Série d'exercices — Mouvement et interactions

Lois de Newton · champs de pesanteur et électrique uniformes · chute dans un fluide · 16 exercices

Niveau	Thème	Exercices	Compétences
Terminale Spécialité Physique-Chimie	Mouvement et interactions	16 (dont 5 d'après des sujets de bac)	APP · ANA · REA · VAL · COM

Nom : …… Classe : …… Date : ……

Rappels

Poids : $\vec{P} = m\cdot\vec{g}$ avec g = 9,81 N·kg^{-1} (sauf indication contraire).

Deuxième loi de Newton : $\Sigma\vec{F}_{ext} = m\cdot\vec{a}_G$ dans un référentiel galiléen. Si $\Sigma\vec{F}_{ext} = \vec{0}$, le mouvement est rectiligne uniforme (première loi).

Énergies : $E_c = \frac{1}{2}\cdot m\cdot v^2$; $E_{pp} = m\cdot g\cdot y$ (axe (Oy) vertical vers le haut) ; $E_m = E_c + E_{pp}$.

Champ électrique uniforme : $\vec{F} = q\cdot\vec{E}$; E = U/d entre deux plaques distantes de d.

Partie A — Forces et lois de Newton

Exercice 1 — Voiture en panne

Schématiser une situation · Utiliser un modèle · APP · REA

1. Une voiture de masse m = 1 250 kg est en panne, à l'arrêt dans une rue de pente 30 %, soit un angle α = 16,7° avec l'horizontale. On choisit un axe (Ox) parallèle à la route, orienté vers le bas de la pente, et un axe (Oy) perpendiculaire à la route, orienté vers le haut.

a. Faire le bilan des forces qui s'exercent sur la voiture et les représenter sur un schéma sans souci d'échelle.

b. Appliquer la première loi de Newton pour déterminer la norme de chacune des forces.

2. Une dépanneuse, en amont, tracte la voiture vers le haut de la pente à vitesse constante, à l'aide d'un câble qui forme un angle θ = 10,0° avec la route. La force de tension du câble a pour norme T = 6,60×10^3 N. Déterminer les normes de la réaction normale de la route sur la voiture et de la force de frottement de la route, opposée au mouvement.

Exercice 2 — Ski nautique

Schématiser une situation · Utiliser un modèle · APP · ANA · REA

1. Laurence est tractée par un bateau qui se déplace en ligne droite à vitesse constante. Le câble forme un angle α = 10,0° avec l'horizontale. On étudie le système {Laurence + skis}, de masse totale m_1 = 65,0 kg, qui subit de la part de l'eau des frottements de norme f_1 = 500 N. L'action de l'air est négligée.

a. Faire le bilan des forces s'exerçant sur le système et les représenter sur un schéma sans souci d'échelle.

b. En utilisant une loi de Newton, caractériser la force $\vec{T}_1$ qu'exerce le câble sur Laurence.

2. On étudie désormais le système {bateau}, de masse m_2 = 700 kg, qui subit des frottements de norme f_2 = 2,50×10^3 N. L'action de l'eau qui fait avancer le bateau est modélisée par une force $\vec{F}_2$.

a. Faire le bilan des forces s'exerçant sur le système et les représenter sur un schéma sans souci d'échelle.

b. En utilisant une loi de Newton, caractériser la force $\vec{T}_2$ qu'exerce Laurence sur le câble du bateau.

c. En utilisant une loi de Newton, caractériser $\vec{F}_2$.

Exercice 3 — Au ski

Utiliser un modèle · Effectuer un calcul · REA · VAL

Un skieur de masse m = 80 kg dévale une piste qui forme un angle α = 15° avec l'horizontale. À la vitesse $v_0 = 9{,}0\ \text{m·s}^{-1}$, il effectue un chasse-neige pour s'arrêter et est à l'arrêt complet au bout de Δt = 3,0 s. L'axe (Ox) est parallèle à la piste, orienté vers le bas.

a. Au cours de la manœuvre, le vecteur accélération est supposé constant. Déterminer sa direction, son sens et sa norme.

b. À l'aide de la deuxième loi de Newton, déterminer la norme de la force de frottement.

Exercice 4 — Freinage d'un vélo

Utiliser un modèle · Effectuer un calcul · ANA · REA

Un système de masse $m = 1{,}0\times10^{2}$ kg, composé d'un cycliste et de son vélo, roule à la vitesse $v_0 = 10\ \text{m·s}^{-1}$ sur une route horizontale et freine à partir de l'instant t = 0 s. Il s'arrête au bout de d = 5,0 m. On néglige l'action de l'air et on note $\vec{F}$ la force de frottement du sol, de norme F constante.

a. Faire le bilan des forces appliquées sur le système et les représenter sur un schéma sans souci d'échelle.

b. À l'aide de la deuxième loi de Newton, déterminer les équations horaires de la vitesse et de la position du système en fonction de F, m, v_0 et du temps t.

c. Donner l'expression de la date τ à laquelle le système est à l'arrêt en fonction de F, m et v_0.

d. En déduire l'expression de F en fonction de d, m et v_0, puis calculer sa valeur.

Exercice 5 — Ascension d'un super héros

Exploiter un énoncé · Effectuer un calcul · REA · VAL · adapté du bac Amérique du Nord 2015

Le héros de bande dessinée Rocketeer utilise un réacteur dorsal pour voler. L'éjection de gaz exerce sur lui une force verticale, orientée vers le haut, appelée force de poussée. On étudie le système {Rocketeer + équipement}, de masse m = 120 kg, dont on néglige la variation de masse due à l'éjection des gaz. Initialement immobile, le système connaît une ascension de durée Δt = 3,0 s.

a. Déterminer la valeur minimale de la force de poussée assurant le décollage.

b. On suppose la force de poussée de norme $1{,}66\times10^{3}$ N. Déterminer la norme de l'accélération du système.

c. En déduire les équations horaires de la vitesse et de la position sur un axe vertical ascendant.

d. En déduire l'altitude y_1 et la vitesse v_1 atteintes à la fin de l'ascension.

Exercice 6 — Décollage de la fusée Ariane 5

Exploiter des mesures · APP · ANA · REA · VAL · adapté du bac Métropole 2019

On vérifie certaines caractéristiques d'Ariane 5 à partir d'une chronophotographie de son décollage. Données : $g = 9{,}81\ \text{m·s}^{-2}$; débit massique d'éjection de gaz du moteur Vulcain : $270\ \text{kg·s}^{-1}$; débit massique d'éjection de gaz de chaque booster : $1{,}8\times10^{3}\ \text{kg·s}^{-1}$; masse de la fusée au décollage : 750 à 780 tonnes ; poussée : 12 000 à 13 000 kN. L'axe (Oy) est vertical vers le haut, d'origine la base de la fusée ; y désigne l'ordonnée d'un point repère de la fusée.

Image	t (s)	y (m)	v_y (m·s^{-1})
1	0,20	30,1	—
2	0,60	31,5	v_2
3	1,00	33,3	6,8
4	1,40	36,9	9,6
5	1,80	y_5	12
6	2,20	46,5	15
7	2,60	52,9	—

1. Calculer la masse des gaz éjectés pendant la durée de l'étude, soit 2,40 s. La comparer à la masse au décollage. Commenter.

2. Estimer y_5 à l'aide des vitesses v_4 et v_5 du tableau, en assimilant le mouvement entre les images 4 et 5 à un mouvement uniformément accéléré.

3.1. Estimer, à l'aide du tableau, la valeur de v_2. Vérifier que ce résultat est cohérent avec les autres valeurs de v_y.

3.2. Montrer que l'accélération de la fusée pendant la durée de l'étude est proche de 7 $m \cdot s^{-2}$.

3.3. Préciser, en justifiant, la direction et le sens du vecteur accélération de la fusée.

4. Faire un schéma de la fusée sur lequel on représentera les forces qui s'appliquent sur elle juste après qu'elle a quitté le sol.

5. À partir des résultats précédents, estimer la norme de la force de poussée. Commenter.

Partie B — Chute libre et champ de pesanteur uniforme

Exercice 7 — Chute libre sans parachute

Utiliser un modèle · Faire preuve d'esprit critique · ANA · REA · VAL

Le 30 juillet 2016, le cascadeur Luke Aikins (masse m = 75,0 kg) a effectué un saut sans parachute depuis une altitude de 7 620 m. Il s'est laissé tomber sans vitesse initiale. Après Δt = 120 s de chute, il a été réceptionné par un filet situé à 76 m du sol ; sa vitesse était alors de 53,6 $m \cdot s^{-1}$. On modélise le cascadeur par son centre de masse, dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

a. En supposant qu'il ne subit que son poids, déterminer les équations horaires de sa vitesse et de sa position.

b. Montrer que sa chute dure t_1 = 39,2 s. En déduire la norme de sa vitesse finale.

c. Retrouver cette valeur en utilisant l'énergie mécanique.

d. Comparer t_1 à Δt, et la norme de la vitesse calculée à celle donnée dans l'énoncé. Quelle hypothèse est fausse pour des chutes aussi hautes ?

Exercice 8 — Toboggan aquatique

Utiliser la deuxième loi de Newton · ANA · REA

Un enfant glisse le long d'un toboggan et arrive à une hauteur H = 50 cm au-dessus de l'eau d'une piscine, avec une vitesse initiale horizontale de norme v_0 = 5,0 $m \cdot s^{-1}$. On étudie son mouvement dans le référentiel terrestre supposé galiléen, à partir de l'instant où il quitte le toboggan (t = 0). La seule force exercée sur l'enfant est son poids. L'origine O du repère est à la surface de l'eau, à la verticale du point de départ ; (Ox) est horizontal, (Oy) vertical vers le haut.

1. Établir les équations horaires du vecteur vitesse $\vec{v}$.

2. Établir les équations horaires du vecteur position $\vec{OM}$.

3. Établir l'équation de la trajectoire y(x).

4. À quelle distance du point O l'enfant tombe-t-il dans l'eau ?

Exercice 9 — Waterjump

Utiliser la deuxième loi de Newton · ANA · REA

Le waterjump consiste à se laisser glisser le long d'un toboggan puis d'un tremplin pour effectuer un saut en chute libre avant de terminer dans un plan d'eau. Le système {sauteur + équipement} a une masse m = 80 kg. Il quitte le tremplin, situé à h = 0,85 m au-dessus de l'eau, à la date t = 0, avec une vitesse de norme V_0 = 7,0 $m \cdot s^{-1}$ inclinée d'un angle φ = 20° au-dessus de l'horizontale. Le repère a pour origine O la surface de l'eau à la verticale du point de départ ; (Ox) est horizontal, (Oy) vertical vers le haut.

a. En appliquant la deuxième loi de Newton, établir l'expression du vecteur accélération du centre de masse G du système.

b. Établir les équations horaires du mouvement du point G.

c. Exprimer la date t_1 correspondant au sommet de la trajectoire.

d. Exprimer puis calculer l'altitude maximale h_{max} atteinte lors du saut.

e. Calculer la date d'arrivée dans l'eau et la distance horizontale parcourue pendant le saut.

Exercice 10 — La cascade de l'année

Tir oblique · ANA · REA · VAL

Un homme veut sauter en voiture par-dessus le Grand Canyon (États-Unis) depuis un tremplin qui fait un angle $\alpha = 30{,}0°$ avec l'horizontale. Le canyon, à l'endroit choisi, a pour largeur $L = 1{,}25$ km et pour profondeur $H = 1{,}70$ km. La voiture et son équipage sont modélisés par un point M de masse $m = 1\,230$ kg ; seul le poids est pris en compte. La position initiale est l'origine du repère (Ox horizontal, Oy vertical vers le haut) ; la taille du tremplin est négligeable et on suppose que le point d'arrivée est à la même altitude que le point de départ. Le mouvement est plan (x et y).

a. Exprimer les coordonnées du vecteur vitesse initiale $\vec{v}_0$ dans le repère choisi.

b. En utilisant la deuxième loi de Newton, déterminer l'accélération du système dans le référentiel terrestre supposé galiléen.

c. En déduire les équations horaires de la vitesse $v_x(t)$ et $v_y(t)$.

d. Montrer que $x(t) = v_0 \cdot \cos\alpha \cdot t$ et $y(t) = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + v_0 \cdot \sin\alpha \cdot t$.

e. En supposant le saut réussi, exprimer la durée Δt_{saut} du saut puis la distance horizontale D parcourue, en fonction de v_0, α et g.

f. Quelle condition D doit-elle vérifier pour que le saut soit réussi ? En déduire la valeur de la vitesse initiale v_0 nécessaire, en $km \cdot h^{-1}$, puis la durée du saut correspondante.

Exercice 11 — Éruption de la montagne Pelée en 1902

Ordre de grandeur · ANA · REA · 30 min

On cherche l'ordre de grandeur de la vitesse d'éjection de blocs de matière émis lors de l'éruption. Dans le référentiel terrestre supposé galiléen, un bloc de masse m, assimilé à un point matériel, quitte le point O à $t = 0$ avec une vitesse $\vec{v}_0$ contenue dans le plan xOy et inclinée d'un angle α par rapport à l'axe (Ox) horizontal ; (Oy) est vertical vers le haut. On néglige la poussée d'Archimède et les frottements de l'air. $g = 9{,}8\ m \cdot s^{-2}$.

I. Équations horaires du mouvement

1. Justifier que le bloc est en chute libre.

2. Établir la relation entre le vecteur accélération $\vec{a}$ du centre d'inertie du bloc et le vecteur champ de pesanteur $\vec{g}$, puis donner les composantes $a_x(t)$ et $a_y(t)$.

3. En déduire les expressions littérales $v_x(t)$ et $v_y(t)$.

4. Montrer que $x(t) = (v_0 \cdot \cos\alpha) \cdot t$ et $y(t) = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + (v_0 \cdot \sin\alpha) \cdot t$.

II. Bloc éjecté du cratère avec une vitesse initiale verticale

Le vecteur vitesse initiale $\vec{v}_{01}$ est dirigé verticalement vers le haut : la trajectoire est rectiligne.

1. Préciser les expressions de $v_x(t)$, $v_y(t)$, $x(t)$ et $y(t)$ dans cette situation.

2. À partir de $v_y(t)$, établir l'expression littérale de la date t_s à laquelle l'altitude maximale H, mesurée à partir de O, est atteinte.

3. En déduire que $v_{01} = \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$.

4. Calculer v_{01} pour $H = 300$ m.

Exercice 12 — Saut à la perche : la phase descendante

Intégrer · Faire des prévisions à l'aide d'un modèle · REA · d'après le bac Antilles-Guyane 2019

La phase descendante d'un saut à la perche est une chute libre de plusieurs mètres. On admet qu'au début de cette phase, le vecteur vitesse $\vec{v}_0$ du perchiste est horizontal, de norme $v_0 = 1{,}1\ m \cdot s^{-1}$, et que le perchiste, de masse $m = 70$ kg, se trouve à l'altitude $H = 5{,}4$ m. Le tapis de réception a une hauteur $h = 0{,}70$ m. Dans le repère $(O ; \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$, O est au sol, $\vec{i}$ est horizontal dans le sens de $\vec{v}_0$, $\vec{j}$ est horizontal perpendiculaire à $\vec{i}$ et $\vec{k}$ est vertical vers le haut.

1. En appliquant la deuxième loi de Newton, déterminer les composantes du vecteur accélération $\vec{a}$ du perchiste.

2. Montrer que les équations horaires du mouvement s'écrivent : $x(t) = v_0 \cdot t$; $y(t) = 0$; $z(t) = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + H$.

3. Justifier que le mouvement est plan.

4. Déterminer la durée de la phase descendante.

5. Calculer la norme de la vitesse du perchiste à l'arrivée sur le tapis.

Exercice 13 — Service et réception au volley-ball

Mouvement et énergie · APP · ANA · REA · VAL · adapté du bac Métropole 2018

Lors d'un service smashé, le ballon est frappé en un point B_0 situé à la hauteur h = 3,5 m au-dessus de la ligne de fond, avec une vitesse initiale $\vec{v}_0$ horizontale, perpendiculaire à la ligne de fond, de norme v_0 = 21,0 m·s^{-1}. Le terrain mesure L = 18,0 m de long et ℓ = 9,0 m de large ; le filet, de hauteur H = 2,4 m, est situé au milieu du terrain (x = 9,0 m). Le ballon a une masse m = 260 g et un rayon r = 10 cm. On étudie le mouvement de son centre dans le référentiel terrestre supposé galiléen, muni du repère (Ox, Oy) : O est au sol sur la ligne de fond, (Ox) est horizontal vers le filet, (Oy) vertical vers le haut ; t = 0 à l'instant de la frappe. On néglige l'action de l'air, la rotation et les déformations du ballon. Le service est valide si le ballon franchit le filet sans le toucher et retombe dans le terrain adverse.

1. Montrer que, si l'on néglige l'action de l'air, les coordonnées du vecteur accélération du centre du ballon après la frappe sont $a_x(t) = 0$ et $a_y(t) = -g$.

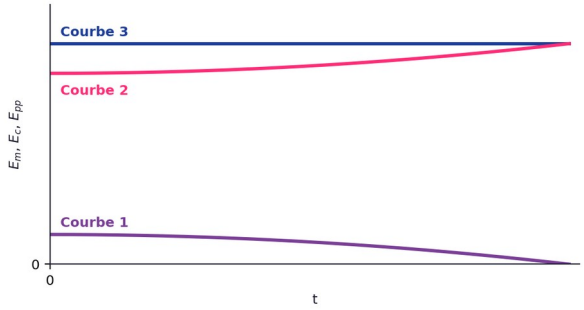
2. Établir que les équations horaires sont $x(t) = v_0 \cdot t$ et $y(t) = -g \cdot t^2/2 + h$. En déduire l'équation de la trajectoire $y(x) = -g \cdot x^2/(2 \cdot v_0^2) + h$.

3. En admettant que le ballon franchit le filet, vérifier qu'il touche le sol avant la ligne de fond du terrain adverse (x = 18,0 m).

4. On souhaite déterminer la vitesse du ballon à l'arrivée au sol par une étude énergétique, avec $E_{pp} = 0$ J pour y = 0 m.

4.1. Rappeler les expressions des énergies cinétique E_c, potentielle de pesanteur E_{pp} et mécanique E_m du ballon en un point quelconque de la trajectoire.

4.2. Le graphique ci-dessous représente l'évolution temporelle de ces trois énergies. Associer à chaque courbe son énergie. Justifier.



Évolution des énergies du ballon au cours du temps (schéma)

4.3. À l'aide de l'étude énergétique, déterminer la valeur de la vitesse v_{sol} du centre du ballon lorsqu'il touche le sol.

5. En réalité, la vitesse v_{sol} avec laquelle le ballon atteint le sol est plus faible que celle de la question précédente. Proposer une explication.

6. À l'instant de la frappe (t = 0), un joueur de l'équipe adverse est placé au niveau de la ligne de fond de son terrain (x = 18,0 m). Il court vers l'avant pour réceptionner le ballon en « manchette ». Le contact avec le ballon se fait en un point R situé à 80 cm au-dessus du sol. Évaluer la vitesse moyenne minimale du déplacement de ce joueur pour qu'il réalise la réception. Ce résultat semble-t-il réaliste ? (Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter sa démarche même si elle n'a pas abouti.)

Partie C — Mouvement dans un champ électrique uniforme

Exercice 14 — Le canon à électrons

Mouvement d'une particule chargée · APP · ANA · REA · VAL · bac

Les anciens téléviseurs et oscilloscopes contenaient un canon à électrons : un filament chauffé produit des électrons qu'un champ électrique accélère entre deux armatures d'un condensateur plan (cathode et anode). L'électron est libéré en O (cathode), sans vitesse initiale, à l'instant t = 0 ; on suppose qu'il n'est soumis qu'à la force électrique $\vec{F}$. Les armatures sont séparées de L = 2,0 cm et une tension U = 1,5 kV est imposée entre elles ; le champ électrique est uniforme, de norme E = U/L, dirigé de l'anode vers la cathode. Le vecteur unitaire $\vec{\imath}$ est dirigé de la cathode vers l'anode.

Données : $m_e = 9{,}11\times10^{-31}$ kg ; charge de l'électron $-e = -1{,}60\times10^{-19}$ C ; vitesse de la lumière dans le vide $c = 3{,}00\times10^{8}$ m·s^{-1}.

a. En utilisant la deuxième loi de Newton, exprimer l'accélération $\vec{a}$ de l'électron en fonction de e, m_e, U, L et $\vec{\imath}$. Caractériser le mouvement de l'électron.

b. En déduire les équations horaires de la vitesse $v_x(t)$ et de la position x(t) de l'électron.

c. Déterminer l'instant t_1 auquel l'électron arrive à l'anode et sa vitesse $v_x(t_1)$ à cet instant (vitesse de sortie).

d. Les lois de la mécanique classique utilisées en Terminale ne sont valables que si la vitesse du système est inférieure au dixième de la vitesse de la lumière dans le vide. Est-ce le cas ici ? Conclure.

Exercice 15 — Détecteur ionique de fumées

Mouvement d'une particule chargée · APP · ANA · REA · VAL · 30 min

Le détecteur de fumées repose sur l'ionisation de l'air par des particules α, qui arrachent des électrons aux molécules de dioxygène et de diazote présentes dans la chambre à ionisation. Pour le dioxygène, l'ionisation nécessite un apport d'énergie de 12 eV par molécule. En l'absence de fumée, une particule α arrive en un point O avec un vecteur vitesse initial $\vec{v}_0$ parallèle aux plaques C et D d'un condensateur plan, de longueur ℓ = 4 cm, séparées de d = 3 cm. La plaque C est chargée négativement et la plaque D positivement ; une tension constante U = 6,0 V est appliquée entre elles. La valeur initiale de la vitesse est $v_0 = 5{,}0\times10^{6}$ m·s^{-1}. On étudie le mouvement de la particule dans le référentiel terrestre supposé galiléen, à partir de t = 0 où elle est en O ; (Ox) est parallèle aux plaques et (Oy) est dirigé de D vers C. On néglige les frottements de l'air et le poids de la particule devant la force électrostatique $\vec{F}_e$.

Données : $E = U/d$; $e = 1{,}6\times10^{-19}$ C ; charge de la particule α : $q_\alpha = +2e$; masse : $m_\alpha = 6{,}64\times10^{-27}$ kg ; 1 eV = $1{,}6\times10^{-19}$ J ; $g = 9{,}8$ m·s^{-2}.

1. Vérifier que l'hypothèse concernant le poids de la particule α est justifiée.

2. Représenter sur un schéma le champ électrostatique $\vec{E}$ et la force électrostatique $\vec{F}_e$ subie par la particule α en O. Justifier leur direction et leur sens.

3. Établir que les équations horaires du mouvement de la particule α sont $x(t) = v_0\cdot t$ et $y(t) = (e\cdot U / (m_\alpha\cdot d))\cdot t^2$.

4. Déterminer la valeur de la coordonnée y_L de la particule lorsqu'elle a parcouru une distance L = 4,0 cm suivant l'axe (Ox). Expliquer pourquoi le mouvement peut être considéré comme rectiligne dans la chambre.

5. Montrer que l'énergie cinétique initiale des particules α est suffisante pour ioniser des molécules de dioxygène.

Partie D — Chute dans un fluide

Exercice 16 — Viscosité d'une huile moteur

Résolution de problème · APP · ANA · REA · VAL · adapté du bac Antilles (septembre 2004)

Dans les moteurs à combustion, on minimise les frottements entre les pièces en utilisant des huiles. Pour déterminer expérimentalement la viscosité d'une huile moteur, on filme la chute verticale d'une balle dans cette huile ; l'exploitation du film montre que la vitesse de la balle atteint une valeur limite $v_{lim} \approx 15$ cm·s^{-1}.

Loi de Stokes. Pour des vitesses faibles, la force de frottement fluide $\vec{f}$ agissant sur un corps sphérique de rayon R, se déplaçant à la vitesse $\vec{v}_G$ dans une huile de viscosité η, est $\vec{f} = -6\pi\cdot\eta\cdot R\cdot\vec{v}_G$ (η en Pa·s, R en m, v_G en m·s^{-1}). La poussée d'Archimède s'écrit $\vec{F}_A = -\rho_{huile}\cdot V\cdot\vec{g}$, où V est le volume de la balle.

Données : balle de masse m = 35,0 g, de rayon R = 2,00 cm et de volume V = 33,5 cm^3 ; masse volumique de l'huile : $\rho_{huile} = 0{,}910$ g·cm^{-3} ; $g = 9{,}81$ m·s^{-2}.

Huile	SAE 10	SAE 30	SAE 50
Viscosité η à 20 °C (Pa·s)	0,088	0,290	0,700

Questions préliminaires

a. En appliquant la deuxième loi de Newton à la balle, montrer que : $d\vec{v}_G/dt = \vec{g}\cdot(1 - \rho_{huile}\cdot V/m) - (6\pi\cdot\eta\cdot R/m)\cdot\vec{v}_G$.

b. Jusqu'à quel instant le mouvement de la balle est-il accéléré ? Comment le qualifier ensuite ? D'après la question précédente, déterminer l'expression de la vitesse limite v_{lim} atteinte par la balle.

Problème

Identifier l'huile moteur étudiée parmi les huiles du tableau.