EXERCICE I. CHUTE LIBRE ET PARACHUTISME (6 POINTS)

PARTIE A – Le grand saut

1 - L'intensité de la pesanteur (début du saut)

(0,25) **1.1.** F = $G.\dfrac{m.M_T}{(R_T+h)^2}$

(0,25) **1.2.** P = m.g on suppose que P = F donc g = $G.\dfrac{M_T}{(R_T+h)^2}$

(0,25) **1.3.** g = $6,67\times10^{-11}\times\dfrac{5,97\times10^{24}}{(6,37\times10^3\times10^3+40\times10^3)^2}$

g = 9,7 m.s^{-2}

2 - La chute libre (début du saut)

(0,25) **2.1.** Un système ne subissant que l'action de son poids est dit en chute libre.

(0,25) **2.2.** Système: parachutiste avec son équipement Référentiel: Le sol (terrestre, supposé galiléen)
Le système subit son poids.

D'après la deuxième loi de Newton: $\vec{P}$ = m.$\vec{a}$

donc $\vec{a} = \vec{g}$

Soit un axe Ox vertical, orienté positivement vers le bas et dont l'origine O est confondue avec le centre d'inertie du système à l'instant initial.

On projette la 2ème loi de Newton suivant l'axe Ox : a_x = g , nous obtenons a_x la coordonnée du vecteur accélération.

La valeur de l'accélération est a = $\sqrt{a_x^2}$ = g.

2.3. a_x = g = $\dfrac{dv_x}{dt}$ donc v_x = g.t + v_0 la vitesse initiale étant nulle on a v_x = g.t.

(0,25) Nous obtenons la coordonnée v_x du vecteur vitesse, la valeur de la vitesse est v = $\sqrt{v_x^2}$, soit **v = g.t**.

Fournier dépassera la vitesse du son (1067 kilomètres/heure) trente secondes environ après son départ

Pour t_1 = 30 s, alors $v_1 = g.t_1 = 9,7\times30 = 2,91\times10^2$ m.s^{-1} soit **v = 1,05×10^3 km.h^{-1}**

Cette valeur est proche de celle présentée dans le texte (1067 km/h).

(0,25) Autre méthode : $t_1 = \dfrac{v_1}{g} = \dfrac{\frac{1067}{3,600}}{9,7}$ = 30,56 s soit **t_1 = 31 s**, valeur proche des 30 secondes du texte.

(0,5) **2.4.** $v_x = \dfrac{dx}{dt}$ = g.t donc x = $\dfrac{1}{2}.g.t^2 + x_0$ Vu le choix de l'origine du repère x_0 = 0

donc x = $\dfrac{1}{2}.g.t^2$

$t_1 = \dfrac{v_1}{g}$ donc $x_1 = \dfrac{1}{2}.g.\dfrac{v_1^{\,2}}{g^2}$ soit $x_1 = \dfrac{1}{2}.\dfrac{v_1^{\,2}}{g}$

$x_1 = \dfrac{1}{2}\times\dfrac{(\frac{1067}{3,600})^2}{9,7}$ = 4528 m soit $x_1 = 4,5\times10^3$ m

Le parachutiste est initialement à l'altitude h_0 =40 km, après une durée t_1 il aura parcouru environ 4,5 km. Son altitude sera alors $h_1 = h_0 - x_1$ = **35 km environ**.

3 - Les conditions de température

(0,25) **3.1.** Le son est une onde qui se propage sans transport de matière, on réserve le terme vitesse a des mouvements qui s'accompagnent d'un transport de matière.

(0,5) **3.2.** v = k.T$^{1/2}$ soit $v_0 = k.T_0^{1/2}$ et $v_1 = k.T_1^{1/2}$

donc $\dfrac{V_1}{V_0} = \dfrac{T_1^{1/2}}{T_0^{1/2}}$ $T_1^{1/2} = \dfrac{V_1}{V_0}.T_0^{1/2}$ ou $\boxed{T_1 = \dfrac{V_1^2}{V_0^2}.T_0}$ $T_1 = \dfrac{1067^2}{1193^2}\times273$ = 218 K = **– 55°C**

PARTIE B: Le saut classique

1 - Première phase

(0,25) **1.1.** F = k.v² donc $k = \dfrac{F}{v^2}$ F = m.a donc $[F] = M . L . T^{-2}$

et $[v^2] = [v].[v] = L^2 .T^{-2}$

soit $[k] = \dfrac{M.L.T^{-2}}{L^2.T^{-2}}$ $[k] = M.L^{-1}$ k s'exprime en $\mathbf{kg.m^{-1}}$

(0,5) **1.2.** Système: parachutiste et son équipement, le parachute n'étant pas déployé

Référentiel: le sol , référentiel terrestre supposé galiléen.

Bilan des actions exercées sur le système: $\vec{P}$ son poids,

$\vec{F}$ force de frottement due à l'air.

D'après la deuxième loi de Newton: $\vec{P} + \vec{F} = m.\vec{a}$

On projète cette relation suivant un axe vertical orienté positivement vers le bas : $P_x + F_x = m.a_x$

$$P - F = m.a$$

$$m.g - k.v^2 = m.a = m.\frac{dv}{dt}$$

$$g - \frac{k}{m}.v^2 = \frac{dv}{dt}$$

soit numériquement $9,8 - \dfrac{0,28}{80}.v^2 = \dfrac{dv}{dt}$ on retrouve: $\dfrac{dv}{dt} = 9,8 - 0,0035 \times v^2$

1.3.1. La vitesse limite est proche de $\mathbf{53\ m.s^{-1}}$.

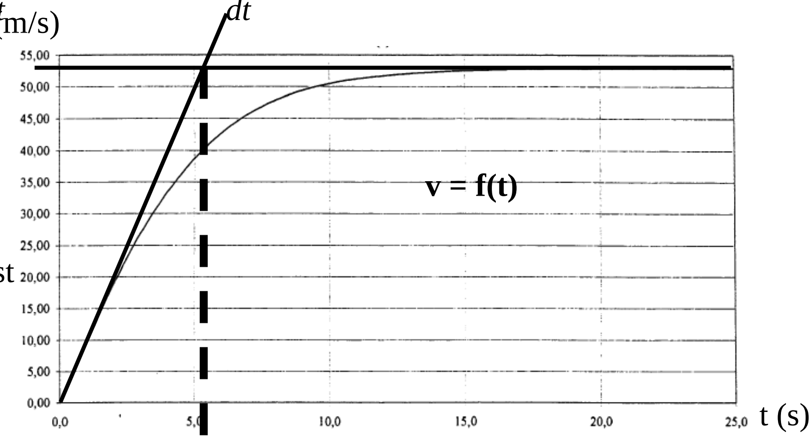
(0,25) On trace la tangente, en t = 0 s,

à la courbe représentative de v = f(t).

Elle coupe l'asymptote horizontale

$V = v_{limite}$ pour t = τ.

Le temps caractéristique **τ = 5,3 s**



1.3.2. L'équation différentielle du mouvement est

(0,25) $g - \dfrac{k}{m}.v^2 = \dfrac{dv}{dt}$

Pour t très grand alors $v = v_{lim}$ et $\dfrac{dv}{dt} = 0$

$g - \dfrac{k}{m} v^2_{limite} = 0$ donc $g = \dfrac{k}{m} v^2_{limite}$ ainsi on accède à une valeur approchée de l'intensité de la pesanteur: g = 0,0035× (53)² = 9,8

(0,25) **1.4.1.** Le pas utilisé est Δt = 0,10 s.

1.4.2. D'après l'équation différentielle du mouvement a = 9,8 – 0,0035 × v²

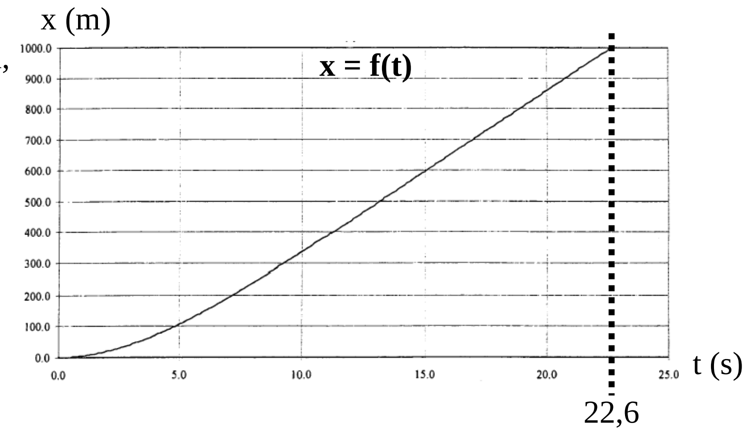
(0,25) donc $\mathbf{a_4 = 9,8 - 0,0035 \times v_4^2}$ $a_4 = 9,8 - 0,0035\times (3,92)^2 = 9,75\ m.s^{-2}$

$\mathbf{v_5 = v_4 + a_4.\Delta t}$

(0,25) $v_5 = 3,92 + 9,75\times0,10 = 4,89\ m.s^{-1}$

1.5. Le parachutiste touchera le sol pour x = 1000 m, graphiquement on trouve **t = 22,6 s**

(0,25)



2 - Deuxième phase

(0,5) **2.1.** Comme on l'a déjà dit précédemment, pour t très grand alors $v = v_{lim}$ et $\frac{dv}{dt} = 0$

$g - \frac{k'}{m}.v^2_{limite} = 0$ donc $g = \frac{k'}{m}.v^2_{limite}$ soit $k' = \frac{g.m}{v^2_{limite}} = \frac{9{,}8 \times 80}{(4{,}5)^2}$

$k' = 39\ kg.m^{-1}$

(0,25) **2.2.**

ANNEXE 2