-Chimie-

Partie1 : Electrolyse d'une solution aqueuse d'iodure de zinc :

1 - Electrode qui joue le rôle de l'anode :

Au niveau de l'anode il y a oxydation du réducteur I^- ; qui se transforme en diiode I_2 à l'électrode B (anode) liée au pôle positif du générateur.

2- Equations :

Oxydation anodique : $2.I^- \rightleftarrows I_2 + 2.e^-$

Réduction cathodique : $Zn^{2+} + 2.e^- \rightleftarrows Zn$

Equation bilan : $2.I^-{}_{(aq)} + Zn^{2+}{}_{(aq)} \rightarrow I_{2(aq)} + Zn_{(s)}$

3- La durée Δt en minutes :

$2.I^-{}_{(aq)}$ +	$Zn^{2+}{}_{(aq)}$ →	$I_{2(aq)}$ +	$Zn_{(s)}$	quantité des e^-
$n_0(I^-)$	$n_0(Zn^{2+})$	0	0	0
$n_0(I^-)-2.x$	$n_0(Zn^{2+})-x$	x	x	$n(e^-)=2.x$

Au cours de l'électrolyse ; il se forme un dépôt de zinc de masse m = 1,6 g.

Au bout de la durée Δt ; cette masse a pour expression :

$$m = \Delta n(Zn)\times M(Zn) = [x-0]\times M(Zn)$$

Qui peut s'écrire : $m = x\times M(Zn)$ ou bien $x = \dfrac{m}{M(Zn)}$ (1)

Or la quantité d'électricité circulant pendant la même durée Δt : $Q = n(e^-).F = 2x.F$ et $Q = I.\Delta t$

Qui donne : $\Delta t = \dfrac{2x.F}{I}$ (2)

Les deux relations (1) et (2) conduisent à : $\underline{\Delta t = \dfrac{2m.F}{I.M(Zn)}}$

A.N : $\Delta t = \dfrac{2\times 1{,}6\times 9{,}65.10^4}{0{,}5\times 65{,}4} \approx \underline{9443\, s = 157\, min}$

Partie2 : Conductimétrie d'une solution aqueuse d'acide benzoïque :

1 - Equation de la réaction entre l'acide benzoïque et l'eau :

$$C_6H_5COOH_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftarrows C_6H_5COO^-{}_{(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$$

2- Le tableau d'avancement de la réaction :

Equation de la réaction		$C_6H_5COOH_{(aq)}$ +	$H_2O_{(\ell)}$ $\rightleftarrows$	$C_6H_5COOH^-_{(aq)}$ +	$H_3O^+_{(aq)}$
Etat du système	Avancement	Quantités de matière (en mol)			
Etat initial	$x = 0$	CV	en excès	0	0
Etat intermédiaire	x	$CV - x$	en excès	x	x
Etat d'équilibre	x_{eq}	$CV - x_{eq}$	en excès	x_{eq}	x_{eq}
Etat final	x_m	$CV - x_m$	en excès	x_m	x_m

3.1 - La conductivité de la solution :

On sait que : $\sigma = \lambda_1.[H_3O^+] + \lambda_2.[C_6H_5COO^-]$

3.2- Le taux d'avancement final :

On sait que : $\tau = \dfrac{x_{eq}}{x_m}$ et $[H_3O^+] = [C_6H_5COO^-] = \dfrac{x_{eq}}{V}$

On a aussi : $x_{eq} = [H_3O^+].V$ et $x_m = C.V$

La conductivité peut s'écrire : $\sigma = (\lambda_1 + \lambda_2)[H_3O^+] \Rightarrow [H_3O^+] = \dfrac{\sigma}{\lambda_1 + \lambda_2}$

Le taux d'avancement va s'écrire : $\tau = \dfrac{[H_3O^+]}{C} \Rightarrow \underline{\tau = \dfrac{\sigma}{C.(\lambda_1 + \lambda_2)}}$

A.N : $\tau = \dfrac{8,6.10^{-3}}{10^{-3} \times 10^3 \times (35.10^{-3} + 3,23.10^{-3})} \approx \underline{0,225 = 22,5\%}$

4- Expression de la constante d'équilibre K :

On sait que : $K = \dfrac{[C_6H_5COO^-] \times [H_3O^+]}{[C_6H_5COOH]}$

Avec : $[C_6H_5COO^-] = [H_3O^+] = \tau.C$ et $[C_6H_5COOH] = C - [H_3O^+] = C.(1 - \tau)$

On obtient finalement : $\underline{K = \dfrac{\tau^2.C}{1 - \tau}}$

5- Signification de la constante K :

La constante **K** représente la constante d'acidité **K_A** du couple $C_6H_5COOH / C_6H_5COO^-$

6- Déduction du pK_A :

Par définition : $pK_A = -\ell og K_A$

Qui peut s'écrire : $\underline{pK_A = -\ell og\left(\dfrac{\tau^2.C}{1 - \tau}\right)}$

A.N : $pK_A = -\ell og\left(\frac{0{,}225^2 \times 10^{-3}}{1-0{,}225}\right) \approx \underline{4{,}2}$

7- L'espèce chimique prédominente :

On Calcule le pH de la solution S et on le compare avec pK_A :

- Le pH de la solution S : $pH = -\ell og\left[H_3O^+\right] \Rightarrow pH = -\ell og(\tau.C)$

A.N $pH = -\ell og\left(0{,}225 \times 10^{-3}\right) \approx 3{,}65$

- Comparaison : $pH\ (3{,}65) < pK_A(4{,}2)$ alors l'espèce acide C_6H_5COOH est prédominent dans la solution S.

-Physique-

Ex : Ondes - Transformations nucléaires

Propagation d'une onde mécanique :

1 - Le type de l'onde qui se propage à la surface de l'eau :

C'est une onde transversale, car la direction de la déformation du milieu (la verticale) est perpendiculaire à la direction de propagation de l'onde (l'horizontale).

2- La longueur d'onde de l'onde étudiée :

D'après la figure la longueur d'onde vaut : $\lambda = 1{,}5\ cm$

3- Déduction de la célérité V de l'onde :

On applique la relation : $\underline{V = \lambda\ .\ N}$

A.N : $V = 1{,}5.10^{-2} \times 20 = \underline{0{,}3 m.s^{-1}}$

4- Le retard temporel du mouvement de M par rapport à celui de S :

On utilise la relation : $\tau = \frac{SM}{V} \Rightarrow \tau = \frac{2.\lambda}{V} = 2.\frac{\lambda}{V} \Rightarrow \underline{\tau = 2.T}$

A.N : $\tau = 2 \times 5.10^{-2} = \underline{0{,}1 s}$

Etude de la désintégration du radon 222 :

1 - La stabilité du noyau :

$\mathscr{E}$

Le noyau polonium 218 est plus stable que celui du radon 222, car l'énergie de liaison par nucléon du noyau polonium 218 est plus grande que celle du radon 222.

$$\underbrace{\mathscr{E}\left({}^{218}_{84}Po\right)}_{7{,}73 MeV/nucléon} > \underbrace{\mathscr{E}\left({}^{222}_{86}Rn\right)}_{7{,}69 MeV/nucléon}$$

2- Energie de liaison du noyau d'hélium :

On a par définition l'énergie de liaison par nucléon du noyau d'hélium 4 :

$$\mathscr{E}\left({}_2^4He\right)=\frac{E_\ell\left({}_2^4He\right)}{A} \Rightarrow \underline{E_\ell\left({}_2^4He\right)=A.\mathscr{E}\left({}_2^4He\right)}$$

A.N : $E_\ell\left({}_2^4He\right)=4\times7{,}07=\underline{28{,}28MeV}$

3- Energie libérée :

L'équation de désintégration du radon 222 : ${}_{86}^{222}Rn \rightarrow {}_{84}^{218}Po + {}_2^4He$

$$E_{lib}=|\Delta E|=\left|E_\ell\left({}_{86}^{222}Rn\right)-E_\ell\left({}_{84}^{218}Po\right)-E_\ell\left({}_2^4He\right)\right|$$

$$\Rightarrow E_{lib}=|222\times7{,}69-218\times7{,}73-28{,}28|=\underline{6{,}24MeV}$$

4- Détermination (en jours) l'instant de date t_1 :

D'après la loi de décroissance : $a(t_1)=a_0.e^{-\lambda.t_1}$

Alors, on peut écrire : $e^{-\lambda.t_1}=\frac{a_1}{a_0}$ ou $e^{+\lambda.t_1}=\frac{a_0}{a_1}$ avec $a_0=4.a_1$ et $\lambda=\frac{\ell n2}{t_{1/2}}$

Qui devient : $\frac{\ell n2}{t_{1/2}}.t_1=\ell n(4)=2.\ell n2$

Finalement on obtient : $\underline{t_1=2.t_{1/2}}$

A.N : $t_1=2\times3{,}8=\underline{7{,}6\,jours}$

Ex : ELECTRICITE

I- Etude de la charge d'un condensateur :

1 - Equation différentielle vérifiée par la charge q (t) :

- La loi d'additivité des tensions : $u_R(t)+u_C(t)=E$
- La loi d'Ohm :

$$u_C=\frac{q}{C} \quad et \quad u_R=R.i=R.\frac{dq}{dt}$$

- Finalement on obtient :

$$\underline{R\frac{dq}{dt}+\frac{q}{C}=E} \quad ou\ bien \quad \underline{\frac{dq}{dt}+\frac{1}{RC}.q=\frac{E}{R}}$$

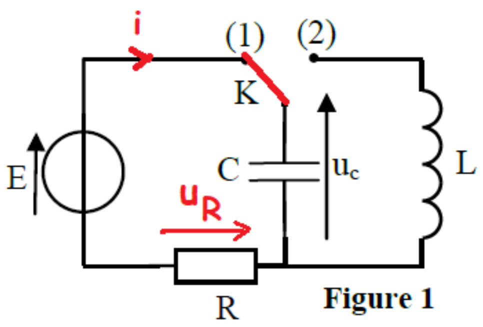


Figure 1

2- Les constantes A et α :

- La solution de l'équation différentielle est de la forme : $q(t)=A.\left(1-e^{-\alpha.t}\right)$

Alors sa dérivée est : $\frac{dq(t)}{dt}=\alpha.A.e^{-\alpha.t}$

- On porte les deux expressions dans l'équation différentielle :

$$\frac{dq}{dt}+\frac{1}{RC}.q=\frac{E}{R} \Rightarrow \alpha.A.e^{-\alpha.t}+\frac{1}{RC}.A.\left(1-e^{-\alpha.t}\right)=\frac{E}{R}$$

$$\Rightarrow A.e^{-\alpha.t}\underbrace{\left(\alpha-\frac{1}{RC}\right)}_{=0}+\underbrace{\left(\frac{A}{RC}-\frac{E}{R}\right)}_{=0}=0 \Rightarrow \alpha-\frac{1}{RC}=0 \;\; et \;\; \frac{A}{RC}-\frac{E}{R}=0$$

Finalement on trouve : $\underline{\alpha=\frac{1}{RC}}$ et $\underline{A=E.C}$ $(A=Q_{max})$

3.1 - La charge Q_{max} au régime permanent :

Graphiquement on trouve : $\underline{Q_{max}=100\mu C}$

3.2- La valeur de la constante de temps :

Graphiquement on trouve : $\underline{\tau=1ms=10^{-3}s}$

4- Montrons que $C=10\mu F$:

Au régime permanent : $R\underbrace{\frac{dq}{dt}}_{=0}+\frac{Q_{max}}{C}=E$

La charge maximale est alors : $Q_{max}=EC$ avec $Q_{max}=100\mu C$

Finalement : $\underline{C=\frac{Q_{max}}{E}}$

A.N : $C=\frac{10^{-4}}{10}=\underline{10^{-5}F=10\mu F}$

5- La valeur de la résistance R :

La constante du temps de RC : $\tau=RC$ avec $\tau=10^{-3}s$

Alors : $\underline{R=\frac{\tau}{C}}$

A.N : $R=\frac{10^{-3}}{10^{-5}}=\underline{100\Omega}$

II - Etude des oscilations électriques dans le circuit LC :

1- Equation différentielle vérifiée par la tension $u_C(t)$:

- La loi d'additivité des tensions : $u_L(t)=-u_C(t)$

Qui peut s'écrire : $u_L(t)+u_C(t)=0$

- La loi d'Ohm :

$$u_C=\frac{q}{C} \quad et \quad i=\frac{dq}{dt}=C.\frac{du_C}{dt}$$

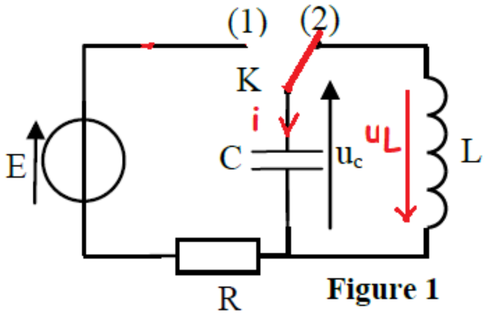


Figure 1

$$u_L = L.\frac{di}{dt} \Rightarrow u_L = L.\frac{d}{dt}\left(C.\frac{du_C}{dt}\right) \Rightarrow u_L = LC.\frac{d^2u_C}{dt^2}$$

- Finalement on obtient : $LC.\frac{d^2u_C}{dt^2} + u_C = 0$

Qui peut s'écrire :

$$\underline{\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{1}{LC}.u_C = 0}$$

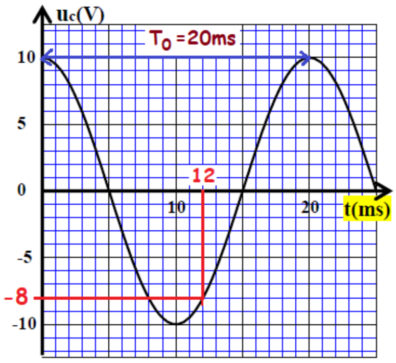
2.1 - La courbe qui représente l'évolution de la tension $u_C(t)$:

La solution de l'équation différentielle précédente est sinusoïdale de la forme :

$u_c(t) = U_m.\cos\left(\frac{2.\pi}{T_0}.t + \varphi\right)$; donc le régime est périodique et par conséquent la courbe (a) ne convient pas. Reste à choisir entre (b) et (c).

La courbe (c) est à exclure car elle montre que le condensateur est déchargé à l'instant t = 0 $u_c(0) = 0$ et cela n'est pas vraie.

Finalement la courbe qui convient est (b). $(u_c(0) = 10V = E)$



(b)

2.2- Recherche de l'inductance **L** :

La période propre de LC est : $T_0 = 2.\pi.\sqrt{L.C}$ avec $T_0 = 20ms$

Alors : $T_0{}^2 = 4.\pi^2.L.C \Rightarrow \underline{L = \frac{T_0{}^2}{4.\pi^2.C}}$

A.N : $L = \frac{(20.10^{-3})^2}{4 \times 10 \times 10^{-5}} = \underline{1H}$

4.1 - Détermination de l'énergie totale du circuit :

L'énergie totale du circuit LC : $E_t = \underbrace{E_m(t)}_{\text{énergie magnétique}} + \underbrace{E_e(t)}_{\text{énergie électrique}}$

Et à l'instant t=0 : $E_t = \underbrace{E_m(0)}_{=0} + E_e(0) = E_e(0)$

Cette énergie se conserve au cours du temps, Elle peut s'écrire : $\underline{E_t = \frac{1}{2}C.u_C^2(0)}$

A.N : $E_t = \frac{1}{2} \times 10^{-5} \times (10)^2 = \underline{5.10^{-4}\ J}$

4.2 - Déduction l'énergie emmagasinée dans la bobine à t_1=12ms :

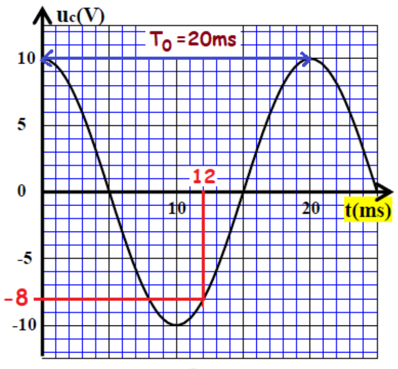
L'énergie totale du circuit LC : $E_t = E_m(t) + E_e(t)$

Et à l'instant t_1=12ms :

$E_{m1}(t_1) = E_t - E_{e1}(t_1)$ mais $E_{e1}(t_1) = \frac{1}{2}Cu_C^2(t_1)$

Alors : $E_{m1}(t_1) = E_t - \frac{1}{2}Cu_c^2(t_1)$ avec $u_c(t_1) = -8V$

A.N : $E_{m1}(12ms) = 5.10^{-4} - \frac{1}{2}\times 10^{-5}\times(-8)^2 = \underline{1{,}8.10^{-4}\ J}$



(b)

Ex : MECANIQUE

Etude du mouvement du centre d'inertie d'un système mécanique :

I-Etude du mouvement sur la partie A'B' :

1 - Expression de l'accélération du mouvement de G :

- Système à étudier : {motard + moto} ;
- Repère d'étude : R (A ; $\vec{i}$) supposé galiléen ;
- Bilan des forces :

* Le poids de la bille : $\vec{P}(P_x = mg\sin(\beta); P_y = mg\cos(\beta))$

* La réaction du plan incliné : $\vec{R}\ (R_x = 0; R_y = R)$

* La force motrice : $\vec{F}\ (F_x = F\,; F_y = 0)$

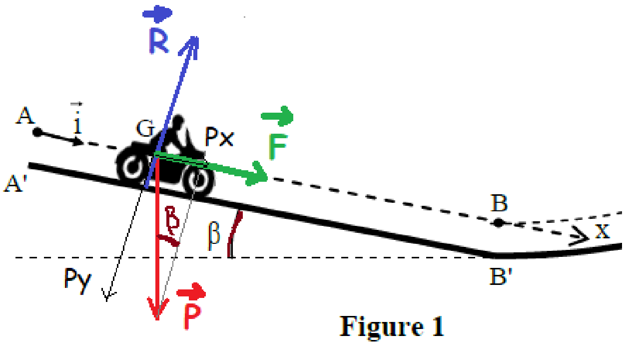


Figure 1

- On applique la 2ème loi de Newton : $\vec{R} + \vec{P} + \vec{F} = m.\vec{a_G}$
- On projette cette relation vectorielle sur l'axe Ox descendant : $0 + mg\sin(\beta) + F = m.\ a_G$

L'équation devient : $\underline{a_G = \frac{F}{m} + g.\sin(\beta)}$ $(a_G = Cte)$

2- Valeur de l'accélération a_G :

L'accélération du mouvement de G est constante, ce mouvement est alors rectiligne uniformément varié. La vitesse de G est de la forme :

$$v(t) = a_G.t + v_0 \quad (v_0 = 0) \quad \Rightarrow \quad v(t) = a_G.t \quad (1)$$

La courbe de la fonction v(t) est une droite d'équation : $v(t) = K.t$ (2)

En comparant (1) et (2) on peut écrire : $a_G = K$: coefficient directeur de la droite

A.N : $a_G = \frac{9-0}{2-0} = \underline{4{,}5\,m.s^{-2}}$

3- Déduction de l'intensité F de la force motrice :

On a déjà établi la relation : $a_G = \frac{F}{m} + g.\sin(\beta)$

Alors l'intensité de la force motrice sera : $\underline{F = m.(a_G - g.\sin(\beta))}$

A.N : $F = 190\times(4{,}5 - 10\times\sin(10°)) = \underline{525N}$

4- Equation horaire x(t) :

On a sait que : $\frac{dx}{dt}=v(t)=a_G.t \Rightarrow x(t)=\frac{1}{2}a_G.t^2+x_0 \quad (x_0=0) \Rightarrow x(t)=\frac{1}{2}a_G.t^2$

A.N : $x(t)=2{,}25.t^2 \quad x\ en\ (m)\ \ et\ t\ en\ (s)$

5- Détermination de l'instant t_B :

A l'instant $t=t_B$ l'abscisse de G est $x_G=AB=36m$: $x(t_B)=\frac{1}{2}a_G.t_B^2=AB \Rightarrow t_B=\sqrt{\frac{2.AB}{a_G}}$

A.N : $t_B=\sqrt{\frac{2\times 36}{4{,}5}}\approx 4\,s$

6- Calcul de la vitesse de G au passage par B :

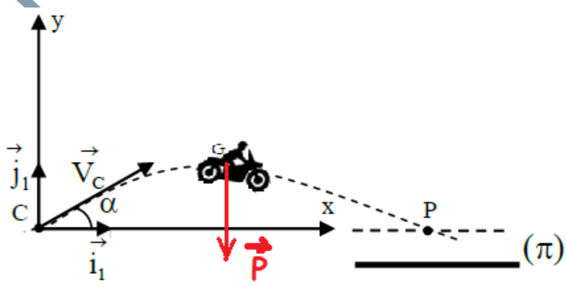
On applique la relation : $v_B=v(t_B)=a_G.t_B$

A.N : $v_B=4{,}5\times 4=18\,m.s^{-1}$

II-Etude du mouvement lors de la phase du saut :

1- Les équations différentielles vérifiées par $x_G(t)$ et $y_G(t)$:

- Système à étudier : {motard + moto} ;
- Repère d'étude : R (C ; $\vec{i_1}$; $\vec{j_1}$) supposé galiléen ;
- Bilan des forces : Le poids $\vec{P}$ du corps (S)
- On applique la 2ème loi de Newton :



$$\vec{P}=m.\vec{a_G}$$

- On projette cette relation vectorielle sur l'axe Ox et l'axe Oy :

$$m.a_x=0 \quad et \quad m.a_y=-m.g$$

- En intégrant et en tenant compte des conditions initiales; on obtient :

$$\frac{dv_x}{dt}=0 \quad et \quad \frac{dv_y}{dt}=-g$$

$$\Rightarrow \frac{dx}{dt}=V_C.\cos(\alpha) \quad et \quad \frac{dy}{dt}=-g.t+V_C.\sin(\alpha)$$

2- Vérifions que $V_C = 20\ m.s^{-1}$:

Les expressions numériques des équations horaires sont : $x_G(t)=19{,}02.t$ et $y_G(t)=-5.t^2+6{,}18.t$

En intégrant les deux équations précédentes et en tenant compte des conditions initiales; on obtient : $x_G(t)=V_C.\cos(\alpha).t$ et $y_G(t)=-\frac{1}{2}g.t^2+V_C.\sin(\alpha).t$

En identifiant les expressions littérales avec les expressions numériques on peut écrire :

$V_C.\cos(\alpha)=19{,}02$ et $V_C.\sin(\alpha)=6{,}18$

$\Rightarrow \ (V_C.\cos(\alpha))^2 = 19{,}02^2 \ \ et \ \ (V_C.\sin(\alpha))^2 = 6{,}18^2$

$\Rightarrow \ (V_C.\cos(\alpha))^2 + (V_C.\sin(\alpha))^2 = 19{,}02^2 + 6{,}18^2$

$\Rightarrow V_C = \sqrt{19{,}02^2 + 6{,}18^2} \approx \underline{20\,m.s^{-1}}$

3.1 - Montrons que le saut n'est pas réussi :

Calculons la distance CP et la comparons avec la valeur 30m.

L'ordonnée du point P est nulle : $CP = x_P(t) = 19{,}02.t_P \quad et \quad y_P(t_P) = -5.t_P{}^2 + 6{,}18.t_P = 0$

$\Rightarrow \ t_P = \frac{6{,}18}{5} = 1{,}236s \quad et \quad CP = x_P(1{,}236) = 19{,}02 \times 1{,}236 = 23{,}5m$

On voit bien que $CP = 23{,}5m \ < \ 30m$, donc le saut effectué n'est pas réussi.

3.2- Détermination de la vitesse minimale V_{min} :

On doit résoudre l'inéquation : $CP = x_P(t) \geq 30m$

$x_P(t_P) = V_C.\cos(\alpha).t_P \geq 30m \quad et \quad y_P(t_P) = -\frac{1}{2}g.t_P{}^2 + V_C.\sin(\alpha).t_P = 0$

$\Rightarrow \ V_C.\cos(\alpha).t_P \geq 30m \quad et \quad t_P = \frac{2.V_C.\sin(\alpha)}{g}$

$\Rightarrow \ V_C.\cos(\alpha).\left(\frac{2.V_C.\sin(\alpha)}{g}\right) \geq 30m \quad (avec \quad \sin(2\alpha) = 2\sin(\alpha).\cos(\alpha))$

$\Rightarrow \ V_C \geq \sqrt{\frac{30.g}{\sin(2\alpha)}}$

On pose $V_{\min} = \sqrt{\frac{30.g}{\sin(2\alpha)}}$ et on aura $V_C \geq V_{\min}$ pour que le saut effectué soit réussi.

A.N : $V_{\min} = \sqrt{\frac{30 \times 10}{\sin(2 \times 18)}} \approx \underline{22{,}6\,m.s^{-1}}$