



1. La phase de démarrage, considérée comme une translation rectiligne, a lieu sur un parcours DE d'une longueur de 50 m. Au point E, la vitesse atteint la valeur de 5 $m.s^{-1}$. Pendant cette phase, la vitesse est proportionnelle au temps compté à partir de l'instant de démarrage.

1.1. Quelle est la nature du mouvement sur le parcours DE ? Justifier la réponse. Vérifier que l'accélération du mouvement sur ce parcours a pour valeur 0,25 $m.s^{-2}$

1.2. Etablir l'équation horaire du mouvement sur ce parcours.

1.3. Calculer la durée de la phase de démarrage.

1.4. En admettant que le mouvement est dû à la résultante d'une force motrice constante parallèle au mouvement et d'une force de frottement constante, de norme égale au quart de la force motrice, de sens contraire au mouvement, calculer l'intensité de la force de frottement.

2. A partir du point E, le véhicule parcourt la distance EF = 1100 m à la vitesse constante de 5 m/s. A partir du point F, le sportif supprime la force motrice : le véhicule roule alors en roue libre et les frottements ont une valeur constante et égale à 7,5 N sur le parcours FA. Le véhicule parcourt la distance FA et arrive au point A avec une vitesse nulle.

2.1. Déterminer la distance FA.

2.2. Calculer la durée totale du parcours du point D au point A.

2.3. Le véhicule aborde en A, sans vitesse initiale, une piste AB, parfaitement polie, de forme circulaire et de plan vertical. Sa position M est repérée par l'angle θ.

2.3.1. Exprimer en fonction de θ, r et g la vitesse du véhicule en M et exprimer l'intensité de la réaction du plan en ce point en fonction de m, g et θ.

4.3.2. Déterminer la valeur de l'angle θ_1 qui repère M, quand le véhicule quitte la piste.

4.3.3. Montrer que le véhicule quitte la piste quand son accélération est égale à l'accélération de la pesanteur g.

Exercice 10 : **(extrait bac S1-S3 – 2012)**

Le premier lanceur Ariane est une fusée à trois étages qui pèse, avec sa charge utile (satellite), 208 tonnes au décollage. Le premier étage qui fonctionne pendant 145 secondes est équipé de 4 moteurs Viking V alimentés par du peroxyde d'azote N_2O_4 (masse de peroxyde emportée : 147,5 tonnes). L'intensité de la force de poussée totale F est constante pendant le fonctionnement des réacteurs et vaut F = 2445 kN. Ce lanceur peut mettre en orbite circulaire basse de 200 km d'altitude un satellite de 4850 kg ; il peut également placer sur une orbite géostationnaire un satellite ; comme il peut placer en orbite héliosynchrone des satellites très utiles pour des applications météorologiques.

Etude du mouvement d'ascension de la fusée.

On étudie le mouvement de la fusée dans le référentiel terrestre qu'on suppose galiléen.

Le champ de pesanteur est supposé uniforme dans le domaine étudié et son intensité est : g_0 = 9,8 $m.s^{-2}$.

On choisit un axe Oz vertical dirigé vers le haut.

On néglige les frottements et la poussée d'Archimède dans l'air ainsi que l'action des autres planètes.

La fusée Ariane s'élève verticalement sous l'action de la force de poussée $\vec{F}$ due à l'éjection des gaz.

Cette force est donnée par : $\vec{F} = \mu\, \vec{V_E}$, relation où $\vec{V_E}$ est la vitesse d'éjection des gaz par rapport à la fusée et μ le débit constant des gaz qui s'exprime par : $\mu = -\frac{dm}{dt}$ avec $-dm$ la masse de gaz éjectée pendant la durée dt.

1.1. On désigne par m_0 la masse de la fusée à la date t = 0, début de l'ascension et m la masse de la fusée à la date t. Montrer que: $m = m_0 - \mu t$.

1.2. Calculer, à l'aide des données numériques utiles fournies en début d'énoncé, le débit des gaz μ et la norme V_E de la vitesse d'éjection des gaz.

1.3. Appliquer le théorème du centre d'inertie à la fusée et en déduire l'expression du vecteur accélération $\vec{a}$ en fonction du poids $\vec{P}$ de la fusée, de m et de la force de poussée $\vec{F}$.

1.4. En déduire que la norme de $\vec{a}$ s'écrit $a(t) = \frac{\mu V_E}{m_0 - \mu t}$ g_0. Le mouvement de la fusée est-il uniformément accéléré ? Justifiez sans calcul.